



7, 8 y 9  
Noviembre  
2018

"Espíritu de Búsqueda y  
CREACIÓN"

VIIº Foro  
Tecnológico



# Disco Compartido 2.0



UTN  FRSR  
Facultad Regional San Rafael  
Universidad Tecnológica Nacional



Publicación de Ciencia y Tecnología de la  
Facultad Regional San Rafael  
Año 3 | N° 3

Año 3 | N° 3

Noviembre 2018

# Disco Compartido

Publicación de Ciencia y Tecnología de  
la Facultad Regional San Rafael.

## Autoridades

Universidad Tecnológica Nacional  
Rector

Ing. Hector Aiassa

### Sec. Ciencia, Tec. y Posgrado

Dr. Horacio Leone

## Facultad Regional San Rafael

### Decano

Ing. Horacio P. Pessano  
Sec. Ciencia y Tecnología  
Mg. Ing. Felipe Genovese

## STAFF

### Coordinador General

Mg. Ing. Felipe Genovese  
Compiladores  
Ing. Luisina Biondi  
Esp. Ing. Angel Quiles  
Ing. Cecilia Soengas

### Edición

Esp. Lic. Jimena Lloret

### Propietario

Facultad Regional San Rafael  
Av. Urquiza 314 (M5602GCH)  
San Rafael.  
Mendoza, Argentina.

## Comité Organizador

### Director del CIDER:

Sec. de Ciencia y Tecnología  
Mg. Ing. Felipe Genovese

### Co Director del CIDER:

### Coord. de la Unidad de Vinculación Tecnológica

Esp. Ing. Angel Quiles

Ing. Cecilia Soengas

Lic. Andrea Roldán

## Evaluadores de trabajos

Dr. Ing. Fabricio Sánchez Varretti  
Ing. Lucas Pietrelli.  
Mg. Ing. Iván Barón  
Ing. Hugo García  
Mg. Ing. Walter Aquindo  
Esp. Angel I. Quiles  
Mg. Ing. Javier Membrives  
Biotecnología Ricardo Juri  
Ing. Daniela Armijo  
Ing. Cecilia Soengas

## Diseño y Diagramación

Esp. Lic. Jimena Lloret

Editado en Argentina – Edited in Argentina  
ISBN 978-987-4998-51-4

Disco Compartido 2.0 / Darío Segura ... [et al.] ; compilado por Angel Ismael Quiles ; María Luisina Biondi ; Cecilia Soengas ; coordinación general de Felipe Genovese.-

3a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2020.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-51-4

1. Tecnologías. 2. Mendoza . 3. Jornadas. I. Segura, Darío. II. Quiles, Angel Ismael, comp. III. Biondi, María Luisina, comp. IV. Soengas, Cecilia, comp. V. Genovese, Felipe, coord.

CDD 607.282



9 789874 998514

# Prólogo

La Séptima Jornada de Ciencia, Tecnología y Vinculación Tecnológica, marca, por un lado, una línea de continuidad con las jornadas realizadas en años anteriores, y por otro lado, y no menos importante una relación complementaria a otros encuentros nacionales de investigación como el ENIDI (Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería) asumiendo nuestra facultad un rol protagonista en el desarrollo del mismo, a fin de difundir las actividades de I+D y de promover intercambios entre los investigadores (docentes, estudiantes y graduados).

En este encuentro de investigadores se generan espacios para el debate y la reflexión sobre el proceso de producción de conocimiento y la transferencia de conocimientos al medio.

El crecimiento que ha tenido, nuestra Facultad en los últimos años en el área de investigación y desarrollo, se puede verificar en el incremento de proyectos de investigación homologados por la Universidad Tecnológica Nacional, como también en el número de docentes incorporados a la carrera de docente investigador, lo que ha resultado en el reconocimiento como Grupos de Universidad a tres Grupos de I+D:

- Grupo de Física Química de Sistemas Complejos – SiCo. Resolución N°2506/2016 – CS.
- Grupo de Estudios de Estructuras Civiles – GEdEC. Resolución N°2505/2016 – CS.
- Grupo de Estudios sobre Desarrollo Territorial – GDeT. Resolución N°2504/2016 – CS.

Es importante señalar el liderazgo organizacional del Consejo Asesor del CENTRO DE INVESTIGACIÓN y DESARROLLO REGIONAL (CIDeR), en materia del desarrollo científico tecnológico, potenciado por la conformación de diferentes actores: la Secretaría de Ciencia y Tecnología, y la Secretaría de Extensión de la Facultad Regional, los Directores de Departamentos de las Carreras de Ingeniería Civil, Electromecánica e Industrial, Investigadores Estudiantes, Graduados y Docentes de la UTN Facultad Regional San Rafael. En este sentido el CIDeR, promueve la elaboración de programas y proyectos en pos del beneficio regional, formalizando asimismo las políticas de investigación, desarrollo y vinculación tecnológica de la Facultad y el marco organizacional respectivo.

También debemos destacar el avance en articulación institucional, en especial con el Instituto Nacional de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, del CONICET, el cual nos ha permitido dos logros de impacto significativo para la región: uno es el montaje en nuestra Facultad del Laboratorio de Espectrometría de Isótopos Estables y Ciencias Ambientales – LIECA, y el restante es el convenio específico celebrado entre el CONICET y la FRSR, cuyo objeto es la realización conjunta de un Programa de Radicación y Formación de investigadores para el fomento de la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en la Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías de la UTN-FRSR. En éste último convenio se definen como áreas temáticas de investigación, desarrollo y transferencia de interés a Recursos Hídricos, Sustentabilidad Ambiental y Energética, Desarrollo Territorial Sustentable, Ecología Humana (Arqueología, Paleoecología; Patrimonio Cultural) y Evolución de Vertebrados. Actualmente se ha realizado una convocatoria a radicación de investigadores del CONICET a residir en San Rafael, a los efectos de realizar actividades de I+D en el marco de las tres primeras áreas priorizadas.

Esta tercera publicación pretende conformar una muestra expresa de los esfuerzos que viene realizando la comunidad universitaria de la facultad, para desarrollar y fortalecer las actividades de ciencia, tecnología, innovación y vinculación tecnológica, pero además ofrece una muestra del potencial de nuestra facultad en temas relativos a investigación y transferencia regional.

Agradecemos especialmente el esfuerzo y dedicación de los investigadores que han pasado las instancias requeridas para concretar esta publicación

Secretaría de Ciencia y Tecnología  
UTN Facultad Regional San Rafael



## VII Foro Tecnológico

### Jornada de Ciencia, Tecnología y Vinculación Tecnológica

Fecha de realización: 7, 8 y 9 de noviembre de 2018

Sede: Facultad Regional San Rafael de la UTN

Trabajos Presentados: 24

#### Apertura

Vicedecano FRSR Ing. Roberto Vilches

Sec. C. y T. FRSR Mg. Ing Felipe Genovese

#### Exposiciones y Expositores Invitados

“Taller de Calentadores de Agua Solares”

Luis Bocaccinni

“Investigación Científica, Desarrollos Tecnológicos y  
Vinculación con el Medio”

Fabrizio Sanchez Varretti

“On The Reason for  $\beta$ -Lactalbumin Adsorption on a Charged  
Surface: A Study by Monte Carlo Simulation”

Claudio Nambuena

“Desarrollo del Polo y Clusters Tecnológicos en Argentina”

Francisco Bravo

“Proyecto Koirón Software”

Guillermo Majstruk

Guillermo Kozub

“Equipos para la Producción de Agregados Triturados para  
Pavimentación”

Hugo Biancchetto

# Indice

	Pg
Portada	1
Pagina Editorial	2
Prólogo	3
VII Foro	4
Indice	5
<b>Resúmenes Extendidos</b>	<b>6</b>
FTRE 01- Composición Taxonómica, Patrones Evolutivos y Paleobiogeográficos de los Testudinata Cretácicos de Patagonia y Sur de Mendoza	7
FTRE 02 - Caracterización de la Permanencia en la FRSR de los Estudiantes del Ciclo Básico	13
FTRE 03- Sistema de Aprovechamiento Hídrico Flexibilizado: Modelo de Desarrollo en Zonas Áridas	17
FTRE 04- Aplicaciones de la Medición de Isótopos Estables en Moluscos Fósiles de la Cuenca Neuquina	23
FTRE 05- Calidad de alimentos: Detección de miel adulterada mediante análisis de relaciones isotópicas de carbono	27
FTRE 06- Analisis del comportamiento de pedidos homogneos en funcion del sistema en MRP	33
FTRE 07- Purificación de proteínas del suero lácteo mediante la coacervación con biopolímeros: Un estudio computacional usando el método de Monte Carlo	41
FTRE 08- Escalamiento Ingenieril a Niveles de Maduración Tecnológico del Orden de Desarrollo: Technology Readiness Levels (TRL) 6 Y 7 del Laboratorio Bioambiental	45
FTRE 09- Aplicación de la Norma ASCE 7-16 al Análisis Sísmico de Estructuras de Hormigón Armado con Sistemas de Disipación de Energía	51
FTRE 10- Instalación Fotovoltaica Aislada VS Generador de Combustión Interna	58
FTRE 11 - Rehabilitación sísmica de edificios escolares mediante riostras y sistemas de disipación pasiva de energía	66
FTRE 12- Ampliación Ala Este de la Facultad Regional San Rafael	72
FTRE 13- Micro Hidro Generación en Canales de Riego	79
FTRE 14 - Sistema de Reutilización de Aguas Grises en Edificios	86
<b>Comunicaciones</b>	<b>90</b>
FTC 01 - Arqueólogos y Petroleros en Busca de Acciones y Consensos para Salvaguarda de Nuestro Patrimonio: El Caso de Corcovo	91
FTC 02 - Analisis de principios no convencionales para combatir heladas tardias en frutales	92
FTC 03 - Mezclas Asfálticas Usadas en Pavimentación	96
FTC 04 - Laboratorio de Isotopos Estables en Ciencias Ambientales: Balance y Perspectivas del Primer Año de Funcionamiento	100
FTC 05 - Transformador Eletro-Termo-Solar para Micro-Cogeneración	101
FTC 06 - Evaluación y seguimiento de la integración de actores de la cadena vitivinícola al desarrollo del enoturismo para San Rafael	105
FTC 07 - Laboratorio de química- Usos y servicios aplicados en Análisis Palinológicos	108
FTC 08- Opciones de Pedido para Planificación de Requerimientos de Materiales	110
FTC 09 - Caracterización de Agregados Limitados por Difusión	113
FTC 10 - Prospectiva Hídrica: Demanda de Agua Futura en la Cuenca del Río Diamante	116
FTC 11 - Diagnóstico de "Obras Tipo" para la Determinación de Costos en Construcciones Civiles del Sur Mendocino	119
FTC 14- Tomografías, Scanners e Impresoras 3D, Aplicación en Paleontología de Vertebrados. Su Implementación en el Estudio Anatómico Comparado de una Tortuga del Jurásico Argentino	122



**Resúmenes  
Completos**

## Composición Taxonómica, Patrones Evolutivos y Paleobiogeográficos de los Testudinata Cretácicos de Patagonia y Sur de Mendoza. Un Proyecto Trienal de Ciencias de la Tierra - ANPCYT: Resultados y Perspectivas

Marcelo S. de la Fuente <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Museo de Historia Natural de San Rafael, Av. Ballofet s/n, 5600, San Rafael, Mendoza, Argentina

<sup>2</sup> Instituto de Evolución, Ecología Histórica y Ambiente (CONICET-IDEVEA-UTN FRSR), Calle Urquiza 314, 5600 San Rafael, Mendoza, Argentina  
mdelafuente@mendoza-conicet.gob.ar; mdelafuente1910@gmail.com

### Resumen

El desarrollo del presente proyecto permitió incrementar el conocimiento sobre la anatomía y diversidad de los panquelidos, pelomedusoides y meiolaniformes del Cretácico de Patagonia y sur de Mendoza. Se caracterizaron macroscópicamente (morfología externa) y microscópicamente (histología ósea) especies cretácicas de los tres clados de Testudinata mencionados. Se exploraron las relaciones filogenéticas de cada uno de estos clados y se analizaron los patrones de distribución disyunta de Pan-Chelidae y Meiolaniformes en el extremo sur de América del Sur y Australasia. La continuidad de estas investigaciones estará focalizada en el estudio de los procesos de diversificación, cladogénesis, dispersión, vicarianza y extinción que acontecieron en las especies de las categorías taxonómicas mencionadas en el lapso temporal que comprende el evento de extinción más grande de la historia de la tierra.

**Palabras Clave:** Sistemática, Paleobiogeografía, Testudinata, Cretácico

### 1. Introducción

El extenso registro continental de los Testudinata en el Cretácico de Patagonia y sur de Mendoza está limitado taxonómicamente a especies del crown Pleurodira (Pan-Chelidae y Pelomedusoides) y a un clado del stem Testudines denominado Meiolaniformes. Las tortugas del crown Pleurodira, aquellas que retraen el cuello lateralmente en el caparazón, incluyen entre los representantes vivientes a dos clados monofiléticos: Pelomedusoides y Chelidae. Estos grupos del crown pleurodiras han sido diferenciados sobre la base de datos morfológicos y moleculares. Entre los dos clados del crown Pleurodira, los Chelidae tienen en la actualidad una distribución disyunta en América del Sur y Australasia [1]. El temprano registro fósil de esta familia, en el Aptiano-Albiano de Patagonia [2, 3] y en el Albiano y el Paleógeno de Australia [4, 5], así como ciertas peculiaridades en la diversificación de grupo (i.e., exhiben mayor riqueza específica en regiones subtropicales que en las tropicales) y características eco-fisiológicas (i.e., mejor tolerancia a condiciones templado-frías) [6], sugieren que la presente distribución geográfica es el resultado de una antigua historia filogenética y biogeográfica que se desarrolló en Gondwana meridional, constituida por Patagonia, Antártida y Australia [7, 8]. El registro patagónico conocido de panquelidos es muy extenso y representa el registro más antiguo para el grupo [3]. El registro se remonta al Aptiano de la Formación Cerro Barcino, en

la Cuenca Somuncurá-Cañadón Asfalto [3] y desde el Albiano de la Formación Lohan Cura, en el ámbito de la Cuenca Neuquina donde se descubrieron abundantes restos de pleurodiros panquélidos referidos al género *Prochelandella* [2, 9]. A diferencia de lo que ocurre en el Cretácico Inferior, en el Cretácico Superior el registro paleontológico de quelonios posee mayor continuidad extendiéndose desde el Cenomaniano hasta el Maastrichtiano temprano. La principal fuente de tortugas cretácicas del territorio argentino es la Cuenca Neuquina, donde afloran distintas unidades litoestratigráficas de los grupos Neuquén y Malargüe. Otras áreas de procedencia corresponden las secuencias sedimentarias campanianas-maastrichtianas (e.g., Formaciones Allen, La Colonia, Los Alamitos) expuestas en las proximidades del macizo Nordpatagónico (provincias de Río Negro y Chubut). Así como afloramientos del Cretácico Superior de la Cuenca de San Jorge (e.g., Formación Bajo Barreal) expuestos en Patagonia central (provincia de Chubut) y de la Cuenca Austral (e.g., Formación Mata Amarilla) del extremo meridional de la provincia de Santa Cruz. Las diferentes especies de panquélidos nominados estarían relacionados con grupos de quélicos vivientes sudamericanos [10].

Al contrario de los pleurodiros panchelidos, los pleurodiros pelomedusoides se habrían originado en masas continentales de norgondwana (nordeste de Brasil y noroeste de África) durante el Cretácico inferior [7]. Los registros más antiguos proceden del Aptiano Tardío de Gadofaua, Niger y del Aptiano-Albiano de la Formación Santana, Ceará, Brasil [11, 12]. En el territorio argentino la única especie nominada para el Cretácico es *Portezueloemys patagónica* [9, 10] procedente de la Formación Portezuelo (Turoniano tardío-Coniaciano temprano [13]). Esta especie ha sido referida a los Podocnemidoidea Podocnemidoidea [12] o Podocnemidinura [14], clado constituido por Podocnemididae y otros taxones del Cretácico Inferior de Marruecos y Brasil.

Por otra parte los Meiolaniformes conforman un clado basal de Testudinata constituido por especies extintas más estrechamente relacionadas con *Meiolania platyceps* que con los Cryptodira o Pleurodira. Meiolaniformes es un clado dominado por taxones gondwánicos (e.g., *Chubutemys copelloi*, *Patagoniaemys gasparinae*, *Otwayemys cunicularius*, *Peligrochelys walshae*), sin embargo en el mismo se encuentran anidadas especies representativas de Laurasia (*Mongolochelys efremovi* y *Kallokibotian bajazidi*). Los primeros análisis de biogeografía histórica realizados [15] sugieren que los meiolaniformes se habrían originado por lo menos durante el Cretácico temprano en lo que actualmente es América del Sur y que durante el Cretácico formaba parte de Gondwana. Dos de los meiolaniformes gondwánicos mencionados se han registrado en afloramientos cretácicos de Patagonia (*Chubutemys copelloi* procedente de la Formación Cerro Barcino [16] y *Patagoniaemys gasparinae* recuperado de la Formación La Colonia [17]), mientras que un tercero se encontró en afloramientos paleocenos (procedente de la Formación Salamanca [15]), pero la diversidad de meiolaniformes patagónicos debió ser mayor ya que otros nuevos taxones aún no han sido nominados en el Cretácico [18].

## 2. Metodología

La primera etapa de esta investigación consistió en realizar un estudio detallado y comparado de la anatomía de los grupos estudiados, en este caso, crown Pleurodira (Pelomedusoides y Chelidae) y Meiolaniformes. Por otro lado, la identificación precisa de cada especie a ser estudiada, también fue imprescindible para efectuar el posterior estudio cladístico. El objetivo principal alcanzado en esta etapa del diseño de investigación fue determinar la diversidad de Pan-Chelidae, Meiolaniformes y Pelomedusoides de Patagonia y sur de Mendoza realizando estudios anatómicos en detalle y comparados de todos los restos publicados o inéditos de



estas tortugas. Para efectuar la determinación de la diversidad del crown Pleurodira y Meiolaniformes presente en el Cretácico de Patagonia y sur de Mendoza se efectuó: la revisión de taxones previamente explicados, la descripción de materiales inéditos, la realización de trabajos de campo para coleccionar nuevos restos de panquélidos, pelomedusoides y meiolaniformes y la obtención de datos primarios para realizar estudios paleoecológicos. Durante una segunda etapa del proyecto se reunieron todos los datos primarios en tres diferentes matrices de taxones, para cada uno los tres diferentes grandes clados de tortugas en estudio que sirvieron de base para realizar estudios cladísticos. Las matrices se trabajaron en el programa Mesquite el cual permite no sólo editar los taxones y caracteres de la matriz sino que permite aunar numerosas fuentes de datos a las celdas analizadas. Para la inclusión de los datos primarios en las matrices se propuso ampliar el muestreo de taxones y de caracteres morfológicos. La metodología utilizada para efectuar el análisis de datos para poder establecer las relaciones filogenéticas entre las tortugas y poder determinar la posición de las especies de crown Pleurodira y de Meiolaniformes a ser estudiadas se basa en la cladística [19]. Las matrices fueron analizadas con el programa TNT [20] que posee una serie de algoritmos particulares que acelera notablemente las búsquedas, incluso de matrices de gran tamaño. Como dos de las matrices analizadas poseen más de 20 taxones, la búsqueda de los árboles más parsimoniosos (AMP) no es una búsqueda exacta, sino que es una búsqueda heurística. El algoritmo aplicado es el de Tree Bisection Reconnection (TBR) y se realizaron dos rondas de búsquedas para estar seguros de encontrar todos los AMPs posibles. Si se encuentra más de un AMP, se realizará un consenso estricto para determinar cuáles son los clados recuperados en todos los análisis. Con el propósito de explorar la biogeografía histórica de los Pan-Chelidae, Meiolaniformes y Pelomedusoides se aplicó el modelo de dispersión-extinción-cladogénesis (DEC) creado por Ree y Smith [21]

### 3. Resultados

Entre los principales logros del proyecto se pueden mencionar la re-descripción de *Chubutemys copelloi* un meiolaniforme cretácico de Patagonia central planteando una nueva interpretación sobre la posición filogenética y la biogeografía de los Meiolaniformes [22]; se dio a conocer el segundo taxón sudamericano de tortuga con cornamenta (Meiolaniidae) en un nuevo marco filogenético y paleobiogeográfico [23]; se describió una potencial nueva especie del quelido cuellilargo del noroeste de Patagonia atribuida al género *Yaminuechelys* y se discutieron aspectos filogenéticos del clado y de la supervivencia del género durante el límite K/T [24]. Se completó una monografía sobre el registro cretácico y cenozoico a nivel global de los Meiolaniformes [25]. Por otra parte, tres integrantes de este proyecto asistieron y presentaron sus investigaciones en el "Turtle Evolution Symposium", realizado en Río de Janeiro en julio de 2015. Entre otros resultados se deben contabilizar la publicación de un ensayo sobre el estado del conocimiento de las principales investigaciones paleoqueloniológicas, en el que se hace hincapié en las realizadas en el período Cretácico en Patagonia [26]. Por otra parte se logró dilucidar el origen de la ornamentación del caparazón del quelido cretácico-daniano *Yaminuechelys* a través de estudios osteohistológicos. Revelando la presencia de líneas de resorción en el tejido pseudolamelar de la corteza externa en placas óseas donde la ornamentación se encuentra más pronunciada. Este mecanismo de resorción focalizada que explica el origen de la ornamentación es reportado por primera vez en tortugas [27]. Se publicó una monografía sobre el registro global, la anatomía, la filogenia y la paleoecología de los pleurodiras Pan-Chelidae de Australasia y América del Sur [28]. Se dio a conocer una nueva especie de pleurodira panquelidae de grandes dimensiones en el Campaniano-Maastrichtiano (Formación Loncoche), recuperada de sedimentitas

representativas de un paleoambiente intermareal del sur de Mendoza, aportando información sobre la macroanatomía y osteohistología de este taxón gigante, así como sobre la filogenia de los panchelidos sudamericanos y australasiáticos [29]. Se estudiaron nuevos restos esqueléticos del holotipo de la tortuga pleurodira *Linderochelys rinconensis* aportando novedosa información sobre la macroanatomía, osteohistología y diagénesis de esta especie cretácica [30]. Se elaboró y publicó un trabajo sobre un nuevo taxón de Pan-Chelidae del Cretácico Superior del área del Anfiteatro (Noroeste de Patagonia) que exhibe inusuales características en su morfología post-craneana y osteohistología [31]. Además se realizaron un par de trabajos con colegas brasileros sobre filogenia y reloj molecular de los mayores clados de tortugas [32] y sobre la filogenia y biogeografía del clado Pleurodira [33]. Otro trabajo sobre la anatomía y sistemática de un Chelidae paleógeno referido al género *Hydromedusa* [34] fue recientemente completado. Dos tesis doctorales fueron defendidas en el marco de este proyecto (Maniel, 2016; FCEN de la UBA y Jannello, 2018; UNCo Centro Regional Universitario Bariloche) y otras tres se encuentran en realización: dos en la UNCo Centro Regional Universitario Bariloche (A. Holley y C. Oriozabala) y una en la UNRN sede Alto Valle (R. Gómez).

#### 4. Perspectivas

La continuidad de este proyecto, focalizada en nuevos estudios sobre diversidad cruda y filogenética, cladística, paleoecología y biogeografía histórica de especies cretácicas y paleógenas de Patagonia, estará garantizada con la ejecución de nuevos proyectos en evaluación.

#### 5. Agradecimientos

Agradezco al Ing. Felipe Genovese (UTN-FRSR) por su invitación a participar en este Foro.

#### 6. Referencias

1. [TTWG] Turtle Taxonomy Working Group: Turtles of the world: annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. *Chelonian Research Monographs* 7: 1–292. (2017).
2. Lapparent de Broin, F., de la Fuente, M. S.: Oldest world Chelidae (Chelonii, Pleurodira), from the Cretaceous of Patagonia. *Comptes Rendus Académie des Sciences de Paris* 333: 463–470 (2001).
3. de la Fuente, M. S., Umazano, A. M., Sterli, J., Carballido, J. I.: New chelid of the lower section of the Cerro Barcino formation (Aptian-Albian?), Patagonia. *Cretaceous Research* 32: 527–537 (2011).
4. Lapparent de Broin, F., Molnar, R.: Eocene chelid turtles from Redbank Plains, Southeast Queensland, Australia. *Geodiversitas* 23 (1): 41–79 (2001).
5. Smith, E.T.: Early Cretaceous chelids from Lightning Ridge, New South Wales Alcheringa 34:375–384 (2010).
6. Pritchard, P.C.H.: Evolution and zoogeography of South American turtles. *Studia Geológica Salmanticensis Volumen Especial 1. Studia Palaeocheloniologica* 1: 225–233 (1984)
7. Broin, F. de, de la Fuente, M.S.: Les tortues fossiles d'Argentine: synthèse. *Annales de Paléontologie* 79: 169–232 (1993).
8. de la Fuente, M., Sterli, J., Maniel, I.: Origin, Evolution and Biogeographic History of South American Turtles, 168 pp. Springer Earth System Sciences, Dordrecht and Heidelberg (2014).

9. de la Fuente, M. S.: Two new Pleurodiran turtles from the Portezuelo Formation (Upper Cretaceous) of northern Patagonia, Argentina. *Journal of Paleontology* 77 (3): 559-575 (2003).
10. de la Fuente, M. S.: Testudines. En *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Z. Gasparini, R. Coria and L. Salgado (Eds.). Indiana University Press, pp. 50-86, Bloomington, Indiana. (2007).
11. Broin, F. de: Les tortues de Gadoufaoua (Aptien du Niger); aperçu sur la paléobiogéographie des Pelomedusidae (Pleurodira). *Mémoires de la Société Géologique de France* 139: 39-46 (1980).
12. Lapparent de Broin, F. de: The oldest pre-Podocnemidid turtle (Chelonii, Pleurodira), from the early Cretaceous, Ceará state, and its environment. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* 9: 43-95 (2000).
13. Leanza, H. A., Apesteguía, S., Novas, F.E., de la Fuente, M. S.: Cretaceous terrestrial beds from Neuquén Basin (Argentina) and their tetrapods assemblages. *Cretaceous Research* 25: 61-87 (2004).
14. Gaffney, E.S., Tong, H., Meylan, P. A.: Evolution of the Side-Necked Turtles: The Families Bothremydidae, Euraxemydidae, and Arripemydidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 300: 1-698 (2006).
15. Sterli, J., de la Fuente, M. S.: New evidence from the Paleocene of Patagonia (Argentina) on the evolution and paleobiogeography of meiolaniform turtles (Testudinata, new taxon name). *Journal of Systematic Palaeontology* 11: 835-852 (2013).
16. Gaffney, E. S., Rich, T. H., Vickers-Rich, P., Constantine, A., Vacca, R., Kool, L.: *Chubutemys*, a new Eucryptodiran turtle from the Early Cretaceous of Argentina, and the relationships of the Meiolaniidae. *American Museum Novitates*, 3599, 1-35 (2007).
17. Sterli, J., de la Fuente, M. S.: A new turtle from the La Colonia Formation (Campanian – Maastrichtian), Patagonia, Argentina, with remarks on the evolution of the vertebral column in turtles. *Palaeontology* 54 (1): 63-78 (2011).
18. Sterli, J., de la Fuente, M.S., Cerda, I.: A new species of Meiolaniform turtle and revision of the Late Cretaceous Meiolaniformes of South America. *Ameghiniana* 50: 240-256 (2013).
19. Farris, J. S.: The logical basis of phylogenetic analysis, pp. 7-36. En *Platnick y V. A. Funk* (Eds.). *Advances in Cladistics* 2. Columbia University Press. New York (1983).
20. Goloboff, P., Farris, J., Nixon, K. : TNT: tree search using new technology, vers. 1.1 (Willy Hennig Society Edition). Program and documentation available at <http://www.zmuc.dk/public/pylogeny/tnt>. (2008)
21. Ree, R. H., Smith, S. A.: Maximum likelihood inference of geographic range evolution by dispersal, local extinction, and cladogenesis. *Systematic Biology* 57: 4-14 (2008).
22. Sterli, J., de la Fuente, M.S., Umazano, A.M.: New remains and new insights on the Gondwanan meiolaniform turtle *Chubutemys copelloi* from the Lower Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Gondwana Research* 27: 978-994 (2015).
23. Sterli, J., de la Fuente, M. S., Krause, M.: A new turtle from the Palaeogene of Patagonia (Argentina) sheds new light on the diversity and evolution of the bizarre clade of horned turtles (Meiolaniidae, Testudinata). *Zoological Journal of the Linnean Society* 174: 519-548 (2015).
24. de la Fuente, M. S., Maniel, I., Jannello, J. M., Filippi, L., Cerda, I.: Long-necked chelid turtles from the Campanian of northwestern Patagonia with comments on K/P survivorship of the genus *Yaminuechelys*. *Comptes Rendus Palevol* 14: 563-576 (2015).
25. Sterli, J.: A review of the Fossil record of Gondwanan turtles of the clade meiolaniformes. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History Yale University* 56: 21-54 (2015).
26. de la Fuente M. S., Sterli, J.: Estado del conocimiento de las tortugas extintas del territorio argentino: una perspectiva histórica. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Electrónica* 15 (1):1-16 (2015).

27. Jannello, J. M., Cerda, I., de la Fuente, M. S.: Shell bone histology of the long-necked chelid *Yaminuechelys* (Testudines: Pleurodira) from the late Cretaceous-early Paleocene of Patagonia with comments on the histogénesis of bone ornamentation. *The Science of Nature* 103:26 (2016).
28. Maniel, I., de la Fuente, M. S.: A Review of the Fossil Record of Turtles of the Clade Pan-Chelidae. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History Yale University* 57: 191-227 (2016).
29. de la Fuente, M.S., Maniel, I., Jannello, J.M., Sterli, J., González Riga, B.J., Novas, F. E.: A new large panchelid turtle (Pleurodira) from the Loncoche Formation (upper Campanian-lower Maastrichtian) of the Mendoza Province (Argentina): Morphological, osteohistological studies, and a preliminary phylogenetic analysis. *Cretaceous Research* 69:147-168 (2017).
30. Jannello, J.M., Maniel, I., Previtera, E., de la Fuente, M.S.: *Linderochelys rinconensis* (Testudines: Pan-Chelidae) from the Upper Cretaceous of northern Patagonia: new insights from shell bone histology, morphology and diagenetic implications. *Cretaceous Research* 83: 47–61. (2018).
31. de la Fuente, M. S., Maniel, I., Jannello, J.M., Sterli, J., Garrido. A., Garcia, R., Salgado, L., Canudo, J.I., Bollatti, R.: Unusual shell anatomy and osteohistology in a new Upper Cretaceous panchelid turtle from northwestern Patagonia (Argentina). *Acta Palaeontologica Polonica* 62: 585–601 (2017).
32. Pereira, A.G., Sterli, J., Moreira, F. R., Schrago, C. G.: Multilocus phylogeny and statistical biogeography clarify the evolutionary history of major lineages of turtles. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 113: 59–66 (2017).
33. Ferreira, G.S., Bronzati, M., Langer, M. C., Sterli, J.: Phylogeny, biogeography and diversification patterns of side-necked turtles (Testudines: Pleurodira). *Royal Society Open Science* 5: 171773 (2018).
34. Maniel, I. J., de la Fuente, M. S., Sterli, J., Jannello, J. M. , Krause, M. J.: New remains of the aquatic turtle *Hydromedusa casamayorensis* (Pleurodira: Chelidae) from the Middle Eocene of Patagonia: Taxonomic validation and phylogenetic relationships. *Papers in Palaeontology*. doi: 10.1002/spp2.1117. (2018).



## Caracterización de la Permanencia en la FRSR de los Estudiantes del Ciclo Básico

Daniela Armijo, Verónica Vizcaíno, Lucas González Solana, Julián Santos Robledo, Sandra Buttini, Carolina Tonidandel, Ricardo Juri, Hugo García, María Valeria Cordero

Departamento de Materias Básicas, UTN Facultad Regional San Rafael, Calle Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
danielaa.armijo@gmail.com

### Resumen

Se describen en este artículo dos modelos para caracterizar la permanencia de los estudiantes del ciclo básico, ambos con las mismas categorías, pero definidas en forma diferente. En base a ambas propuestas y con datos del Sistema Académico, se clasifican 170 alumnos que cursan en 2018 el segundo nivel de las tres especialidades que se dictan en la Facultad Regional San Rafael de la UTN.

**Palabras Clave:** Categorías de permanencia – progreso académico

### 1. Introducción

Como parte de un proyecto de investigación que busca relacionar el estilo de aprendizaje de los estudiantes con la permanencia de los mismos del ciclo básico de la FRSR, se analiza la manera de caracterizar la permanencia. El Estilo de Aprendizaje fue determinado para la cohorte 2017 mediante el Inventario de Estilos de Aprendizaje de Felder y Solomon (ILS por sus siglas en inglés); los resultados de esta parte del proyecto han sido publicados en el IX Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería 2017 y en la VI Jornada de Enseñanza de la Ingeniería 2018. Como corolario de esta primera recogida y análisis de datos, se le ha enviado a cada alumno participante, contando con el consentimiento del mismo, una devolución en cuanto al estilo de aprendizaje que reflejan sus respuestas, las herramientas que puede utilizar para potenciar sus fortalezas, y las estrategias que necesita desarrollar para lograr el aprendizaje utilizando su estilo no preferido.

### 2. Desarrollo

La Ordenanza 1549 de Consejo Superior, que aprueba el Reglamento de Estudio para todas las Carreras de Grado en la Universidad Tecnológica Nacional y deroga la Ordenanza 908, en su Capítulo 7, punto 7.4, establece como condición de estudiante regular a quien tenga aprobado como mínimo dos (2) asignaturas del plan de estudio por ciclo lectivo y no regular a quien no cumpla este requisito mínimo. Es decir que se tendrían dos grupos de alumnos: regulares y no regulares. A los fines de esta investigación, se decidió hacer una clasificación en 4 categorías de progreso académico (PA), dependiendo el tipo y número de materias aprobadas en forma directa y de materias regularizadas.

## 2.1 Categorías de permanencia

La Tabla 1 muestra las 4 categorías en que se clasificaron los estudiantes del ciclo básico.

**Tabla 1.** Categorías de permanencia

Progreso Académico Óptimo (PAO)
Progreso Académico Moderado (PAM)
Progreso Académico Regular (PAR)
Progreso Académico Insuficiente (PAI)

La hipótesis es que la posibilidad de que un estudiante culmine la carrera en el tiempo estipulado disminuye a medida que bajamos en las categorías mencionadas, y el desgranamiento y la posibilidad de abandono aumenta en el mismo sentido.

Se plantearon dos modelos diferentes para realizar la clasificación, que se describen a continuación.

### 2.1.1 Modelo 1

En el primer modelo considerado, se clasifican las asignaturas de primer año, otorgándoles a algunas un peso mayor que a otras. Aunque es cierto que desde una visión holística son importantes tanto las habilidades profesionales como las sociales (Capote León et al., 2016), también sucede que las materias consideradas "duras" presentan un mayor grado de dificultad para la mayoría de los estudiantes. En base a esto, fueron divididas según el mencionado grado en: básicas, contando dentro de éstas las ciencias básicas (Análisis Matemático 1, Álgebra y Geometría Analítica, Física 1, Química), otorgándoles un mayor grado de dificultad, e integradoras, el resto, aquellas que tienen mayor probabilidad de ser regularizadas o aprobadas en forma directa, de acuerdo a nuestras observaciones, apoyadas por otras referencias (Mena et al., 2011). Teniendo en cuenta esto, y refiriéndonos a la Tabla 1, se completa cada categoría con su definición en la Tabla 2

**Tabla 2.** Definición categorías de permanencia. Modelo 1

PAO	4 materias básicas aprobadas
PAM	Al menos 2 materias básicas aprobadas
PAR	Regularizadas o aprobadas más de 2 materias integradoras o una básica
PAI	Ninguna materia básica y menos de 2 integradoras aprobadas o regularizadas

Se realiza un relevamiento de datos del Sistema Académico para obtener el número de alumnos en cada categoría. Se analizan los datos de 170 alumnos que contestaron el ILS en forma voluntaria en el año 2017 (cabe aclarar que fueron 190 los alumnos que contestaron inicialmente el ILS, pero para esta categorización no se tuvieron en cuenta los estudiantes que no estaban cursando asignaturas por primera vez).

Los resultados obtenidos pueden observarse en la siguiente Tabla 3.

**Tabla 3.** Número de alumnos por categoría

Categoría	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
PAO	13	7,65
PAM	73	42,95
PAR	46	27,05
PAI	38	22,35
<b>Total</b>	<b>170</b>	<b>100,00</b>

### 2.1.2 Modelo 2

En el otro modelo considerado, a cada materia del primer nivel se le asigna un puntaje dependiendo de: horas anuales, y número de materias correlativas de cursado, y correlativas de aprobado del segundo al último nivel. Se suman los puntajes correspondientes a cada una de las tres especialidades, obteniendo de esta manera cada materia un porcentaje del puntaje total. En la tabla adjunta puede verse el resultado de este cálculo:

**Tabla 4.** Puntaje por asignatura

Materia	Puntaje	Porcentaje (%)
Física	51	18
Química	33	11
Álgebra y G. Analítica	55	19
Análisis Matemático 1	69	24
Informática y Rep. Gráfica*	20	7
Sistemas de Representación	15	5
Integradoras**	28	10
Inglés	19	6
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>100</b>

Para cada alumno, se suman los porcentajes de cada materia, tomando en cuenta el total si está Aprobada en Forma Directa, el 50 % si está Regularizada y 0 % si está Libre. La Tabla 5 muestra la clasificación de acuerdo a este modelo. Según el porcentaje obtenido, las categorías de permanencia se clasifican en:

**Tabla 5.** Definición categorías de permanencia. Modelo 2

Categoría	Porcentaje (%)
PAO	75 -100
PAM	60 – 74
PAR	40 – 59
PAI	0 – 39

Para la misma muestra catalogada según el modelo 1, el número de estudiantes por categoría y los porcentajes correspondientes son los que se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Número de alumnos por categoría

Categoría	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
PAO	54	33
PAM	21	13
PAR	25	15
PAI	66	40
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100</b>

En la Tabla 7 se vuelca la comparación de ambos modelos.

**Tabla 7.** Modelo 1 vs Modelo 2

Categoría	Modelo 1	Modelo 2
PAO	8 %	33 %
PAM	43 %	13 %
PAR	27 %	15 %
PAI	22 %	40 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Se observa que, aunque los porcentajes por categoría difieren bastante, la suma de los dos primeros (los grupos que tienen mayor probabilidad de permanecer en el sistema) y los dos últimos (mayores probabilidades de abandonar el sistema), es similar (51 vs 46 y 49 vs 54).

### Conclusión

En el desarrollo de esta parte del proyecto se encuentran varios caminos para seguir, además del objetivo principal. Uno de ellos, relacionado con este artículo, es la ratificación, rectificación o abandono de los modelos propuestos, continuando con el análisis de las estadísticas a lo largo del tiempo. También se encuentran diferencias entre las distintas especialidades, de manera tal que puede ser importante considerar cada carrera por separado, teniendo en cuenta que conocemos también que la permanencia y finalización de los estudios difieren entre ellas.

Es importante destacar que, aunque los números obtenidos parecen ser más optimistas que las estadísticas reales en cuanto al rendimiento en las carreras de ingeniería en general, en esta muestra no se están teniendo en cuenta los estudiantes que, habiendo comenzado el primer nivel en 2017, por alguna razón abandonaron durante el cursado o antes de comenzar el segundo nivel en el año 2018.

### Referencias

1. Capote León, G.E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 8 (1). pp. 21-28. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>
2. Lorenzo, J. L. M., Albert, C. J. S. C., & Hernández, M. O. (2010). Estilos Y Estrategias Para El Aprendizaje De Las Ciencias Básicas en La Carrera De Agronomía: Experiencias Desde La Universidad De Pinar Del Río. *Pedagogía Universitaria*, 15(1), 19–40. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=71406721&lang=es&site=ehost-live>
3. Ordenanza 1549 Consejo Superior, disponible en: <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1549&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>



## Sistema de Aprovechamiento Hídrico Flexibilizado Modelo de Desarrollo en Zonas Áridas

María Luisina Biondi; Paula Campi; María Luz Moscardo

Grupo GEDT, UTN Facultad Regional San Rafael, Calle Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
lu.biondi15@gmail.com

### Resumen

El oasis sur de la provincia de Mendoza presenta una insuficiencia hídrica sostenida a lo largo de las últimas décadas. La realización del trasvase de un caudal de 34 m<sup>3</sup>/s desde el Río Grande al Río Atuel permitiría atenuar dicho déficit. El fin de este trabajo es promover el desarrollo sostenido de las nuevas áreas de riego. Para mejorar la explotación, se plantean como objetivos: aumentar la eficiencia del sistema de riego, mediante la implementación de obras hidráulicas y tecnologías innovadoras en la zona de estudio; y permitir flexibilidad en el uso del agua, a través de redes de distribución a la demanda. El trabajo se limita a un área de 17.400 ha, donde se analizan distintas alternativas de distribución y manejo del agua. Como resultado, se obtiene una eficiencia global en el sistema de riego superior al 80 %. La evaluación social del proyecto arroja un valor actual neto positivo. Se elabora un plan de mitigación de impactos y un plan de contingencias que posibilitan la sustentabilidad ambiental. Se concluye que con esta tipología de redes de riego se logra optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico y mejorar el desempeño productivo de la zona de localización.

