



82

# INGENIERÍA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY / Agosto 2018

Rodolfo Fariello  
In memoriam

Ing. Marcelo Erlich,  
Ing. Juan Grompone

100 años de la Ingeniería  
Química en Uruguay

1918 / 2018

Ing. Quím. Nilda Medina

Estudio de casos: Optimización de  
sistemas de recuperación de calor

Dr. Marcelo Castelli, Ing. Martín Gar-  
mendia , Ing Marcelo Berglavaz

# Comisión Directiva

2017-2019

## **Presidente**

*Ing. Miguel Fierro*

## **Tesorero**

*Ing. Nicolás Rehermann*

## **1er. Vicepresidente**

*Ing. Marcelo Erlich*

## **Pro-Tesorero**

*Ing. Federico Selves*

## **2do. Vicepresidente**

*Ing. Lucas Blasina*

## **Vocales**

*Ing. Orlando Egüez*

*Ing. Richard Hobbins*

*Ing. Roberto Vázquez*

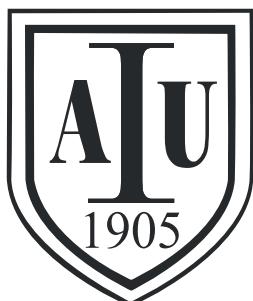
*Ing. José Pedro Pena*

## **Secretario**

*Ing. Martín Dulcini*

## **Pro-Secretario**

*Ing. Gustavo Mesorio*



**Asociación de Ingenieros del Uruguay**

Acompañando la Ingeniería desde 1905

# Contenido

02

## **Una Asociación Protagonista**

*Ing. Miguel Fierro*

08

## **La robótica en la construcción**

*Ing. Rodrigo Sánchez del Río*

19

## **Moocs de instrucción a la programación y de pensamiento computacional**

*Dra. Ing. Inés Friss de Kerekí  
ORT Uruguay*

31

## **AIU en UPADI**

*Ing Jorge Spitalnik*

38

## **Rodolfo Fariello In memoriam**

*Ing. Marcelo Erlich,  
Ing. Juan Grompone*

04

## **Notas sobre la consultoría en gestiones**

*Ing. Fernando Castro*

13

## **Eduardo Terra Arocena Ing. civil, maestro en geología**

*Ing. Pablo Thomasset Trakalo*

25

## **Estudio de casos: Optimización de sistemas de recuperación de calor**

*Dr. Marcelo Castelli, Ing. Martín Garmendia , Ing Marcelo Berglavaz.*

34

## **100 años de la ingeniería química en uruguay 1918 / 2018**

*Ing. Quím. Nilda Medina*

---

Redactor Responsable:  
Ing. Miguel Fierro

Diseño Gráfico:  
**ME  
DIO**  
GRÁFICO 098 731976  
091 467156

Impreso y encuadrado:  
Gráfica Mosca

# UNA ASOCIACIÓN PROTAGONISTA

Ing. Miguel Fierro - Presidente AIU

Estimados socios, habiendo transcurrido ya más de un año de asumir la responsabilidad de presidir la Asociación de Ingenieros del Uruguay me dirijo a ustedes a los efectos de hacerles llegar un raconto de lo que hemos estado haciendo en este tiempo junto con mis compañeros de la Comisión Directiva.

En este periodo, y por distintas circunstancias nos hemos visto obligados a cambiar la conformación de la