**Palabras Clave:** recursos hídricos – riego a la demanda – zonas áridas – sustentabilidad.

### 1. Introducción

La provincia de Mendoza está ubicada en una zona clasificada como desértica y semidesértica. El aprovechamiento de las aguas de sus ríos es lo que permite el establecimiento de ciudades y zonas agrícolas. El desarrollo socio-económico de la región depende principalmente de la producción agropecuaria, siendo la disponibilidad de riego artificial lo que ha posibilitado la creación de los oasis. En las últimas décadas ha habido grandes disminuciones del área cultivada, debido a factores como: escasez de agua, baja eficiencia en el uso del recurso, inestabilidad de los precios agrícolas, créditos insuficientes para los productores, falta de asistencia técnica y de transferencia tecnológica, ausencia de prácticas agrícolas modernas, plagas en cultivos y daños por granizo.

La región sur de la provincia dispone de precipitaciones pluviales anuales del orden de los 200 mm, lo que no permite desarrollo agropecuario alguno [1]. Por esta razón, aun cuando se dispone de tierras aptas desde un punto de vista agronómico, su explotación sólo resulta factible a partir de la implementación de riego artificial. La posibilidad cierta de lograr una ampliación efectiva del área bajo riego sólo tendrá lugar con la disponibilidad de volúmenes de agua adicionales. La realización del trasvase de un caudal de 34 m<sup>3</sup>/s desde el Río Grande al Río Atuel, admitirá un aumento de la superficie cultivada de 60.000 ha en los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe [2]. Para suministrar agua a las zonas nuevas no sistematizadas actualmente, se requiere un conjunto de obras hidroagrícolas de ingeniería, diseñadas según su localización respecto a las fuentes de agua, los

requerimientos particulares y las demandas hídricas. El presente trabajo aborda la resolución de una red de riego en dichas áreas, con la premisa de optimizar el uso futuro del recurso hídrico en la región.

## 2. Documento Principal

Con la realización de la obra de trasvase del Río Grande al Río Atuel, la zona sur tendrá 34 m<sup>3</sup>/s adicionales al agua disponible [3] con que hoy cuentan los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe, para riego de cultivos de importante valor económico.

En principio, han sido identificados varios sectores geográficos de tierras que podrían ser favorecidos con aguas del trasvase [2], entre ellos, terrenos localizados en áreas nuevas que tienen una gran importancia estratégica para ser desarrollados. Para suministrar agua a estas zonas no sistematizadas actualmente, se requiere disponer la infraestructura hidroagrícola.

### 2.1. Objetivos

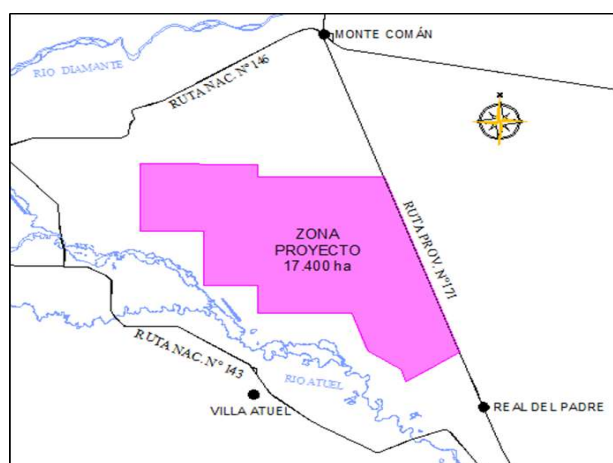
La problemática principal detectada en el diagnóstico de la cuenca del Río Atuel es la insuficiente disponibilidad hídrica para el desarrollo agropecuario [4]. Sus causas principales son la escasez de agua propia de la región, la baja eficiencia global del sistema de riego, y el alto porcentaje de pérdidas en la entrega del recurso [5].

En función de lo expuesto, el objetivo general del trabajo que se presenta es optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico en la cuenca del Río Atuel. Para ello, se propone: mejorar las eficiencias del sistema de aprovechamiento hídrico de la región; flexibilizar la forma de uso del agua para riego; e implementar innovaciones tecnológicas que mejoren el desempeño productivo.

De esta manera, se espera aportar al crecimiento de la agricultura y la ganadería en la zona de proyecto, permitiendo la reactivación de la industria y el sector terciario, logrando como fin un *fortalecimiento del desarrollo regional*.

### 2.2. Alcance

La localización del proyecto abarca una zona rural de 17.400 ha, ubicada en el departamento de San Rafael, entre los distritos de Monte Comán y Real del Padre, al oeste de la Ruta Provincial N° 171 que comunica ambas localidades (Figura 1).



**Fig. 1.** Localización de la zona de proyecto

En referencia al tamaño, el trabajo comprende la formulación a nivel de prefactibilidad de la red de conducción secundaria, la red de distribución terciaria, y las obras y equipamientos complementarios para otorgarle al agua las condiciones necesarias para efectuar el tipo de riego intraparcelario que contemplen las soluciones. No incluye el diseño del sistema de riego interno en las propiedades. Se completa el trabajo con la proposición de los caminos viales y las obras de drenaje.

### 2.3. Metodología

Como consecuencia del diagnóstico realizado y teniendo en cuenta el estado del arte, se proponen dos alternativas de solución al problema planteado, con la premisa de cumplir los objetivos listados. En la *Alternativa 1* se considera: un sistema de riego interno tecnificado en todas las propiedades (es riego por goteo, microaspersión, aspersión o mecanizado, dependiendo del tipo de cultivo implantado); una red de distribución presurizada, mediante tuberías forzadas, con una estación de bombeo general; y un sistema de conducción desde el canal matriz hasta la estación de bombeo mediante una canalización abierta revestida, con regulación de niveles desde aguas abajo por tramos. Para la *Alternativa 2* se plantea: un sistema de riego interno tecnificado en todas las propiedades (análogo a la Alternativa 1); una red de distribución gravitacional, mediante canalizaciones abiertas sin revestir, complementada con balsas de almacenamiento y sistemas de bombeo individuales en cada propiedad; una conducción desde el canal matriz hasta la red de distribución mediante una canalización abierta revestida, con obras de partición.

Para efectuar el análisis de las alternativas propuestas, se comenzó definiendo la tipología de cultivos a implantarse en el área. Se estudió el clima, los suelos y el mercado. Se definió la localización de los distintos emprendimientos productivos dentro del área, y se realizó el parcelamiento, teniendo en cuenta el concepto de *unidad económica* [6].

Una vez establecida la alternativa de cultivos, se determinó la necesidad bruta de agua, mediante el cálculo de la evapotranspiración obtenida mediante el método Penman-Monteith. Por otro lado, se determinaron las aportaciones, considerando la pluviometría de la zona, a partir de los datos históricos de las estaciones meteorológicas existentes en la cuenca del Río Atuel. Se obtuvo la necesidad neta de riego en cada mes, como la diferencia entre las necesidades brutas del cultivo y las aportaciones naturales [7].

Se definió la tipología del sistema de aplicación a implementarse. Se adoptó: riego por goteo para la vid, riego por microaspersión para los frutales, riego por aspersión para las pasturas y riego por gravedad tecnificado para las hortalizas. Considerando las áreas de cada cultivo según la unidad económica y la eficiencia propia de cada sistema de riego [8], se estimó la eficiencia interna mediante un promedio ponderado. Se definieron el período punta de consumo y las dotaciones por parcela, considerando un grado de libertad de 1,5 [7]. Se determinaron las presiones necesarias para el funcionamiento correcto del sistema, contemplando la topografía de la zona, las pérdidas de cargas singulares y lineales, y la presión final necesaria en goteros y aspersores.

Para la Alternativa 1, se diseñó un sistema de distribución de agua de riego mediante cañerías presurizadas. Se fijó la eficiencia de distribución y se calcularon los caudales de diseño mediante la fórmula de Clément [9]. La red diseñada, se modeló y simuló mediante el software EPANET, utilizando la teoría de Darcy - Weisbach [10]. Se monitorearon velocidades y presiones, en espacio y tiempo. Se determinó el equipo de bombeo necesario para alimentar la red. Para la Alternativa 2, se propuso un sistema de distribución de agua de riego mediante canalizaciones abiertas excavadas en suelo natural, acompañando la topografía del terreno, con represas o balsas de almacenamiento en cada propiedad y sistema de presurización individual. Se definió el volumen de las balsas considerando un tiempo de almacenamiento de 7 días. Se calculó el equipo de bombeo individual necesario para la presurización del agua. Se estimó la eficiencia de distribución a partir de antecedentes en la zona [5]. Se diseñaron los canales de distribución teniendo en cuenta la

topografía del terreno y el movimiento de suelo. Se modelaron y simularon las secciones hidráulicas con el software HCANALES, a partir de la fórmula de Manning [11]. Se efectuó el diseño hidráulico de las obras de derivación mediante partidores de resalto [12].

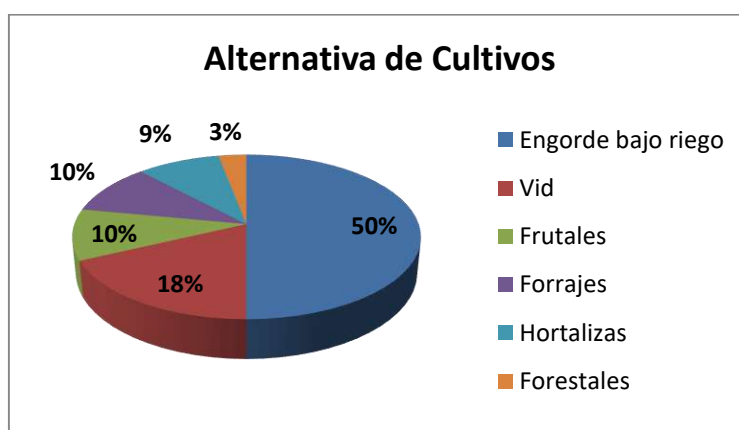
El sistema de conducción de la Alternativa 1 se compuso como una conducción abierta con escurrimiento por gravedad, con régimen no permanente de caudales fluctuantes en correspondencia con la demanda instantánea. Se definieron la eficiencia de conducción y los caudales de diseño [13]. Se utilizó como herramienta el software HCANALES. La regulación de niveles en la canalización se proyectó mediante la utilización de compuertas de regulación de nivel aguas abajo, constante tipo cilíndricas [14]. Se definió la cota de coronamiento y se propuso un fondo compensador escalonado. Para la Alternativa 2 se proyectó un sistema de conducción por gravedad, revestido de hormigón armado. La metodología de diseño hidráulico de la canalización abierta fue análoga a la del sistema de distribución propuesto para esta alternativa de solución.

Una vez efectuado el diseño hidráulico completo de ambas alternativas, se seleccionó la más conveniente, según el método de evaluación social de proyectos [15]. Se determinaron los costos de inversión pública, costos de inversión privada y costos de operación, a precios sociales. Se calcularon los beneficios sociales. Se evaluaron los indicadores de rentabilidad Valor Actual Neto Social (VANS) y Tasa Interna de Retorno (TIR). Se compararon los valores arrojados por cada alternativa y se seleccionó la de mayor VANS.

Con la alternativa de solución seleccionada, se efectuó, a nivel de prefactibilidad, la evaluación tecnológica, económica, ambiental, legal e institucional del sistema de aprovechamiento hídrico proyectado. Se completó el trabajo con la propuesta de redes viales y de drenaje.

## 2.4. Resultados

La alternativa de cultivos resultante del análisis realizado se muestra en la figura 2.



**Fig. 2.** Porcentaje de superficie a implantar de cada cultivo

Contemplando la localización más favorable de los emprendimientos socio-productivos y la alternativa de cultivos definida, se dispusieron seis tipologías de unidades económicas:

- Unidad económica tipo 1 (42 ha): 30 ha vid fina + 7 ha pera + 5 ha ajo colorado.
- Unidad económica tipo 2 (48 ha): 36 ha vid fina + 7 ha pera + 5 ha tomate industria.
- Unidad económica tipo 3 (95 ha): 75 ha vid común + 15 ha ciruela + 5 ha espárrago.
- Unidad económica tipo 4 (95 ha): 75 ha vid común + 20 ha durazno.
- Unidad económica tipo 5 (190 ha): 100 ha engorde ganado + 90 ha alfalfa.
- Unidad económica tipo 6 (400 ha a 500 ha): totalidad engorde ganado.

La alternativa de solución más conveniente, según la evaluación social de proyectos efectuada, fue la *Alternativa 2*.

La eficiencia interna resultante de la combinación de los sistemas de riego intrafinca propuestos es del 90 %. La demanda hídrica, el caudal en el período de punta de consumo y la dotación por parcela tipo 1, se resumen en la tabla 1.

**Tabla 1.** Resumen de volúmenes de agua y caudales de diseño

Requerimientos de agua de riego	
Requerimiento neto de riego [m <sup>3</sup> /ha]	558.39
Caudal período de punta [m <sup>3</sup> /s]	2.19
Dotación de riego [l/s]	33.00

Las balsas diseñadas para almacenar el agua en cada parcela resultaron de las siguientes dimensiones: 35 m de largo; 30 m de ancho; 2.80 m de profundidad. El sistema de bombeo individual se constituyó de 3 bombas de 25 HP cada una.

La eficiencia externa del sistema de riego proyectado es del 89 %. Las secciones tipo determinadas para la red de distribución se resumen en la tabla 2. Las secciones resultantes para el sistema de conducción se muestran en la tabla 3. La eficiencia global del sistema de riego propuesto resultó superior al 80 %.

**Tabla 2.** Secciones del sistema de distribución

Secciones Hijuelas							
Denominación	H211	H212	H213	H214	H215	H216	H217
Geometría	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal
Ancho Solera [m]	0.70	0.60	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40
Ancho Coronamiento [m]	2.30	2.10	1.90	1.50	1.70	1.60	1.40
Profundidad [m]	0.80	0.75	0.70	0.50	0.65	0.60	0.50

**Tabla 3.** Secciones del sistema de conducción

Secciones Canal								
Denominación	C201	C202	C203	C204	C205	C206	C207	C208
Geometría	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Ancho [m]	2.70	2.40	2.15	1.90	1.90	1.55	1.55	1.00
Profundidad [m]	1.90	1.85	1.70	1.60	1.45	1.30	1.10	1.00

El valor actual neto social del proyecto, con un horizonte de evaluación de 20 años y una tasa de descuento del 18 %, resultó igual a U\$S 37.776.227 (treinta y siete millones setecientos setenta y seis mil doscientos veintisiete dólares estadounidenses). Los ingresos anuales por parcela se estabilizan en un valor de U\$S 314.672 (trescientos catorce mil seiscientos setenta y dos dólares estadounidenses).

El estudio de impacto ambiental arrojó resultados positivos. La mayor parte de los impactos negativos son transitorios (fase de construcción) y pueden atenuarse mediante el plan de mitigación y contingencias elaborado. Los impactos positivos permanentes en la fase de operación, principalmente en el factor socio-económico, son trascendentes.

## 2.4. Conclusiones

Se concluye que con esta tipología de redes de riego se logra optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico y mejorar el desempeño productivo de la zona de localización. La tecnología involucrada en la ejecución de las obras y la operación del sistema, como materiales, equipos, herramientas, personal y organización, se encuentra disponible en la provincia de Mendoza. Los beneficios sociales que este tipo de infraestructura hidroagrícola arroja, el dinamismo económico, la creación de empleos, el aumento en la calidad de vida y la valorización de las tierras, permiten alcanzar la sustentabilidad tanto económica como ambiental.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a todos los educadores del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Rafael, en especial a los ingenieros Roberto Biondi y Roberto Vilches, por su colaboración incansable y desinteresada, sin la cual no hubiese sido posible realizar este trabajo.

## Referencias

1. Salomón, M. [et al.] (2017). *Balance Hídrico Río Diamante*. Mendoza: Departamento General de Irrigación.
2. HARZA – HISSA UTE (2000). *Aprovechamiento integral del Río Grande. Traspase del Río Grande al Río Atuel*. Mendoza: Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza.
3. COIRCO (1977). *Tratado Interprovincial de las provincias ribereñas del Río Colorado*. Buenos Aires: Boletín Oficial.
4. BRL (1999). *Proyecto de apoyo a la modernización del riego en la provincia de Mendoza*. Mendoza: Departamento General de Irrigación.
5. Biondi, R. [et al.] (2016). *Desempeño del riego superficial en la zona de San Rafael, Mendoza*. San Rafael: Departamento General de Irrigación.
6. Guaschino, H. (2012). *La Unidad Económica Familiar*. Buenos Aires: Universidad de Lomas de Zamora.
7. Granados García, A. (2013). *Criterios para el Dimensionamiento de Redes de Riego Robustas frente a Cambios en la Alternativa de Cultivos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
8. Liotta, M. (2015). *Riego por Goteo*. Mendoza: Marta Laura Paz.
9. Tarjuelo, J. M. (2010). *Presión y Caudal Necesarios en Cabecera de Redes de Riego a la Demanda Según la Calidad de Servicio Deseada*. La Mancha: Universidad de Castilla.
10. Suárez López, J. (2005). *Manual de Conducciones Uralita*. Madrid: Thomson Editores.
11. Chow, V. (2004). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Bogotá: McGraw-Hill.
12. Domínguez, F. (1978). *Hidráulica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
13. Liria Montañés, J. (2001). *Canales Hidráulicos: Proyecto, Construcción, Gestión Y Modernización*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
14. EINAR (2016). *Compuertas de regulación de nivel aguas abajo constante*. Andalucía: [www.einar.es](http://www.einar.es).
15. Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación*. Santiago de Chile: Pearson.

## Aplicaciones de la Medición de Isótopos Estables ( $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ) en Moluscos Fósiles de la Cuenca Neuquina

Vennari, V.V.<sup>1</sup>; Toscano, A.G.<sup>2</sup>; Luci, L.<sup>2</sup>; Cataldo, C.S.<sup>2</sup>; Lazo, D.G.<sup>2</sup>; Aguirre-Urreta, M.B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Grupo vinculado al Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET), Museo de Historia Natural de San Rafael, Parque Mariano Moreno s/n, M5602DPH, San Rafael, Mendoza, Argentina.

<sup>2</sup>. Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber (IDEAN, UBA-CONICET). Intendente Güiraldes 2160, Pabellón 2 Ciudad Universitaria, C1428EGA, Buenos Aires, Argentina.  
vvennari@mendoza-conicet.gob.ar

### Resumen

El análisis geoquímico de los isótopos estables de Oxígeno y Carbono ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) en carbonatos inorgánicos permite conocer parámetros paleoceanográficos y paleoambientales del momento en que se produjo su precipitación. La naturaleza carbonática de las conchillas fósiles de moluscos marinos tales como los cefalópodos, bivalvos y gastrópodos, y su crecimiento de tipo acrecionario, posibilitan la medición de las relaciones isotópicas de estos elementos a lo largo de sus ontogenias. Los datos obtenidos colaboran con la comprensión de sus características paleoecológicas y preferencias paleoambientales. Se analiza la posibilidad de aplicar este tipo de estudios a las paleocomunidades de moluscos fósiles del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano (Tithoniano–Valanginiano) de la cuenca Neuquina, Argentina.

Palabras clave: geoquímica, invertebrados fósiles, paleoecología, paleoambientes

### 1. Introducción

Los moluscos son animales invertebrados que pueden presentar una conchilla (externa o interna), de naturaleza acrecionaria y compuesta principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de calcita o aragonita. En ambientes marinos se destacan por su abundancia y diversidad los moluscos cefalópodos, los bivalvos y los gastrópodos cuyo registro fósil, basado en la preservación de sus conchillas, se extiende por más de 500 millones de años.

Dado que cuando los moluscos secretan sus conchillas ocurre un fraccionamiento de la composición isotópica del Carbono ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ) y el Oxígeno ( $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ) presentes en el agua de mar. El análisis de sus relaciones isotópicas en restos fósiles ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) permite conocer algunos parámetros paleoceanográficos, tales como la temperatura o la salinidad de la masa de agua, o las condiciones paleoclimáticas de la región (Urey *et al.*, 1951; Hoefs, 2015).

Restos fósiles de cefalópodos, bivalvos y gastrópodos son muy abundantes en las sucesiones marinas mesozoicas de la cuenca Neuquina (Aguirre-Urreta *et al.*, 2011; Riccardi *et al.*, 2011), la cual se extiende en la región occidental de Argentina, principalmente sobre los territorios de Neuquén y Mendoza. Las rocas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior (c. 145 a 130 Ma) de la cuenca se depositaron en ambientes marinos y corresponden a las Formaciones Vaca Muerta, Mulichinco y Agrio (y equivalentes) del Grupo Mendoza (Legarreta y Gulisano, 1989).

## 2. Antecedentes del estudio de isótopos estables en moluscos fósiles

El análisis geoquímico de isótopos estables en las conchillas de moluscos fósiles permite no solo conocer la termometría del agua de mar y las condiciones atmosféricas del pasado geológico, sino que también permite derivar conclusiones paleoecológicas acerca de los grupos involucrados y contribuir con la reconstrucción de su hábitat (e.g. Henderson y Price, 2012).

La medición de las fluctuaciones de la temperatura a lo largo de la ontogenia de los individuos permite reconocer variaciones climáticas estacionales, calcular tasas de crecimiento y patrones de migración tanto verticales como latitudinales en el caso de los cefalópodos (e.g. Lukeneder *et al.*, 2010; Moriya, 2015). Este último grupo incluye a los amonoideos y belemnites (sin representantes actuales) y a los nautiloideos (representados en la actualidad principalmente por el género *Nautilus*, restringido a la región indo - pacífica).

Por otra parte, las variaciones de los isótopos estables medidas en distintas líneas de crecimiento de un mismo molusco (e.g. bivalvo o gastrópodo), permite obtener un registro detallado, y en períodos relativamente cortos, de las condiciones ambientales en las que creció dicho organismo. A esta técnica se la denomina esclerocronología (e.g. Kirby, 2000) y permite también comparar los resultados obtenidos a escala local con las curvas globales de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  y sus variaciones a lo largo del tiempo geológico (e.g. Price *et al.*, 2016).

En el ámbito de la cuenca Neuquina se obtuvieron las curvas de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  para distintos afloramientos de edad jurásica tardía - cretácica temprana a partir de conchillas calcíticas de ostras, lo cual permitió no solo estimar la paleotemperatura promedio del agua sino también registrar una variación isotópica positiva de  $\delta^{13}\text{C}$  reconocida a nivel global en el Valanginiano (Cretácico Temprano; Aguirre-Urreta *et al.*, 2008; Gómez-Dacal *et al.*, 2018). Los resultados permitieron además vincular la formación de acumulaciones masivas de ostreoides (bivalvos) en niveles discretos con variaciones en la paleosalinidad del cuerpo de agua (Lazo *et al.*, 2008).

## 3. Aplicación al estudio paleontológico integral de las faunas de invertebrados jurásico tardías-cretácicas tempranas (Tithoniano–Valanginiano)

Durante el Tithoniano – Valanginiano en la cuenca Neuquina las comunidades de invertebrados marinos, tanto bentónicos como nectónicos, se desarrollaron en un ambiente de rampa carbonática con influencia de sistemas silicoclásticos y volcanoclásticos (Leanza *et al.*, 2011). Este escenario permite llevar a cabo estudios que impliquen no solo la descripción taxonómica, paleoecológica y tafonómica de las paleocomunidades preservadas, sino también la integración de esos resultados netamente paleontológicos con datos geocronológicos (edades U/Pb) y geoquímicos. Estas líneas de estudio se enmarcan dentro de los proyectos PIP 2015-2017, PICT 2597-2014, 0984-2015 y 2016/1016, y UBACyT 20020170100100BA, de los cuales participan los autores de este trabajo.

Para poder obtener datos geoquímicos se llevarán a cabo muestreos capa a capa de amonoideos (y nautiloideos y belemnites de hallarse), bivalvos y gastrópodos en diferentes secciones estratigráficas de edad tithoniana - valanginiana del Grupo Mendoza. A partir de las asociaciones recuperadas se seleccionarán aquellos individuos que presenten restos de conchilla calcítica o aragonítica, o bien ápticos calcíticos (en el caso de los amonoideos) no alterados diagenéticamente. El grado de preservación de la composición original de los materiales puede evaluarse a partir de cortes petrográficos delgados y a través de la exploración con cátodo-luminiscencia, por ejemplo. Los fragmentos carbonáticos obtenidos pueden ser procesados en las instalaciones del Laboratorio de Isótopos Estables en Ciencias Ambientales (LIECA) que funciona en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional -



Facultad Regional San Rafael (UTN - FRSR) y luego su composición isotópica medida en un espectrómetro de masas con analizador de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en carbonatos inorgánicos.

Los datos obtenidos permitirán aportar al conocimiento paleoecológico de los grupos estudiados (e.g. estimar la profundidad a la que vivían distintas especies de amonoides a lo largo de su vida, inferir la temperatura de las aguas del fondo de la plataforma a partir de bivalvos o gastrópodos, vincular variaciones en la salinidad/temperatura con ocurrencia de concentraciones mono o pauciespecíficas de bivalvos o gastrópodos). Los resultados de las variaciones isotópicas de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  a lo largo de las secciones estudiadas posibilitarán también mejorar las reconstrucciones paleoambientales y paleoclimáticas de los ecosistemas marinos mesozoicos para latitudes medias.

## Referencias

1. AGUIRRE-URRETA, B.; LAZO, D.G.; GRIFFIN, M.; VENNARI, V.V.; PARRAS, A.M.; CATALDO, C.; GARBEROGLIO, R.; LUCI, L. (2011). Megainvertebrados del Cretácico y su importancia bioestratigráfica. En: H.A. LEANZA ET AL. (eds.), *Geología y recursos naturales de la provincia del Neuquén*. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, p. 465–488.
2. AGUIRRE-URRETA, B.; PRICE, G.D.; RUFFELL, A.H.; LAZO, D.G.; KALIN, R.M.; OGLE, N.; RAWSON, P.F. (2008). Southern Hemisphere Early Cretaceous (Valanginian-Early Barremian) Carbon and Oxygen isotope curves from the Neuquén Basin, Argentina. *Cretaceous Research*, 29: 87–99.
3. GÓMEZ-DACAL, A.R., GÓMEZ-PERAL, L.E., SPALLETI, L.A., SIAL, A.N., SICCARDI, A. Y POIRÉ, D.G. (2018). First record of the Valanginian positive carbon isotope anomaly in the Mendoza shelf, Neuquén Basin, Argentina: palaeoclimatic implications. *Andean Geology*, 45: 111–129.
4. HENDERSON, R.A.; PRICE, G.D. (2012). Paleoenvironment and paleoecology inferred from oxygen and carbon Isotopes of subtropical mollusks from the Late Cretaceous (Cenomanian) of Bathurst Island, Australia. *Palaeos*, 17: 617–626.
5. HOEFS, J. (2015). *Stable Isotope Geochemistry*, 7<sup>ª</sup> ed. Springer Verlag, Berlin, 389 pp.
6. KIRBY, M.X. (2000). Palaeoecological differences between Tertiary and Quaternary *Crassostrea* oysters, as revealed by stable isotope sclerochronology. *Palaeos*, 15: 132–141.
7. LAZO, D.G.; AGUIRRE-URRETA, M.B.; PRICE, G.D.; RAWSON, P.F.; RUFFELL, A.H.; OGLE, N. (2008). Palaeosalinity variations in the Early Cretaceous of the Neuquén Basin, Argentina: Evidence from oxygen isotopes and palaeoecological analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 260: 477–493.
8. LEANZA, H.A.; SATTler, F.; MARTÍNEZ, R.S.; CARBONE, O. (2011). La Formación Vaca Muerta y equivalentes (Jurásico Tardío-Cretácico Temprano) en la Cuenca Neuquina. En: H.A. LEANZA ET AL. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, p. 113–130.
9. LEGARRETA, L.; GULISANO, C.A. (1989). Análisis estratigráfico de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior–Terciario Inferior). En: CHEBLI, G.A., SPALLETTI, L.A. (eds.), *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Serie Correlación Geológica, 6, Tucumán, p. 221–243.
10. LUKENEDER, A.; HARZHAUSER, M.; MÜLLEGGER, S.; PILLER, W.E. (2010). Ontogeny and habitat change in Mesozoic cephalopods revealed by stable isotopes ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ). *Earth Planetary Science Letters*, 296: 103–114.

11. MORIYA, K. (2015). Isotopic signature of ammonoid shells. En: C. KLUG, ET AL. (eds.), *Ammonoid Paleobiology: from anatomy to ecology. Topics in Geobiology 43*. Springer, Netherlands, p. 3–24.
12. PRICE, G.D.; FÖZY, I.; PÁLFY, J. (2016). Carbon cycle history through the Jurassic–Cretaceous boundary: A new global  $\delta^{13}\text{C}$  stack, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (2016), doi: 10.1016/j.palaeo.2016.03.016.
13. RICCARDI, A.C.; DAMBORENEA, S.E.; MANCEÑIDO, M.O.; LEANZA, H.A. (2011). Megainvertebrados jurásicos y su importancia geobiológica, En: H.A. LEANZA ET AL. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. Asociación Geológica Argentina, Relatorio, p. 441–464.
14. UREY, H.C.; LOWENSTAM, H.A.; EPSTEIN, S.; MCKINNEY, C.R. (1951). Measurements of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark, and southeastern United States. *Geological Society American Bulletin*, 62: 399–416.

## Calidad de alimentos: Detección de miel adulterada mediante análisis de relaciones isotópicas de carbono

Gisela Quiroga, Armando Dauverné, Angel Quiles

Laboratorio LIECA (CONICET-UTN), UTN Facultad Regional San Rafael, Calle Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
agquiroga@mendoza-conicet.gob.ar

### Resumen

Calidad, origen y adulteraciones son algunos de los aspectos que preocupan al consumidor de miel. Existen regulaciones internacionales que fijan límites a una variedad de parámetros asociados a dichas características y se han desarrollado distintas metodologías analíticas que permiten verificar el encuadramiento del producto dentro de dichos límites. La miel es un producto fácilmente adulterable y siendo Argentina uno de los mayores productores de miel a nivel mundial y en particular Mendoza un importante productor de miel multifloral, es que cobra especial importancia para la economía regional la certificación del producto tanto para consumo interno como para exportación. Los procesos asociados a la producción de miel natural implican que su precio sea considerablemente mayor al de otros edulcorantes como los azúcares de caña, remolacha o maíz, siendo por ello utilizados para adulterarla aumentando su volumen [1]. En la última década, los isótopos del carbono se han utilizado ampliamente como marcadores para la detección de adulterantes que con otros métodos analíticos comunes son indetectables. El objetivo de este trabajo es determinar la sensibilidad de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en la miel al agregado de un edulcorante de uso común y mostrar la potencialidad del método para detectar adulteraciones en mieles naturales y cuantificarlas.

**Palabras Clave:** Calidad de Alimentos, Isótopos Estables, Adulteración en miel

### 1. Introducción

La miel natural de abeja es rica en nutrientes que son esenciales para el cuerpo humano, incluyendo azúcares, macro y microelementos, y sustancias biológicamente activas [2,3]. Los componentes principales de la miel son agua y azúcares (80 % carbohidratos y 17 % agua), también proteínas, sabores, aromas, pigmentos, vitaminas, aminoácidos libres, minerales y varios componentes volátiles [4]. Las labores asociadas a la producción de miel natural implican que su precio sea mayor que el de otros edulcorantes como el azúcar de caña, de remolacha o de maíz. Estos edulcorantes más económicos se han vuelto los principales adulterantes en la miel, en particular distintos tipo de jarabes como el de glucosa, de sacarosa, de azúcar invertida y el de maíz de alta fructosa (*JMAF*) [5,6]. En la última década, los isótopos del carbono se han vuelto una herramienta analítica común para la detección de adulterantes en la miel. Su aplicación se basa en la transmisión de una “firma” de carbono desde la planta con la que se alimenta la abeja a su cuerpo y a la proteína de la miel.

La relaciones isotópicas de carbono  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  presentes en los compuestos carbonados de plantas monocotiledóneas (denominadas  $\text{C}_4$ , como la caña y el maíz) difiere de las de plantas dicotiledóneas (denominadas  $\text{C}_3$ ). La principal razón de esta diferencia radica en la forma en la que fijan el  $\text{CO}_2$ ; las

plantas  $C_3$  fijan al  $CO_2$  directamente en el ciclo de Calvin y las plantas  $C_4$  antes del ciclo de Calvin (realizan una reacción en la que incorporan  $CO_2$  atmosférico).

Los valores  $\delta^{13}C$  (relación  $^{13}C/^{12}C$ ) en plantas  $C_3$  varían desde - 23 ‰ a - 28 ‰ y para plantas  $C_4$  de - 9 ‰ a - 15 ‰ [7, 8, 9].

El valor  $\delta^{13}C$  en la miel natural ha mostrado ser relativamente uniforme. El agregado de jarabes de azúcar de caña y maíz modifican el valor  $\delta^{13}C$  de la miel. Los valores  $\delta^{13}C$  para el azúcar de caña varían entre - 11.3 ‰ y - 11.8 ‰ y los  $\delta^{13}C$  de azúcar de maíz entre - 9.72 ‰ y - 9.78 ‰. Por ello el análisis de relaciones isotópicas de carbono es utilizado para detectar adulteraciones en la miel con azúcares de plantas  $C_4$  (como el de caña o el de maíz), pero no es aplicable para determinar adulteraciones con azúcares provenientes de plantas  $C_3$  (como el de remolacha) ya que las abejas recogen el néctar de plantas  $C_3$  [10].

El objetivo del trabajo fue determinar la sensibilidad de los valores  $\delta^{13}C$  en la miel al agregado de un adulterante común como el azúcar de caña y mostrar la potencialidad del método de relaciones isotópicas para detectar cuantitativamente adulteraciones en mieles naturales.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Preparación de las muestras

Se utilizó miel natural pura y versiones adulteradas con jarabes de azúcar de caña en distintas proporciones, abarcando un rango de 0 % de adición (para miel pura) y 100 % de adición (para adulterante puro).

Para las determinaciones se pesaron muestras de 1 g (miel pura y adulterada) que se diluyeron en 10 ml de agua ultra purificada, luego se colocaron 3  $\mu$ L de cada solución diluida en cápsulas de estaño de 5 mm x 3.5 mm. En las figuras 1 y 2 se pueden ver las distintas soluciones preparadas y las cápsulas.



**Fig 1.** Soluciones con porcentajes variables de adulteración



**Fig 2.** Las muestras se colocan en cápsulas de estaño para ser introducidas al espectrómetro

## 2.2 Análisis de Isótopos Estables

Los análisis de isótopos estables fueron llevados a cabo usando un Espectrómetro de masas de Relaciones Isotópicas IRMS por sus siglas en inglés (*Finnigan DeltaV Advantage, Thermo Fisher Scientific Corp, Bremen, Germany*) en el laboratorio de Isótopos Estable en Ciencias Ambientales (LIECA) de la Universidad Tecnológica Facultad Regional San Rafael (UTN - FRSR), acoplado con un analizador elemental (*Flash 2000, Thermo Scientific*) para medir relaciones  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . En la figuras 3 y 4 se pueden ver los equipos mencionados.

La relación de isótopos de Carbono de cada muestra fue reportada en la notación  $\delta$  en unidades por mil expresada por el cociente entre el valor  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  de la muestra y el valor  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  de un estándar aceptado internacionalmente como Pee Dee Belimnite (PDB,  $\text{CaCO}_2$  carbonato de calcio de origen marino proveniente de la formación Cretácica Peedee en Carolina del Sur, Pee Dee Belemite Limestone).



**Fig 3.** Analizador elemental Flash 2000

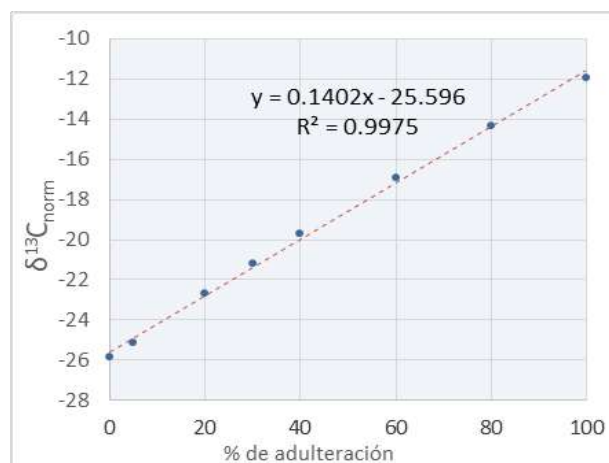


**Fig 4.** Espectrómetro de masas de Relaciones Isotópicas DeltaV Advantage.

Se utilizaron los estándares Caféina LIECA 2017 ( $\delta^{13}\text{C} = -33.02$ ) y USGS 41a ( $\delta^{13}\text{C} = 36.55$ ) para normalización y colágeno LIECA 2017/1 ( $\delta^{13}\text{C} = -18.16$ ) como control. Los valores  $\delta^{13}\text{C}$  en mieles provenientes de plantas  $\text{C}_3$  varían entre  $-21.9\text{‰}$  y  $-30.4\text{‰}$ . La combinación derivada de mezclas en diversas proporciones de la miel de abeja y los adulterantes tipo  $\text{C}_4$  provocan que el resultado del análisis de  $\delta^{13}\text{C}$  se desplace hacia el valor de  $-9.7\text{‰}$ . Por lo tanto cuando no existe adulteración, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de la miel analizada y el valor  $\delta^{13}\text{C}$  de la fracción de proteína contenida en ella serán iguales y cuando exista adulteración la diferencia será proporcional a la cantidad de adulterante.

### 3. Resultados y Discusión

Los resultados de las mediciones se pueden apreciar en la Figura 5. En ella se observa una relación proporcional entre el porcentaje de adulteración de la miel y la desviación del valor de relación isotópica de Carbono. De esta manera se puede demostrar la sensibilidad del método al agregado de azúcar proveniente de planta  $\text{C}_4$  a la miel.



**Fig 5.** Curva de proporcionalidad entre el porcentaje de adulteración y la relación isotópica  $\delta^{13}\text{C}$

#### 4. Conclusión

El método de detección de adulteración de mieles con agregados de azúcares provenientes de plantas C<sub>4</sub> por medio de análisis de isótopos de Carbono, es una herramienta que no solo permite determinar si una miel está adulterada, sino que además permite realizar determinaciones cuantitativas de la adulteración. Hay que destacar que el valor  $\delta^{13}\text{C}$  de distintas mieles puede variar, modificando la línea de base para la comparación y el problema en este caso sería disponer de miel pura proveniente de las mismas variedades florales para determinar dicha línea de base. Sin embargo este inconveniente se puede subsanar tomando muestras testigo de fuentes confiables en zonas con variedades florales similares.

#### Agradecimientos

Agradecemos a UTN - FRSR y IANIGLIA - CONICET.

#### Referencias

1. Wu L., Du B., Vander Heyden Y., Chen L., Zhao L., Wang M., Xue X. (2017), Recent advancements in detecting sugar-based adulterants in honey – A challenge, *Trends in Analytical Chemistry* (86), 25-38.
2. Smanalieva J., Senge B. (2009), *Analytical and rheological investigations into selected unifloral German honey*, *Eur. Food Res. Technol.* (229), 107-113.
3. Yilmaz M.T., Tatlisu N.B., Toker O.S., Karaman S., Dertli E., Sagdic O., Arici M. (2014), *Steady, dynamic and creep rheological analysis as a novel approach to detect honey adulteration by fructose and saccharose syrups: correlations with HPLC-RID results*, *Food Res. Int.* (64), 634-646.
4. Wu L., Du B., Vander Heyden Y., Chen L., Zhao L., Wang M., Xue X. (2017), Recent advancements in detecting sugar-based adulterants in honey – A challenge, *Trends in Analytical Chemistry* (86), 25-38.
5. Guler A., Kocaokutgen H., Garipoglu A.V., Onder H., Ekinci D., Biyik S. (2014), *Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis*, *Food Chem.* (155), 155-160.
6. Tosun M. (2013), *Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  isotope ratio analysis method*, *Food Chem.* (138), 1629-1632.
7. Cabanero A.I., Recio J.L., Ruperez M. (2006), *Liquid chromatography coupled to isotope ratio mass spectrometry: a new perspective on honey adulteration detection*, *J. Agric. Food Chem.* (54), 9719-9727.
8. Ruiz-Matute A.I., Rodriguez-Sanchez S., Sanz M.L., Martinez-Castro I. (2010), *Detection of adulterations of honey with high fructose syrups from inulin by GC analysis*, *J. Food Compos. Anal.* (23), 273-276.

9. Cengiz M.F., Durak M.Z., Ozturk M. (2014), *In-house validation for the determination of honey adulteration with plant sugars (C4) by Isotope Ratio Mass Spectrometry (IR-MS)*, LWT - Food Sci. Technol. (57), 9-15.
10. Padovan G.J., De Jong D., Rodrigues L.P., Marchini J.S. (2003), *Detection of adulteration of commercial honey samples by the  $^{13}C/^{12}C$  isotopic ratio*, Food Chem. (2), 633-636.



## Análisis del Comportamiento de Pedidos Homogéneos en Función del Sistema en la MRP

Tobares, Tania; Sanchez Varretti, Fabricio O.; Mieras, Miguelina

Grupo SICO, UTN Facultad Regional San Rafael, Calle Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
*tanitobares@hotmail.com.ar*

### Resumen

En tiempos de globalización y de mercados competitivos, resulta de vital importancia para las organizaciones el focalizar sus actividades a través de procesos planificados en detalle, que cuenten con un diseño eficiente y sustentable. En este contexto, una gestión exitosa de la cadena de abastecimiento resulta ser uno de los pilares para lograr desde el inicio competitividad y posicionamiento. En particular, la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) necesaria para llevar a cabo la producción en tiempo y forma, y así abastecer la demanda, plantea la necesidad de analizar diversas técnicas alternativas de organización y optimización de tareas. Variados modelos de programación dinámica han sido desarrollados en las últimas cinco décadas, siendo utilizados por empresas de clase mundial, ya que se consigue con ellos menores costos de abastecimiento. Por otro lado es bien conocido el efecto del agrupamiento tanto de tareas como de procesos, así como de sistemas físicos y naturales; donde las combinaciones posibles de ordenamiento de los elementos son de crucial importancia. Es intención del presente trabajo establecer una nueva forma de representación de la relación entre los costos de pedir y mantener materiales, y el número de pedidos generados para un sistema de  $N$  períodos; así como también examinar el efecto de la variación de los diferentes parámetros.

**Palabras Clave:** planificación, materiales, agrupamiento, simulación.

### 1. Introducción

La planificación de la producción es de suma importancia en las empresas en especial con respecto a la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) necesarios para que las mismas puedan producir en tiempo y forma de manera que abastezcan a la demanda. Es por esto que se plantea la necesidad de analizar diversas técnicas alternativas [1] que permitan optimizar los procesos de modo que se obtengan no solo beneficios económicos sino de reducción de desperdicios y que conduzcan a la sustentabilidad [2]. Diversos modelos de programación dinámica son utilizados por empresas de primera línea, ya que se consigue con ellos menores costo de abastecimiento, existiendo múltiples desarrollos a lo largo de las últimas 7 décadas [3]. En particular el algoritmo de Harvey M. Wagner y Thompson M. Whitin (W&W) [4] ha sido muy utilizado motivando desarrollos posteriores. Por otro lado es bien conocido el efecto de agrupamiento tanto en tareas como en procesos [5] como de los sistemas físicos [6] donde las combinaciones posibles de ordenamiento de las tareas son de crucial importancia [7]. Nos concentraremos en las decisiones del tipo Single-Level Lot Sizing, un problema del tipo NP-Hard [8], que nos permite identificar cuándo y cuánto de nuestro producto debemos producir minimizando los costos de producción, almacenamiento y generando un beneficio para el

entorno local. Podemos citar aplicaciones industriales donde se aprecian las distintas variantes y complejidades aparejadas con la temática; donde las herramientas de optimización para distintos modelos de simulación dependen directamente de la complejidad del sistema en cuestión y donde además se abordan estos problemas con software comercial y desarrollos propios [9]. Definir el tamaño de lote de producción es uno de los problemas más frecuentes y también unos de los más complejos en lo que respecta a la planificación de la producción, así como también la carencia de modelos dinámicos óptimos en la adquisición y distribución de bienes y servicios. La complejidad del problema de tamaño de lote depende de los elementos a tener en cuenta en este modelo. Podemos nombrar algunos de ellos como son el horizonte de planificación, el número de productos, las limitaciones de los recursos, la demanda, etc. siendo estos los factores que afectan al modelado y la complejidad en la determinación del tamaño de lote [11, 10]. El horizonte de planificación es el intervalo de tiempo en el que el programa maestro de producción se extiende hacia el futuro, pudiendo ser finito o infinito. Debido a esto, la prestación de servicios o la producción de productos exigen una cuidadosa planificación y programación para permanecer dentro de las limitaciones de los recursos empresariales. Un horizonte de planificación finito suele ir acompañado de una demanda dinámica, donde la demanda se conoce con certeza pero varía al período siguiente; y un horizonte de planificación infinito suele ir acompañado por la demanda estacionaria, en el sentido de que un producto muestra estacionalidad cuando la serie de tiempo siguiente atraviesa un ciclo predecible dependiendo de la época del año. Además, el sistema puede ser observado de forma continua o en intervalos de tiempo discreto, por lo que se lo clasifica como un sistema continuo o discreto. Los primeros son aquellos en los que las variables de estado cambian de forma continua con el paso del tiempo; y los segundos, son aquellos en los que las variables de estado cambian instantáneamente en instantes separados de tiempo. La mayor parte del software de MRP carga el trabajo en unidades de tiempo, por lo general de una semana. Tradicionalmente, cuando el trabajo se va a realizar en una semana dada, la MRP coloca ahí el trabajo sin importar la capacidad. En consecuencia a la MRP se considera una técnica de programación infinita [1]. En función de los aspectos antes mencionados en el presente trabajo se propone establecer una nueva forma de representación de la relación entre los costos totales de pedir y mantener, y el número de pedidos generados para un sistema de  $N$  períodos; así como también examinar el efecto de la variación de cantidades a pedir y mantener.

## 2. Materiales y Métodos

Para un período establecido, se analizan todas las posibles combinaciones de realizar una serie determinada de pedidos, asociados a los costos en los que se incurre. Un método para resolver el problema de optimización es enumerar  $2^{(N-1)}$  combinaciones. En general es necesario poner a prueba las  $N_{pj}$  (cantidad de pedidos realizados en el periodo estudiado) políticas en el período  $N$ -ésimo, lo que implica una tabla de  $2^{(N-1)}$  entradas con todas las posibles formas de pedir. Es aplicable en la actualidad hasta ciertos valores de  $N$  ya que el poder de cálculo necesario para analizar todas estas combinaciones crece en forma geométrica. Mediante el uso de herramientas computacionales se obtienen de esta forma y en primer lugar, las combinaciones posibles de cómo pedir y los tamaños de agrupamientos que resultan más preponderantes. Con dicha información se procede con la representación de la relación existente entre los costos totales y el cociente  $R = N_{pj}/N$  entre las cantidades de agrupamientos y el tamaño  $N$  del sistema. Esta visualización permite un análisis de los costos en que se incurre así como su relación con los tamaños óptimos. Además se lleva a cabo un análisis estadístico y de caracterización con el fin de observar la frecuencia de ocurrencia de los diferentes tamaños de agrupamientos y su influencia en los costos asociados (Costo de pedir,  $C_p$ , y Costo de mantener,  $C_m$ ), lo cual se verá plasmado en la observación de los puntos de optimización del sistema para cada tamaño de período  $N$ . El algoritmo que nos permitirá establecer la determinación

de los costos mínimos a través de la relación entre agrupamientos y el tamaño del sistema se basará en el siguiente proceso:

- Definir el vector con N períodos;
- Definir las cantidades a pedir en cada uno de los N períodos;
- Definir los costos cada período;
- Recorrer el vector de N períodos calculando todas las combinaciones posibles de pedido;
- Calcular el costo de cada combinación obtenida;
- Sumar los grupos de pedidos de acuerdo a su tamaño;
- Almacenar los diferentes grupos de pedidos de acuerdo a su tamaño;
- Si el costo resultante es óptimo, almacenar el tamaño del grupo de pedido;
- Repetir.

Se analiza el comportamiento de todas las combinaciones posibles de formas de pedir materias primas mediante el algoritmo que recorre todas estas opciones calculando a su vez el costo de las mismas y conservando los tamaños de los grupos de pedidos. Es decir, estudiar cómo se agrupan los pedidos para cada solución óptima. Interesa saber con qué frecuencia aparecen los distintos agrupamientos para cada una de las formas de pedir dadas y si tiene relevancia el orden de los mismos dentro del período analizado. Registrando la relación establecida por el tamaño de cada agrupamiento (la cantidad de períodos que abarca ese agrupamiento respecto del sistema) y los costos totales involucrados, estaremos caracterizando el sistema.

A su vez, además de explorar la alteración del sistema frente al orden en la combinación de las forma de pedir, es de interés examinar la influencia que genera una variación en las cantidades pedidas  $\alpha$  en cada período sobre los costos totales.

### 3. Resultados

Resulta de interés analizar la relación existente entre las cantidades de agrupamientos que se realizan al momento de formular un pedido en función del tamaño establecido para el sistema, observando a su vez la preponderancia de los tamaños que generan una mayor aparición en cuanto a su combinación numérica. El entendimiento de dichas distribuciones a lo largo del período temporal  $N$  nos permite observar patrones que reflejen la dinámica del sistema. Con la obtención de una solución óptima para el proceso de adquisición de materiales en cuestión, es posible la reducción de costos, la disminución de desperdicios y el desarrollo de procesos más eficientes.

Se han desarrollado diversas técnicas que indican la cantidad de períodos a agrupar de modo de realizar una adquisición de recursos para cubrir las necesidades de dichos grupos. Es así que de este modo las necesidades de los  $N$  períodos estarán satisfechas por una serie de agrupamientos  $N_{pj}$ , los cuales están constituidos por una cantidad  $a_{ij}$  de períodos acumulados, Ecuación 1.

$$N = \sum a_{ij} \quad 1$$

---

Fórmula necesidades de los  $N$  períodos satisfechas por agrupamientos  $N_{pj}$ ; constituidos por una cantidad  $a_{ij}$  de períodos acumulados

Periodo	1	2	3	4	5
Requerimientos	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$
Tamaño de agrupamientos, $l_j$	2		3		
Cantidad de agrupamientos, $N_p$	2				

**Fig. 1.** Esquema de una serie de pedidos ( $N = 5$ ) donde se pueden apreciar dos agrupamientos de tamaños 2 y 3

Queda definido, para  $N$  período de una planificación de requerimientos de materiales, una serie de agrupamientos de tamaño variable. Los tamaños de estos grupos,  $l_j$  pueden ser  $l_j = 1$  (un agrupamiento incluye un solo período) hasta  $l_j = N$  (un solo agrupamiento abarca los  $N$  períodos). La suma de las cantidades de pedidos multiplicadas por sus tamaños es igual al tamaño del sistema. Una solución óptima es hallar una combinación de pedidos de tamaños  $l_j$ , pudiendo la cantidad de los mismos estar comprendida entre  $1 \leq N_{pj} \leq N$  dando como resultado para esta combinación de pedidos un costo total mínimo.

Es interesante analizar cómo influye el orden y la cantidad de agrupamientos en cada una de las combinaciones posibles. Tomemos como ejemplo dos casos extremos para la situación en la cual el tamaño del sistema se corresponde con  $N = 5$ . Se cuenta con 5 períodos y se realiza, en primer término, un pedido por cada uno de dichos lapsos; de esta forma se establece una relación entre la cantidad de agrupamientos (instancias en las que se lleva a cabo un pedido) y el tamaño total del sistema en cuestión. Esta relación se define de la siguiente manera:

$$R_5 = \frac{(1+1+1+1+1)}{5} = 1,0 \quad 2$$

Siendo  $R$  la relación existente entre la cantidad de pedidos y tamaño del sistema. Sin embargo, en el supuesto de que se realice un único pedido que sume las necesidades de materiales de los 5 períodos, lo cual implicaría la consideración del almacenamiento de los materiales, la relación establecida se calcula del siguiente modo:

$$R_5 = \frac{(1)}{5} = 0,2 \quad 3$$

Para  $N = 5$  y para valores de  $a_{ij}$  definidos previamente, una de las combinaciones que resulta óptima, según datos obtenidos mediante cálculos computacionales, es que implica la adquisición de materiales en dos instancias: en primer lugar para 2 períodos y por último para los 3 restantes.

Si calculamos la relación entre la cantidad de agrupamientos o clústeres respecto del tamaño del sistema, para esta situación específica de costo mínimo, nos queda:

$$R_5 = \frac{(1_2+1_3)}{5} = 0,4 \quad 4$$

Sin embargo, la combinación podría haber sido de la siguiente forma:

$$R_5 = \frac{(1_4+1_1)}{5} = 0,4 \quad 5$$

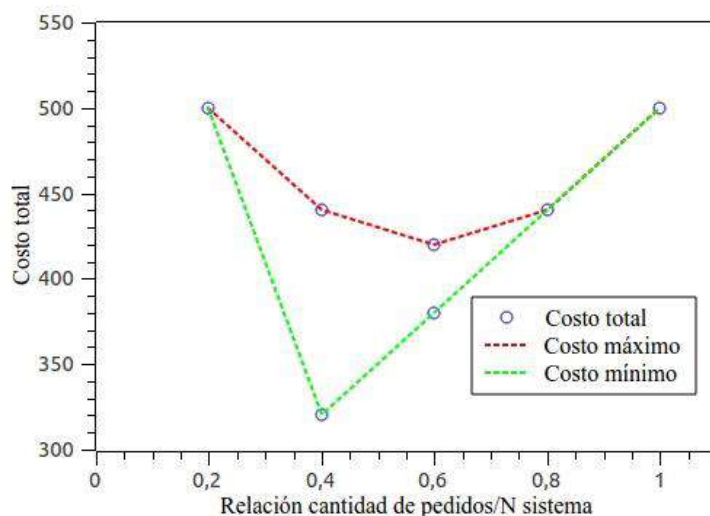
<sup>2</sup> Fórmula Cantidad de agrupamientos de pedidos vs tamaño del sistema  $N = 5$

<sup>3</sup> Fórmula Cantidad de agrupamientos de pedidos vs tamaño del sistema  $N = 5$

<sup>4</sup> Fórmula Cantidad de agrupamientos de pedidos vs tamaño del sistema  $N = 5$

Es decir que los materiales se hubiesen adquirido de igual manera en dos instancias, pero aquí en primer lugar se abastecen 4 períodos y luego 1 período.

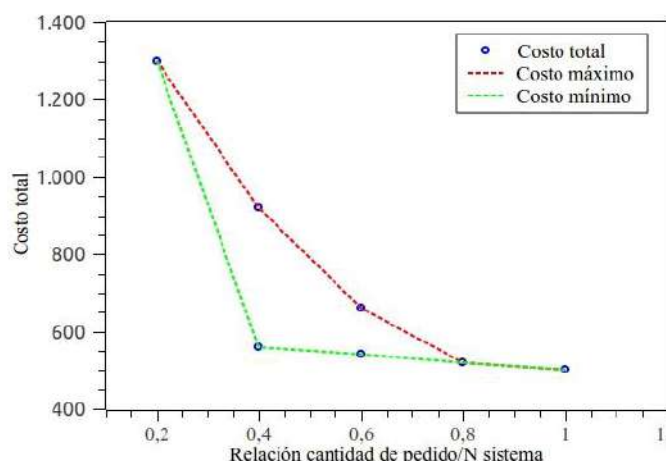
Las ecuaciones 4 y 5 arrojan la misma relación en función del tamaño de agrupamiento, sin embargo, cuando estas formas de agrupar se relacionan con los costos que implican las tareas de mantener y pedir los resultados obtenidos no son los mismos. El orden que resulta de la ecuación 4 presenta un menor costo (\$ 360) comparado con el de la ecuación 5 (\$ 440), lo que plasma la influencia que presenta la determinación en el tamaño de los agrupamientos sobre el costo total en el que se incurre al momento de pedir. Entonces podemos decir que formas de agrupamiento para las cuales la relación entre dicha cantidad de grupos y el tamaño del sistema permanece constante, pero cuyos costos difieren en gran medida, lo que nos permite afirmar que el tamaño de agrupamiento influye de manera directa en el costo total final. La figura 2 permite visualizar las situaciones planteadas anteriormente. En la misma se aprecian los costos totales asociados (Costo de pedir,  $C_p$ , más Costo de mantener,  $C_m$ ) a cada una de las combinaciones en función del indicador que expresa la relación entre la cantidad de agrupamientos y el tamaño total del sistema, para una relación de costos  $C_p/C_m=100$ . Dicho caso a su vez considera una homogeneidad en el tamaño de los pedidos, tratándose de 40 unidades para cada uno de los 5 períodos considerados. Se delimitan los valores máximos y mínimos para cada valor de relación entre el número de agrupamientos y el tamaño del sistema (líneas de trazo). Todos los resultados posibles quedan comprendidos dentro de esta área. Se detallan en la figura 2 también los casos extremos en donde se realiza un solo pedido de tamaño N (punto superior derecho) y el caso donde se realiza N pedidos de tamaño igual a 1 (punto superior izquierdo), y que tienen asociados costos totales mayores.



**Fig. 2.** Costo en función del número de agrupamientos para  $N = 5$ , pedidos homogéneos y relación  $C_p/C_m = 100$   $\alpha = 40$

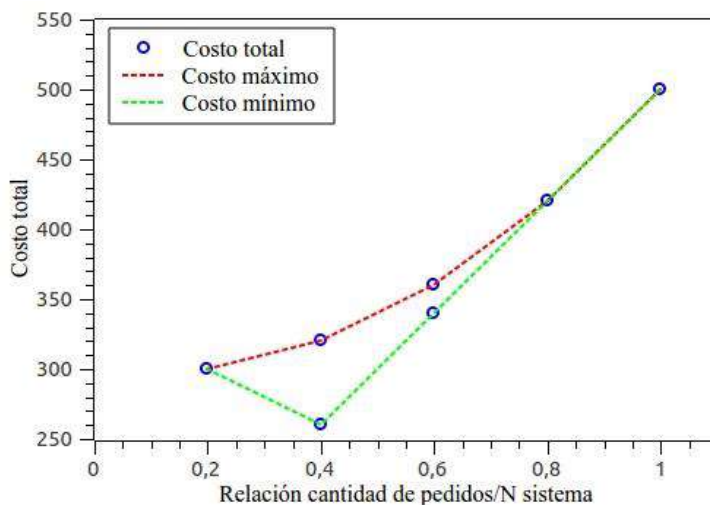
Se observa en la Figura 2 el caso donde realizar un pedido en cada período N ( $R = 1$ ) y realizar todos los pedidos en un solo período N ( $R = 0,2$ ), el costo total resulta máximo e igual en ambas situaciones, cuando las cantidades homogéneas a pedir son  $\alpha = 40$ . Sin embargo si  $\alpha > 40$  unidades en cada período se visualiza la siguiente situación, Figura 3.

<sup>5</sup> Fórmula Cantidad de agrupamientos de pedidos vs tamaño del sistema  $N = 5$



**Fig.3.** Costo en función del número de agrupamientos para  $N = 5$ , pedidos homogéneos y relación  $C_p/C_m = 100^\alpha > 40$  unidades

Se visualiza en la Figura 3 que el punto superior derecho (se realiza un pedido por cada período,  $N_{pj}= 5$ ) resulta menor que el punto superior izquierdo (se realiza un pedido para todos los períodos,  $N_{pj}= 1$ ). Dicha situación, bajo estas condiciones, expone que resulta conveniente tomar decisiones de pedido cercanas a  $R = 1$ , cuando se realiza un mayor número de pedidos con menor cantidad de unidades. En el caso de  $\alpha < 40$  unidades para cubrir las necesidades en cada período se observa la siguiente, Figura 4.



**Fig. 4.** Costo en función del número de agrupamientos para  $N = 5$ , pedidos homogéneos y relación  $C_p/C_m = 100^\alpha < 40$  unidades

Aquí se observa cómo se invirtió la situación anterior cuando las cantidades a pedir no superan las 40 unidades, donde resulta que el punto superior izquierdo (se realiza un pedido para todos los períodos  $N_{pj}= 1$ ) es menor que el punto superior derecho (se realiza un pedido por cada período  $N_{pj}= 5$ ). Los valores de los costos presentan un sesgo hacia la izquierda, esta circunstancia demuestra que es conveniente realizar menor cantidad de pedidos por lo tanto mayores tamaño de los mismos y de esta manera reducir ampliamente los costos.

#### 4. Conclusiones

El análisis de los tamaños de los distintos agrupamientos formados a la hora de realizar un pedido de materia prima nos permite descartar casos extremos y poco probables. Analizando los patrones relacionados con el tamaño de los grupos de pedidos y sus costos totales podemos decidir qué casos contemplar y cuáles descartar por tener costos asociados mayores y de este modo obtener una solución óptima. Se observa un patrón característico en la forma de agrupamiento de los pedidos que nos permite decidir qué caso utilizar y cuáles no tener en cuenta, pudiendo de este modo reducir el número de combinaciones a analizar. Dentro de un tamaño promedio particular podemos evaluar cuál es el beneficio de modificar un pedido cambiando la distribución de los grupos de pedidos asociados. De este modo se disminuye el tiempo de procesamiento de la planificación de requerimiento de materiales ya que debemos concentrarnos solo en los agrupamientos más probables y con menores costos totales. En base a lo analizado podemos decir:

- i) para una razón dada de costos de pedir a costo de mantener podemos definir un número más probable de agrupamientos, el cual relacionamos con los costos totales;
- ii) para un número de agrupamientos constante observamos cómo influye la distribución de los grupos de pedidos en los costos totales,
- iii) los casos donde los tamaños de agrupamientos  $l_j \approx 1$ ;  $l_j \approx N$  nunca presentan soluciones óptimas para el sistema.
- iv) para un mismo número de agrupamientos, una variación en la combinación de los mismos puede influir fuertemente en los costos totales.
- v) la situación analizada no se ve influenciada por el orden en que se lleven a cabo los pedidos de una determinada combinación.
- vi) en un sistema homogéneo, analizar la cantidad demandada permite obtener un primer acercamiento hacia donde se encuentra la solución óptima.

#### Referencias

- [1] Heizer, J.; Render, B. (2009). Principios de Administración de las Operaciones. México. VII Ed. Pearson Educación.
- [2] Gagliardo, A.; Corsano, G. (2011). Un modelo milp multiperodo para el diseño de una cadena de suministro de bioetanol considerando sustentabilidad. *Iberoamericana Journal of Industrial Engineering*. 3, 2, 209–225.
- [3] Karimi, B.; Fatemi Ghomi, S; M. T. Wilson, J.M. (2003). The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms. *The Int. J. of Managment Science*. 31, 365–378.
- [4] Wagner, H.; Whitin, T. (1958). Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. *Management Science*. 5, 89–96.
- [5] Weeda, P. J. (1987). On similarities between lot sizing and clustering. *Eng. Cost and Production Economics*. 12, 65–69.
- [6] Stauffer, D.; Aharony, A. (2003). Introduction to percolation theory. Taylor & Francis. II Revised Ed. Ondon.
- [7] Sbihi, A; Eglese R. W. (2007). Combinatorial optimization and Green Logistics. *A Quarterly Journal of Operations Research*. 5, 2, 99–116.
- [8] Van Hoesel, C. P. M.; Wagelmans, A. P. M. (2001). Fully polynomial approximation schemes for single-item capacitated economic lot-sizing problems. *Mathematics of Operations Research*. 26, 2, 339–357.

- [9] Guimaraes, E.R.S.; Rangel, J.J.A.; Vianna, D.S.; Shimoda, E.; Skury, A. L. D. (2015). Análisis de modelos de optimización con simulación eventos discretos Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. 7, 13, 18–43.
- [10] Moustakis, M. (2000). Material requirements planning MRP, INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques, Technical University of Crete.
- [11] Sarkar, A.; Das, D.; Chakraborty, S.; Biswas, N. A. (2013). Simple Case Study of Material Requirement Planning, Journal of Mechanical and Civil Engineering, v. 9, 5, 58 64.
- [12] Correa, U. (1992). Desarrollo de Algoritmos y sus aplicaciones. Mac Graw - Hill Inc. III Ed. pp. 251. Colombia



## Purificación de proteínas del suero lácteo mediante la coacervación con biopolímeros: Un estudio computacional usando el método de Monte Carlo

Paola B. Torres, María C. Franchetti, Antonio J. Ramirez-Pastor, Evelina Quiroga, Valeria Boeris, Claudio F. Narambuena

Grupo SiCo, UTN Facultad Regional San Rafael, Calle Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
paotorres89@gmail.com

### Resumen

La beta-lactoglobulina (BLG) es la principal proteína del suero lácteo, se destaca por su elevado valor nutricional. Utilizando un modelo de grano grueso para representar a la proteína y polielectrólito se estudió la formación del complejo a distintos valores de pH. Se encontró que el comportamiento del polielectrólito aislado es independiente de su valor de  $pK_a$ . La interacción entre proteína-PE fue cuantificada por un criterio estructural para medir la adsorción del PE en la superficie de la proteína. Se cuantifican la cantidad de pares iónicos (monómero cargado y residuo cargado). Los resultados mostraron que la interacción entre BLG-PE se veía favorecida a valores de pH inferiores al punto isoeléctrico de la proteína (4.8). El rango de interacción entre proteína-PE es a  $1 < \text{pH} < 4.5$ . En este rango la carga de la proteína se hace más positiva debido a la presencia de PE aniónico. A valores de  $\text{pH} > 5.0$  ambos tienen carga negativa por lo tanto la interacción electrostática es de repulsión.

**Palabras Clave:** polielectrolitos, Monte Carlo, beta-lactoglobulina, proteína, simulación.

### 1. Introducción

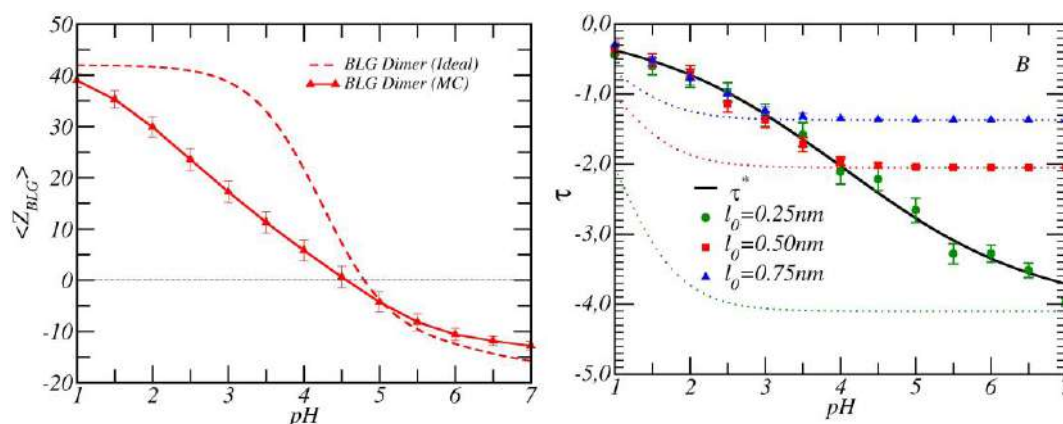
Las proteínas de suero lácteo son importantes en la industria alimenticia debido a sus propiedades funcionales. Las proteínas en mayor proporción son la  $\alpha$ -lactalbumina (20 %) y  $\beta$ -lactoglobulina (50%). Estas proteínas son obtenidas del concentrado del líquido remanente de la producción del queso. La precipitación de estas proteínas usando polielectrolitos es un método simple y puede ser aplicado a escala industrial. Una gran diversidad de polisacáridos es utilizada para formar complejos con las proteínas en la industria alimenticia [1, 2]. En el presente trabajo se estudia la complejación entre la proteína y el polielectrólito utilizando un modelo de grano grueso para su representación en un amplio rango de pH.

### 2. Documento Principal

En este trabajo estudiamos la interacción entre una cadena de polielectrólito aniónico con una molécula de beta-lactoglobulina [3]. La proteína se encuentra en forma de dímero en el rango de pH estudiado. La complejación de la proteína con el PE débil es comparada con la interacción proteína-PE Fuerte. En un primer paso estudiamos la titulación de la proteína aislada y el PE débil aislado antes de estudiar la interacción proteína-PE.

## 2.1 Titulación de Proteína Aislada y Polielectrolito Aislado

La carga neta de la proteína aislada es estudiada como una función del pH, figura 1 A. Los resultados obtenidos de la simulación de Monte Carlo a  $c_{salt} = 10 \text{ mM}$  son representados con símbolos y comparado a la curva de titulación en línea de trazo. En condiciones de extrema acidez (pH = 1.0) la proteína tiene una carga neta positiva. Con el aumento del pH comienza la desprotonación de los grupos ácidos por lo que la proteína adquiere una carga neta negativa.



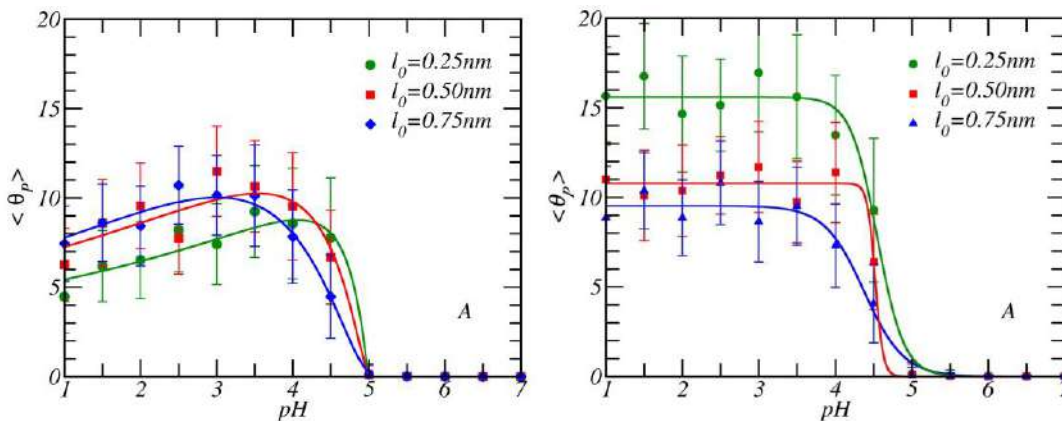
**Fig. 1.** (A) Grado de disociación como una función del pH. (B) Densidad de carga lineal de una cadena de PE aislado como una función del pH. Los resultados fueron obtenidos de la simulación de Monte Carlo

El proceso de protonación en el polielectrolito (PE) tiene asociada una generación de carga en la cadena que se le asigna una correspondiente densidad lineal de carga [4]. El PE débil estudiado se le asignó un valor intrínseco  $pK_a = 1.0$  y un largo de cadena  $N_m = 40$ . Se estudiaron tres casos de cadena de PE con diferentes valores de distancia de equilibrio ( $l_0$ ): 0.25 nm, 0.50 nm y 0.75 nm. Con el aumento del pH en los tres casos la cadena de PE aumenta su densidad de carga lineal a valores más negativos. El PE aislado sigue una misma tendencia de densidad de carga la cual representa el máximo valor de densidad de carga lineal que un PE parcialmente disociado puede alcanzar a un valor dado de pH.

## 2.2. Interacción Proteína-PE

La proteína tiene una carga neta positiva por debajo del punto isoeléctrico y por encima una carga neta negativa. El PE adquiere una carga negativa por lo tanto se espera una interacción electrostática atractiva por debajo del punto isoeléctrico.

La interacción de la proteína con una cadena de PE débil fue cuantificada molecularmente mediante un criterio estructural. Esto fue medido calculando el número de monómeros cargados negativamente que están en contacto cercano con residuos cargados positivos de la proteína. Fue establecido un radio de corte para considerar los monómeros adsorbidos ( $\theta_p$ ) este radio fue  $r_{cut} = 0.50 \text{ nm}$ . Los resultados obtenidos de adsorción fueron comparados con la interacción proteína-PE Fuerte.

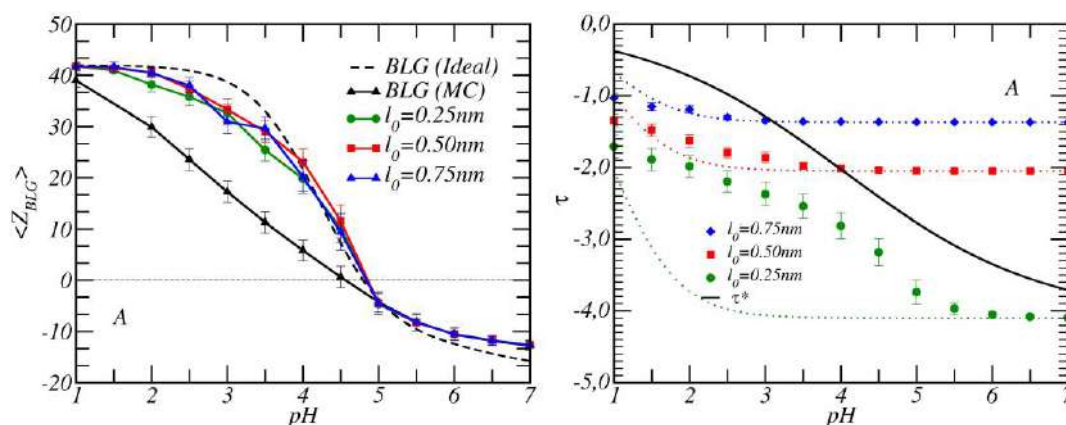


**Fig. 2.** Cantidad de monómeros adsorbidos en residuos cargados opuestamente de la proteína como una función del pH. (A) Proteína-PE Débil. (B) Proteína-PE Fuerte. Los resultados fueron obtenidos de la simulación de Monte Carlo.

La figura 2A muestra la adsorción de monómeros en residuos cargados opuestamente de la proteína como una función del pH para la interacción proteína-PE débil. Cuando el pH aumenta por encima del punto isoeléctrico la proteína tiene carga neta negativa que genera una repulsión electrostática con la cadena de PE aniónico. A  $pH < pI$  la adsorción de monómeros aumenta rápidamente hasta alcanzar un máximo de  $\theta_p \approx 10$ . Luego la adsorción de monómeros disminuyó lentamente con el pH hasta un mínimo de  $\theta_p \approx 6$ . La figura 2B muestra la adsorción de monómeros para la interacción de proteína-PE Fuerte. Cuando el pH disminuye por debajo del punto isoeléctrico la adsorción de los monómeros sobre residuos cargados negativamente de la proteína aumenta. A  $pH \approx 4$  la adsorción alcanza una meseta, la proteína tiene una capacidad limitada para formar pares iónicos con monómeros de la cadena de PE.

La carga neta de la proteína se ve modificada por la presencia del polielectrolito débil, figura 3A. La interacción del polielectrolito cargado a valores de pH por debajo del punto isoeléctrico genera una modificación en la carga neta de la proteína. Los grupos ácidos de la proteína se encuentran protonados por lo tanto la carga neta de la proteína toma valores más positivos. Con el aumento del valor de  $l_0$  la carga neta se acerca a la carga ideal de proteína.

Además, analizamos la densidad de carga lineal del polielectrolito cuando interactúa con la proteína, figure 3B. Se encontró que a medida que aumenta el pH desde valores extremadamente ácidos la densidad de carga lineal toma valores más negativos. Para el caso de  $l_0 = 0.5\text{ nm}$  y  $l_0 = 0.75\text{ nm}$  se alcanza la máxima densidad lineal, carga que corresponde a la cadena a  $pH \approx 1$ .



**Fig. 3.** (A) Carga neta de la proteína en presencia de una cadena de PE débil como una función del pH. (B) Densidad de carga lineal del polielectrolito en presencia de la proteína como una función del pH. Los resultados fueron obtenidos de la simulación de Monte Carlo.

### 3. Conclusiones

La interacción molecular de beta-lactoglobulina con un polielectrolito débil aniónico fue estudiada usando el método de Monte Carlo. Se estudió el equilibrio ácido base de los grupos titulables de la proteína y polielectrolito usando un esquema semi-gran canónico. Utilizamos un PE con un valor intrínseco de  $pK_a = 1.0$  y tres valores de distancia de equilibrio de separación ( $l_0$ ): 0.25 nm, 0.50 nm y 0.75 nm. La interacción entre proteína y polielectrolito tuvo lugar a valores de pH menores al punto isoeléctrico. Encontramos que la adsorción tenía un máximo para los tres casos estudiados de PE. A pH superior al punto isoeléctrico las dos especies tienen carga neta negativa por lo que se genera una interacción electrostática repulsiva. La carga neta de la proteína fue modificada debido a la presencia del PE aniónico que generó un aumento de la carga neta positiva por debajo del pI. El perfil de disociación del PE también se vio modificado por la presencia de la proteína adquiriendo un mayor grado de disociación comparado al PE aislado a valores de pH extremadamente ácidos.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Proyecto de Investigación Simulación de Sistemas Complejos, Difusión en Estructuras Auto Similares, Código ASUTNSR 3542.

### Referencias

1. Harnsilawat, T., Pongsawatmanit, R. & McClements, D. J. Characterization of  $\beta$ -lactoglobulin-sodium alginate interactions in aqueous solutions: A calorimetry, light scattering, electrophoretic mobility and solubility study. *Food Hydrocoll.* **20**, 577–585 (2006).
2. Narambuena, C. F., Ausar, F. S., Bianco, I. D., Beltramo, D. M. & Leiva, E. P. M. Aggregation of casein micelles by interactions with chitosans: A study by Monte Carlo simulations. *J. Agric. Food Chem.* **53**, 459–463 (2005).
3. Torres, P. *et al.* Protonation of  $\beta$ -lactoglobulin in the presence of strong polyelectrolyte chains: a study using Monte Carlo simulation. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* **160**, 161–168 (2017).
4. Ulrich, S., Laguerre, A. & Stoll, S. Complexation of a weak polyelectrolyte with a charged nanoparticle. Solution properties and polyelectrolyte stiffness influences. *Macromolecules* **38**, 8939–8949 (2005).

## Escalamiento Ingenieril a Niveles de Maduración Tecnológico del Orden de Desarrollo: Technology Readiness Levels (TRL) 6 Y 7 del Laboratorio Bioambiental

Adalgisa Scotti, Juan Cerioni, Hugo Reviglio, Mauricio Visciglia, Sol Cerioni, Roberto Biondi  
Grupo GEA – Facultad Regional San Rafael - Comisión Nacional de Energía Atómica-ICES-Calle Urquiza  
314, 5600, San Rafael, Mendoza, Argentina  
[scotti@cnea.gov.ar](mailto:scotti@cnea.gov.ar)

### Resumen

En este trabajo se presenta al Laboratorio bioambiental de escalamiento ingenieril, situado en el Centro Tecnológico de Desarrollo Regional Los Reyunos, como herramienta para el escalamiento de ensayos de laboratorio a nivel de comprobación de prueba de concepto a escala de prueba piloto o prototipo con el objetivo de transferencia de tecnología aplicable en entorno real. Se plantea al Laboratorio como un demostrador tecnológico que permite adaptar las condiciones y las variables de trabajo para hacer factible que la madurez tecnológica alcance el grado de innovación con TRL 6 -7. Se exponen dos casos de escalamiento ingenieril en las áreas de biotecnología ambiental. El caso 1 se trata de un Módulo de Depuración Vegetal para fitorremediación de suelos y aguas contaminadas por metales pesados, desarrollado en un Proyecto de Investigación y Desarrollo de la UTN Facultad Regional San Rafael y el caso 2 se trata de Piletas de biolixiviación y bioacumulación para testear consorcios bacterianos, en desarrollo por un ERA MIN Unión Europea. En ambos casos las variables y las condiciones de trabajo elegidas permiten pasar de “Prueba de concepto probada” TRL 3-4 a “entorno relevante” TRL 6-7 para alcanzar los objetivos planteados de transferencia tecnológica.

**Palabras Clave:** TRLs - Entorno real - Entorno simulado - Demostrador Tecnológico

### 1. Introducción

En el Centro Tecnológico de Desarrollo Regional Los Reyunos, la FRSR junto a la CNEA ICES puso en marcha el Laboratorio bioambiental de escalamiento ingenieril. En éste se pueden escalar los ensayos realizados a nivel laboratorio inicial de comprobación de prueba de concepto y llevarlos a escala de prototipo o prueba piloto en escenario relevante para poder transferir el desarrollo a nivel industrial. El Laboratorio cuenta con 2 piletas de 2,8 m ancho x 5 m largo x 0,60 m profundidad (promedio), con 6 % de pendiente conectadas por un sistema hidráulico a cámaras colectoras de efluentes. El sistema cuenta con tanques para el ingreso de agua, sistema de cañería de ingreso de líquido por flujo vertical y/u horizontal, impermeabilización y cubiertas de nylon y tela antigranizo (Fig. 1). Mediante este laboratorio se pueden escalar las pruebas de concepto equivalente a TRL 1-3 y llevarlos a prototipo o prueba piloto en escenario relevante que equivale a TRL 6.

Figura 1  
Izq.: Vista de las piletas y su conexión a cámaras colectoras.  
Der.: Vista del



La maduración de la tecnología tiene 9 niveles que se extienden desde los principios básicos de la nueva tecnología hasta llegar a sus pruebas con éxito en un entorno real. Los tres primeros niveles (TRL 1-3) abordan la investigación tecnológica más básica hasta llegar a una primera prueba de concepto. El Desarrollo Tecnológico se lleva a cabo desde los niveles siguientes hasta llegar a un primer prototipo (TRL 4-6). El TRL 6 establece la validación del sistema o subsistema en un entorno relevante mientras que el TRL 7 establece la validación y certificación completa en un entorno real. Se entiende por entorno relevante a aquel con condiciones que se aproximan o simulan

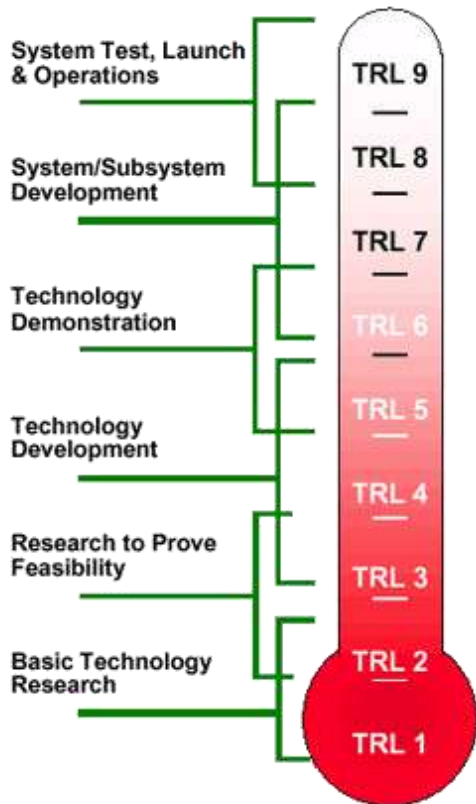


Figura 2. TRLs en los distintos estadios de la generación del conocimiento y su transferencia tecnológica a escala operativa sostenible industrial. Fuente NASA Technology Readiness Levels

suficientemente a las condiciones existentes en un entorno real o de misión. TRL 8 aborda un sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones y el TRL 9 establece un sistema probado con éxito en entorno real (Fig. 2)<sup>1</sup>

La Asociación Europea de Organizaciones de Investigación y Tecnología (EARTO) ha publicado un enfoque integral y una discusión sobre los TRL.

Actualmente se utilizan estos criterios para cuantificar la madurez de la transferencia tecnológica en programas internacionales de diversa índole, tanto de Unión Europea como de USA (por ejemplo Horizon 2020, Departamento de Energía de los Estados Unidos DOE).

#### Technology Program Management Model (TPMM)<sup>2</sup>

*¿Cómo sabemos desde cuál TRL partimos y a cuál TRL llegamos mediante la aplicación del proyecto?*

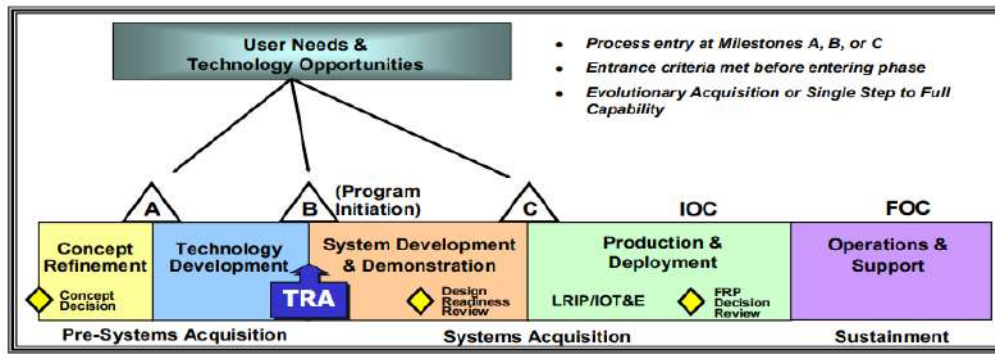
La Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrolló un calculador de nivel de maduración tecnológica. Esta herramienta es un conjunto estándar de preguntas que produce una visualización gráfica de los TRL logrados. Esta herramienta está destinada a proporcionar una instantánea de la madurez tecnológica en un momento dado en el tiempo.

El TPMM es un modelo de actividad de alta fidelidad de "TRL-gate" que proporciona una herramienta de gestión flexible para ayudar a los gerentes de tecnología a planificar, administrar y evaluar sus

tecnologías para lograr una transición tecnológica exitosa. El modelo proporciona un conjunto básico de actividades que incluyen tareas de ingeniería de sistemas y gestión de programas que se adaptan a los objetivos de desarrollo y gestión de la tecnología. Este enfoque es integral, sin embargo, consolida las actividades complejas que son relevantes para el desarrollo y la transición de un programa tecnológico específico en un modelo integrado. (Fig. 3).

<sup>1</sup> NASA, Technology Readines Levels

<sup>2</sup> Craver, Jeffrey T.; et al. (2006). "Technology Program Management Model, Army Space and Missile Defense Command Technical Center, presented at the NDIA Systems Engineering Conference" United States Department of Defense (DoD)



### DoD 5000 Metric

➤ **Technology Readiness Assessment (TRAs) - Required at MS B**

➤ **TRAs using Technology Readiness Levels (TRLs)**

"Secure the High Ground"

Figura 3. Diagrama del modelo de gestión de programas tecnológicos (TPMM por sus siglas en inglés: Technology Program Management Model)<sup>1</sup>

Para las tecnologías complejas que incorporan varias etapas de desarrollo, se ha perfeccionado un esquema más detallado llamado *Matriz de trayectoria de preparación tecnológica*, que abarca desde unidades básicas hasta aplicaciones en la *sociedad*. Esta herramienta pretende mostrar que el nivel de preparación de una tecnología se basa en un proceso menos lineal, pero en una vía más compleja a través de su aplicación en la sociedad.

## 2. Problemática

A pesar de los incentivos para llevar la investigación a la producción, los aspectos prácticos a veces son difíciles de realizar. Al utilizar los TRL del DoD como criterio (por ejemplo), la investigación tiende a centrarse en TRL 1-3, mientras que la preparación para la producción tiende a centrarse en TRL 6-7 o superior. *Tender un puente de TRL-3 a TRL-6 ha demostrado ser difícil en algunas organizaciones*. Intentar apresurar la investigación (prototipos) en la producción (totalmente probado bajo diversas condiciones, confiable, mantenerlo, etc.) tiende a ser más costoso y consume más tiempo de lo esperado.

## 3. Objetivo

Disponer de una herramienta para el escalamiento de ensayos de laboratorio de nivel de comprobación de prueba de concepto a escala de prueba piloto o prototipo con el objetivo de transferencia de tecnología aplicable en entorno real.

## 4. Casos en Desarrollo en el Laboratorio Ambiental de Escalamiento Ingenieril

### 4.1. Caso 1: Módulo de Depuración Vegetal (MDV)

En este caso, mediante el Proyecto Desarrollo de un Módulo Depurador Vegetal como un Escalonamiento Industrial de un Sistema Biorremediador de Suelos y Agua Contaminadas con Metales Pesados (Código MSUTNSR 3969), se logró escalar, desde TRL 3 a TRL 6, un sistema biorremediador de suelos y aguas contaminadas por metales pesados para ser transferido a la industria. La transferencia tecnológica de la prueba piloto a escala relevante (TRL 6) fue aplicada a la Comisión Nacional de Energía Atómica y a la Empresa ambiental GT Ingeniería. En la Figura 4 se ve el

esquema general de la fitorremediación y una de las piletas con el sistema biorremediador. Se obtuvo la calibración del sistema para ser aplicado a territorio.<sup>3</sup>

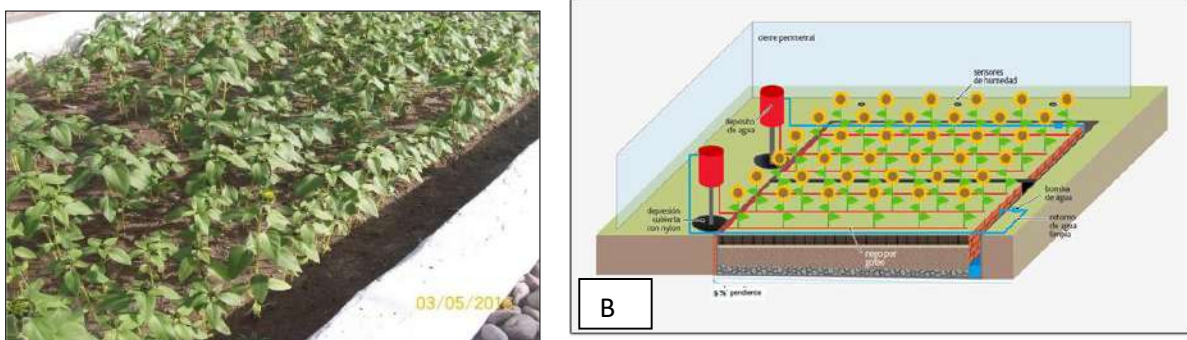


Figura 4. A: Esquema del diseño en MDV para fitorremediación. B: Pileta sembrada con el sistema biorremediador

Las bases tecnológicas utilizadas involucran al comportamiento de los humedales artificiales subsuperficiales de flujo vertical modificado en el volumen de sustrato y en el tiempo de retención hidráulica<sup>4</sup> y el sistema biorremediador está basado en la simbiosis micorrizica de especies hiperacumuladoras.<sup>56</sup>

#### 4.2. Caso 2: BioCriticalMetals

El BioCriticalMetals es un proyecto internacional con participación del sector público (Universidades) y privados (empresas mineras) de Portugal, Rumania y Argentina, financiado por ERA MIN Unión Europea. La función de la Facultad Regional San Rafael mediante el Laboratorio ambiental es la de escalar los resultados de consorcios bacterianos de biolixiviación y bioacumulación de tungsteno proveniente de los residuos de la mina Las Carolinas de San Luis. El diagrama de escalamiento abarca las dos piletas, en una se coloca suelo más el consorcio biolixiviador, el efluente con el tungsteno se recoge en la pileta colectora y es transportado a la pileta 2 donde se coloca el consorcio bioacumulador. A los residuos de ambos procesos se lo trata con nanopartículas de Fe cero Valente y fitorremediación. El esquema de los procesos y la función de las piletas se pueden ver en Figura 5. Previamente al escalado en las piletas, se procederá a una evaluación de las secuencias programadas a micro escala, en una simulación de las piletas reales (Figura 6). El proyecto está en ejecución con fecha de inicio de la etapa mencionada en junio 2019 y finalización en diciembre 2019. Las bases tecnológicas utilizadas involucran la biotecnología para el uso de bacterias productoras de sustancias lixiviantes como las bacterias productoras de sulfato, como también la recuperación de los elementos en estudio mediante bacterias acumuladoras y precipitadoras como las reductoras de sulfatos.<sup>789</sup>

<sup>3</sup> Scotti A. et al

<sup>4</sup> Akratos CS, Tsihrintzis V. (2007), *Ecol Engin.* 29(2): 173-191

<sup>5</sup> Glick BR. (2003), *Biotechnol Adv* 21:383-393

<sup>6</sup> Smith SE. & Read DJ. (2008), *Mychorrhizal Dymbiosis*, third ed. Academic Press, New York

<sup>7</sup> Zhiguo et al. 2010. *FEMS Microbiol Ecol* 74 155–164 12

<sup>8</sup> Olson et al. 2003. *Appl Microbiol Biotechnol* 63:249–257

<sup>9</sup> Zhiguo et al. 2012. *Hydrometallurgy V* 125–126, 2012, 81–89



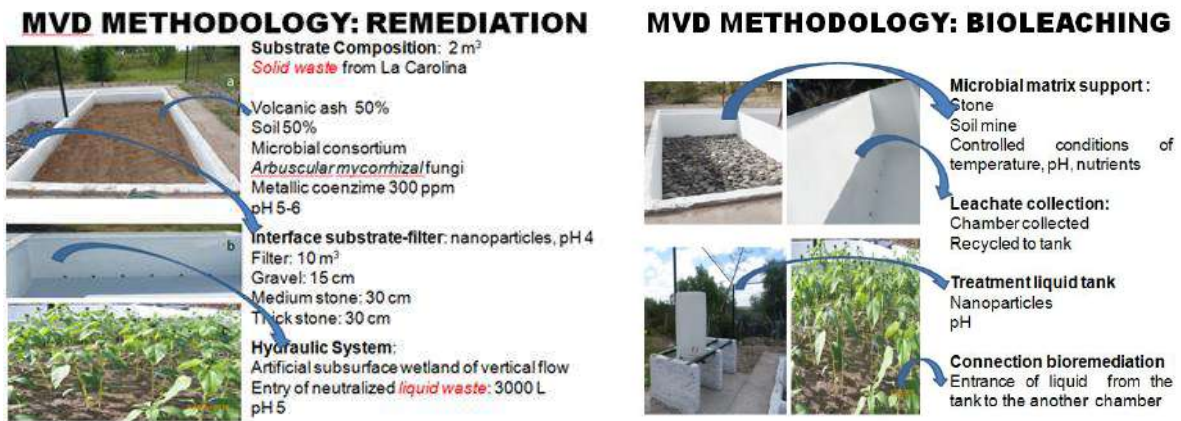


Figura 5. Esquemas de llenado de piletas para los test de remediación y biolixiviación en el escalamiento del proyecto BioCriticalMetals

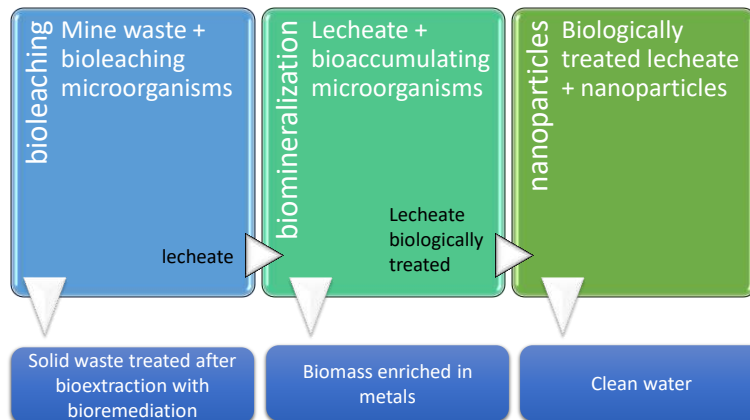


Figura 6. Esquema de secuencias de procesos a desarrollarse en piletas simuladas en micro escala

## Conclusiones

Se pudieron diseñar 2 esquemas de trabajo para realizar el escalamiento de 2 proyectos de investigación desarrollados hasta TRL 3. En el caso 1 MDV, ya se realizó el calibrado producto del escalamiento ingenieril. En el caso 2 BioCriticalMetals se está adaptando una réplica a menor escala vinculando todos los procesos involucrados, como paso previo al escalamiento ingenieril.

## Agradecimientos

El Laboratorio y los proyectos mencionados pudieron realizarse gracias al aporte de PID UTN FRSS, SIIP UNC, CNEA ICES y la ANPCyT.

## Referencias

1. NASA, Technology Readiness Levels (2006).
2. Craver, Jeffrey T.; et al. (2006). Technology Program Management Model, Army Space and Missile Defense Command Technical Center, presented at the NDIA Systems Engineering Conference "United States Department of Defense (DoD) (2006).

3. Scotti, A., Silvani V., Cerioni J., Visciglia M., Benavidez M., Godeas A. Pilot testing of a bioremediation system of water and soils contaminated with heavy metals: Vegetable Depuration Module. *International Journal of Phytoremediation*.(2018 in review).
4. Scotti, A., Silvani V., Cerioni J., Visciglia M., Benavidez M., Reviglio, H., Godeas A. Desarrollo del Módulo Depurador Vegetal como escalamiento industrial de un sistema biorremediador de suelos y aguas contaminados por metales pesados. *Revista UTN FRSR Disco compartido 2.0* ISBN 978-987-1896-79-0 (2017).
5. Akratos CS, Tsihrintzis V. *Ecol Engin.* 29(2): 173-191 (2007).
6. Glick BR., *Biotechnol Adv* 21:383-393. (2003).
7. Smith SE. & Read DJ, *Mychorrhizal Symbiosis*, third ed. Academic Press, New York (2008).
8. Zhiguo et al.*FEMS Microbiol Ecol* 74 155–164 12 (2010).
9. Olson et al. *Appl Microbiol Biotechnol* 63:249–257 (2003).
10. Zhiguo et al. *Hydrometallurgy* 125–126, 2012, 81–89 (2012)

## Aplicación de la Norma ASCE 7-16 al Análisis Sísmico de Estructuras de Hormigón Armado con Sistemas de Disipación de Energía

Darío Segura, Cristian Bay, Carlos Martínez  
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Rafael, Urquiza 314 CP 5600, San Rafael,  
Mendoza  
dsegura45@gmail.com

### Resumen

En las últimas décadas se han investigado, desarrollado e implementado dispositivos de disipación pasiva de energía para incorporarse a estructuras sismorresistentes nuevas o existentes. Definida la clase y propiedades del disipador a emplear en una estructura, es necesario realizar el análisis sísmico de la misma con estos dispositivos, a efectos de verificar las condiciones de aceptación de la misma. Normas internacionales como el ASCE/SEI 7 (2016), especifican para esta clase de estructuras procedimientos de análisis estático lineal equivalente, superposición modal y análisis dinámico no lineal. Considerando esta temática, se plantea como objetivo de este trabajo la aplicación de la metodología de análisis estático lineal equivalente de la norma ASCE, para una estructura de Hormigón Armado con disipadores viscosos. Para ello se selecciona la estructura ejemplo del INPRES CIRSOC 103 parte 2, y se especifican los disipadores a incorporar en la misma. Se muestra que la aplicación del método estático equivalente resulta sencilla y es compatible con el método con el que los profesionales están familiarizados.

**Palabras clave:** Disipación de energía - Amortiguadores viscosos - Análisis estático equivalente

### 1. Introducción

El análisis de las estructuras civiles bajo vibraciones generadas por actividad sísmica se vuelve de vital importancia en ciudades que, debido a la densidad poblacional, se desarrollan cada vez más en sentido vertical. Una forma de reducir la vulnerabilidad de las estructuras a la acción sísmica es la técnica de la disipación de energía. Para comprender el comportamiento dinámico de una estructura, con disipadores incorporados, sometido a aceleraciones en la base, se plantea un modelo de N grados de libertad, (uno por cada piso de análisis), el cual se rige por la ecuación (1) de movimiento en la forma matricial:

$$M\ddot{x}(t) + [C + C_v]\dot{x}(t) + Kx(t) = -Mr\ddot{x}_s(t) \quad (1)$$

Esta ecuación matricial representa N ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden y gobierna la respuesta de la estructura, en términos de desplazamientos  $x(t)$  sometida a la aceleración en la base  $\ddot{x}_s(t)$ . Las matrices M, C y K representan la matriz de masa, amortiguamiento y rigidez de la estructura, respectivamente,  $C_v$  es la matriz de amortiguadores viscosos incorporados y r es un vector unitario de N elementos. Un amortiguador de fluido viscoso consiste en un dispositivo en el que la energía es disipada mediante el movimiento del fluido viscoso dentro de un cilindro. En el presente trabajo nos centraremos en el diseño de disipadores viscosos mediante la metodología de cálculo de la norma ASCE/SEI 7. Siguiendo dicha norma se procede a establecer los requerimientos de diseño.

- Identificación de los elementos SFRS y elementos del sistema de amortiguamiento
- Determinación del coeficiente de amortiguamiento CL de cada amortiguador para obtener un amortiguamiento viscoso suplementario en el primer modo de vibración de  $\beta v = 0.1$
- Determinación del corte basal de diseño para el SFRS
- Verificación de que el Método Estático Equivalente es aplicable a la estructura
- Determinación de las fuerzas laterales de diseño para los elementos del sistema de amortiguamiento.

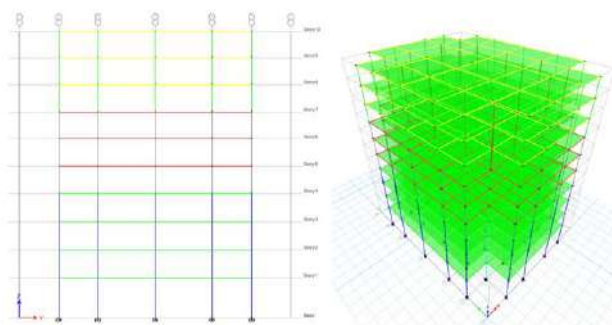
## 2. Estructura estudiada

La estructura elegida, Figura 1, es el edificio del ejemplo del reglamento CIRSOC 103 parte 2. La misma cuenta con un sistema resistente a la acción sísmica (SFRS) y un sistema de disipación sísmica, los cuales se describen a continuación.

El sistema resistente a la acción sísmica está formado por un edificio regular de hormigón armado cuyas características constructivas se detallan en la tabla 1

**Tabla 1:** Características Técnicas

Zona Sísmica 4	Hormigón tipo H-25
Suelo tipo C - Grupo B	Densidad: 24 KN/m <sup>3</sup>
10 niveles - Hmáx: 35.5m	Acero ADN 420



**Fig. 1.** Esquemas del edificio modelado

## 3. Método Estático Equivalente

### A) Identificación de los elementos SFRS y elementos del sistema de amortiguamiento

El sistema resistente a la acción sísmica está conformado por un edificio regular de hormigón armado de diez niveles, considerando nulos los efectos torsionales. La estructura corresponde a pórticos resistentes a momentos y con empotramiento en sus bases, según se especifica en el ASCE/SEI 7 (2010). Según este reglamento, se tiene un factor de reducción global  $R = 8$ , y un factor de amplificación de deformaciones  $C_d = 5.5$ .

### B) Determinación del coeficiente de amortiguamiento CL de cada amortiguador para obtener un amortiguamiento viscoso suplementario en el primer modo de vibración de $\beta v = 0.1$

La norma ASCE 7-10 establece la siguiente expresión (2) para el cálculo de los disipadores:

$$CL = \frac{\beta * T1 * \sum_{i=1}^{Nf} Ki * \delta i^2}{\pi * \sum_{i=1}^{Nd} \delta i^2 * \cos^2 \gamma i} \quad (2)$$

Dónde:

$\beta$ : Amortiguamiento viscoso suplementario; para nuestro caso adoptado  $\beta = 0.01$

$T1$ : Periodo correspondiente a la primera forma modal

$Ki$ : Rigidez para el piso  $i$

$\delta i$ : Desplazamiento relativo entre pisos consecutivos

$\gamma i$ : Ángulo formado entre el dissipador y la dirección  $x$

El valor obtenido de CL según (2) fue:

$$CL = \frac{\beta * T1 * \sum_{i=1}^{Nf} Ki * \delta i^2}{\pi * \sum_{i=1}^{Nd} \delta i^2 * \cos^2 \gamma i} = 8,8867 \times 10^4 \frac{Ns}{m} \quad (3)$$

C) *Determinación del corte basal de diseño para el SFRS*

a) Peso sísmico en el modo fundamental

$$\overline{W1} = \frac{(\sum_{i=1}^{10} wi * \phi_{i,1})^2}{\sum_{i=1}^{10} wi * \phi_{i,1}^2} = 798.9485 \text{ ton} \quad (4)$$

b) Factor de participación modal

$$\Gamma 1 = \frac{\overline{W1}}{\sum_{i=1}^{10} wi * \phi_{i,1}} = 0.0194 \quad (5)$$

c) Periodo fundamental efectivo al desplazamiento de diseño

$$Ts = \frac{SD1}{SDs} = \frac{0.7172}{0.925} = 0.7753 \text{ s} \quad (6)$$

Con SD1 y SDS obtenidos mediante la norma ASCE 7-10, aplicando la norma CIRSOC-103 y asumiendo Ductilidad bajo sismo de diseño:

$$\mu d = 1.3 \quad (7)$$

$$T1D = T1 * \sqrt{\mu d} = 0.9762 \text{ s} \quad (8)$$

d) Amortiguamiento histérico del SFRS al desplazamiento de diseño

$$0.5 < qh = 0.67 * \frac{Ts}{T1} = 0.6068 \leq 1 \quad (9)$$

$$\beta HD = qh * (0.64 - \beta i) * \left(1 - \frac{1}{\mu d}\right) = 0.0854 \quad (10)$$

e) Amortiguamiento total efectivo en el modo fundamental para el desplazamiento de diseño Utilizando la Tabla 2 y resolviendo por interpolación lineal se obtienen los coeficientes de amortiguamiento necesarios.

$$\beta 1D = \beta i + \beta vi * \sqrt{\mu d} + \beta HD = 0.2294 \quad (11)$$

$$B1D = 1.625 \quad (12)$$

- f) Coeficiente sísmico en el modo fundamental  
 Asumiendo un pórtico con ductilidad completa [4]

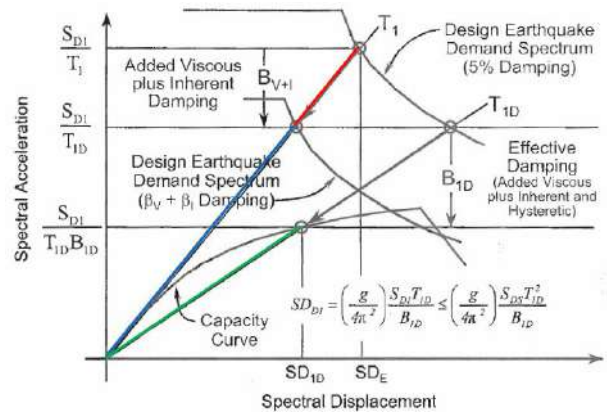
$$\Omega_0 = 3; R = 7; Cd = 5.5 \quad (13)$$

$$Cs1 = \left(\frac{R}{Cd}\right) * \left(\frac{SD1}{T1D * \Omega_0 * B1D}\right) = 0.1918 \quad (14)$$

$$T1D > Ts \quad (15)$$

**Tabla 2:** Coeficientes de amortiguamiento en relación al amortiguamiento efectivo

Effective Damping, $\beta$ (percentage of critical)	$B_{v+i}, B_{1D}, B_R, B_{1M}, B_{mD}, B_{MM}$ (where period of the structure $\geq T_0$ )
$\leq 2$	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
$\geq 100$	4.0



**Fig. 2.** Reducción de la demanda de diseño en función del amortiguamiento efectivo

- g) Corte basal de diseño en el modo fundamental

$$V1 = Cs1 * \overline{W1} = 153.245 \text{ KN} \quad (16)$$

- h) Desplazamiento de diseño para el techo en el modo fundamental

$$\beta 1E = \beta i + \beta v = 0.13 \quad (16)$$

$$B1E = 1.32 \quad (17)$$

$$a) \left(\frac{g}{4\pi^2}\right) * \left(\frac{\Gamma 1 * SD1 * T1D}{B1D}\right) = 0.2025 \quad (18)$$

$$b) \left(\frac{g}{4\pi^2}\right) * \left(\frac{\Gamma 1 * SD1 * T1D}{B1E}\right) = 0.2493 \quad (19)$$

En este caso se deben comparar ambos valores y tomar el mayor como el desplazamiento de diseño para el modo fundamental (D1D)

$$D1D = 0.2493 \text{ m} = 249.3 \text{ mm} \quad (20)$$

- i) Desplazamiento de fluencia de techo

$$Dy = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right) * \frac{\Omega_0 * Cd}{R} * \Gamma 1 * Cs1 * T1^2 = 0.1558 \quad (21)$$

j) Demanda efectiva de ductilidad

$$\mu d = \frac{D1D}{Dy} = 1.6004^{(22)}$$

k) Propiedades modales en el modo residual

$$\overline{WR} = W - \overline{W1} = 6.56x10^3 \text{ ton}^{(23)}$$

$$\Gamma r = 1 - \Gamma 1 = 0.9806^{(24)}$$

$$TR = 0.4 * T1 = 0.3425^{(25)}$$

l) Amortiguamiento viscoso equivalente en el modo residual

$$\beta vr = \frac{\pi * CL * \sum_{i=1}^{Nd} \delta i^2 * \cos^2 \gamma i}{T1 * \sum_{i=1}^{Nf} Ki * \delta i^2} = 0.3142^{(26)}$$

Por interpolación lineal de la Tabla 2 se obtiene el valor de  $B_R = 1.9326$  el cual será utilizado en el siguiente paso de cálculo.

m) Desplazamiento de diseño para el techo en el modo residual

$$\left(\frac{g}{4\pi^2}\right) * |\Gamma r| * \frac{SDs * TR^2}{BR} = 1.3310^{(27)}$$

n) Coeficiente de respuesta sísmica y corte basal de diseño en el modo residual

$$CSR = \left(\frac{R}{Cd}\right) * \frac{SDs}{\Omega_0 * BR} = 0.2031^{(28)}$$

$$VR = CSR * \overline{WR} = 1.3221x10^3^{(29)}$$

o) Corte basal de diseño

$$VD = \sqrt{V1^2 + VR^2} = 1.3409x10^3^{(30)}$$

p) Verificación del mínimo corte basal de diseño

Para la verificación del mínimo corte basal de diseño, se utiliza la Tabla 2 y a través de los coeficientes de amortiguamiento, se interpola el valor necesario para obtener  $B_{v+i}$

$$B_{v+i} = 1.32^{(31)}$$

$$V_{codigo} = V = \frac{SDs}{R} * W^{(32)}$$

$$a) V_{min1} = 0.75 * V = 729.3589^{(33)}$$

$$b) V_{min2} = \frac{V}{B_{v+i}} = 736.726 \quad (34)$$

De donde  $I_e$  es el factor de importancia de la estructura, tomado como 1 de INPRES CIRSOC 103  
 Los valores obtenidos con las ecuaciones a y b se deben comparar con el valor de VD calculado en el punto anterior, de ser menores, se tomará VD como corte basal de diseño.

En nuestro caso:

$$VD > V_{min1} \quad (35)$$

$$VD > V_{min2} \quad (36)$$

Se selecciona

$$VD = 1.3409 \times 10^3 \text{ KN} \quad (37)$$

D) *Verificar que el método estático equivalente es aplicable a la estructura*

Condiciones de aplicabilidad del método:

Colocar al menos dos disipadores por piso

Amortiguamiento efectivo en el modo fundamental menor al 35 % del crítico

SFRS sin irregularidades (estructura simétrica)

Pisos diseñados como diafragmas rígidos

E) *Determinar las fuerzas laterales de diseño para los elementos del sistema de amortiguamiento.*

En la Figura 3 se muestra el esquema de cálculo.

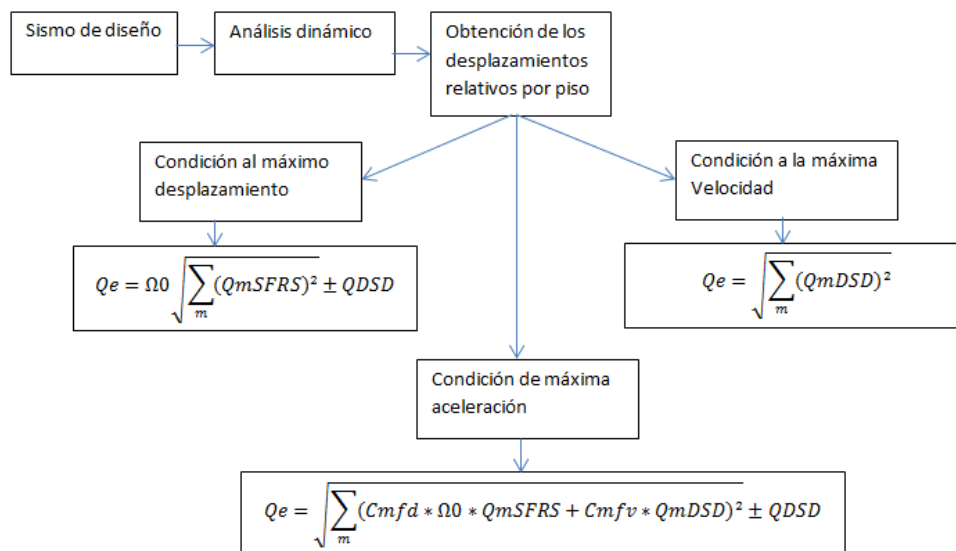


Fig. 3. Esquema de cálculo.

#### 4. Conclusiones de la metodología de cálculo

Los reglamentos internacionales proponen distintos procedimientos de análisis para estructuras que incorporan sistemas de disipación. Aunque recomiendan especialmente el análisis dinámico no lineal, los otros procedimientos (análisis modal espectral o análisis estático) pueden tener más limitaciones, son útiles en la fase de diseño, ya que permiten obtener parámetros de respuesta con mucho menos



tiempo computacional. En este trabajo se muestra el método estático equivalente según los requerimientos del ASCE 7/16. Su aplicación es sencilla y es compatible con el método estático equivalente. Es necesario analizar la estructura y las características de diseño antes de aplicar la metodología ya que requiere condiciones especiales para su aplicación. Si bien los resultados son preliminares, los resultados obtenidos por el método propuesto verifican los requerimientos de diseño y cálculo estructural.

## Referencias

1. CIE626-Chapter 7-ASCE 7/10 design provisions for structures with passive energy dissipating systems. Disponible en: <http://sharif.edu/~ahmadizadeh/courses/strcontrol/>
2. INPRES CIRSOC, 2013, Reglamento INPRES CIRSOC 103.
3. INPRES CIRSOC, 2005, Ejemplo de diseño sísmico de un edificio estructurado con pórticos de hormigón armado.

## Instalación Fotovoltaica Aislada VS Generador de Combustión Interna

Ignacio García Chimeno, Marcos Karzovnik

UTN Facultad Regional San Rafael, Av. Urquiza 314, 5600 San Rafael, Mendoza, Argentina  
ignagarciachimeno@gmail.com

### Resumen

En la actualidad, en el departamento de Malargüe provincia de Mendoza, aún existen pueblos que no están conectados a la red eléctrica. Por ello, la demanda de energía, es cubierta por generadores diésel en ciertas horas del día. Para ampliar la capacidad de generación y disminuir el costo de mantenimiento de los generadores de combustión interna, como así el gasto de combustible y la contaminación ambiental, se propone la implementación de una planta fotovoltaica. Durante el mes de abril de 2018 se realizó el estudio de la demanda de uno de los pueblos, conectando un analizador de red, conociendo los tipos de cargas y la cultura de consumo de las personas del lugar. Estudiada la radiación solar de la zona, se comenzó con el dimensionamiento de la planta. Se determinó tipo y cantidad de paneles, inversores, inversores cargadores y baterías. Luego se hizo un análisis del beneficio de la implementación de la planta fotovoltaica, observado reducciones considerables en el uso de combustible. También se estudió el grado de cobertura solar directa e indirecta. Finalmente se realizó el estudio económico del proyecto. Se determinó la inversión necesaria y se obtuvo la Tasa Interna de Retorno, dando ésta por arriba de la Tasa del Costo de Capital. Además se estimó un Payback de un poco más de 4 años.

### 1 Introducción

La provincia de Mendoza, San Juan y el norte del país, poseen la irradiación solar más elevada de Argentina. Aprovechando la ventaja de estar posicionados en suelo mendocino, la generación de energía por medio de paneles fotovoltaicos, se convierte en la más óptima y conveniente para implementar.

A través de los mismos se permitiría alimentar aquellos distritos donde se encuentran consumos muy alejados o descentralizados con respecto a la red de distribución perteneciente a la distribuidora EDEMSA.

La empresa EDEMSA tiene la responsabilidad del suministro de energía a estas zonas muy lejanas dentro del departamento de Malargüe, las cuales se encuentran en el territorio del contrato de concesión. La provisión de energía de éstas, se realiza durante 10 - 12 horas discontinuas diarias, actualmente a través de generadores de combustión interna.

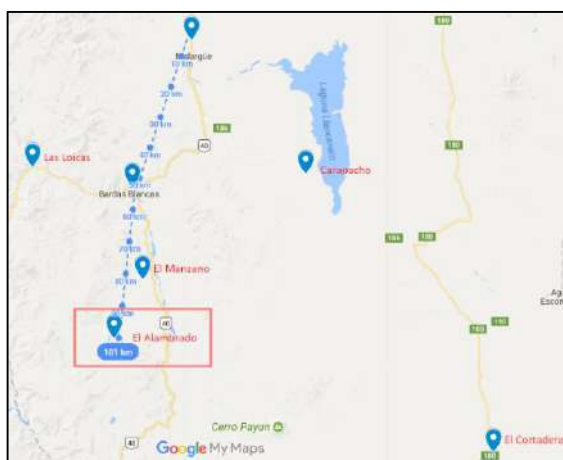
Los generadores demandan costos elevados de mantenimiento para la empresa, como así también grandes gastos de combustible a cargo de los municipios, resaltando además la producción de gases contaminantes emitidos a la atmósfera. Por ello, la propuesta a desarrollar daría un vuelco económico, disminuyendo los gastos implicados en la generación de energía en las zonas a las que se hizo referencia, con el plus de afianzar y señalar con hechos la responsabilidad con el medio ambiente, utilizando recursos renovables.

## 2. Objetivos principales del proyecto

- ~ Justificar la implementación de la generación fotovoltaica aislada o autónoma en conjunto con la máquina de combustión interna en El Alambrado, Malargüe, distrito alejado de la red de distribución eléctrica.
- ~ Dimensionar la instalación fotovoltaica para suministrar la energía necesaria en El Alambrado, convirtiendo la naturaleza de generación a un sistema híbrido.
- ~ Proponer los elementos más apropiados para la planta fotovoltaica.
- ~ Realizar el análisis económico de la instalación fotovoltaica vs generador de combustión interna.

## 3. Área de concesión de EDEMSA. Convenio.

EDEMSA posee la concesión de 11 departamentos. Dentro de éstos, se encuentra la responsabilidad del suministro de energía de todo Malargüe, el cual tiene especial interés para el presente proyecto. Actualmente, como se dijo anteriormente, EDEMSA posee generadores de combustión interna para abastecer de energía eléctrica a estas pequeñas comunidades en zonas rurales. Las inversiones en infraestructura para suministrar energía por medio de tendidos eléctricos hasta dichos lugares, hace que sea imposible su rentabilidad.



## 4. Convenio entre EDEMSA y la Municipalidad de Malargüe

Estas zonas poseen un antiguo convenio heredado a través del cual la distribuidora EDEMSA, tiene la responsabilidad de mantener los grupos generadores en funcionamiento óptimo como así también las instalaciones de distribución eléctrica, mientras que el municipio de cada jurisdicción tiene la obligación de suministrar el combustible para los mismos. Lo expuesto implica un elevado costo de personal, horas extras, transportes, herramientas y repuestos, siempre y cuando el generador no se encuentre fuera de servicio total por averías.

## 5. Fundamentación del proyecto

### 5.1 Contaminación ambiental e importación de combustibles fósiles

Las energías renovables, un tema que parece novedoso en Argentina, ya es política nacional en los países líderes en el mundo, estimulados por la concientización en el cambio climático por el uso elevado de combustibles fósiles. El consumo de combustibles fósiles en Argentina es elevado y aunque se encuentra en decrecimiento con respecto a años anteriores, significa gastos en importación de los mismos, sin una perspectiva sustentable a futuro. Además persisten las emisiones de CO<sub>2</sub> afectando al ambiente.

La tendencia a la utilización de energías renovables, ampliará la potencia instalada del país, por lo que se reducirán las importaciones de energía con mayor rapidez. La independencia energética es elemental para el crecimiento y desarrollo del país.

El grupo de combustión interna para la generación de energía para “El Alambrado”, distrito dentro de la concesión de EDEMSA, produce estos tipos de gases contaminantes, por lo que la implementación de una planta fotovoltaica en la misma daría una solución ambiental, disminuyendo las emisiones.



Fuente: Imagen dentro del predio del grupo electrógeno Las Loicas- Malargüe. Emisión de gases. Fecha 21/03/2018.

## 5.2 Ahorro económico, cambio del tipo de fuente para la generación eléctrica

Si bien el plan de implementación de sistemas de generación distribuida por recursos renovables tiene como principal finalidad la disminución del consumo de energía eléctrica sobre las redes de distribución, pueden presentar beneficios en casos donde la localización del consumo está alejada de las redes de distribución de energía eléctrica de EDEMSA, aplicando la generación aislada.

Realizar la conexión eléctrica de “El Alambrado”, sería un costo de transporte de energía elevado, ya que se deben ejecutar obras de gran magnitud, implicando la carga de materiales a lugares de difícil acceso, con climas extremos y relieve montañoso. Cabe destacar que este distrito involucrado, se encuentra a una distancia por ruta, aproximadamente de 70 km de Bardas Blancas, lugar donde termina la red eléctrica proveniente de la ciudad de Malargüe.



La implementación de una planta fotovoltaica en la zona rural “El Alambrado”, como forma alternativa de generar energía con respecto al grupo electrógeno, implicaría un gran ahorro en los costos de mantenimiento de este último.

## 6. Aspectos generales previos al dimensionamiento de la planta.

El objetivo del presente apartado, es la justificación de las decisiones tomadas para el dimensionado, el cual se ha llevado a cabo mediante métodos de cálculos y criterios empíricos sancionados por la experiencia y acordes con la reglamentación y normativas vigentes.

Antes de comenzar por el proceso de dimensionado de una instalación es necesario conocer una serie de datos relacionados con el lugar y la instalación:

- Datos climatológicos: conocer la radiación solar que se dispone en el lugar a emplazar la instalación.
- Condiciones de uso: demanda y tipo de usos de la energía en el poblado “El Alambrado”.

### 6.1 Evaluación del recurso solar – radiación solar, inclinación de los paneles fotovoltaicos

Debido a que no tenemos una medición continua de radiación solar puntualmente en la ubicación del proyecto, se investigó esta, a través de datos disponibles en la web.

Las coordenadas de ubicación de “El alambrado” son:

Latitud: -36.26926 (36.26926 latitud sur)

Longitud: -69.85689 (69.85689 latitud oeste)

A partir de las coordenadas de emplazamiento de la planta, se determinó por distintos datos estadísticos, la radiación solar diaria promedio para cada mes del año.

Para acrecentar los valores de hora pico solar en las distintas estaciones del año, se plantearán tres inclinaciones distintas para los paneles, siendo modificadas manualmente, según el periodo. Los paneles solares serán modificados en inclinación según la tabla siguiente.

### 6.2 Días de autonomía – Dato climatológico histórico

Haciendo un análisis de los datos climatológicos, se considera el caso más desfavorable probable de 4 días consecutivos de lluvia. Pero como estos sucesos se dan con muy poca frecuencia y se propone un sistema híbrido

durante el año, el tiempo de autonomía de la planta será de 18 horas. En el momento que se den las condiciones citadas o se prolongue el tiempo de baja radiación solar, ingresará en funcionamiento el generador eléctrico por combustión interna.

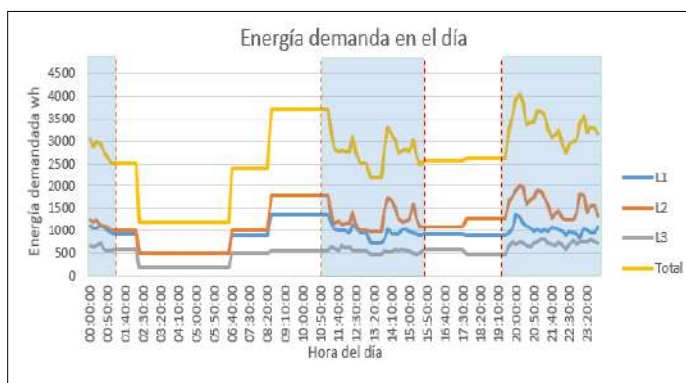
Estación	Tiempo de modificación	Áng. con la horizontal
Verano	diciembre - marzo	20°
Otoño	marzo - mayo	35°
Invierno	junio - agosto	50°
Primavera	sept. – nov.	35°

### 6.3 Consumo total real de las viviendas determinado por un analizador de red

El analizador fue conectado en “El alambrado” del día 27/04/2018 a las 13:40 hs hasta el día 03/05/2018 a las 12:30 hs. Se midieron diversas magnitudes, como tensión, corriente, potencia y energía consumida por fase, con intervalo de 10 minutos.

A continuación se presenta la energía consumida a lo largo de un día en forma gráfica, la cual será necesaria para el dimensionamiento de la planta fotovoltaica. Se debe tener en cuenta que el generador funciona alrededor de 10 h dentro de las 24 h. Por ello en los rangos de no funcionamiento se debe estimar la energía consumida. En la gráfica se marcan las zonas de las energías a cubrir por la planta híbrida de generación.

Luego, se selecciona la energía real anual consumida actualmente por El Alambrado, considerando un funcionamiento de 10 horas aproximadamente del grupo generador. Este valor será el tomado en cuenta para el dimensionamiento de la planta fotovoltaica, para que esta brinde la misma energía que la máquina actual. Energía entregada: 178 kWh.



## 7. Perfil de consumo actual aproximado de “El Alambrado” proyectado a lo largo del año

La forma de la curva del perfil de carga anual total se estima según la gráfica de la derecha. Los elementos de calefacción son utilizados en mayor medida que los elementos de refrigeración debido a la fluctuación de la temperatura del lugar. Además actualmente las viviendas no poseen aire acondicionado en su mayoría, no así placas de calefacción.



## 8. Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica

Sabiendo que la energía consumida de cada mes se divide por la cantidad de días que compone al mismo, se obtiene el consumo diario. Se seleccionó un panel FV de 330 W, con una corriente de trabajo de 9 A y una tensión de salida de 36 V. Con estos valores, se determinó la cantidad de paneles requeridos por mes.

### 8.1 Comparación entre la cantidad de paneles necesarios y energía demandada/hora pico solar

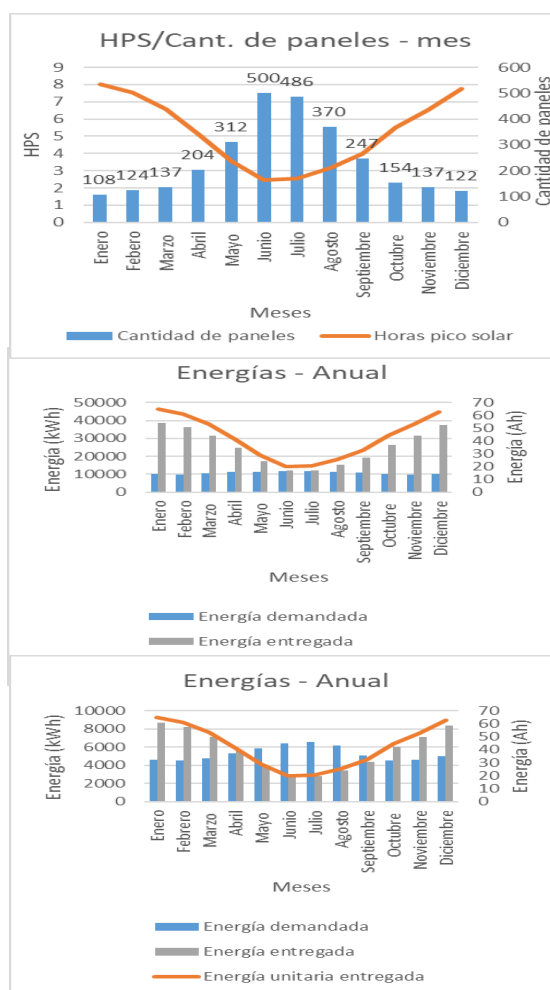
Se observa que la cantidad de paneles es directamente proporcional a la cantidad de energía demandada e inversamente proporcional a las horas de pico solar por cada mes.

Como la planta fotovoltaica debe ser dimensionada para el mes más desfavorable (Junio), la mayoría de los otros meses quedan con un excedente elevado de energía disponible no utilizada, si se considera solo la energía entregada actual, debido al “sobredimensionamiento temporal”.

Este “sobredimensionamiento temporal” se debe a la fluctuación de la radiación solar a lo largo del año. Esto se puede observar en las 4 gráficas “cantidad de paneles – hora solar pico”.

La primera gráfica, muestra la energía suministrada por 500 paneles para cubrir la energía limitada por el mes más desfavorable. Pero para evitar ese sobredimensionamiento y plantear un sistema híbrido, se reduce la cantidad de paneles a 204.

La energía faltante de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre serán compensados por el generador de combustión interna, funcionando a un intervalo reducido por cada día.



Si analizamos la gráfica, podemos llegar a la conclusión que la energía diaria durante el verano, prácticamente puede ser cubierta en su totalidad por energía solar, es decir, las 24 horas.

## 8.2 Cantidad de baterías

Para la obtención de la cantidad de baterías, se propone, una batería de plomo ácido con una capacidad de 220 Ah con tensión de salida de 12 V. La configuración que se propone es de 48 V. Además se considera una profundidad de descarga del 70 %. Por último se tuvo en cuenta una autonomía de 18 horas. Haciendo el cálculo correspondiente, se determinó la necesidad de contar con **120 baterías**.

## 8.3 Obtención de la cantidad de inversores

Se proponen dos inversores con dos entradas, las cuales a su vez están configuradas para tres cadenas de paneles. Para cubrir la cantidad, sin exceder la potencia de entrada, se proponen 3 cadenas de paneles.

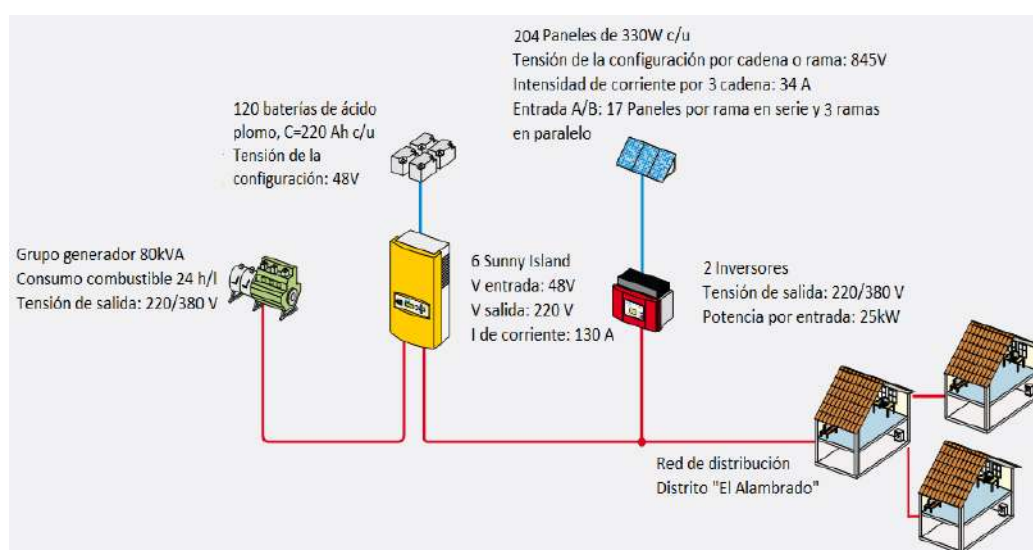
Para obtener el conexionado de los **204** paneles propuestos, la configuración quedaría de la siguiente manera: 3 cadenas de paneles por cada una de las 2 entradas del inversor, con 17 paneles en serie cada una.

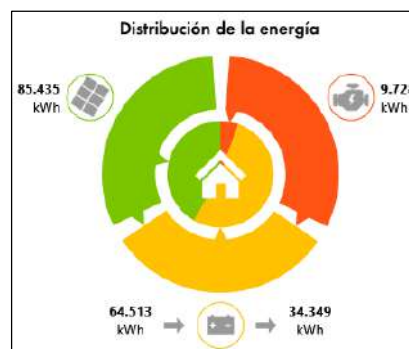
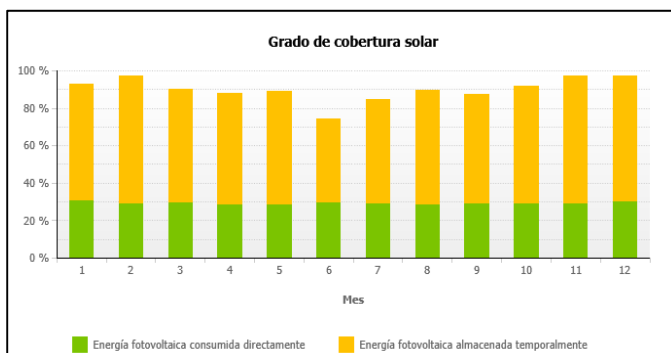
## 8.4 Cantidad de inversores bidireccionales

El Sunny Island 8.0H es un inversor de onda senoidal pura, encargado de recibir la corriente continua (48 V) que entregan las baterías y transformarla en corriente alterna monofásica de 230 V y 50 Hz.

Considerando la tensión de entrada en corriente continua de 48 V, y el valor de corriente admisible de cada unidad, para el sistema planteado se utilizarán **6 unidades** de idénticas características.

## 9. Diagrama de elementos principales de la planta FV. Distribución de energía





A partir de los valores del gráfico de la derecha, se pueden obtener datos relevantes, como por ejemplo el consumo de litros de combustible anual. Este valor será utilizado para conseguir el costo en la generación de energía según el proyecto vs el costo actual en la producción de energía.

Por otro lado se puede determinar el grado de cobertura solar de energía consumida directamente de los paneles fotovoltaicos y aquella almacenada temporalmente.

Detalles	
Consumo de energía anual	65.000 kWh
Energía fotovoltaica máx. disponible	112 MWh
Energía fotovoltaica utilizada	85.435 kWh
Energía fotovoltaica consumida directamente	27.619 kWh
Energía fotovoltaica almacenada temporalmente	57.817 kWh
Flujos anuales de capacidad nominal de la batería	204
Producción de energía anual del grupo electrógeno	9.728 kWh
Consumo anual de combustible	3.930 l
Grado de cobertura solar medio anual	89,8 %

## 10. Inversión. Flujo de caja. Análisis de la TIR y el VAN. Valores del kWh

La inversión necesaria es de US\$ 263000.

Si se analiza el valor de la TIR, este es superior a la tasa del costo del capital, por lo que el proyecto es rentable y factible para su ejecución.

El Payback se estimó en un poco más de 4 años.

Además comparando el valor del kWh de generación de la planta híbrida con respecto al generador de combustión interna funcionando actualmente, se observa que el valor de la primera es menor al segundo: 1,048 US\$/kWh vs 1,611 US\$/kWh.

## 11. Conclusión

Durante el desarrollo del proyecto se tuvieron en cuenta diversas alternativas en relación a la naturaleza del sistema generador de energía eléctrica. La combinación entre la energía fotovoltaica y aquella proveniente del grupo generador de combustión interna, para evitar la necesidad de un gran almacenamiento de energía, resultó ser la solución con el punto óptimo. La generación híbrida propuesta, permite obtener beneficios frente al actual generador de combustión interna. La contaminación ambiental es reducida 19 veces respecto a la existente, al igual que el consumo de combustible, es decir, se disminuyen los costos de operación del generador. Además el mantenimiento en general será mucho menor.

Del análisis desarrollado se puede concluir que a medida que aumenta la energía demandada a suministrar el sistema híbrido acrecienta su rentabilidad, en comparación con un generador de combustión interna funcionando en forma autónoma.

Para lograr una planta fotovoltaica totalmente autónoma, se debe estudiar con ímpetu nuevas tecnologías de almacenamiento que superan los costos y rendimientos de las baterías actuales.



El sinceramiento paulatino del costo de la energía en Argentina y las tecnologías alternativas de generación, han ganado terreno. La generación distribuida y la generación aislada autónoma son favorables para incrementar el aporte de energía a través de fuentes renovables principalmente para cambiar la matriz energética nacional en tamaño y forma.

Argentina debe acrecentar la eficiencia en el consumo de energía, como así también el ahorro de la misma, manteniendo un uso razonable y responsable. Esto se logrará por medio de una enseñanza y concientización eficiente a los consumidores.

### **Referencias**

1. Ley Nacional 27.191
2. Energía Solar Fotovoltaica – Cálculo de una instalación aislada – Miguel Pareja Aparicio.
3. Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina – CNEA.
4. Informe Mensual, principales variables del Mes. Febrero 2018 – CAMMESA.
5. Proyecto Instalación fotovoltaica aislada – Universidad Politécnica de Cartagena.

### *Páginas Web*

<https://eosweb.larc.nasa.gov>

<https://es.weatherspark.com/y/27041/Clima-promedio-en-Malarg%C3%BCe-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>

<https://www.google.com/maps>

### *Software*

Sunny Design

## Rehabilitación sísmica de edificios escolares mediante riostras y sistemas de disipación pasiva de energía

Cristian Bay, Gustavo Palazzo, Carlos Martínez, Julián Prados

Grupo de Estudio de Estructuras Civiles, UTN Facultad Regional San Rafael, Av. Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
cbay@frsr.utn.edu.ar

### Resumen

En zonas sísmicas es importante desarrollar estrategias de rehabilitación de edificios existentes, diseñados y construidos sin prescripción sísmica, o con requerimientos de códigos antiguos. Entre estas construcciones se destacan los edificios con funciones especiales, como es el caso de las escuelas. En estas construcciones es necesario desarrollar sistemas de refuerzo de bajo costo (para ser aplicado a un gran número de construcciones), y que puedan implementarse en poco tiempo. Como es necesario comparar diversas estrategias de refuerzo, se realiza en este trabajo el análisis estructural de un edificio escolar rehabilitado con riostras metálicas y con un sistema de disipación pasiva de energía. Se describen las características del edificio estudiado y los modelos numéricos empleados para su análisis, y se presentan los principales resultados. En las conclusiones se destacan las fortalezas y debilidades de cada estrategia de refuerzo, en referencia a la eficiencia de la respuesta, así como respecto a los costos de su implementación.

**Palabras Clave:** rehabilitación sísmica, edificios escolares, disipadores de energía.

### 1. Introducción

La incorporación de riostras a estructuras existentes es una de las tecnologías tradicionales que se han usado para rehabilitar estructuras en regiones con alta peligrosidad sísmica. También en las últimas décadas se han implementado estrategias de rehabilitación mediante sistemas de disipación pasiva de energía (Christopoulos y Filiatrault, 2007).

El objetivo de este trabajo es comparar las dos estrategias de rehabilitación bajo la condición de igual cantidad de material para ambos refuerzos.

El estudio se realiza considerando la simulación numérica de una escuela de la Provincia de Mendoza (Argentina). El modelo de la misma se analiza mediante un programa comercial según el método estático no lineal, y el dinámico no lineal. Para este último caso se consideran registros de falla lejana y cercana (con y sin pulso) escalados según un espectro del reglamento argentino.

### 2. Edificio en estudio y estrategias de rehabilitación

La estructura a evaluar corresponde a uno de los bloques laterales de una escuela de la provincia de Mendoza, que se ubica en la zona de mayor peligrosidad sísmica de Argentina. El edificio está integrado por 3 bloques separados por juntas de construcción, fue construido en el año 1983 con un reglamento sismorresistente de la década del '70. Los bloques laterales son de planta rectangular, mostrándose en la Figura 1 una fachada y una vista del pasillo.



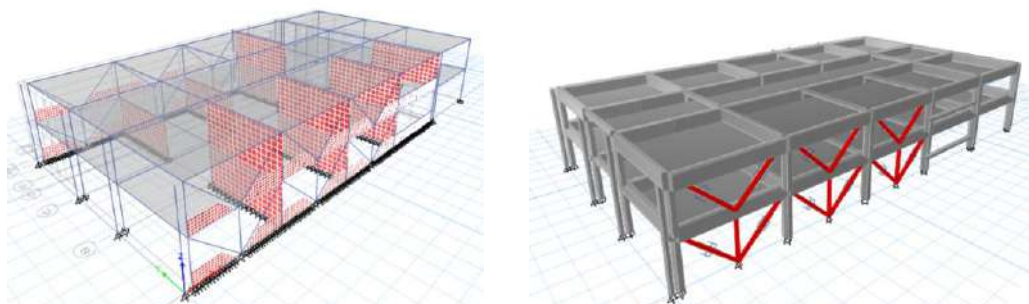
**Fig. 1.** Imágenes del bloque en estudio (izq. Fachada, der. Pasillo)

El bloque lateral en consideración posee dos plantas (con altura de 3,50 m en cada nivel), de 36,20 m de largo y 19,70 m de ancho. El sistema resistente a la acción sísmica está compuesto por: losas de hormigón armado en ambas plantas, muros de mampostería y pórticos de hormigón armado en la dirección transversal, y pórticos de hormigón armado en la dirección longitudinal. La sección transversal de las columnas de estos pórticos tiene 270 mm de ancho (en la dirección longitudinal) y 500 mm de largo (en la transversal); la sección transversal de las vigas tiene un ancho de 270 mm y un alto de 870 mm.

Según el reglamento sismorresistente actual (INPRES-CIRSOC 103, 2013), la construcción es sísmicamente vulnerable.

En la dirección longitudinal la rehabilitación consistió en el agregado de riostras metálicas (con sus bases). Se consideraron en los planos estructurales de fachada, según se observa en la Figura 2, 24 riostras conformadas por 2 perfiles normales U de 120 mm de altura (UPN 120), dispuestas en planta baja (PB) y en planta alta (PA). Cada riostra tiene un peso de 1,29 kN, y una rigidez elástica axial de tracción de 15.111,11 MPa/m. Esta estrategia se tomó del proyecto de ingeniería que se ejecutará en el edificio escolar, el cuál cumple los requerimientos del reglamento sismorresistente argentino.

La rehabilitación para esta estrategia consistió en un sistema de disipación histerético, conformado por Barras de Pandeo Restringido (BPR). Estos disipadores se ubicaron en la misma posición que las riostras, como también se observa en la Figura 2.



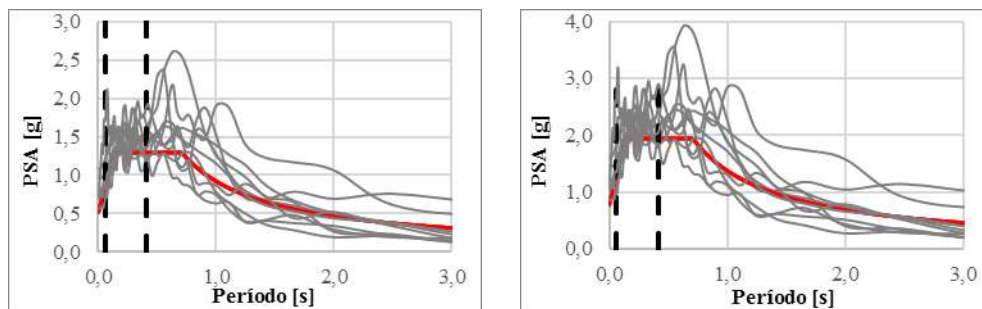
**Fig. 2.** Modelo computacional de la estructura rehabilitada (izq. con riostras, der. BPR)

Se diseñó un primer sistema de disipación, BPR-1, con dimensiones de los disipadores tales que en ambas plantas tuvieran un peso similar al de las riostras antes descriptas. Se logró un disipador con rigidez elástica de 90.234,00 kN/m y fuerza de plastificación de 379,20 kN. También se diseñó un segundo sistema de disipación, BPR-2, dimensionado según una metodología basada en desplazamiento (Mazza y Vulcano, 2014). Con este diseño las BPR-2 alcanzaron un peso similar a las riostras en PB, pero un 30 % menor en PA. Su rigidez elástica fue de 188.716,00 y 125.811,00 kN/m (PB y PA) y la fuerza de plastificación de 231,21 y 154,14 kN (PB y PA), respectivamente. Para ambas

BPR se especificó un factor de endurecimiento de 0,05, con barra central de sección circular lisa de acero, con tensión de plastificación de 220 MPa (AL220).

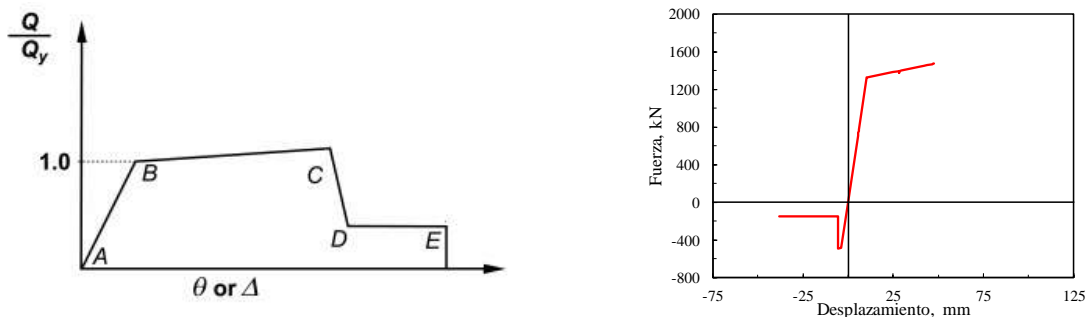
### 3. Modelos para la simulación computacional

En el sitio donde se encuentra la escuela se pueden presentar terremotos corticales (intraplaca) superficiales, con fallas inversas. Como para este sitio no se cuenta con mapas de falla, ni con registros con aceleraciones mayores a 0,52 g (condición del reglamento argentino), se seleccionaron 9 registros de la base de datos del Fema P695 (2009). En la figura 3 se presentan los espectros de demanda utilizados.



**Fig. 3.** Espectros de los acelerogramas seleccionados (izq. diseño, der. MCER)

Los modelos considerados en este estudio fueron analizados con el programa comercial de elementos finitos ETABS (2016). La estructura existente se modeló según se mostró en las Figura 2. En los extremos de las vigas y columnas se dispusieron rótulas plásticas, con relación no lineal carga - deformación según el FEMA 356 (2000), para el análisis no lineal de vigas y columnas de hormigón armado existentes (Figura 4). Las propiedades de cada punto característico de la curva mostrada en la Figura 4, se obtuvieron de las Tablas 6-7 y 6-8 del FEMA mencionado.



**Figura 4.** Relación carga – desplazamiento según FEMA 356 (2000)

Para las riostras también se consideró una relación no lineal carga - deformación, según se muestra en la Figura 4, con capacidad diferenciada a tracción y compresión (por los efectos de pandeo). En esta ley constitutiva, la fuerza de plastificación es de 1.328,88 kN en tracción (desplazamiento de 10,30 mm) y de 485,89 kN en compresión (desplazamiento de 3,80 mm).

Las BPR se simulaban según el modelo de Wen (Wen, 1976) disponible en ETABS (2016), tal como se aprecia en la Figura 5. En esta Figura se muestra el comportamiento histerético de la BPR-1 y la BPR-2, tanto para acelerogramas según el espectro de diseño (SDS) como para el espectro MCER.

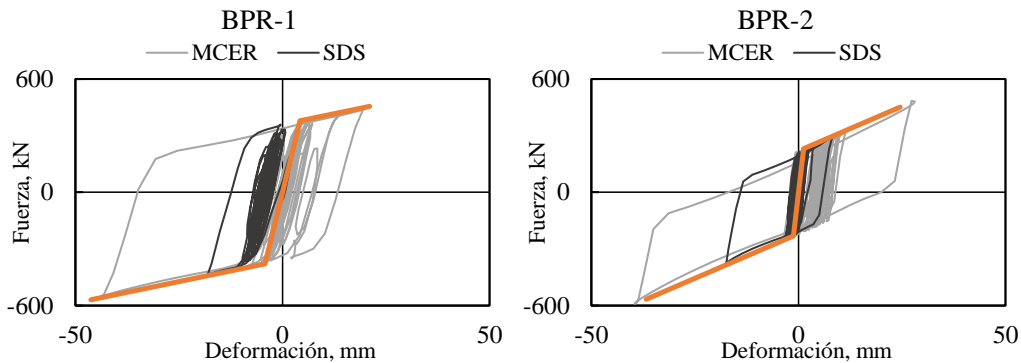


Fig. 5. Ley constitutiva de las BPR

#### 4. Resultados del análisis estructural

A efectos de evaluar el mecanismo de colapso en el modelo original y en el modelo con riostras, se realizó primero un análisis estático no lineal según el ASCE/SEI 41 (2013).

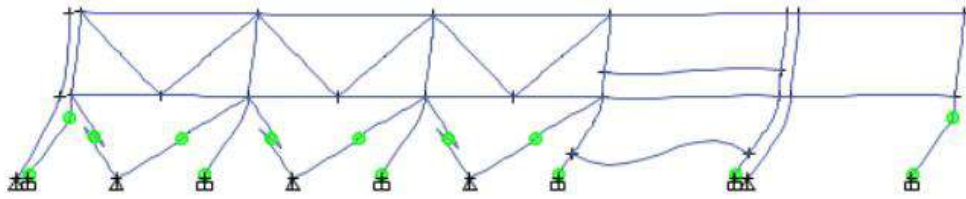
Posteriormente, y de acuerdo a los requerimientos del ASCE/SEI 7 (2016) para estructuras con sistemas de disipación, los modelos se evaluaron mediante el procedimiento de análisis dinámico no lineal. Se consideró en ETABS (2016) el procedimiento de integración directa, con un tiempo computacional de aproximadamente 3 horas para cada modelo sometido a un registro con sus 2 componentes horizontales. También como indica la norma, se consideraron los registros escalados según el espectro de diseño y el espectro MCER.

Para cada registro se consideraron los valores máximos de los parámetros de respuesta de interés: corte basal, desplazamiento en el techo y distorsión de piso. Con estos valores se obtuvieron los promedios, necesarios para el diseño y el control de respuesta según el reglamento americano. De acuerdo a este documento, el sistema resistente a la acción sísmica debería tener una resistencia mayor a la demanda a corte basal correspondiente al espectro de diseño, y el sistema de disipación y sus conexiones deberían diseñarse para resistir las fuerzas y los desplazamientos según el espectro MCER.

Los resultados del análisis estático no lineal, para el nivel de espectro de diseño, en los pórticos de fachada se muestran en la Figura 6. En el modelo original se presentan rótulas plásticas en base y capitel de columnas de PB; la mayoría de ellas alcanzó el límite de seguridad de vida LS (Life Safety), y dos de las rótulas llegaron al límite de colapso CP (collapse prevention). En el modelo con riostras, solo las columnas extremas presentan rótulas en base y capitel. Las riostras comprimidas sufren pandeo global, y las riostras traccionadas plastifican, con un estado límite LS. El modelo original tuvo un desplazamiento de 85,77 mm, mientras que el modelo con riostra llegó a 43,70 mm. Para el espectro MCER, en el modelo con riostras, se producen rótulas en base y capitel de 4 columnas de PB, y las riostras comprimidas alcanzan el límite CP (con un desplazamiento de 77,10 mm).

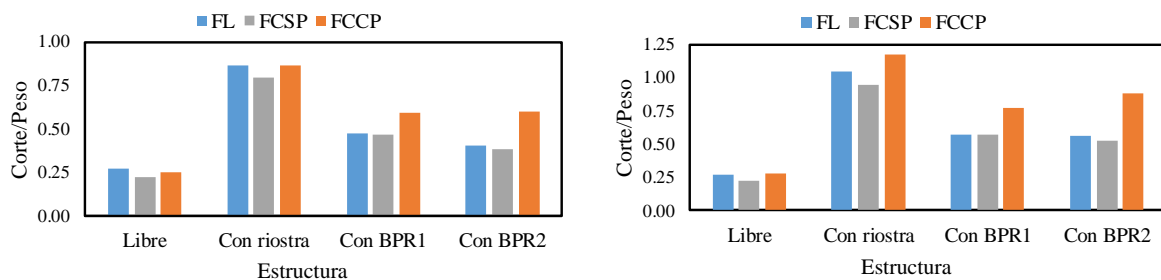


**Figura 6 (a).** Análisis estático no lineal bajo demanda de espectro de diseño (estructura original)



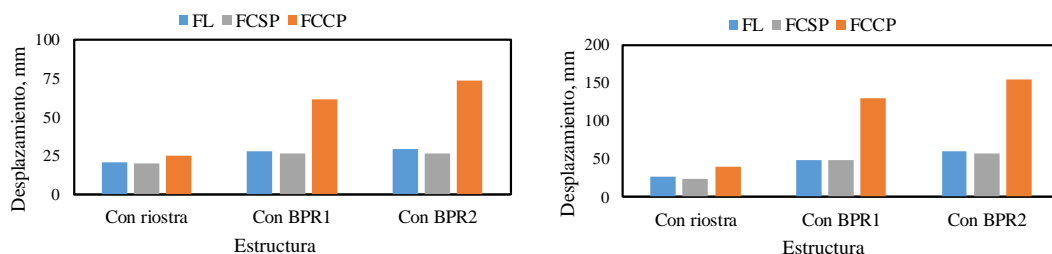
**Figura 6 (b).** Análisis estático no lineal bajo demanda de espectro de diseño (estructura con riostras)

El corte basal (valores máximos promediados) para cada modelo estudiado (estructura libre “PS”, con riostras “P+RE”, con BPR-1 “P+BPR1” y con BPR-2 “P+BPR2”) se presenta en la Figura 7. Donde “FL” corresponde a registros de sismos falla lejana; “FCCP” a registros de sismos falla cercana con pulso; y “FCSP” a registros de sismos falla cercana sin pulso. La estructura con riostra, por su rigidez más elevada, presenta una mayor demanda de corte basal, la cual triplica el corte basal del modelo original. Para los modelos con BPR, las demandas de corte son mayores para los registros de falla lejana con pulso.



**Fig. 7.** Corte basal máximo promedio (izq. sismo de diseño, der. MCER)

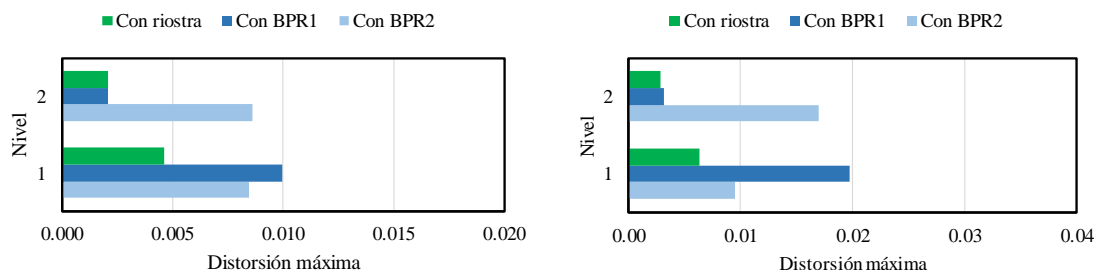
Los desplazamientos máximos promediados se muestran en la Figura 8. Para el espectro de diseño no hay diferencias importantes entre desplazamientos máximos del modelo con riostras respecto de los modelos con BPR, excepto para los modelos con BPR bajo los terremotos de falla cercana con pulso. Para el espectro MCER estas diferencias en desplazamiento son mayores. Para este espectro, según el análisis estático no lineal, las riostras alcanzan un nivel de desplazamiento de CP, aunque no se presentan para el análisis dinámico aumentos apreciables en los desplazamientos debido al pandeo de las riostras.



**Fig. 8.** Desplazamiento máximo promedio (izq. sismo de diseño, der. MCER)

Para todos los modelos, las derivas de piso máximas promedio son inferiores al 0,8 y 1,5 % (espectro de diseño y MCER); excepto para los modelos con BPR bajo registros de falla lejana con pulso, donde

se alcanzan valores de 1,6 y 3,5 % (espectro de diseño y MCER, respectivamente). Los valores de deriva máximo promedio para los 9 registros se presentan en la Figura 10. También se observa en este caso magnitudes mayores para los modelos con BPR.



**Fig. 9.** Derivas de piso máximo promedio (izq. sismo de diseño, der. MCER)

## 5. Conclusiones

La estrategia de rehabilitación con riostras implica una mayor demanda de corte respecto a la estrategia de rehabilitación con BPR; lo que implica una mayor demanda para sus conexiones con la estructura original, y de las bases donde las riostras reaccionan. En el modelo con riostras se logra un control de desplazamientos máximos y una deriva de piso con valores bajos respecto a los valores límites del reglamento. Pero el modelo de la riostra en ETABS no considera pandeo local ni la degradación del elemento por fatiga de bajo ciclo; podrían entonces estos elementos tener un desempeño inferior al previsto en el modelo, reduciendo la eficiencia del sistema de rehabilitación. Ocurrido un sismo, estas riostras podrían dañarse por lo que deberían ser reemplazadas.

En el modelo con BPR-1, y a efectos de comparar con la estrategia de rehabilitación tradicional, los disipadores se diseñaron con igual cantidad de material que el considerado en las riostras. En cambio, en el modelo con BPR-2, se aplicó una metodología de diseño basada en desplazamiento. La ventaja principal de esta estrategia de rehabilitación con sistemas de disipación, es que los dispositivos no sufrirán pandeo ni fractura por fatiga de bajo ciclo. Pero a igualdad de costo de materiales respecto a la estrategia de incorporar riostras, se tendrán mayores costos por la tecnología de fabricación y por los costos de ensayos prescritos por el reglamento. Para el edificio en estudio, el diseño de las BPR debería también modificarse para lograr desplazamientos máximos menores a la junta de separación de 50 mm con el edificio vecino.

## Referencias

1. ASCE/SEI 7 (2016). Minimum design loads for buildings and other structures. American Society of Civil Engineers.
2. Christopoulos C., y Filiatrault A. (2007). Principles of passive supplemental damping and seismic isolation. IUSS Press, Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia, Italy.
3. FEMA 356 (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Federal Emergency Management Agency.
4. FEMA P695 (2009). Quantification of building seismic performance factors. Federal Emergency Management Agency.
5. INPRES-CIRSOC 103 (2013). Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes, Parte I: Construcciones en general. INTI.
6. Mazza F., y Vulcano A. (2014). Displacement-based design procedure of damped braces for the seismic retrofitting of R.C. framed buildings. Earthq Eng Struct Dyn 2:155–174.

## Ampliación Ala Este de la Facultad Regional San Rafael

Joaquín Galdon, Jorge Belizón, Josefina Larghi, Mateo Di Cesare

UTN, Facultad Regional San Rafael, Av. Urquiza 314, 5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
galdonjoaquin@gmail.com

### Resumen

El presente proyecto corresponde al desarrollo de la Ampliación de la Segunda Planta del Ala Este de la Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional. La misma estará destinada principalmente a aulas, moduladas para permitir posibles variaciones y adaptaciones. En la actualidad, el Ala cuenta con una superficie cubierta de 1790 m<sup>2</sup> (planta baja y planta alta), que abarcan un total de 11 aulas, a lo cual se le adicionará una superficie de 840 m<sup>2</sup>, por lo tanto en un futuro tendremos un total de 17 ambientes áulicos y un SUM adicional. El edificio seguirá los lineamientos estructurales existentes, se respetará y reutilizará la mayor cantidad de elementos posibles para disminuir los costos de construcción. La problemática ha sido analizada mediante una visión integral, comenzando por un diagnóstico de las necesidades inmediatas e infraestructura actual hasta la selección de la alternativa más conveniente. El Proyecto se centra en la Etapa de Formulación; partiendo del recaudo de la información de la estructura actual, para su posterior diseño arquitectónico, análisis, evaluación y adecuación de la estructura existente a la proyectada y el cálculo de los elementos estructurales. Siempre considerando y respetando los aspectos técnicos, legales, ambientales, políticos, institucionales y económicos; vigentes a nivel Municipal, Provincial y Nacional.

### 1. Introducción

La educación es uno de los factores que más influye en el avance y progreso de personas y sociedades. Además de proveer conocimientos, la educación enriquece la cultura, el espíritu, los valores y todo aquello que nos caracteriza como seres humanos. Es necesaria en todos los sentidos, pero en mayor medida, para alcanzar mejores niveles de bienestar social y de crecimiento económico.

Sin embargo, para poder lograr los objetivos mencionados, es necesario invertir en calidad de educación, la cual incluye recursos humanos suficientes y correctamente especializados, plan de educación adecuado y acorde a los objetivos específicos e infraestructura edilicia. Por esta última necesidad, se identifica la problemática del presente proyecto; “Déficit de la infraestructura edilicia de la sede central de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael”, debido a que en los últimos años, la matrícula ha tenido un gran crecimiento.

Es por ello que aparece la necesidad de buscar una solución y de realizar un estudio a nivel de pre factibilidad, planteando diferentes alternativas y adoptando aquella que resulte más conveniente, en vista de lograr el objetivo del proyecto.

### 2. Identificación del Problema



Con la reforma reciente de la Ley de Educación Superior Nº 24.521; en los últimos 5 años la matrícula de la facultad ha crecido de 800 a 1100 alumnos aproximadamente. Estos números estadísticamente representan un gran aumento en la demanda de espacio físico y servicios de la facultad.

Por lo tanto, la problemática que se presenta en este Proyecto es el déficit de la infraestructura edilicia y de servicio de la sede central de la Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional; problema que conlleva a una disminución en la calidad educacional de la misma.

### **3. Identificación de las Alternativas de Solución**

Teniendo en cuenta la ampliación de matrículas, incremento de planta docente y no docente, ampliación de los servicios académicos de investigación y desarrollo y de extensión, entre otros, se puede determinar que el problema central es la falta de superficie cubierta y semicubierta. Ante esta demanda de mayor superficie cubierta útil, se plantean las siguientes alternativas de solución;

- I. Generación de la segunda planta del Ala Este
- II. Generación de la segunda planta del Ala Oeste
- III. Ampliación del Edificio de Laboratorios – Ala Oeste, generando el tercer nivel proyectado sobre el espacio existente
- IV. Ampliación del Edificio de Laboratorios – Ala Oeste, generando los dos niveles proyectados
- V. Adquisición de predios colindantes y/o cercanos que posibiliten el desarrollo de infraestructura útil; generación del proyecto de infraestructura

#### **3.1. Elección de Alternativa Optima**

Al analizar las alternativas de solución, a simple vista se nota la necesidad de las alternativas I, II, III y IV por sobre la V, ya que las primeras cuatro persiguen un objetivo en común: la construcción de una infraestructura futura. La alternativa V sugiere la adquisición de terrenos que luego mediante la generación de nuevos proyectos, se les colocará infraestructura.

Al comparar las alternativas III y IV con la I y II se observa que todas son necesarias y beneficiosas. Las dos últimas se destacan de las anteriores ya que los objetivos que éstas persiguen; incorporación de aulas por sobre laboratorios, son de mayor importancia y de carácter urgente. Esto último se debe a que, como y se ha dicho, urge la necesidad de cumplir con el crecimiento exponencial de matrículas dentro de la facultad. Dichos motivos son las causas de descarte de las alternativas III y IV.

Al estudiar aspectos más puntuales, la primera alternativa cuenta con espacios de circulación y vinculación sobre planta alta, por tener una parte de la ampliación del Ala ya materializada (dos aulas y un Espacio de Usos Múltiples en Planta Alta, ascensor, escalera, vinculación con Sector Norte en Planta Baja).

Una vez finalizada la comparación y evaluación de las alternativas de solución, se elige como solución óptima la alternativa 1, destacando que actualmente, sus objetivos son los más necesarios y urgentes, posee los costos más bajos y la menor relación beneficios – costos.

### **4. Diseño Arquitectónico**

El presente proyecto desarrollará el Diseño Arquitectónico de la ampliación en Planta Alta del Ala Este, la construcción de 840 m<sup>2</sup> de superficie cubierta total, en planta alta, destinada principalmente a módulos áulicos, accesos y servicios.

El diseño que se llevará a cabo coincidirá prácticamente en su totalidad con el esquema existente en Planta Baja, de esta forma, se logra un aprovechamiento óptimo de lo existente y del espacio, para cumplir con las necesidades planteadas.

En Planta Baja se modificará el esquema de los dos bloques existentes, para poder individualizar los mismos, brindando una solución estructural segura frente a la remodelación de todos los espacios, el nuevo edificio se encontrará dividido en 4 bloques áulicos.

En Planta Alta, se proyectarán siete aulas y un SUM, divididos en los cuatro bloques, el primer bloque, se encontrará en la parte sur del ala, tendrá una superficie de 195 m<sup>2</sup> destinada a dos aulas, más una galería abierta común en todo el Ala. El segundo bloque, el inmediato siguiente al bloque 1, hacia el norte, contará con 225 m<sup>2</sup> de superficie, destinado a un aula de dimensiones considerables, las cuales abarcarán el espacio provisto para la continuación de la circulación proveniente de los otros bloques. Mientras que el tercer bloque, en la parte norte del ala, se dividirá en tres aulas, con una superficie de 288 m<sup>2</sup>, más los espacios de accesos (galerías). En el cuarto bloque, se encontrará sobre el SUM existente en planta baja, será de 132 m<sup>2</sup> de superficie, destinado a un SUM y su respectivo acceso. Se proyectará también una escalera externa aproximadamente en el centro del Ala para evitar que las circulaciones y vías de escape en planta alta sean muy extensas.

Además, se modificará el aula 18 de la Planta Alta existente, transformando parte de ella en un bloque sanitario, de las mismas características al que se encuentra en Planta Baja.

Por último, se generará la vinculación con el Sector Norte (Biblioteca y Buffet) existente y con el futuro proyecto del Edificio de Gestión e Investigación.

## **5. Diseño Estructural**

Al momento del planteo Estructural, se evaluaron las diferentes posibilidades de diseño, con el fin de poder utilizar la mayor cantidad de elementos estructurales existentes, respetando los requisitos reglamentarios, funcionales y de seguridad de las personas. Para ello, se analizaron los bloques, planos y elementos estructurales existentes y las posibles modificaciones en función de los análisis de cargas, condiciones de vínculos y modelación de esfuerzos, para luego dimensionar dichos elementos.

### **5.1. Análisis de la Estructura Existente en Función de la Reglamentación**

#### **5.1.1. Esquema Estructural**

La estructura a ampliar, actualmente se encuentra dividida en dos bloques, por un lado el SUM y por el otro, un grupo áulico, el cual consta de 63.25 m de largo y 10.50 m de ancho. En este último se aprecia el predominio de una dimensión con respecto a la otra, lo que influye negativamente en la respuesta estructural, debido a que genera grandes componentes torsionales ante la acción sísmica. Es recomendable que la longitud más grande no exceda el doble de la dimensión más chica, de lo contrario, para optimizar el comportamiento de la estructura frente al sismo corresponde realizar juntas constructivas para disminuir dicha relación. Estas juntas deben garantizar el movimiento independiente de cada bloque. Es por ello que en el grupo áulico se tomó la decisión de analizar la subdivisión en cuatro bloques. La

junta se materializará individualizando los bloques con la generación de nuevos muros. Deberá estudiarse la separación entre estos muros para que los bloques puedan deformarse libremente frente a solicitaciones de sismo, y no impartir nuevas solicitaciones sobre los bloques adyacentes debido a las deformaciones sufridas.

### 5.1.2. Dimensiones y Armaduras de Columnas

Otro aspecto que se analizó fueron las dimensiones y secciones de armadura de los elementos de hormigón armado para evaluarlo con respecto a los reglamentos vigentes. Se estudió la relación entre la sección de hormigón y las secciones de acero de las columnas existentes, para luego compararlas con las cuantías límites de armadura de elementos comprimidos, impuestas por el Reglamento CIRSOC 201.

Según la información aportada por los testimonios del Ing. Vilches la armadura de las columnas existentes del bloque áulico, consta de 6 barras de 12 mm de diámetro (6 Ø 12), con estribos de 6 mm de diámetro cada 10 cm (1 Ø 6 c/10 cm). Mientras que las dimensiones de las columnas relevadas son de 25 cm de ancho por 45 cm de largo. Por lo tanto, la cuantía será:

$$\frac{A_{st}}{A_g} = \frac{6.78 \text{ cm}^2}{1125 \text{ cm}^2} = 0.006 \text{ cm}^2$$

Se aprecia que dicha relación se encuentra por debajo de las exigencias mínimas en la totalidad de las columnas existentes. Es por ello que independientemente de los esfuerzos a ser sometidas, deberán ser reforzadas para cumplir con dicho requisito.

Producto de lo antes mencionado, se deben analizar las restricciones de vinculación de las columnas a reforzar, considerando que dicho refuerzo no podrá anclarse, según lo dispuesto en el Reglamento CIRSOC 201, a las bases de hormigón armado existentes para considerarlas como empotradas a ellas. En esta instancia, es prudente estimar la unión columna – base con un vínculo de doble restricción, librando a la estructura a una posible rotación. Esta limitación plantea además la problemática de poder unir los refuerzos nombrados a la estructura existente. Como es de saber, lograr que la nueva estructura sea solidaria a la existente presenta grandes incertidumbres difíciles de responder.

En las columnas existentes en el bloque del SUM la situación cambia, las mismas tienen dimensiones de 18 cm de ancho por 40 cm de largo, y una armadura compuesta de 6 barras de 12 mm de diámetro y 2 barras de 10 mm de diámetro. Estas columnas son las existentes dentro del SUM, las columnas de la galería son circulares de 20 cm de diámetro con 4 barras de 10 mm de diámetro armadas de forma rectangular. A continuación se observan las cuantías de ambas columnas:

$$\frac{A_{st}}{A_g} = \frac{8.35 \text{ cm}^2}{720 \text{ cm}^2} = 0.011 \text{ cm}^2 \text{ Columna rectangular}$$

$$\frac{A_{st}}{A_g} = \frac{3.14 \text{ cm}^2}{314.16 \text{ cm}^2} = 0.009 \text{ cm}^2 \text{ Columna Circular}$$

Se puede observar que las columnas rectangulares cumplen con la cuantía mínima, situación contraria de las columnas circulares, es decir no cumplen con la cuantía mínima.

## 5.2. Adecuación y Análisis de Estructura Existente Frente a las Nuevas Solicitaciones

Una vez estudiados todos los elementos estructurales existentes, se procedió a analizar las nuevas cargas a generarse sobre la estructura, junto al nuevo esquema estructural, respetando los elementos aptos para dichas cargas y adecuando o desechando los que no correspondan, para luego llevar a cabo el cálculo y dimensionamiento de ellos.

### **5.2.1. Esquema Estructural**

En primer lugar, y como se detalló anteriormente, se divide el bloque existente del grupo áulico en tres bloques para evitar grandes componentes torsionales ante la acción sísmica. El Bloque 4, correspondiente al SUM, queda con las dimensiones actuales.

La estructura existente consta de muros sismorresistentes y pórticos de Hormigón Armado. Los muros sismorresistentes se adecúan según el análisis que se realiza en el *punto 5.2.2*, generando mayor cantidad de ellos para evitar rupturas debido a las sollicitaciones sísmicas que se producirían por las relaciones de dimensiones de los bloques. Por su parte, los pórticos de Hormigón Armado planteados tienen características particulares según su ubicación. Se generarán columnas nuevas, circulares de hormigón armado, de 30 cm de sección, y empotradas al suelo mediante bases de hormigón armado. En el Bloque 4 se utilizarán las columnas circulares existentes, previa verificación. En los Bloques 1, 2 y 3, se generarán dos tabiques de 80 cm por 20 cm en ambos extremos, suprimiendo las bases existentes en la zona de influencia e incorporando nuevas acorde a los esfuerzos, y de esta forma el plano adquirirá rigidez, y las cargas de flexocompresión se aplicarán solamente a estos nuevos tabiques, y no a las columnas intermedias existentes. Dichas columnas se consideran en sus bases, vinculadas mediante apoyos dobles ya que el refuerzo necesario a incorporar no llegará a ellas, además, se considerarán articuladas en su extremo superior, por lo tanto absorberán solo cargas axiales, imponiéndole todos los esfuerzos de flexocompresión a los tabiques. En los Bloques 1, 2 y 3 (según corresponda) se utilizarán las columnas existentes con su correspondiente refuerzo, considerándolas con un apoyo doble en su base y tomando esfuerzos de flexocompresión a nivel de entrepiso. Todos los pórticos de Hormigón Armado antes mencionados, a nivel de entresijos contarán con nuevas vigas de carga según cálculos.

Los planos estarán vinculados a nivel de entrepiso, principalmente mediante losas cerámicas, a excepción de algunos casos, en donde se proyectan losas macizas. A nivel de techo, por contar con cubierta liviana, los planos se encontrarán desvinculados, originando articulaciones en los capiteles de las columnas. En dicho nivel, se reutilizarán o se generarán, según corresponda, vigas metálicas y correas de techo.

La escalera exterior proyectada será de Hormigón Armado, contando con un tabique central que recibirá toda carga proveniente de los escalones y las losas de descanso. Se considerará externo al sistema de bloques, generando un análisis independiente. El tabique estará empotrado al suelo mediante una única base.

### **5.2.2. Análisis de las Columnas Existentes**

El análisis se dirige principalmente a realizar el estudio de las columnas existentes que son parte de los pórticos, determinar si las mismas se encuentran en un rango seguro de trabajo, con las dimensiones y armaduras nombradas, y de esta forma fijar el refuerzo necesario. El estudio se realiza para la combinación de cargas sísmicas, que forman parte de las combinaciones más desfavorables para las columnas. Claramente las vigas se generan nuevamente, debido a que las condiciones de estas con la losa, no aplican para las existentes.

La ilustración 1, esquematiza la carga axial y la ilustración 2 el momento flector correspondiente a las columnas C4, de los bloques 1 y 3.



Ilustración 1 - Esfuerzos Axiales

La ilustración 3 muestra los resultados de una planilla de cálculo (CALCAP) para la situación de la columna C4, respondiendo a las solicitaciones anteriores. El primer punto es de la columna en planta baja, el segundo en planta alta.

Se aprecia que el punto donde trabaja la columna C4 en planta alta (2° punto) se encuentra externo al diagrama de iteración para la configuración de la columna, esto significa que se encuentra fuera del rango seguro de trabajo, por lo que debe reforzarse para que resista las solicitaciones impuestas.

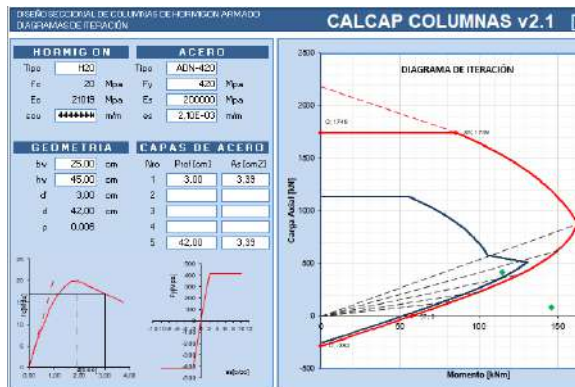


Ilustración 2 - Momentos Flectores

Ilustración 3 - Calcap Columna C4

### 5.2.3. Alternativa de Refuerzo para Columnas

La alternativa de refuerzo para las columnas existentes a considerar, respeta el diseño estructural planteado anteriormente, recordando que dichos refuerzos no podrán ser anclados en las bases, por lo tanto, la condición de vínculo será un apoyo doble.

Ésta, cuenta con la demolición parcial de las columnas, dejando 40 cm de hormigón en la base, que aseguran que la columna resista los momentos hasta dicha altura. Las barras de acero de la armadura existente deberán mantenerse en toda su longitud. Como puede apreciarse la tarea de demolición necesitará de sumo cuidado para no romper la armadura. En los 40 cm de columna que queden, se practicarán orificios de unos 15 cm de profundidad por un diámetro

según la barra a anclar, donde se introducirán con anclaje químico las barras que, junto a las barras existentes, conformarán la nueva columna. El empalme deberá ser rugoso, y se deberá pintar con algún químico que asegure el monolitismo entre el hormigón endurecido y el nuevo. Las barras de 12 mm de diámetro existentes se empalmarán a una altura de 2 m aproximadamente (medidos desde el nivel de piso terminado) mediante empalmes mecánicos, tratando de disponer los mismos con variaciones de a 10 cm para no crear una zona de concentración de tensiones o una zona débil en la columna.

Esta disposición de las armaduras y el empalme entre la columna existente y la nueva columna, nos asegura que las mismas cumplan con los modelos estructurales planteados. Además, en la parte superior se producirá un empotramiento perfecto, debido al monolitismo que se generará.

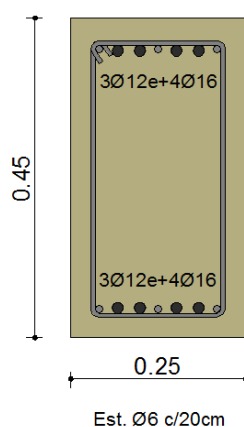


Ilustración 4 – Refuerzo de Columnas

## 6. Conclusión

Desde el punto de vista de todo el análisis de la factibilidad tecnológica, la alternativa elegida para la solución de la estructura es la que logra la mejor reutilización de elementos estructurales existentes, en plena armonía con los nuevos esquemas estructurales, dando la mejor eficiencia entre el comportamiento teórico y el práctico.

El estudio de Factibilidad del proyecto ha dado valores positivos en todas las áreas, por lo que resulta conveniente, para los autores, continuar con el estudio de evaluación de proyecto. Estudiando la realización de las instalaciones y adecuando el proyecto al formato más conveniente de contratación de contratista, para la Facultad Regional San Rafael.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo formó parte del Proyecto Final de la carrera de Ingeniería Civil, intentando por parte nosotros, devolver algo de todo lo que nos ha dado a los largo de muchos años nuestra querida Facultad Regional San Rafael.

Agradecemos al Ingeniero Felipe Genovese y al Ingeniero Roberto Vilches por darnos la oportunidad de confeccionar este proyecto.



## Micro Hidro Generación en Canales de Riego

Esteban Ariel Martínez Ciriza

UTN Facultad Regional San Rafael, Av. Urquiza 314,  
5600, San Rafael, Mendoza. Argentina  
esteban\_martinezciriza@hotmail.com

### Resumen

La generación de energía eléctrica utilizando fuentes renovables como el agua, representa una de las soluciones de mayor viabilidad técnica, económica y ambiental a la problemática del suministro de energía confiable y estable. La hidrogeneración a pequeña escala es una de las alternativas más interesantes, especialmente por el bajo costo de operación y mantenimiento. El departamento de San Rafael, Mendoza, es una zona óptima para realizar aprovechamientos hidroenergéticos, por medio de turbinas hidrocínéticas, ya que esta zona posee una amplia red de canales a cielo abierto para riego. Motivo por el cual, el presente proyecto propone aprovechar la energía cinética del agua de dichos canales, mediante el diseño de una central hidroeléctrica, con un coste mínimo de construcción, que pueda ser utilizada de manera práctica, persiguiendo el máximo rendimiento. La energía generada mediante esta tecnología, se pretende inyectar a la red de distribución local existente.

**Palabras Clave:** Hidrocínética, canales de riego, red de distribución

### 1. Introducción

Este proyecto pretende evaluar los cuencos amortiguadores de energía del sistema de riego del Río Diamante para determinar cuál de estos está mejor posicionado para ubicar una central hidroeléctrica.

Se busca analizar el marco legal en cuanto al uso del recurso hídrico y a la posibilidad de integrarse al sistema de distribución de energía eléctrica, dando así pre-factibilidad técnica al proyecto.

Habrà que proponer un diseño civil de la obra necesaria y uno electromecánico de las máquinas e instalaciones, apuntando a obtener un óptimo funcionamiento con el mínimo costo y el menor impacto ambiental.

Finalmente, realizar una evaluación del proyecto para determinar en cada etapa plazos de ejecución, equipamientos necesarios, costos de construcción, operación y ganancias, describiendo la manera de operar y concluyendo con la conveniencia o no de su ejecución.

### 2. Documento Principal

#### 2.1. Objetivos

- a. Conocer el marco legal necesario para insertar una Pequeña Central Hidroeléctrica
- b. Evaluar potencialidad del sistema de riego del Río Diamante
- c. Proponer y seleccionar los órganos principales de la central

Luego de realizado el análisis de las potencialidad hidroenergética en la Red Primaria del Río Diamante se determinan los puntos de mayor conveniencia para instalar una central hidroeléctrica. Se logró la construcción de un prototipo de turbina para determinar experimentalmente el diseño que posee el mejor rendimiento junto con las distintas condiciones en las que deberá funcionar la turbomáquina. Con la turbina instalada en el laboratorio de la Facultad Regional San Rafael, se corrobora el cálculo teórico, se corrige el diseño y se estudian los fenómenos que pueden producirse en su funcionamiento.

## 2.2. Marco Legal

El estudio de factibilidad de un proyecto debe asignar especial importancia al análisis y conocimiento del cuerpo normativo que regirá la acción del proyecto, tanto en su etapa de origen como en su implementación y posterior puesta en marcha.

La Resolución 269/2008 de la Secretaría de Energía establece la figura de Autogenerador Distribuido. Consiste en un consumidor de electricidad que además genera energía eléctrica, pero con la particularidad que los puntos de consumo y generación se vinculan al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) en diferentes nodos de conexión.<sup>1</sup> Tiene el objetivo de impulsar una nueva oferta energética privada.

El Autogenerador Distribuido deberá cumplir los requerimientos y sus transacciones en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Se realizarán de la misma forma que el Autogenerador en función de lo definido en el Anexo 12 de "Los Procedimientos" normativa de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima, CAMMESA.<sup>1</sup>

El Autogenerador Distribuido deberá tener dos o más puntos de intercambio con el SADI, correspondientes a sus puntos de generación, consumo, o ambos, todos ellos asociados a la misma empresa. Por lo tanto, no será de aplicación para esta figura el punto 2b) del anexo 12 de "Los Procedimientos" (debe estar vinculado con un punto de intercambio con el SADI).

Los Autogeneradores Distribuidos podrán realizar contratos en el mercado a término con distribuidores y grandes usuarios del MEM.<sup>1</sup>

## 2.3. Potencialidad del Sistema de Riego

Se inicia el proyecto estudiando las condiciones hidrológicas de la Zona Sur de la Provincia de Mendoza. Esta posee cauces naturales construidos por la necesidad de riego, en estos se pretende lograr el aprovechamiento de la energía que se encuentra disponible en los cuencos disipadores de energía, una potencial alternativa sería utilizar la energía cinética que posee el agua en otros tramos, pero estos no son motivo de estudio en este proyecto.

## 2.3. Descripción del Sistema de Riego

El oasis irrigado por el Río Diamante cuenta actualmente con una infraestructura Hidráulica compuesta de un sistema de diques embalses "Agua del Toro", "Los Reyunos" y "El Tigre" y dos diques derivadores "Galileo Vitali" y "Vidalino", de estos dos últimos diques derivan todos los cauces del sistema de riego de dicha zona, (Figura 1).<sup>2</sup> Se puede decir que el área de riego del Río Diamante es la que cuenta con la mejor y más nueva infraestructura hidráulica de la provincia de Mendoza.



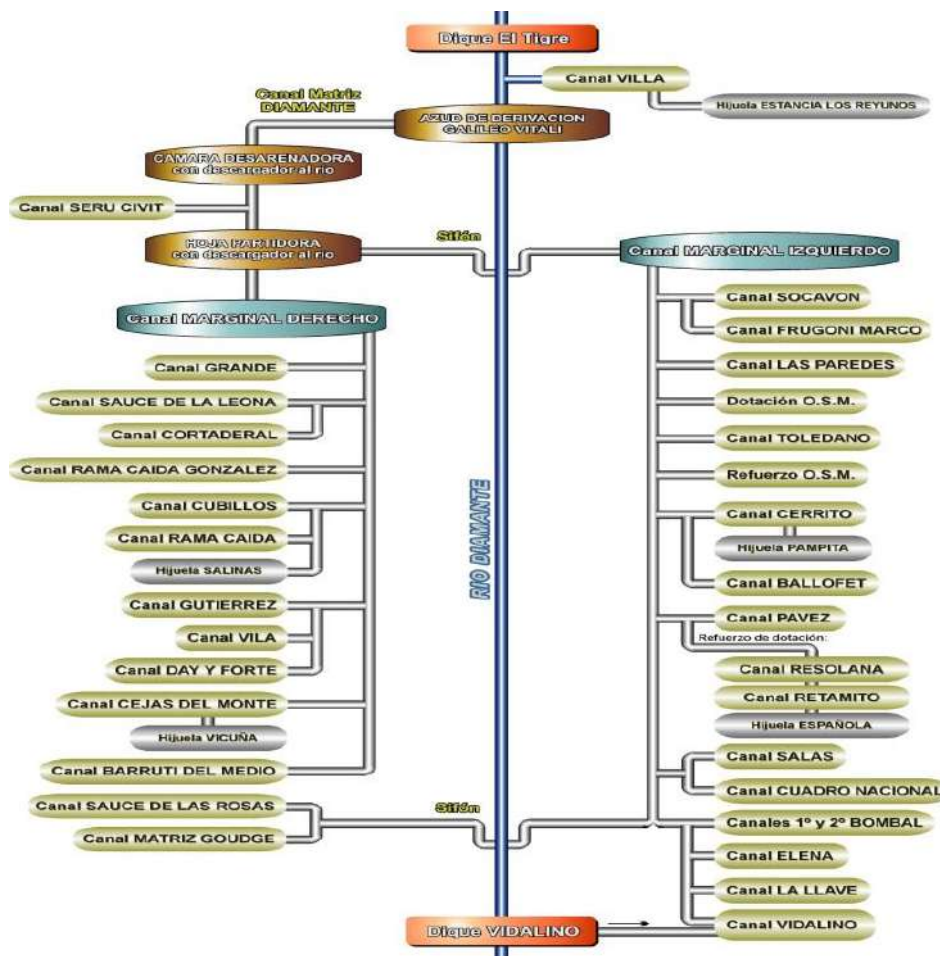


Fig. 1. Posibles aprovechamientos en el sistema de riego del Río Diamante

Como vemos, se han utilizado referencias para nombrar los diferentes posibles emplazamientos. Es de destacar que el criterio empleado para la priorización surge del análisis del gráfico de potencias medias mensuales (Figura 2) y de las posibilidades concretas de construcción en la infraestructura primaria de riego del Río Diamante dependiente del Departamento General de Irrigación.<sup>2</sup>

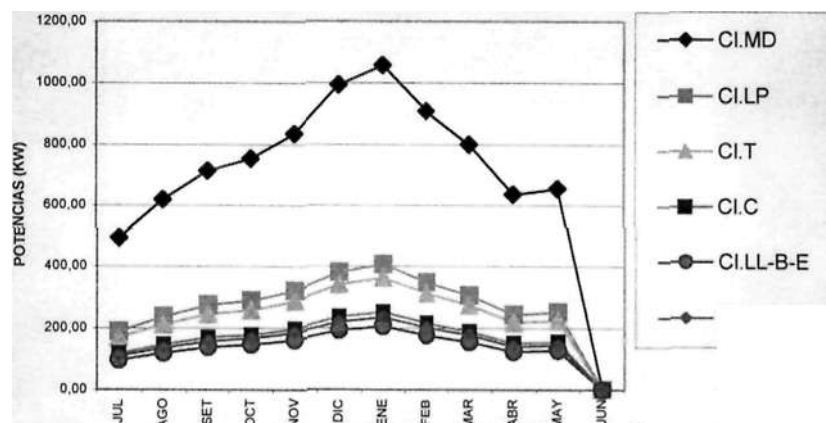


Fig. 2. Potencias medias mensuales

Considerando que la instancia de modificación de la infraestructura de riego en dicho lugar implicaría modificaciones significativas para su construcción, por esto es que se plantea la conveniencia de evaluar otras alternativas mejor posicionadas en cuanto a las posibilidades constructivas.

Para lograr experiencia en el desarrollo integral de Pequeños Centrales Hidroeléctricas, se realiza el estudio de pre-factibilidad en posibles emplazamientos donde se puedan lograr condiciones favorables para la construcción civil sin involucrar grandes obras y sin comprometer el sistema de riego. Es así que se profundiza el análisis, a efectos de considerar un avance de definición, en la obra correspondiente a la derivación del Canal Sauce de las Rosas - Matriz Goudge (Cl. MG-SR).

#### 2.4. Localización

El diseño de la pequeña central se encuentra a unos 1200 m al Sur de la Av. Alberdi ingresando por la calle El Monte, al Sur de la ciudad de San Rafael. Las coordenadas geográficas son: Latitud 34°39'47.85"S; Longitud 68°15'47.01"O, (Figura 3).



**Fig. 3.** Ubicación del proyecto

En este sector el Canal Marginal Izquierdo pasa de esta margen a la derecha del Río, a través de una conducción cerrada construida de dos conductos de longitud significativa.

Al efecto de lograr la cota de ingreso a la conducción cerrada, se ha construido un edificio de compuertas, una rampa de bajada de gran pendiente, de un salto de 6 m, y un tramo de canal rectangular hasta la embocadura del entubado (Figura 4). El caudal medio disponible es de 3.72 m<sup>3</sup>/s, el rendimiento global se estima en un 70 %<sup>3</sup>, lo cual implicaría una potencia media de:<sup>4</sup>

$$P = \eta * \rho * g * Q * h = 0.7 * 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.82 \frac{m}{s^2} * 3.72 m^3 * 6m = 153427.68 \frac{kg*m}{s^2}$$

Llegando a una máxima de 234 kW con el caudal máximo. Esta disposición de infraestructura facilitaría la disposición de una pequeña central en la margen derecha de la obra, e inclusive quedaría dentro del sector protegido por las defensas existentes. El antecanal actuaría de cámara de carga, ya que se cuenta con el edificio de compuertas existente, se conduciría a presión hasta la turbina, para luego descargar en las cercanías de la embocadura del entubado.



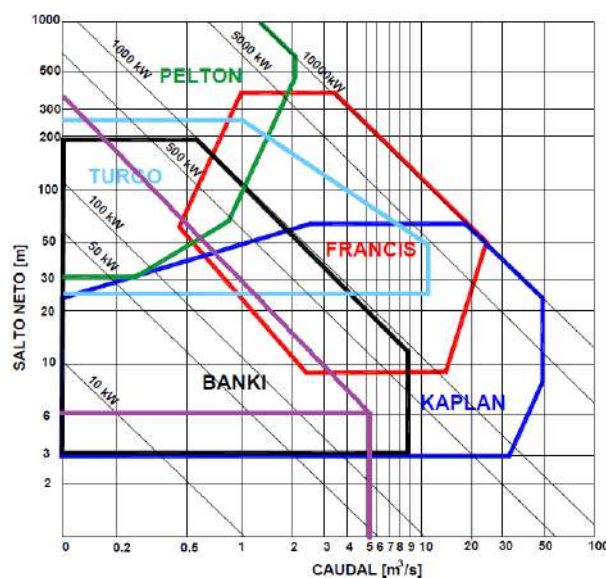
**Fig. 4.** Cuenco amortiguador canal Sauce de las Rosas - Matriz Goudge

## 2.5. Órganos Principales de la Central

Evaluación de la turbo-máquina más conveniente

Una amplia variedad de rodets han sido desarrollados para transformar la energía hidráulica en mecánica, sin embargo según las características de caudal y altura que existe para cada caso particular un único modelo de turbina que posee las mejores prestaciones frente al resto (Figura 5).

De manera que conociendo el caudal y la altura del salto que posee el canal Matriz Goudge Sauce de las Rosas podemos encontrar una primera aproximación de la turbo-máquina que nos dará las mejores prestaciones.



**Fig. 5.** Nonograma elección de turbinas

El nomograma anterior muestra el campo de aplicación de cada tipo de turbina en función del caudal y el salto disponible.<sup>5</sup> Para el caso particular del cuenco de acceso al entubado Matriz Goudge Sauce de las Rosas que posee un caudal máximo de  $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$  y una altura de  $6 \text{ m}$ ,<sup>3</sup> las turbinas que se adaptan con mayor eficiencia son la Banki y la Kaplan.

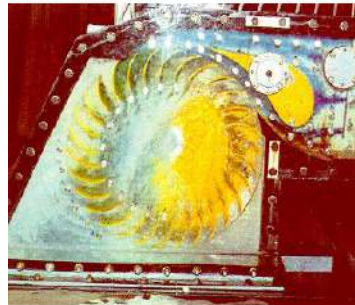
La elección se enfoca principalmente en una turbina que implique una obra civil mínima, con el menor costo tanto de obra como de la turbo-máquina.

La elección de una turbina Kaplan (Figura 6) o una Hélice exige una obra de toma, un entubado capaz de transportar todo el flujo de agua hasta una válvula de seguridad, a continuación se encontraría la carcasa espiral, el distribuidor la turbina para finalmente restituir el caudal al cauce a través del tubo de succión.<sup>6</sup> Todo esto supone importantes gastos, no solo en la obra civil sino también en el equipamiento necesario para accionar la turbina. En el caso de las turbinas bulbo es similar al anterior descripto.

La sección rectangular del flujo que existe justo antes de que el agua caiga al cuenco amortiguador, hace posible la colocación de una turbina Michel Banki (Figura 7) en cauces que posean esta sección, con un costo mínimo. De esta manera la obra a realizar incluiría una obra de toma sencilla que no modifica la sección del canal, además la válvula de seguridad puede ser reemplazada por una compuerta.



**Fig. 6.** Turbina Kaplan



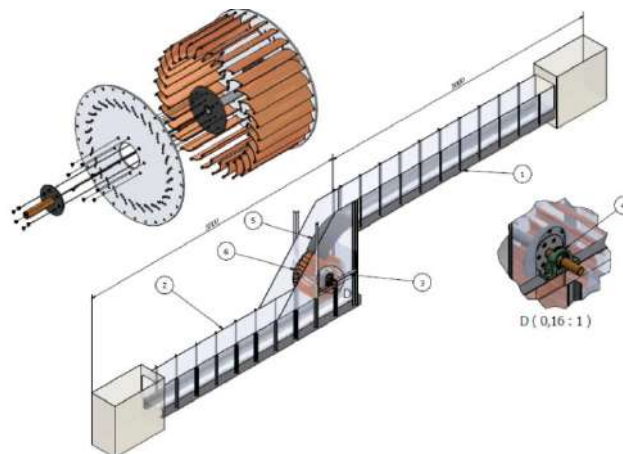
**Fig. 7.** Turbina Banki

Las ventajas más importantes en la elección de una turbina Michel Banki, es su fácil fabricación y su bajo costo. Por lo que es fácilmente de aplicar este modelo de turbina a los caudalosos canales que poseen esta sección y en particular al proyecto de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. La diferencia fundamental respecto a otras turbinas radica en que no hay deflexión axial del chorro, ya que el flujo discurre sobre planos perpendiculares al eje.<sup>6</sup> La eficiencia de la turbina Michel Banki es buena dentro de un amplio rango de caudales, aunque no es muy alta si se compara con las turbinas Francis o Pelton. Sin embargo debido a su bajo costo y fácil fabricación local, es una alternativa interesante para pequeñas centrales.<sup>6</sup>

## 2.6. Prototipo de una Michel Banki

Antes de la construcción de la turbina a escala real, resulta interesante ensayar un modelo a escala para determinar experimentalmente el diseño que posee el mejor rendimiento junto con las distintas condiciones en las que deberá funcionar la turbo-máquina. De esta manera se corrobora el cálculo teórico, se corrige el diseño y se estudian los fenómenos que pueden producirse en su funcionamiento. Con la idea de lograr un ensayo de una turbina Michel Banki, se diseñó un prototipo de para ser ensayado en el laboratorio de la Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional (Figura 8).

Este prototipo de turbina tiene una sección de admisión ocho veces más pequeña que el modelo real, aunque el diámetro y la forma de los álabes, es idéntica a la turbina calculada. Con la idea de observar los fenómenos que se producen durante el paso de agua por el interior de la máquina, se diseñaron las placas laterales de policarbonato transparente, y los álabes de PVC.



**Fig. 8.** Diseño del modelo a ensayar

## 2.7. Conclusiones

El marco legal existente permite la inserción de pequeñas centrales hidroeléctricas de las características que se proponen en este trabajo, en la red de distribución del Río Diamante. El sistema de riego analizado presenta sitios aptos para la localización de las mismas. La colocación de turbinas Michel Banki en los cuencos amortiguadores de los lugares detectados, presentaría un comportamiento satisfactorio para la micro-hidrogenación de energía en la derivación del canal Sauce Las Rosas, desde el canal Matriz Goudge.

Para generalizar los resultados de la presente investigación, podría estudiarse a futuro la factibilidad o pre-factibilidad de emplazamiento de estas pequeñas centrales hidroeléctricas en otros canales de la cuenca en estudio.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido efectuado en el marco del Proyecto de Investigación Micro Hidro Generación en Canales de Riego. Se agradece a la Universidad Tecnológica Nacional por el financiamiento a dicha investigación.

## Referencias

1. UNIÓN ARGENTINA INDUSTRIAL (2008). *Autogenerador distribuido*. Buenos Aires: [www.uia.org.ar/energia/992/se-creo-la-figura-del-autogenerador-distribuido-ad/](http://www.uia.org.ar/energia/992/se-creo-la-figura-del-autogenerador-distribuido-ad/)
2. Salomón, M. [et al.] (2017). *Balance Hídrico Río Diamante*. Mendoza: Departamento General de Irrigación.
3. Biondi, R. [et al.] (2016). *Desempeño del riego superficial en la zona de San Rafael, Mendoza*. San Rafael: Departamento General de Irrigación.
4. Domínguez, F. (1978). *Hidráulica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
5. USBR (1976). *Selecting Hydraulic Reaction Turbines*. Denver: United States Department of The Interior.
6. NAVA MASTACHE, Arturo. *Selección y dimensionamiento de turbinas hidráulicas para centrales hidroeléctricas*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2013, 113 p.

## Sistema de Reutilización de Aguas Grises en Edificios

Castro Joel, Eraso Juan Pablo, Maunás Juan Manuel, Zaratiegui Franco

UTN Facultad Regional San Rafael, Av. Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza Argentina  
Joelcastro1408@gmail.com

### Resumen

El agua es la fuente de la vida y punto de partida de la mayoría de las especies vivas. El acelerado crecimiento de las poblaciones y, principalmente, la escasez del agua potable son constantes preocupaciones, llevando a una situación de emergencia hídrica global. El Departamento de San Rafael no es ajeno a esta problemática, más tratándose de un lugar inmerso en una zona desértica. El proyecto tiene como objetivo otorgarle tratamiento a las aguas ya utilizadas y producir agua limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango que puede utilizarse para diversos y diferentes propósitos. El estudio se realiza en la Ciudad de San Rafael, sirviendo para los proyectos venideros y actuales, que requieran del reuso del agua potable, a través de un sistema que permita la generación de un círculo eficiente entre dos actividades: el consumo de agua y la reutilización de los efluentes.

**Palabras Clave:** agua potable, reuso, eficiencia, tratamiento

### 1. Introducción

El agua es el componente más abundante en medios orgánicos, conteniendo los seres vivos un término medio de 70 % de agua, jugando un papel de primordial importancia en su intervención en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos. Además el hombre la utiliza para satisfacer sus necesidades básicas y en gran parte de sus actividades, convirtiéndose en un recurso imprescindible no solo desde el punto de vista del consumo, sino también en la producción de alimentos, aseo personal, saneamiento, riego entre otros usos.

Debido a la utilización del agua se generan las aguas residuales, siendo esta básicamente el agua que se desprende una vez contaminada durante sus distintos usos. Si se permite la acumulación de la misma o su vertido se realiza sin depurar, puede ocasionar daños en el medio ambiente y presenta un riesgo para la salud pública, ya que en su composición contiene microorganismos patógenos, nutrientes, grasas, aceites y compuestos tóxicos. Los sistemas sanitarios actuales de recolección ubicados en los distintos núcleos, no permite la reutilización del recurso hídrico.

Dado que el agua apta para consumo es un recurso limitado y en la actualidad se advierte una escasez de la misma, se debe pensar en medidas para utilizarla de un modo más eficiente.

Es por esto que plantear una gestión del agua residual con el objetivo de proporcionar medidas sobre el tratamiento para hacer posible una reutilización del recurso resulta fundamental. Bajo el concepto anterior no se debe considerar el agua residual como un residuo a eliminar, sino como un recurso adicional.

Con el presente proyecto nuestros esfuerzos se centran en el uso eficiente del agua, que se refiere al uso inteligente de las fuentes y a las acciones que se toman para reducir el consumo de agua por medio de un artefacto o la costumbre.

## 2. Descripción y metodología

El proyecto tiene como objetivo final desarrollar un sistema que permita la reutilización de aguas grises dentro de las edificaciones y de esta manera disminuir el consumo de agua potable en la red de abastecimiento como también aminorar el derroche de la misma.

Se optó por describir y formular el problema a través de un Análisis de Marco Lógico, de esta forma podemos identificar claramente todos los elementos que forman parte del mismo, como así también el planteamiento y desarrollo de una alternativa viable de solución.

Mediante el desarrollo de un caso práctico de implementación de la alternativa de solución se podrá realizar una comparación y evaluación (técnica, económica, legal y ambiental) respecto a la situación actual.

## 3. Desarrollo del proyecto

### 3.1 Objetivo general

Implementar un nuevo sistema sanitario que permita la reutilización de las aguas grises, bajo condiciones técnicas seguras, de manera de reducir la demanda de agua potable sobre la red.

### 3.2 Conceptos básicos

#### 3.2.1 Sustentabilidad

Para nuestro proyecto, la definición de sustentabilidad está particularmente enmarcada en el uso del agua y la entendemos como: “el principio de optimizar los beneficios de un sistema actual sin disminuir la capacidad de similares beneficios en el futuro”.

La meta de la sustentabilidad en el manejo del agua es atender las necesidades de agua de una manera confiable y equitativa para las generaciones actuales y futuras diseñando sistemas integrados y adaptables que optimicen el re-uso del agua y cuyos esfuerzos estén encaminados hacia la preservación de los ecosistemas.

#### 3.2.2 Reuso

El concepto de re-uso in-situ es muy simple: reciclar el agua que de otra manera se iría por el drenaje. Esta agua es entonces reusada para otros propósitos dentro del establecimiento o también en sus alrededores que no requieren una alta calidad.

El principal aspecto a ser considerado son aquellos de la salud y la higiene. Los sistemas de tratamiento de agua que son requeridos para cada sitio dependen de la calidad del agua a la entrada del sistema y la función a cumplir por la misma a la salida. Por ejemplo, para re-utilizar las aguas grises o las aguas de lluvia para lavandería o descarga de inodoros, se requiere realizar una desinfección con cloro u otro método adecuado.

Los sistemas de re-tratamiento adecuadamente instalados y con el mantenimiento necesario son perfectamente seguros o no contaminaran las fuentes de agua potable.

### 3.3 Descripción del sistema

### 3.3.1 Reutilización de aguas grises

El sistema de tratamiento se basa en captar las aguas grises del sistema sanitario y reacondicionarlas a través de un tratamiento simple, para luego reinsertarlas en el sistema para uso no consumible. Las aguas negras no son reutilizadas, por lo que son directamente vertidas en el sistema cloacal (Figura 1).



*Fig. 1. Esquema de funcionamiento de sistema de acondicionamiento*

Como muestra la figura anterior, el recorrido del agua potable que ingresa a la vivienda está en color azul, estando este circuito interrumpido al comienzo por un medidor de ingreso, siendo este de fundamental importancia a fines de poder mensurar el consumo interno en las unidades. Siguiendo con lo antes expuesto, los únicos artefactos que consumirían el agua proveniente de la red de suministro de agua potable serían aquellos en que la calidad necesaria del recurso es esencial para la sanidad de las personas. Estos artefactos están nombrados en la figura anterior (son los más representativos de un sistema sanitario y de higiene en las unidades de consumo)

Una parte del agua potable de la red se introduce y mezcla con el agua tratada (regulada mediante una válvula especial) para lograr la renovación parcial de parte del agua y así mantener condiciones óptimas de funcionamiento en el sistema. Esta mezcla o renovación también es necesaria para poder reemplazar el agua tratada que se evacua por la red.

### 3.3.2 Desarrollo urbanístico propuesto

El loteo cuenta con 144 dúplex, un área de 1700 m<sup>2</sup> destinada a comercio, una sala de primeros auxilios de 1342 m<sup>2</sup> cubiertos, un jardín de infantes de 2861 m<sup>2</sup> que cuenta con 6 aulas destinadas a chicos de entre 2 y 6 años, además de otras salas para usos específicos. Además en el lote se deja un espacio destinado a la construcción de la planta de tratamiento de aguas, como así también un espacio de equipamiento.

### 3.3.3 Funcionamiento del sistema

#### 3.3.3.1 Red de distribución de agua potable

En principio se toma la dotación de agua brindada por la prestadora de servicio y se conduce a una cisterna enterrada, luego por medio de un sistema de bombeo se impulsa hacia un tanque elevado, el que tendrá la misión de distribuir el agua potable a las diferentes unidades de consumo.



Cada dúplex cuenta con un tanque de almacenamiento de agua potable propio, encargado de recibir, almacenar y distribuir internamente el agua potable a los siguientes artefactos: bidé, lavamanos, ducha y cocina.

### **3.3.3.2 Red de recolección de aguas grises**

Se recolecta el agua utilizada proveniente de la cocina, receptáculo de ducha, lavamano, lavarropa y pileta de lavandería, por medio de un sistema de desagües independientes. Estos culminan en una planta de acondicionamiento de aguas grises.

### **3.3.3.3 Planta de acondicionamiento de aguas grises**

El objetivo de llevar a cabo un tratamiento de aguas residuales es producir agua limpia o reutilizable, dicho tratamiento consiste en una serie de procesos biológicos, físicos y químicos que buscan eliminar los contaminantes del agua. La planta de nuestro proyecto cuenta con una cámara de cribado, reja y tamizado; trampa de grasas; pozo de bombeo, regulador de caudal, floculador, sedimentador, tanque de filtrado, con método de desinfección puntual, una cisterna de agua tratada, una bomba y un tanque elevado.

### **3.3.3.4 Red de distribución general de agua tratada**

El agua tratada se distribuye por medio de una red de cañerías a cada unidad de consumo. El agua se reserva en cada unidad de consumo por medio de un tanque elevado.

### **3.3.3.5 Red interna domiciliar de distribución de agua tratada**

El agua es almacenada en el tanque de agua acondicionada y se distribuye por cañerías, que llegan a unidades de consumo como: inodoro, lavarropa, canillas de riego y limpieza.

## **4. Conclusiones**

En resumen, a través de la implementación de un sistema para el reuso y acondicionamiento del agua, correctamente ejecutado y mantenido, se producen los siguientes efectos:

- Se reduce la cantidad de agua potable consumida en las unidades de consumo, aproximadamente en un 60 %.
- No se requiere de mano de obra especializada o de tecnologías específicas para su construcción.
- La posibilidad de adaptarlo a edificaciones de pequeña y gran envergadura.
- El vertido de efluentes cloacales a la red Colectora disminuye considerablemente, cerca de un 60 %, contribuyendo a la preservación del medio ambiente.



**Comunicaciones**

## Arqueólogos y Petroleros en Busca de Acciones y Consensos para Salvaguarda de Nuestro Patrimonio: El Caso de Corcovo (Mendoza, Argentina)

Gil, A.; NEME, G., ACEVEDO, A., TUKER, H., GIARDINA, M., SALGÁN, L., AYALA, M., SUGRAÑES, N., POMPEI, P.; D. FIORE

GEHREN-UTN FRSR IANIGLA Grupo Vinculado San Rafael  
[agil@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:agil@mendoza-conicet.gob.ar)

### Resumen

Un aspecto central del desarrollo de la sociedad occidental actual es el impulso de obras de infraestructuras y entre ellas emprendimientos energéticos. Por otra parte también en la agenda de nuestra sociedad están en primer lugar las preocupaciones por la conservación del ambiente, la protección de especies y la salvaguarda del patrimonio cultural y natural. Sin duda, esta relación entre crecimiento y conservación generan conflicto de intereses que requieren de distintas instancias. La práctica de la ingeniería para este milenio tiene como desafío el desempeño de un profesional capacitado para tomar decisiones en ese contexto y poseer herramientas aptas para el diálogo y con un enfoque multidisciplinar. Esta presentación muestra un caso concreto donde un emprendimiento petrolero de alta importancia para nuestro país, como es El Corcovo (Sur de Mendoza/La Pampa) enfrenta una situación de este tipo. Específicamente sus actividades ponían en riesgo un valioso y desconocido patrimonio arqueológico. Se muestra las instancias de consenso y los resultados en la gestión de la empresa y en la investigación arqueológica. Esta interacción permitió confirmar ocupaciones humanas desde hace al menos unos 2000 años AP según fechados radiocarbónicos. También permitió el relevamiento de una inusualmente alta densidad y diversidad de arte rupestre. Así mismo se conocen ahora aspectos de la movilidad, la tecnología y el uso del espacio que seguramente impulsaran nuevas preguntas y otros trabajos de campo y laboratorio. Finalmente se muestra el plan de manejo propuesto.

**Palabras Clave:** Arqueología; Industria Petrolera; Protección patrimonial; Impacto Ambiental.

## APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE PRINCIPIOS NO CONVENCIONALES PARA COMBATIR HELADAS TARDÍAS EN PLANTAS FRUTALES: CIRUELOS Y DURAZNEROS

BARÓN, I.; MORBIDELLI, A.; SÁENZ, J.; BOCCACCINI, L.; ROCHER, A.; CERUTTI, A.; RODRIGUEZ, L.  
Grupo CIDER: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO REGIONAL, UTN FRSR  
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San  
Rafael.  
[ribaron63@gmail.com](mailto:ribaron63@gmail.com)

### Resumen

A pesar de los grandes avances tecnológicos que ha experimentado la agricultura, gran parte de la producción agrícola sigue dependiendo de factores meteorológicos y climáticos. En particular cuando la temperatura del aire baja de los 0 °C hay cultivos sensibles que pueden sufrir importantes daños causando estragos en la economía de los productores afectados y consecuentemente en las economías regionales. Dada la importancia socioeconómica de este flagelo es que existen numerosos estudios y metodologías para su control o mitigación siendo los más conocidos los métodos pasivos que consisten en la preparación del cultivo para morigerar los efectos del enfriamiento y los métodos activos que aportan energía para contrarrestar el congelamiento de los frutos y/o las plantas. En los métodos activos se proponen grandes aportes de energía necesaria para balancear térmicamente el ambiente en donde se encuentra el cultivo con resultados poco eficiente desde el punto de vista.....?. El presente proyecto propone un enfoque distinto para abordar el problema, el mismo se fundamenta en aportar energía directamente donde se necesita, en el caso de las plantas frutales en las flores o frutos; tratando de dirigir el aporte energético hacia donde es requerido con el objeto de evitar el congelamiento.

**Palabras Clave:** Control de helada; Temperatura del aire; Ciruelos y Durazneros; Heladas tardías.

### 1. Introducción

Se estima que entre un 5 % y un 15 % de la producción mundial es dañada por las heladas anualmente. En la Provincia de Mendoza se producen normalmente años con heladas parciales que afectan sólo a algunas regiones. Otros años se han llegado a producir heladas generales que afectaron todo el territorio provincial y en algunos años, este fenómeno no se presentó. Los datos disponibles de superficie afectada con daños totales señalan una gran variabilidad; pero en promedio pueden llegar a perjudicar alrededor del 9 % del total del área cultivada bajo riego de la provincia. Las heladas de tipo general suelen suceder muy esporádicamente y afectar seriamente más del 60 % de la superficie cultivada.

La helada se produce cuando desde el punto de vista estrictamente meteorológico, se considera que se ha producido una helada cuando la temperatura del aire dentro de la casilla meteorológica (a 1,5 m de altura) ha descendido por debajo de cero grado centígrado (0 °C).

Por otra parte, teniendo en cuenta el criterio agro meteorológico, se considera que se produce una helada cuando la temperatura ha disminuido lo suficiente, al punto tal, de producir daños en los órganos vegetales.

El daño que provoca en las plantas está producido por la formación de hielo en el interior de las células, que crece como agujas y perfora las membranas celulares. Cuando se produce una helada,

el efecto en la planta es en el ámbito celular; se congela el agua intercelular provocando, entre otros daños, su deshidratación (plasmólisis) o la ruptura de la célula. Con posterioridad, como consecuencia de ese daño, se produce una fuerte deshidratación que provoca la muerte de las células, y por lo tanto, de los órganos vegetativos o de reproducción que la componen.

## 2. Objetivos generales

Desarrollar un método no convencional para prevenir daños por heladas tardías en ciruelos y en durazneros de la región sur de Mendoza.

## 3. Metodología

Este proyecto se desarrolla metodológicamente sobre dos líneas de investigación. A saber:

**Investigación documental:** En esta etapa se realizó la búsqueda, recopilación, análisis de la información y antecedentes referida a condiciones meteorológicas locales, estudio del movimiento de la savia en las plantas en distintos estadios fenológicos y otros factores que puedan afectar el fenómeno meteorológico.

**Investigación experimental:** La investigación experimental se lleva a cabo en campos de cultivos de ciruelos y durazneros del departamento de San Rafael. Se han considerado dos etapas:

Etapa 1:

### a) Diseño de ensayos y selección de dispositivos tecnológicos

En base a la información obtenida, se opta por el **Método de Pulso de Calor** para determinar el movimiento de la savia en las plantas frutales.

El principio es aplicar una fuente de calor constante en la corriente de savia bruta o en su proximidad. La temperatura en las proximidades de esta fuente se ve perturbada más o menos, según la importancia del flujo de savia, y la pérdida de calor es directamente proporcional a este flujo. Este método suministra una medida directa de la circulación de savia.

Para realizar el ensayo se dispone de un registrador de temperatura marca Testo, Modelo 175T con dos canales de medición y sondas flexibles. Para la fuente de calor se diseña un dispositivo con punta aguda para perforar la corteza de los frutales y utilizando como aporte de calor, una resistencia eléctrica.

El ensayo consiste en colocar la fuente de calor y las sondas atravesando la corteza, de forma que el aporte y la medición de temperaturas sea en la cercanía del xilema por donde circula la savia. Una sonda se coloca a una distancia aproximada de 5 milímetros por debajo de la fuente de calor y la otra a unos 10 milímetros por encima. Luego se conecta la resistencia a una fuente de energía por un tiempo acotado, tomando registros de las temperaturas para determinar el movimiento de la savia.

### b) Realización de ensayos

Una vez diseñados los ensayos de pulso de calor y seleccionados los equipos se procedió a la realización de los mismos. En la Figura 1 se observan las dos sondas para medición de temperatura, el sistema de calor central y el registrador de datos (datalogger) para registrar las mediciones.

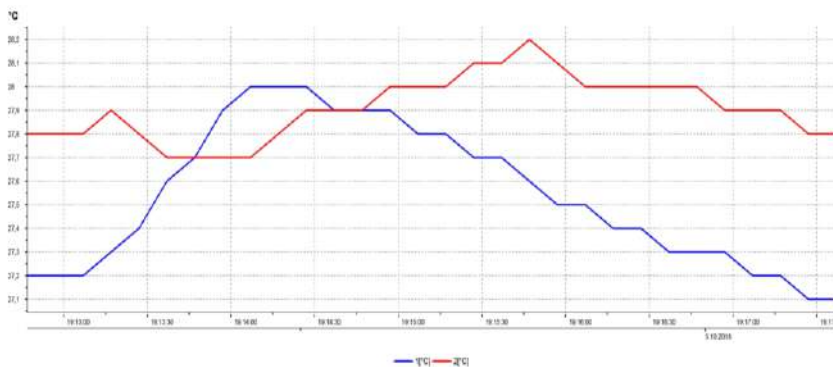


Fig. 1. A la izquierda, la bujía de calentamiento, a la derecha datalogger

**c) Resultados:**

En la figura 2 se observa en la imagen, los resultados del ensayo, en azul está la temperatura del sensor inferior ubicado a 7 mm del calentador, y en rojo la temperatura del sensor ubicado aguas abajo, por encima del calentador a 14 mm del mismo.

Nombre del instrumento: M-LAB-100 17/03/2017		05/10/2018 0			
Hora de inicio: 05/10/2018 07:12:47 p.m.		Mínimo	Máximo	Promedio	Valores límite
Hora de fin: 05/10/2018 07:17:37 p.m.	1 [°C]	27,1	28,0	27,537	-10,0/80,0
Canales de medición: 2	2 [°C]	27,7	28,2	27,907	-10,0/80,0
Vista med.: 30					
SN 40211335					
AUTOCLAVES SANYO					



*Fig. 2. Datos obtenidos con el datalogger*

#### **4. Conclusiones**

Si bien se observa un pequeño movimiento de la sabia, el mismo es muy débil debido al estado fenológico de la planta; lo cual dificultó la medición de la velocidad de la misma. No obstante estos resultados obtenidos nos permitirán llevar a cabo la segunda etapa del proyecto que consiste en diseñar y construir un dispositivo que nos posibilite aplicar distintas cantidades de calor y observar los efectos ante la ocurrencia de heladas.



## Mezclas Asfálticas Usadas en Pavimentación

CZAYKA KEVIN R.

Proyecto de Investigación y Desarrollo “Utilización de diferentes polímeros como modificadores de cementos asfálticos y su incidencia en el desempeño de mezclas asfálticas densas y semidensas” asociado al Departamento de Ingeniería Civil

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael. Dirección Av. Urquiza 314, 5600 San Rafael, Mendoza, Argentina

[krczayka@gmail.com](mailto:krczayka@gmail.com)

### Resumen

En el presente trabajo se intenta dar a conocer brevemente algunas mezclas asfálticas según los tipos densas y semidensas. Además, dar a conocer algunos conceptos abordados en el comienzo del proyecto como introducción al tema del mismo. Se pretende en este informe explicar en forma resumida los temas tratados como: mezclas asfálticas, polímeros, método de diseño y evaluación Marshall; y el ensayo de Wheel Tracking Test (WTT) o Ensayo de Rueda Cargada. Se ha buscado información en diferentes fuentes como Internet, libros, profesionales especializados en el tema, etc., y se ha ido elaborando un informe paralelamente para que quede un registro de lo consultado. Se pudo visitar el Laboratorio de Vialidad Nacional, Distrito 4º Mendoza y el laboratorio Vial de la UTN Facultad Regional Mendoza. En este último se pudo asistir a los alumnos becarios de esa Regional y realizar el ensayo Marshall con probetas de mezcla asfáltica convencional para ver el comportamiento de las mismas.

**Palabras Clave:** Polímeros, Mezclas Asfálticas, Asfalto

### 1.Introducción

El presente trabajo está asociado al Proyecto de Investigación: “Utilización de diferentes polímeros como modificadores de cementos asfálticos y su incidencia en el desempeño de mezclas asfálticas densas y semidensas”. Es un resumen de lo estudiado e investigado teóricamente de las mezclas asfálticas en general y su denominación en base a la nueva Normativa vigente de la Dirección Nacional de Vialidad. También se describen brevemente los polímeros y por último los ensayos característicos que se desarrollan para caracterizar una mezcla asfáltica.

#### 1.2. Origen del Asfalto

El asfalto proviene de la destilación del petróleo, de hecho es una sustancia que constituye la fracción más pesada del petróleo crudo. Es viscoso, pegajoso y de color gris oscuro. Se lo utiliza como aglomerante en las mezclas asfálticas para la construcción de pavimentación en obras viales.





Fig. 1. Asfalto en estado sólido

## 2.2 Mezclas Asfálticas

Las Mezclas Asfálticas son una combinación uniformemente mezclada de cemento asfáltico, agregado grueso, agregado fino y otros materiales que se extiende en capas y luego se compacta.

Se han clasificado las mezclas según su temperatura: calientes (colocadas a una temperatura muy superior a la del ambiente), y frías.

Del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Concretos Asfálticos en Caliente y Semicaleinte del tipo Denso, de la Dirección Nacional de Vialidad en su Edición 2017, abajo se citan las más representativas de Argentina.

**CAC** = Se define como Concreto Asfáltico en Caliente (CAC) del tipo Denso a la combinación de un ligante asfáltico convencional, agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos y/o fibras.

**SMA** = Se define como Concreto Asfáltico en Caliente del tipo Stone Mastic Asphalt (SMA) a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler), fibras y eventualmente aditivos. Su finalidad es dotar a la carpeta de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, macrotextura, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes.

**MAF** = Se define como Microaglomerado Asfáltico en Frío (MAF) a la combinación de una emulsión asfáltica (convencional o modificada), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos. Son elaboradas en equipos ambulo-operantes a temperatura ambiente y extendidas en bajos espesores sobre una superficie de pavimento adecuadamente preparada. Estas mezclas tienen por objeto ser utilizadas para la reconstitución de las condiciones superficiales de rodamiento (mantenimiento preventivo) en estructuras de pavimentos existentes o para obtener condiciones especiales de fricción o superficies de desgaste, en obras nuevas.



Fig. 2. Mezcla asfáltica en caliente



Fig. 3. Mezcla asfáltica en frío

## 2.3 Polímeros

Son sustancias de alto peso molecular formadas por la unión de miles de otras moléculas pequeñas llamadas monómeros. De esta manera se forman moléculas gigantes que tienen

diversas formas. Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituídos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas: en general, resistencia mecánica. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero.



Fig. 4. Polímeros

#### 2.4 Ensayo Marshall

El método de Marshall es utilizado para la elaboración de fórmulas de mezclas asfálticas. El criterio para conseguir una mezcla adecuada está basado en requisitos mínimos de estabilidad, fluencia, densidad y porcentaje de vacíos.

El método Marshall determina características físicas de las mezclas y analiza algunos parámetros que nos ayudan a definir el contenido de asfalto. La estabilidad se determina empleando el principio de corte en compresión semi- confinada, sometiendo la muestra a esfuerzos de compresión diametral a una temperatura de 60 °C.



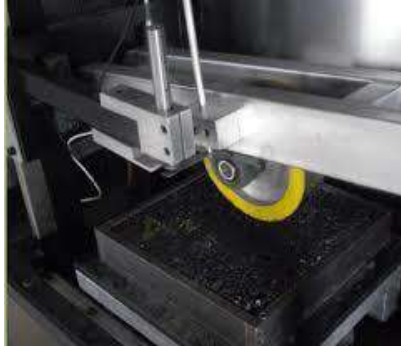
Fig. 5. Prensa Marshall

#### 2.5 Ensayo Wheel Tracking Test (WTT)

El Wheel Tracking Test se utiliza para caracterizar el desempeño de las mezclas asfálticas frente a las deformaciones permanentes en condiciones controladas de laboratorio. El mismo cuenta con una cámara termostatzada que permite variar la temperatura y mantenerla estable durante la realización del ensayo. Consiste de una rueda, llamada rueda de ensayo, que se desplaza sobre una muestra de concreto asfáltico con movimiento alternativo dentro de un cierto recorrido.

Durante el ensayo se miden las deformaciones permanentes producidas en la mezcla asfáltica en intervalos establecidos de tiempo.

La finalidad de este ensayo es obtener una medida de las deformaciones permanentes a lo largo del tiempo y definir la resistencia al ahuellamiento.



**Fig. 4.** Ensayo de Wheel Tracking test

Se espera como próximo objetivo realizar algunos ensayos con diferentes mezclas con la posible adición de diferentes polímeros.

### **3. Referencias**

1. GARBER N. y HOEL L. (2005). *Ingeniería de Tránsito y Carreteras*. Tercera edición.
2. Comisión Permanente del Asfalto Subcomisión Redacción de Especificaciones Técnicas Generales Concretos asfálticos Stone Mastic Asphalt para carpetas de rodamientos. Versión 01, año 2006.
3. Pliegos de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad, Edición 2017.

## Laboratorio de Isótopos Estables en Ciencias Ambientales (LIECA-UTN FRSR/CONICET): Balance y Perspectivas del Primer Año de Funcionamiento

QUIROGA, G.; DAUVERNÉ, A., NEME, G., GIL, A.

LIECA-UTN FRSR IANIGLA Grupo Vinculado San Rafael

### Resumen

Montado en 2015, el Laboratorio de Isótopos Estables en Ciencias Ambientales fue inaugurado en Abril de 2016 y puesto en marcha en modo abierto a la comunidad científica a partir de Febrero de 2018. Básicamente su estructura consta de un espectrómetro de relaciones isotópica e instrumental asociado. También cuenta con una línea para extraer colágeno e hidroxiapatita. LIECA, adherido al Sistema Nacional de Espectrometría (SCyT), ofrece servicios a tanto a la comunidad académica y al sector productivo. Además participa y desarrolla proyectos de investigación donde el uso de los isótopos estables forman parte central de la formulación. De ese modo, durante este periodo se han calibrado y medido valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en aproximadamente 5000 muestras (incluyendo estándares y muestras “problema”). Los análisis son aplicados para resolver una gama de estudios que abarcan desde redes tróficas marinas en el Atlántico, ciclos de carbono y nitrógeno en suelos, fertilización, dieta humana prehistórica, y adulteración mieles. Así mismo involucra instituciones variadas, entre ellas unidades ejecutoras de CONICET, universidades nacionales (UTN, UBA, UNCordoba, UNCuyo, UNRC, UNICEN, entre otras), universidades de Chile, e instituciones como INTA. En la presentación se detallan estas labores como también se evalúa el impacto en el sistema de ciencia y tecnología.

**Palabras Clave:** Isótopos Estables; Química Analítica; Carbono; Nitrógeno.

## Transformador Eletro-Termo-Solar para Micro-Cogeneración

Fortunato, M.; PEREZ, G.

Departamento de Ingeniería Electromecánica, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael.

### Resumen

El aprovechamiento de energía solar al largo del tiempo nos ha demostrado la dificultad del aprovechamiento del recurso encontrada en los bajos rendimientos energéticos de los sistemas asociados a esta tecnología. Nuestra propuesta incide en la utilización de la utilización de los motores Stirling, cuyo rendimiento térmico es el más alto posible para cualquier máquina térmica, combinación de lentes con lentes Fresnel y seguimiento solar adecuado. La idea la utilización de motores Stirling para producción de energía eléctrica, ha sido valuada en numerosas ocasiones siempre con resultados positivos. Y la posibilidad de la utilización del mismo equipo en las horas en donde no hay energía solar disponible por medio de un sistema híbrido con quemadores de gas, para un proyecto posterior. No pretender reemplazar las formas de obtención de energía existente y al mismo tiempo cogenerar para obtener fluidos calientes para diversos usos hace muy atractiva la idea.

**Palabras Clave:** solar, energía, cogeneración, renovable

### 1. Introducción

Nuestro sistema se basa en la energía solar térmica, para ello demos disponer de los elementos básicos para el aprovechamiento de dicha energía. Las partes fundamentales del sistema son: colector, receptor y sistemas seguimiento.

Colector: en nuestra propuesta el colector estará constituido por cuatro lentes Fresnel de un metro por un metro distribuido en forma de damero *Ilustración 1*. Las lentes han sido fijadas en un bastidor pensado para resistir las inclemencias del clima. Solidario a la lente se mueve el receptor, el mismo se mantiene equidistante del foco de la lente unido rígidamente a la lente.

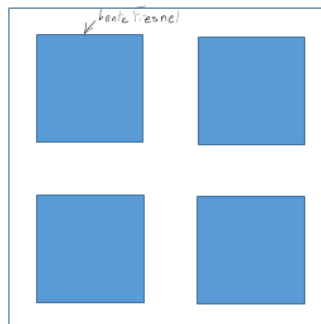


Ilustración 1 Disposición de las lentes

Ópticamente la lente Fresnel es equivalente a una lente delgada, ahorrando una cantidad de masa importante al sistema colector que no se podría realizar con una lente convencional. Los escalones de la lente producen ciertos errores de precisión del foco, producido por el ligero

redondeado de las equinas, que dispersan la luz fuera de la zona de la imagen. Las ópticas mencionadas se realizan en plástico, que es particularmente útil debido a que una hoja puede prensarse térmicamente un molde que tenga las caras pulidas. Descartamos los demás sistemas de colección más conservadores dadas la posibilidad de conseguir las lentes Fresnel en forma comercial y a la conveniencia que brindan de poder colocar los absorbentes bajo el sistema.

Receptor: estos dispositivos se encuentran en las imágenes de las lentes, están formados por una cavidad de cuerpo negro solidaria al foco caliente del motor Stirling. La cavidad de cuerpo negro construida en materiales absorbentes a la radiación infrarroja estará aislada por el exterior para evitar las pérdidas térmicas por convección y/o radiación, será de un material conductivo para transferir la energía al motor Stirling. El motor será el encargado de transformar la energía radiante a energía mecánica para ulterior ser transformada nuevamente en energía eléctrica por medio de un generador. El motor Stirling es básicamente el centro de todo el dispositivo. En esta investigación se ha invertido cuantioso tiempo en el desarrollo, análisis, simulaciones y ensayos, de dichos motores. Se eligió una configuración en radial, que permite ubicar los intercambiadores debajo de los focos de cada lente, utilizando una sola manivela. Esto facilita el balanceo del mecanismo biela manivela que mueve los cuatro pistones del motor Stirling en un arreglo de Doble-Acción o Rinia, *Ilustración 2*. El arreglo Rinia presenta buenas características debido a su alto rendimiento mecánico.

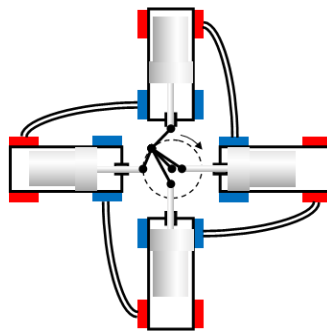


Ilustración 2 Arreglo Rinia

Por tratarse de una máquina térmica requiere del enfriamiento para poder funcionar con adecuado rendimiento de aquí se desprende el agua caliente (cogeneración) que puede ser usada para uso doméstico.

Sistema de seguimiento: Sea un sistema de seguimiento solar del tipo polar. El seguimiento se realizará con la ayuda de dos actuadores eléctricos asociados a mecanismos de tornillos con bolas re circulantes. El sistema de control se realizará en electrónica discreta, dado que esta técnica resultó económica y lo suficientemente precisa para seguir los movimientos del sol.

## 2. Avance sobre el Motor Stirling

Como se mencionó en el título anterior, el desarrollo se ha centrado en el motor Stirling. Sin entrar en detalles sobre el funcionamiento de la unidad de potencia, describiremos los resultados obtenidos del prototipo de pruebas (en construcción). Se decidió hacer un modelo más pequeño que el requerido para el proyecto por la necesidad de poder medir potencias discretas y realizar ajustes a los propios programas de cálculo antes de confrontar el motor del proyecto.

El motor de pruebas tiene un arreglo ALPHA con cuatro pistones que trabajan de a pares. Para

realizar los cálculos se construyó un programa computacional. Dicho software permite el pasaje del ciclo termodinámico ideal a ciclo termodinámico indicado considerando la mayor parte de las pérdidas en el ciclo. En las Ilustraciones 3, 4, 5 y 6, se observan los resultados obtenidos hasta el momento:

**ANÁLISIS NUMÉRICO PARA MOTORES DE PISTONES DUALES**

VARIABLES				RESULTADOS							
Denominación	Definición	Unidades	Valores	F	H(F)	C(F)	V(F)	Smith	P(F)	W(F)	Caudal(F)
HD	VOLUMEN MUERTO CALIENTE	cm <sup>3</sup>	11	0	113	215	375	0,1977769	-3,80952369	-102	
RD	VOLUMEN MUERTO REGENERADOR	cm <sup>3</sup>	47	10	95,287886	213,45039	355,73828	0,2030824	-4,42225915	-118,163	
CD	VOLUMEN MUERTO FRIO	cm <sup>3</sup>	11	20	78,113945	208,84865	333,96259	0,2109214	-4,98365011	-130,735	
VL	VOLUMEN VIVO PISTON CALIENTE	cm <sup>3</sup>	204	30	62	201,33459	310,33459	0,2215945	-5,48720928	-139,335	
VK	VOLUMEN VIVO PISTON FRIO	cm <sup>3</sup>	204	40	47,435664	191,13653	285,5722	0,2355168	-5,92192809	-143,701	
TH	TEMPERATURA EFECTIVA DEL GAS CALIENTE	K	900	50	34,863467	178,56434	260,4278	0,2532346	-6,27069521	-143,701	
TC	TEMPERATURA EFECTIVA DEL GAS FRIO	K	300	60	24,665409	164	235,66541	0,2754401	-6,50809858	-139,335	
TR	TEMPERATURA EFECTIVA DEL GAS DEL REGENERADOR	K	432	70	17,151353	147,88605	212,03741	0,3029758	-6,59750615	-130,735	
M	GAS ALMACENADO (cero p/ calcular)	g mol	0,0226232	80	12,549609	130,71211	190,26172	0,3368079	-6,48750067	-118,163	
R	Constante del Gas	J/g mol K	8,314	90	11	113	171	0,3779286	-6,10827344	-102	
P20	Presión del gas a 293K	MPa	0,3	100	12,549609	95,287886	154,8375	0,4271202	-5,36983975	-82,7383	
P(N)	Presión del gas Comun	MPa		110	17,151353	78,113945	142,2653	0,4844756	-4,16643614	-60,9626	
F	Angulo de la manivela	grados		120	24,665409	62	133,66541	0,5485754	-2,3952328	-37,3346	
ND	incremento del ángulo de manivela	grados	10	130	34,863467	47,435664	129,29913	0,6153706	-1,749514	-12,5722	
AL	Angulo de fase	grados	90	140	47,435664	34,863467	129,29913	0,6772773	2,957181054	12,5722	
150				150	62	24,665409	133,66541	0,7236905	6,22368007	37,3346	
160				160	78,113945	17,151353	142,2653	0,7441404	9,355479785	60,9626	
170				170	95,287886	12,549609	154,8375	0,7332816	11,85166739	82,7383	
180				180	113	11	171	0,6940097	13,36782298	102	
190				190	130,71211	12,549609	190,26172	0,6357295	13,84344501	118,163	
200				200	147,88605	17,151353	212,03741	0,5694758	13,45557447	130,735	
210				210	164	24,665409	235,66541	0,5039418	12,47880451	139,335	
220				220	178,56434	34,863467	260,4278	0,4442226	11,16970843	143,701	
230				230	191,13653	47,435664	285,5722	0,3924343	9,717612824	143,701	
240				240	201,33459	62	310,33459	0,3488513	8,242659171	139,335	
250				250	208,84865	78,113945	333,96259	0,3128411	6,812328071	130,735	
260				260	213,45039	95,287886	355,73828	0,2834424	5,45958997	118,163	
270				270	215	113	375	0,2596659	4,196851556	102	
280				280	213,45039	130,71211	391,1625	0,240625	3,025185426	82,7383	
290				290	208,84865	147,88605	403,7347	0,22558	1,939963092	60,9626	
300				300	201,33459	164	412,33459	0,2139403	0,934122886	37,3346	
310				310	191,13653	178,56434	416,70087	0,2052517	2,33344E-14	12,5722	
320				320	178,56434	191,13653	416,70087	0,1991792	-0,86967182	-12,5722	
330				330	164	201,33459	412,33459	0,195492	-1,68120971	-37,3346	
340				340	147,88605	208,84865	403,7347	0,1940515	-2,43965323	-60,9626	
350				350	130,71211	213,45039	391,1625	0,1948037	-3,14851622	-82,7383	
360				360	113	215	375	0,1977769	-3,80952369	-102	

W1	Trabajo (Finkelstein)	J	57,92746
Wl	Trabajo (integrado por Gauss)	J	54,554927
Wnet	Trabajo(Ideal)	J	132,06591
EF	Eficiencia		28%
EFCarnot	Eficiencia de Carnot		67%
Pmedia	Presión media	MPa	0,3751493

Ilustración 3 Pantalla del software desarrollado para las simulaciones de motores Stirling

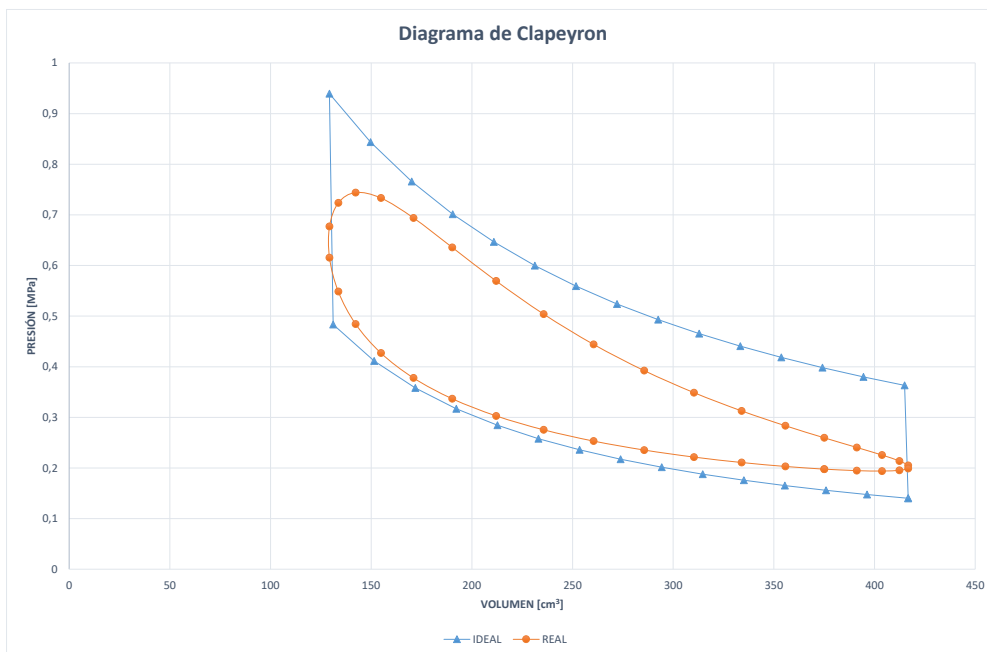


Ilustración 4 Diagrama de Clapeyron del Ciclo. En color naranja se muestra el ciclo Indicado de menor área que el ciclo ideal en azul

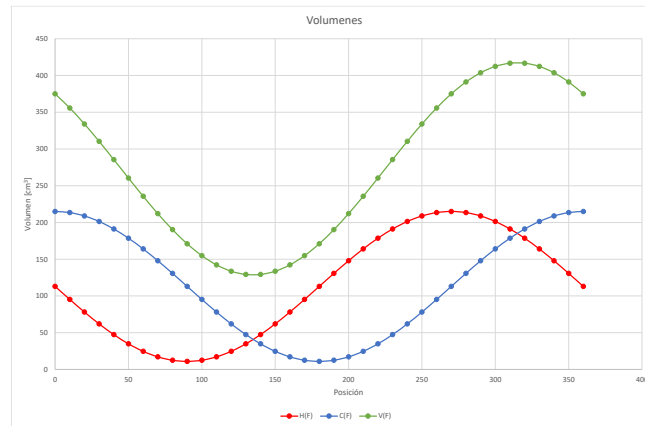


Ilustración 5 Variación de volumen del gas según la posición relativa de la manivela

Energía Indicada	2.38617 J
Rendimiento Indicado	0.5
Rendimiento Teorico	0.5
<b>Revoluciones Hz</b>	<b>Potencia Indicada</b>
0 Hz	0. Hz J
25 Hz	59.6542 W
50 Hz	119.308 W
75 Hz	178.963 W
100 Hz	238.617 W
125 Hz	298.271 W
150 Hz	357.925 W
175 Hz	417.579 W
200 Hz	477.233 W

Ilustración 6 Hoja de Resultados

### 3. Conclusión

El desarrollo continua en los ensayos sobre el motor de prueba en paralelo con los análisis sobre el balance energético del colector. El diseño final del desarrollo para los resultados hoy obtenidos da resultados satisfactorios que estimulan seguir adelante con la investigación.



## EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE LA INTEGRACION DE ACTORES DE LA CADENA VITIVINICOLA AL DESARROLLO DEL ENOTURISMO PARA SAN RAFAEL

MAÑAS, N; ACHETONI, C; BUSCHMANN, S  
Avenida Justo José de Urquiza 314, M5600 San Rafael, Mendoza, Universidad Tecnológica  
Nacional Facultad Regional San Rafael.  
sabribuschmann@gmail.com ; carlos.e.achetoni@gmail.com

### Resumen

La finalidad del proyecto es en primera instancia obtener información que permita una mejor comprensión del mundo vitivinícola para identificar las actividades que se ofrece a los turistas o a quienes deseen realizar el turismo del vino conociendo las distintas bodegas, procesos de producción del vino, así como también la posibilidad de realizar paseos en los viñedos, ya que el proyecto tiene como objetivo ampliar o mejorar los horizontes de lo que el turista puede realizar o conocer en torno a este producto. La vitivinicultura comprende, en la mayoría de los casos, un estilo de vida distinto para aquellas personas que se encuentran relacionadas con la producción, no solo del vino sino también de su materia prima, que puede resultar enriquecedor para los turistas que provienen de distintas partes del país.

**Palabras Clave:** En esta sección debe sugerir hasta cuatro (4) palabras clave de su trabajo.

### 1. Introducción

El enoturismo, turismo enológico, es aquel tipo de turismo dedicado a potenciar y gestionar la riqueza vitivinícola de una determinada zona. Se relaciona con el turismo gastronómico, cultural (arquitectura, arte) y de la salud-belleza (vinoterapia). Los turistas conocen cada zona vitivinícola a través de la degustación de sus vinos y la visita a bodegas y viñedos. En la Figura 1 se puede ver el Circuito de Bodegas en el sur de la Provincia de Mendoza conformado por los departamentos de General Alvear y San Rafael, siendo este último el departamento, el cual cuenta con paisajes naturales que lo enriquecen y aumentan la experiencia de quien lo visita. En el cual nos centraremos, en el estudio y aplicación del proyecto.



**Fig. 1.** Circuito turístico del Sur mendocino  
Fuente: <http://www.mendoza.travel/>

## 2. Desarrollo

Para la primera etapa del proyecto se definieron los siguientes objetivos:

- Estudiar información (fuentes secundarias)
- Analizar información (fuentes primarias) Dirección de Turismo y Bodegas.
- Conocer las propuestas que brindan los distintos sectores. (Hotelero, gastronomía entre otros).
- Clasificación de la información.
- Analizar y proponer distintas propuestas del sector para los turistas.

Para lograr cumplir con los objetivos propuestos en la primera etapa, se realizaron las siguientes actividades:

- Búsqueda en sitios web de las alternativas brindadas a los turistas por parte de las bodegas, empresas privadas y organismos gubernamentales como es el caso de Dirección de Turismo. No solo se analizó las propuestas desarrolladas en el departamento sino también de otras regiones dentro y fuera de la provincia. Por ejemplo el desarrollo turístico en las provincias como La Rioja, Neuquén, San Juan, entre otras.
- Asistencia a eventos del vino, degustaciones, recorridos de bodegas.
- Visita a la Cámara de Turismo.

Dentro de la información pertinente al proyecto, se observó que el turista cuenta con información en la página gubernamental del Departamento de San Rafael ([www.sanrafaelturismo.gov.ar](http://www.sanrafaelturismo.gov.ar)). Aquí hay distintas alternativas respecto de las bodegas donde

se las encuentra agrupadas según vino elaborado u otra característica que las diferencie. Se encontró que la calidad del contenido que se está leyendo en las páginas web sobre este tema en particular posee diferencias sustanciales con la realidad, en muchos casos por desactualización de las mismas.

Una de las opciones que hoy tiene el turista es el circuito del vino, que es brindado en el Informador Turístico, en el cual se pueden encontrar todas las bodegas que lo hayan solicitado y cuenten con los requisitos que la Dirección de Turismo solicita. El circuito turístico recorre algunas de estas bodegas y también algún atractivo del lugar como puede ser diques, ríos, club de pescadores, etc. En dicho recorrido las bodegas pueden brindar actividades adicionales que se pueden conocer, en algunos casos, en la folletería privada que entrega cada particular en Dirección de Turismo como en temporada alta (Diciembre, Enero y Febrero) las mismas tienen la posibilidad de brindar a los turistas información y degustación en el mismo establecimiento de Turismo, durante los horarios que las mismas informan.

Al analizar la información se encontró que la calidad del contenido que se está leyendo en las páginas web sobre este tema en particular es insuficiente. Y en los recorridos propuestos el inconveniente más grande es la no inclusión del sector primario y el hecho de que el recorridos no estén diagramados de forma organizada con los demás sectores hace que el mismo sea incompleto en oferta.

### **3. Conclusión**

Luego de realizar el trabajo de investigación y el pertinente informe se llega a la siguiente conclusión:

- La información brindada al turista no es la suficiente como para que el mismo pueda realizar un buen recorrido de las bodegas.
- Se encuentra la necesidad de realizar un trabajo en forma conjunta e integrada con todas las bodegas para la obtención de información.
- Las actividades ofrecidas no tienen la amplitud del concepto de enoturismo.
- Se encontró que la calidad del contenido que se está leyendo en las páginas web sobre este tema en particular posee diferencias sustanciales con la realidad, en muchos casos por desactualización de las mismas. Mientras que en los recorridos propuestos en inconveniente más grande es la no inclusión del sector primario y el hecho de que el recorridos no estén diagramados de forma organizada con los demás sectores hace que el mismo sea incompleto en oferta.

Por lo que nuestro siguiente objetivo será la búsqueda de una estrategia que le permita a los involucrados en la actividad, unificar criterios para poder ampliar las ofertas logrando la satisfacción de todos los turistas que visitan el departamento.



## Laboratorio de Química, Usos y Servicios Aplicados en Análisis Palinológicos

VAZQUEZ<sup>1</sup>, M.S.; OSLINA<sup>2</sup>, G.; SAROMÉ, J<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Evolución, Ecología Histórica y Ambientes (IDEVEA), CONICET-UTN FRSR

<sup>2</sup> Laboratorio de Química-Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael  
[msvazquez@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:msvazquez@mendoza-conicet.gob.ar) ; [gosisnaldi@gmail.com](mailto:gosisnaldi@gmail.com) ; [jorge.sarome@gmail.com](mailto:jorge.sarome@gmail.com)

### Resumen

Los estudios palinológicos precisan para realizarse de un tratamiento químico, el cual se ejecuta a partir de una digestión química con ácido fluorhídrico y ácido clorhídrico, para luego filtrarse mediante mallas de nylon de diferentes tamaños a fin de obtener los residuos orgánicos. Este tipo de tratamiento, de alta complejidad es factible de realizarse en la Universidad Tecnológica Nacional. El laboratorio de química de la Facultad Regional San Rafael de la UTN, posee la infraestructura y los insumos que se precisan para el tratamiento de extracción de materia orgánica. En consecuencia los profesionales a cargo del laboratorio de química en conjunto con miembros de la nueva unidad ejecutora del CONICET (IDEVEA) que formará parte de esta institución, se proponen acondicionar y poner a punto este laboratorio a fin de brindar el servicio de análisis palinológicos a terceros (instituciones públicas o privadas) que se destacan por su aplicación directa sobre el estudio de hidrocarburos, así como brindar posibilidades de estudios científicos de orden geológico y/o biológico con base en esta disciplina.

**Palabras Clave:** Palinología, Laboratorio de Química, Procesamiento, Servicios

### 1. Introducción

La palinología es el estudio de los granos de polen, esporas, dinoflagelados y otros palinomorfos (actuales como fósiles) hallados en rocas, sedimentos, o aire. Posee sus orígenes en Escandinavia en la primera etapa del siglo XX; y se extendió llegando a desarrollarse en América después de la Segunda Guerra Mundial.

Los palinomorfos incluyen estructuras de plantas y animales de tamaño microscópico (5-500  $\mu\text{m}$ ), cuya composición química sea altamente resistente a la descomposición, con excepción de oxidación; algunos ejemplos de este tipo de compuestos químicos son esporopolenina, dinosporina, u otros relacionados. Gracias a su composición son resistentes a la presión y temperatura a la que son sometidas las rocas; por lo que son buenos indicadores de roca madre de hidrocarburos al mismo tiempo que permiten la caracterización de los mismos en relación a su calidad.

Los análisis palinológicos tienen aplicaciones en varias ciencias como la paleontología, geología (en particular estratigrafía y geología histórica), botánica, ciencias ambientales, arqueología, medicina clínica y forense. Convirtiendo estos estudios en una herramienta científica muy amplia y diversa.

Los estudios que involucran el procesamiento de rocas y sedimentos (en áreas como paleontología, geología, ciencias ambientales, arqueología), requieren de un tratamiento de químicos invasivos, por lo cual para desarrollar estas áreas se precisa de un laboratorio equipado y técnicas especializadas.

## 2. Materiales y Métodos

La composición química de las paredes de los palinomorfos permite el uso de técnicas de procesamiento que involucran el uso de ácidos fuertes tales como HF, HCl, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, entre otros. La aplicación de estas técnicas para la extracción de la materia orgánica y el uso y concentración de ácidos varían según la litificación de los sedimentos y el tipo litológico. Los protocolos más utilizados para la extracción de palinomorfos incluidos en los sedimentos y rocas, responden a los definidos por Phipps y Playford (1984) y se fijan en preparados de vidrios según Noetinger et al. (2017).

## 3. Infraestructura

El laboratorio de química de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael, cuenta con infraestructura y elementos de seguridad para desarrollar las diferentes tareas que implican el procesamiento de rocas para la extracción de palinomorfos. Entre los elementos que posee se incluyen: campana, centrifugas, balanzas, microscopio, mortero, elementos de laboratorio, y habilitación del Registro Nacional de Precursores Químicos (RENPRE).

Se iniciarán los trámites para la Gestión de Residuos Peligrosos (ácidos clorhídrico y fluorhídrico decantados) según la ley nacional 24.051 de Residuos Peligrosos, y ley provincial 5.917. La ley 24.051 en el anexo I, detalla en la categoría Y34 que las soluciones ácidas o ácidos en forma sólida; ejemplo: ácido clorhídrico o sulfúrico deben ser sometidos a control. La ley provincial solicita inscripción en la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, Dirección de Protección Ambiental, para luego contratar a las empresas para su gestión.

## 4. Aplicaciones/Servicios

Los servicios que se proponen brindar desde el laboratorio incluyen análisis de paleopalínología en la prospección de Recursos Naturales No Renovables; procesamiento y estudio paleopalínológico de muestras para exploración de hidrocarburos; análisis de cuencas de origen marino y continental; análisis palinoestratigráficos; cambios en la evolución de la paleoflora y reconstrucción de la vegetación pasada.

## 5. Referencias

1. NOETINGER, S.; BURRIEZA, R. R.; BURRIEZA, A.; BURRIEZA, H.P. (2017). Use of UV-curable acrylates gels as mounting media for palynological samples. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 19: 19-23.
2. PHIPPS, D.; PLAYFORD, G. (1984). Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Papers of the Departments of Geology, University of Queensland*, 11: 1-23.

## Opciones de Pedido para MRP

TOBARES, T.; MIERAS, M.

Grupo SiCo, Simulación Sistemas Complejos, UTN FRSR.

[mierasmiguelina@hotmail.com](mailto:mierasmiguelina@hotmail.com)

### Resumen

En tiempos de globalización y mercados competitivos, resulta de vital importancia para las organizaciones el focalizar sus actividades a través de procesos planificados en detalle, que cuenten con un diseño eficiente y sustentable. En este contexto, una gestión exitosa de la cadena de abastecimiento resulta ser uno de los pilares para lograr desde el inicio competitividad y posicionamiento. En particular, la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) necesaria para llevar a cabo la producción en tiempo y forma y así abastecer la demanda, plantea la necesidad de analizar diversas alternativas de organización y optimización de tareas. Por otro lado es bien conocido el efecto del agrupamiento tanto de tareas como de procesos, así como de sistemas físicos y naturales; donde las combinaciones posibles de ordenamiento de los elementos son de crucial importancia.

Es la intención del presente trabajo establecer un patrón de comportamiento para la construcción de una matriz que contenga todas las opciones de pedido a la hora de abastecer un sistema productivo. La importancia de esto redundará en que a partir de ello se podrá programar dicho comportamiento y así facilitar el análisis para mayor cantidad de períodos.

**Palabras Clave:** planificación, materiales, agrupamiento, simulación.

### 1. Introducción

Para un período establecido (N), el objetivo es analizar todas las posibles combinaciones de realizar pedidos para satisfacer las necesidades requeridas, y así luego permitir el estudio de los costos en los que se incurre. Un método para resolver el problema de optimización es enumerar las combinaciones, a partir de la fórmula:

$$2^{(N-1)} \quad (1)$$

Lo que implica una tabla de  $2^{(N-1)}$  entradas con todas las posibles formas de pedir.

**TABLA 1:** Matriz genérica de relación combinaciones/períodos

Combinaciones/Períodos	1	2	3	4	...	N-1	N
1							
2							
...							
j-1							
j							

<sup>1</sup> (Hoop, W.; Spearman, M. (2000). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. 59)

## 2. Desarrollo

Ya determinado el número de combinaciones (j) a considerar a partir de la fórmula antes mencionada, se procede a completar la primera columna correspondiente al período N=1. Aquí se procede de la siguiente forma, a partir de la fórmula:

$$2^{(N-2)}$$

Se establece la cantidad de filas que se completan con 1, este número indica que en el período analizado se realiza un pedido para satisfacer solo dicho período.

Luego a través de la fórmula:

$$2^{(N-3)}$$

Se establece la cantidad de filas que se completan con 2, este número muestra que en el período analizado se realiza un pedido para satisfacer dicho período y el siguiente.

Siguiendo con igual criterio:

$$2^{(N-4)}$$

Establece la cantidad de filas de la primera columna que se completan con 3, dicho número indica que se realiza un pedido para satisfacer las necesidades de tres períodos.

De esta manera se continúa sucesivamente hasta que se analiza  $2^{(N-N)}$ , cuyo resultado muestra que solo la anteúltima combinación (j-1) se completa con el valor (N-1), dicho valor indica que se lleva a cabo un pedido para satisfacer las necesidades de todos los períodos menos el último. Finalmente la combinación (j) de la primera columna se completa con un número igual a N, aquí la opción mencionada es cubrir todas las necesidades del ciclo en un solo pedido.

Para el llenado de la segunda columna se considera una variable  $N_1=N-1$  y se realiza igual procedimiento que el anterior; al finalizar se tienen determinados los valores de  $j/2$  combinaciones, el resto se completan con 0.

Para la tercera columna se establece la variable  $N_2=N-2$  y se procede de igual manera que en el primer caso; al finalizar se obtienen los valores de  $j/4$  combinaciones. Igual número de combinaciones se completan con 0. Hasta aquí se han llenado  $j/2$  combinaciones de la tercera columna. Para terminar dicha columna se copian los valores obtenidos incluidos los 0 y quedan todas las posibles combinaciones establecidas.

En la cuarta columna se trabaja con la variable  $N_3=N-4$  y se precede de igual manera que en primera instancia; al finalizar se obtienen los valores de  $j/8$  combinaciones. Mismo número de combinaciones se completan con 0. Hasta el momento se tienen establecidos los valores de  $j/4$  combinaciones. Para completar la cuarta columna se repiten los valores obtenidos tres veces, de esta manera queda terminada dicha columna.

De lo expuesto hasta aquí se observa un patrón de comportamiento que responde de la siguiente manera:

**TABLA 2:** Patrón de comportamiento para establecimiento de combinaciones

	1º Columna	2º Columna	3º Columna	4º Columna	...	(N-1)º Columna	Nº Columna
Variable	N	$N_1=(N-1)$	$N_2=(N-2)$	$N_3=(N-3)$		$N_{(N-2)}=N-(N-2)$	$N_{(N-1)}=N-(N-1)$
Filas/Combinaciones Completas ( $\neq 0$ )	j	$j*1/2$	$j*(1/2)^2$	$j*(1/2)^3$		$j*(1/2)^{(N-2)}$	$j*(1/2)^{(N-1)}$
Filas/Combinaciones que se completan con 0	-	$j*1/2$	$j*(1/2)^2$	$j*(1/2)^3$		$j*(1/2)^{(N-2)}$	$j*(1/2)^{(N-1)}$
Total de filas/combinaciones completas	j	j	$j*1/2$	$j*(1/2)^2$		$j*(1/2)^{(N-3)}$	$j*(1/2)^{(N-2)}$
Copias	-	-	$(2-1)=1$	$(2^2-1)=3$		$(2^{(N-3)}-1)=$	$(2^{(N-2)}-1)=$

### 3. Conclusión

A partir de la determinación de un patrón de comportamiento para el armado de todas las combinaciones posibles al momento de realizar los pedidos para abastecer los requerimientos del sistema, se facilita la programación de dicho comportamiento habilitando el análisis para tamaños de sistemas más significativos. Esto permite continuar con el estudio sobre un escenario más extenso y completo; lo que va estrictamente ligado a la determinación de conclusiones más precisas.

### 4. Referencias

Heizer, J.; Render, B. (2009). Principios de Administración de las Operaciones. México. VII Ed. Pearson Education.

Karimi, B.; Fatemi Ghomi, S; M. T. Wilson, J.M. (2003). The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms. The Int. J. of Managment Science. 31, 365–378.

Sarkar, A.; Das, D.; Chakraborty, S.; Biswas, N. A. (2013). Simple Case Study of Material Requirement Planning, Journal of Mechanical and Civil Engineering, v. 9, 5, 58 64.

Wagner, H.; Whitin, T. (1958). Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. Management Science. 5, 89–96.



## Caracterización de Agregados Limitados por Difusión

LUENGO, E.

Grupo UTN-FRSR SiCo, UTN Facultad Regional San Rafael

Departamento de Ingeniería Industrial, Calle Urquiza 314, San Rafael, Mendoza, Argentina

emma.luengo91@gmail.com

### Resumen

Un fractal es una figura, que puede ser espacial o plana, formada por componentes infinitos. Su principal característica es que su apariencia y la manera en que se distribuye estadísticamente no varía aun cuando se modifique la escala empleada en la observación.

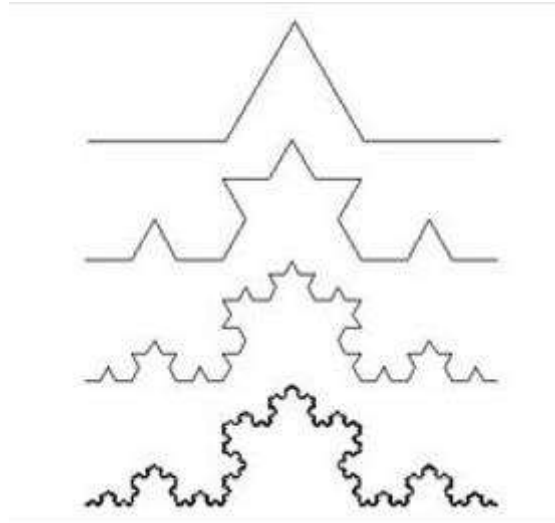
Los fractales en la naturaleza surgen por una variedad de razones por lo que son el foco de muchas investigaciones actuales.

El DLA, por sus siglas en inglés: Diffusion-limited aggregation, es un proceso en el cual partículas sometidas a un paseo aleatorio debido al movimiento browniano, se aglomeran para formar agregados de tales partículas. Esta teoría, propuesta por Forrester and Witten en 1981 es aplicable a la agregación de cualquier sistema donde la difusión es el medio primario de transporte en el sistema. Las agregaciones formadas en procesos DLA se denominan árboles brownianos.

**Palabras Clave:** Agregados, Difusión, Fractal, Simulación

### 1. Introducción

Se ha encontrado que la geometría fractal es la más apropiada para describir muchos patrones naturales. Un fractal, matemáticamente hablando, se define como un objeto geométrico invariante de escala cuya auto-similitud es exacta, como por ejemplo el triángulo de Koch (Fig. 1). En la práctica, las estructuras fractales tienen auto-similitud estadística. Otra característica de un conjunto fractal es que la dimensión que lo caracteriza,  $D_f$ , es fraccionaria, si se entiende como dimensión el número mínimo de coordenadas necesarias para describir cualquier punto del conjunto.



**Fig.1.** Proceso de generación del copo de Koch. Este objeto geométrico es una curva cerrada continua pero no diferenciable en ningún punto.

*Fuente: Daniel ben-Avraham y Sholo Havlin*

La geometría clásica no es lo suficientemente amplia como para abarcar los conceptos necesarios para medir las diferentes formas fractales. Si tenemos en cuenta que se tratan de elementos cuyo tamaño cambia incesantemente no es fácil, por ejemplo, calcular su longitud. La razón es que si se intenta realizar una medición de una línea fractal utilizando una unidad tradicional, existirán siempre componentes tan pequeños y delgados que no podrán ser delimitados con precisión.

Dado que la longitud de la línea fractal y la del instrumento de medición o la unidad de medida escogida están directamente relacionadas, resulta absurdo utilizar dicha noción. Es por eso que se ha creado el concepto de dimensión fractal que permite, cuando hablamos de líneas fractales, conocer de qué manera o en qué grado ocupa una porción de plano. Se define usualmente la dimensión tradicional como:

$$D_f = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \ln(N(\varepsilon)) / \ln(l/\varepsilon)[1]$$

Donde  $N(\varepsilon)$  es el número de celdas de tamaño  $\varepsilon$  necesarias para cubrir el conjunto. Una forma de calcular la dimensión fractal  $D_f$  es mediante la representación de  $N(\varepsilon)$  vs  $\varepsilon$  en gráficas log-log. Si se obtiene una relación lineal con un coeficiente de correlación alto entonces  $D_f$  se identifica como la pendiente de la recta.

## 2. Documento Principal

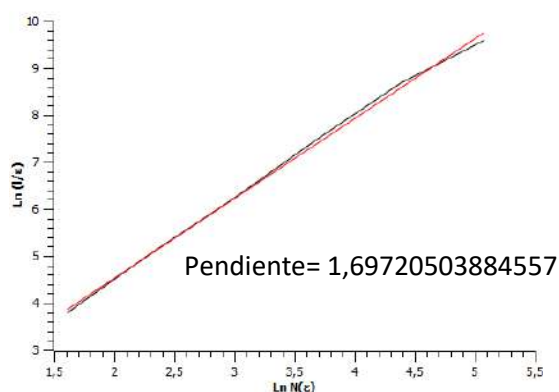
En el desarrollo de la investigación se logró programar un DLA (Fig.2) con la utilización de caminantes al azar, al mismo se le mide la dimensión fractal mediante el método tradicional.

Del análisis de datos en un gráfico log-log (Fig.3) se obtiene como resultado que la dimensión fractal del DLA desarrollado es igual a 1,69720503884557.



**Fig.2.** DLA desarrollado en simulación computacional

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de simulación computacional*



**Fig.3** – Gráfico log-log con datos obtenidos

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de simulación computacional*

### 3. Conclusiones

Se analizaron las estructuras generadas mediante la dimensión fractal clásica obteniéndose como resultado los valores característicos de un agregado limitado por difusión.

### Referencias

1. Ben-Avraham, D., Havlin S. (2004): Diffusion and Reactions in Fractals and Disordered Systems, 18 a 36 (2004).
2. Alonso J. M., Arroyuelo A., Garay P. G., Martín O. A., Vila J. A. (2018): Finite Dimension: A Mathematical Tool to Analyse Glycans



## Prospectiva Hídrica: Demanda de Agua Futura en la Cuenca del Río Diamante

BIONDI, M. y GENOVESE

PID “Análisis prospectivo de la demanda hídrica en la cuenca del Río Diamante (Mendoza, Argentina)”. Grupo GEDT, UTN-FRSR.

Departamento de Ingeniería Civil, UTN - Facultad Regional San Rafael.

lu.biondi15@gmail.com

### Resumen

En zonas áridas, garantizar la seguridad hídrica es indispensable para el desarrollo y la sustentabilidad del territorio. La construcción de un balance hídrico, que contraste la disponibilidad hídrica con la demanda, y su evolución en el tiempo, es una herramienta clave para el propósito mencionado. El trabajo que se comunica, propone analizar en forma prospectiva la evolución de la demanda hídrica en la cuenca del río Diamante para un horizonte temporal de 30 años. Se plantea una metodología de construcción de escenarios futuros a partir de la aplicación de herramientas como: Método de Marco Lógico, Análisis Estructural de Variables, Taller de Prospectiva, Método Delphi y Método MACTOR. Con los resultados se espera explicar cuanti-cualitativamente la posible demanda hídrica futura en la cuenca estudiada, y así prever estrategias de gestión integrada que permitan alcanzar la sustentabilidad ambiental y promover el desarrollo regional.

**Palabras Clave:** Demanda hídrica – Prospectiva – Recursos hídricos – Evolución de sistemas.

### 1. Introducción

El agua es un bien preciado e indispensable a todas las actividades humanas (Balairón Pérez, 2002). Es el factor crítico que posibilita el desarrollo de los territorios, imprescindible para el progreso de las sociedades y vital para los ecosistemas. En zonas áridas, como la provincia de Mendoza, la optimización del uso del agua y la gestión integral de este recurso cobran aún mayor relevancia y resultan indispensables para garantizar la seguridad hídrica de la región. Los estudios prospectivos son una herramienta eficaz para desarrollar una gestión adecuada, responsable y sustentable del recurso hídrico, que permita anticiparse a las posibles dificultades y realizar una planificación estratégica (Godet, 2007).

### 2. Documento Principal

La zona de influencia del Río Diamante abarca una amplia superficie de la provincia de Mendoza. El río nace en la Laguna homónima que está ubicada en la cordillera de Los Andes y luego escurre hacia el este, desembocando en el río Desaguadero. La cuenca respectiva tiene una superficie aproximada de 11.000 km<sup>2</sup> y comprende parte del territorio de tres departamentos: San Carlos, San Rafael y General Alvear (Departamento General de Irrigación, 2017).

El Río Diamante abastece principalmente al departamento de San Rafael, dotando a 162.000 habitantes, lo que representa más del 89 % de la población del departamento (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011). La oferta hídrica superficial media del Río Diamante es de 1151hm<sup>3</sup> (Departamento General de Irrigación, 2017). Su régimen es nivo-glacial y por ello está estrechamente relacionado con los glaciares ubicados en la cordillera de Los Andes.



**Fig. 1.** Localización y área de la cuenca del río Diamante.  
*Fuente: Departamento General de Irrigación, 2017*

Investigaciones del IANIGLA - CONICET aportan vastos conocimientos acerca de la evolución de la disponibilidad hídrica en Los Andes Centrales frente a la variabilidad climática. En las proyecciones que se definen para el año 2050, se sostiene que: los glaciares de la región muestran una retracción generalizada; el aumento de la temperatura está alterando el hidrograma de los ríos; en los valles, a diferencia de la montaña, se observa mayor precipitación en el verano; las cuencas más afectadas serán las cuencas del Río Diamante y del Río Atuel (Rivera et al., 2017) (Villalba et al., 2016) (Araneo et al., 2014) (Bonisegna et al., 2006).

Los antecedentes disponibles vinculados a los recursos hídricos en la región permiten conocer las características de la oferta esperada en el área de estudio, según distintos escenarios asociados al cambio climático global. Sin embargo, para poder hacer un balance hídrico prospectivo y gestionar el recurso de forma eficiente, es necesario también conocer la posible demanda hídrica futura.

## 2.1. Objetivos

La investigación que se comunica tiene como objetivo predecir la evolución de la demanda hídrica en la cuenca del Río Diamante, en un horizonte temporal de 30 años.

Para ello, resulta necesario: identificar y analizar las variables socioeconómicas y ambientales más influyentes en el cambio de la demanda hídrica de la zona; definir en forma cuali-cuantitativa, los usos del agua futuros en la cuenca hidrográfica; caracterizar posibles riesgos asociados a eventos hídricos extremos en el Río Diamante; explicar los posibles escenarios futuros del recurso hídrico en la cuenca estudiada, contemplando aspectos socioeconómicos, ambientales, tecnológicos y legales; y prever estrategias de gestión hídrica y de planeamiento territorial que permitan alcanzar escenarios deseados.

## 2.2. Metodología

La metodología a desarrollarse sigue los lineamientos de trabajos realizados por el Instituto Nacional del Agua (Instituto Nacional del Agua, 2010), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Vitale, 2016), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (Beinstein, 2016), y organismos internacionales como: la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y el *Instituto de Estudios Tecnológicos y Prospectivos* de España (Puebla, 2014).

El trabajo se subdivide en tres etapas: una fase de pre-prospectiva, donde se delimita el problema, se elabora el diagnóstico y se analizan las tendencias de variables críticas, utilizando los métodos de *Marco Lógico y Análisis Estructural*; una fase de prospectiva, en la que se definen los futuros posibles, mediante *Taller de Prospectiva, Método Delphi, MACTOR y Construcción de Escenarios*; y una fase de pos-prospectiva, durante la cual se determinan posibles estrategias y acciones que permitan alcanzar escenarios deseados.

## 2.3. Conclusión

Con el proyecto se espera obtener resultados que permitan estimar cuanti-cualitativamente la posible demanda hídrica futura en la cuenca del Río Diamante, y realizar la comunicación y transferencia de los estudios al medio, constituyendo así la base de nuevos proyectos de investigación, desarrollo e innovación que generen soluciones tecnológicas para optimizar el sistema de aprovechamiento hídrico de la región y adaptarlo en forma anticipada a las amenazas pronosticadas.

## 3. Referencias

1. ARANEO, D.; VILLALBA, R. (2014). *Variability in the annual cycle of the Río Atuel streamflows*. International Journal of Climatology 2015, 35, 2948.
2. BALAIRÓN PÉREZ, L. (2002). *Gestión de Recursos Hídricos*. Barcelona: Edicions UPC.
3. BEINSTEIN, J. (2016). *Manual de prospectiva: guía para el diseño e implementación de estudios prospectivos*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
4. BONISEGNA, J., VILLALBA, R. (2006). *Documento marco sobre la oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
5. DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN (2017). *Balance Hídrico Río Diamante*. Mendoza: Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de Mendoza.
6. GODET, M. (2007). *Manual de prospectiva estratégica*. París: Dunod.
7. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (2011). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*. Buenos Aires: INDEC – Argentina.
8. INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA (2010). *Prospectiva Hídrica*. Buenos Aires: Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.
9. PUEBLA, P. (2014). *La prospectiva como herramienta de gestión. Su aplicación en el sector hídrico*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
10. RIVERA, J.; PEÑALBA, O.; VILLALBA, R.; ARANEO, D. (2017). *Spatio-Temporal Patterns of the 2010–2015 Extreme Hydrological Drought across the Central Andes*. Water 2017, 9, 652.
11. VILLALBA, R.; BONINSEGNA, J.; MASIOKAS, M.; CARA, L.; SALOMÓN, M.; POZZOLI, J. (2016). *Cambio climático y recursos hídricos*. Ciencia Hoy 2016, número 149.
12. VITALE, J. (2016). *Guía de prospectiva para el ordenamiento territorial rural de la Argentina a nivel municipal*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

## Diagnóstico de “Obras Tipo” para la Determinación de Costos en Construcciones Civiles del Sur Mendocino

BIONDI, M. y SOENGAS, C. UTN – Facultad Regional San Rafael. Urquiza N°314.

PID “Desarrollo de Metodología de Rendimientos y Costos para la Construcción Civil Local”

Grupo GEDT, UTN - FRSR

Departamento de Ingeniería Civil, UTN - Facultad Regional San Rafael

[lu.biondi15@gmail.com](mailto:lu.biondi15@gmail.com)

### Resumen

En la región sur de la provincia de Mendoza, se perciben dificultades para prever los costos de las construcciones civiles. La disparidad en los precios de mercado y la desregulación existente en el rubro, impiden efectuar presupuestos certeros. La investigación que se aborda pretende desarrollar un sistema que permita conocer los costos de la construcción civil en el sur mendocino. El diagnóstico que se presenta refleja la identificación y descripción de la obra civil más representativa de la construcción en el departamento de San Rafael. Se utilizaron herramientas como entrevistas y métodos de relevamiento como el barrido territorial acotado a partir de imágenes satelitales. De los resultados se desprenden las características más comunes de las viviendas en la ciudad. Se espera finalizar exitosamente la etapa de diagnóstico, para poder avanzar en la metodología, hasta diseñar un observatorio virtual actualizable y abierto a la sociedad, que permita visualizar costos representativos de la construcción civil en la región estudiada.

**Palabras Clave:** construcción civil – costos – rendimientos – presupuesto

### 1. Introducción

Actualmente, en la región sur de la provincia de Mendoza, se presentan dificultades para prever los costos de la construcción civil. La disparidad en los precios de mercado de insumos y materiales, la falta de estándares de referencia en el costo de la mano de obra, la arbitrariedad en los presupuestos de los distintos agentes de construcción y el desconocimiento de los rendimientos reales en la zona, son algunas de las causas de esta problemática. Esta investigación entonces, intenta dar respuesta al interrogante: *¿cómo sería una propuesta de sistema que permita conocer los costos de la construcción civil en el sur mendocino?*

El objetivo general que propone el trabajo es desarrollar un sistema que permita conocer los costos de la construcción civil en el sur mendocino, y aporte a la regulación de los precios en la región. Para ello, se plantea: identificar la obra civil más representativa de la construcción en la región; describir las características constructivas más habituales en este tipo de obra; examinar los materiales y las actividades de mano de obra necesarios para estas construcciones por unidad de medida, según las características descritas; explicar la relación entre los rendimientos y los costos de la mano de obra en la zona; diseñar una base de datos sistematizada y fácilmente actualizable de los costos de los materiales definidos; diseñar una base de datos sistematizada y fácilmente actualizable de los costos de la mano de obra

definida; desarrollar un observatorio virtual que permita visualizar costos representativos de la construcción civil en la región estudiada.

## 2. Documento Principal

El presupuesto es el cálculo anticipado del costo de una obra. Es la predicción de un hecho futuro, cuya magnitud debe representar con toda exactitud posible el costo real de la construcción (Chandías et al., 2009). La elaboración del presupuesto es una de las partes más importantes en el proceso de planificación de una obra civil, ya que su éxito o fracaso depende de la exactitud, contenido, y estimación del mismo, siguiendo un camino debidamente delineado (Cervantes, 1999).

En Argentina, se determinan diversos índices que reflejan el costo de las obras civiles, entre ellos los que publican periódicamente el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), la Cámara Argentina de la Construcción (CAC), la revista *Vivienda* y el periódico *El Constructor* (Steimberg, 2006). Sin embargo, las construcciones civiles que se analizan para obtener el índice y los precios de materiales y mano de obra que se consideran, no son representativos del sur de la provincia de Mendoza.

El Consejo de Ingenieros y Geólogos de Mendoza elabora dos presupuestos para viviendas tipo: en su *Presupuesto 1* toma como referencia una vivienda económica prototipo IPV (Instituto Provincial de la Vivienda), con una superficie cubierta total de 56,40 m<sup>2</sup>; el *Presupuesto 2* define los costos de una vivienda de mediana calidad de 136,60 m<sup>2</sup> de superficie cubierta total, en dos plantas (COPIG Mendoza, 2018). Estos valores se elaboran con base en precios representativos del Gran Mendoza (capital provincial y alrededores), que debido a su diferentes accesibilidad, comunicación, transporte, competitividad en el rubro, e incluso diseño urbano, son disímiles de la realidad de los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe (zona sur de la provincia).

Existen, a nivel nacional (CAAP, 2018) e internacional (Comunidad de Madrid, 2018), plataformas web y bases de datos actualizadas disponibles para determinar este tipo de presupuestos. La propuesta de la presente investigación es desarrollar un sistema análogo que considere los precios de materiales y rendimientos de mano de obra propios a nivel local.

### 2.1. Metodología

Para el desarrollo de la investigación propuesta se define comenzar las actividades por el departamento de San Rafael, para luego hacer extensivo el método a los departamentos de General Alvear y Malargüe. Hasta el momento, se ha avanzado en la primera etapa de la metodología: la identificación y descripción de la construcción civil más habitual en San Rafael.

Mediante revisión bibliográfica y análisis de antecedentes se construyó un marco conceptual adaptable, como base de la investigación. Luego, se definió en forma precisa el alcance espacial y el horizonte temporal del estudio, acotándose los mismos en esta primera etapa a la Ciudad de San Rafael, y a obras de hasta 10 años de antigüedad. Actualmente, se realiza un diagnóstico cuanti-cualitativo de las construcciones pertinentes y se analiza estadísticamente las características más representativas de las obras civiles de la zona.



## 2.2. Grado de avance

A partir de la revisión de antecedentes y de entrevistas realizadas al Secretario de Obras Públicas, al Director de Obras Privadas y al Director de Catastro (Municipalidad de San Rafael), se obtuvo información significativa, como:

- La obra civil más representativa de la Ciudad de San Rafael es la vivienda unifamiliar de uso permanente.
- La cantidad de construcciones iniciadas en el departamento de San Rafael desde el 01/01/2010 hasta el 30/04/2018 es de 9195 unidades.
- La superficie cubierta promedio de las construcciones en el departamento de San Rafael es de 80 m<sup>2</sup>.
- La categoría de construcción más usual en el departamento de San Rafael es de tipo 3, lo que indica las principales características de: frente, techos, muros, terminaciones, cielorraso, cocina, baños, instalaciones y carpintería (Municipalidad de San Rafael, 2018).

Para validar los datos recabados, se comenzó el relevamiento de las viviendas de la ciudad de San Rafael, a partir de imágenes satelitales y trabajo de campo. Se utiliza un barrido territorial acotado, mediante un operativo masivo de identificación de viviendas, a través de recorrido visual sistemático de áreas urbanas con más de 15.000 habitantes. Se sigue un esquema de cuatro cuadrantes, con recorrido en el sentido de las agujas de reloj. Solamente se incluyen en la base de datos las viviendas de interés (construcciones realizadas, o en proceso de construcción, de 10 años de antigüedad como máximo). De las viviendas se relevan las siguientes características: ubicación, superficie cubierta, cantidad de plantas, etapa de construcción (terminada o en proceso), materiales visibles (cubierta, cerramientos y aberturas).

## 2.3. Conclusiones y lineamientos futuros

Una vez finalizada la etapa de diagnóstico, se estará en condiciones de definir la tipología de vivienda representativa de la construcción en San Rafael. A partir de ello, se avanzará en las siguientes fases metodológicas que incluye: análisis de materiales y mano de obra empleados en la construcción civil tipo de San Rafael; determinación de costos de estos materiales y rendimientos de la mano de obra; replicación de las fases para los departamentos de General Alvear y Malargüe; y por último, el diseño del sistema de visualización de precios de la construcción en el sur mendocino.

## 3. Referencias

1. CAAP (2018). *Gestión eficiente de obras de construcción*. Buenos Aires: [www.webcapp.com](http://www.webcapp.com).
2. CERVANTES ABARCA, A. (1999). *Metodología para la planeación, elaboración y control de presupuestos de obra*. México D.F.: [www.zaloamati.azc.uam.mx](http://www.zaloamati.azc.uam.mx).
3. CHANDÍAS M., RAMOS J. (2009). *Cómputos y presupuestos*. Buenos Aires: Editorial Alsina.
4. COMUNIDAD DE MADRID (2018). *Base de datos de la construcción*. Madrid: [www.madrid.org](http://www.madrid.org).
5. COPIG Mendoza (2018). *Valor índice de la construcción*. Mendoza: [www.copigmza.org.ar](http://www.copigmza.org.ar).
6. MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL (2018). *Formulario N° 1 – Sellado General*. San Rafael: [www.sanrafael.gov.ar](http://www.sanrafael.gov.ar).
7. STEIMBERG, D. (2006). *Organización de la Obra*. Tucumán: Edición FAU – UNT.

## Tomografías, Scanners e Impresoras 3D, Aplicación en Paleontología de Vertebrados. Su Implementación en el Estudio Anatómico Comparado de una Tortuga del Jurásico Argentino

GONZÁLEZ RUIZ, P.<sup>1,2</sup>; DE LA FUENTE M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Museo de Historia Natural de San Rafael, Av. Ballofet s/n, 5600, San Rafael, Mendoza, Argentina

<sup>2</sup> Instituto de Evolución, Ecología Histórica y Ambiente (CONICET-IDEVEA-UTN FRSSR), Calle Urquiza 314, 5600 San Rafael, Mendoza, Argentina  
pgonzalez@mendoza-conicet.gob.ar, mdela fuente@mendoza-conicet.gob.ar

### Resumen

En los últimos años las nuevas tecnologías han permitido el avance de estudios en paleontología permitiendo ver estructuras y elementos anatómicos antes ocultos o de difícil acceso. En el caso de la paleontología de vertebrados el escaneado de elementos aislados y la tomografía computada han permitido reconstruir y estudiar la anatomía interna de cráneos y otras estructuras (e.g., neurocráneo, oído medio, oído interno) de una manera no destructiva<sup>1</sup>. En el caso de estudio se hicieron tomografías de tres cráneos de la tortuga jurásica *Neusticemys neuquina* (Fernández y de la Fuente 1988)<sup>2</sup>.

Las tomografías funcionan mediante la radicación de rayos X a una muestra y comparando la diferencia de absorción de rayos X de los diferentes componentes de la misma, generando imágenes en escalas de grises donde los colores oscuros representan elementos con menor capacidad de absorción y los claros aquellos con una mayor capacidad. Este proceso es el mismo de las radiografías, con la excepción de que en las tomografías los rayos X son proyectados desde diferentes direcciones y recibidos por receptores dispuestos alrededor de la muestra generando imágenes tridimensionales.

En este ejemplo lo primero que se hizo fue la obtención de tomografías, para ello en el caso de dos de los cráneos (MACN pv-105, MHNSR-PV 1195) se utilizó un microtomógrafo SkyScan 1173 que es un escáner helicoidal, llamado así por la forma en que se proyectan y registran los rayos X. Las imágenes producidas por este tipo de escáner tienen una correlación de pixel a longitud que en nuestro caso fue de 121.46  $\mu\text{m}$  a 1, pero este tipo de escáner tiene potencia de generar imágenes con escalas de 4 o 5  $\mu\text{m}$  a 1. El tercer cráneo se estudió en un tomógrafo médico en la Policlínica de Neuquén con un tomógrafo axial computado helicoidal multicorte modelo AQUILION 64 TSX 101/E en el que la relación longitud/pixel es de 0.625 mm a 1. A partir de estos escaneos se obtuvieron diferentes sets de imágenes que posteriormente fueron analizadas usando el software gratuito 3D Slicer (Fedorov et al. 2012)<sup>3</sup>. La reconstrucción de estructuras en 3D Slicer requiere identificar estructuras en las imágenes, partición por partición y la generación de un modelo tipo mesh, que puede ser generado en diversos formatos (stl, vtk, ply, obj, vtp). Este proceso puede facilitarse gracias a una serie de códigos online que permiten generar el reconocimiento semiautomático de estructuras como lo es la extensión FastGrowCut<sup>4</sup> que identifica pixeles similares entre sí entre particiones. El producto final del análisis con 3D Slicer es un modelo tridimensional de los elementos a estudiar o en muchos casos la reconstrucción de partes blandas.

Otra opción, aparte de las tomografías computadas, es el escaneado de piezas fósiles para generar modelos tridimensionales. Esta segunda opción tiene otras aplicaciones y ha sido usado en paleontología para la descripción de partes anatómicas de difícil acceso o de

pequeño tamaño (Lyons et al., 2000)<sup>5</sup>, análisis de comparación de faunas (Niven et al. 2009)<sup>6</sup> y la reconstrucción de cráneos o esqueletos a partir de elementos aislados.

Finalmente, el uso de impresoras 3D ha sido últimamente una de las formas en que los investigadores pueden comparar ejemplares con aquellos de colecciones lejanas, por ejemplo, la tortuga jurásica *Plesiochelys planicipes* de las colecciones del Museo de Historia Natural de la Universidad de Oxford se puede comparar con ejemplares de colecciones locales (e.g., *Neusticemys neuquina* del Museo Prof. Olsacher de Zapala) gracias a la digitalización e impresión del cráneo realizada por Evers y Benson (2018)<sup>7</sup>. Así como la creación de modelos tridimensionales de exposición al público de piezas delicadas y reconstrucciones más detalladas evitando el uso de otros métodos más invasivos que deterioran el material original. Los diferentes modelos digitales pueden ser recuperados de bases de datos como los son morphosource (<https://www.morphosource.org/>), Phenome 10K (<http://phenome10k.org/>), Digital morphology (<http://www.digimorph.org/>) entre otras y estar a disposición del investigador en el momento de necesitarlo.

**Palabras Clave:** Tomografías, Modelos 3D, Paleontología, Thalassocheilydia.

## Referencias

1. Racicot, R.: Fossil secrets revealed: X-ray CT scanning and applications in paleontology. *The Paleontological Society Papers*, 22: 21-38 (2016).
2. Fernández, M. S., de la Fuente, M.S.: Nueva tortuga (Cryptodira: thalassemydidae) de la formación Vaca Muerta (Jurásico, tithoniano) de la provincia del Neuquen, argentina. *Ameghiniana*, 25(2): 129-138 (1988).
3. Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J., Finet J., Fillion-Robin J-C., Pujol S., Bauer C., Jennings D., Fennessy F.M., Sonka M., Buatti J., Aylward S.R., Miller J.V., Pieper S., Kikinis, R.: 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. *Magn Reson Imaging*. Nov. 30(9):1323-41. PMID: 22770690. PMCID: PMC3466397. (2012).
4. Zhu, L., Kolesov, I., Gao, Y., Kikinis, R., Tannenbaum, A.: An Effective Interactive Medical Image Segmentation Method Using Fast GrowCut, *International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI), Interactive Medical Image Computing Workshop* (2014)
5. Lyons, P. D., Rioux, M., Patterson, R. T. Application of a three-dimensional color laser scanner to paleontology: an interactive model of a juvenile tylosaurus sp. Basisphenoid-Basioccipital. *Palaeontologia Electronica* 3(2): 16 (2000).
6. Niven, L., Steele, T. E., Finke, H., Gernat, T., Hublin, J. J.: Virtual skeletons: using a structured light scanner to create a 3D faunal comparative collection. *Journal of Archaeological Science* 36(9): 2018-2023 (2009).
7. Evers, S. W., Benson, R. B.: A new phylogenetic hypothesis of turtles with implications for the timing and number of evolutionary transitions to marine lifestyles in the group. *Palaeontology*. doi: 10.1111/pala.12384 1(2018).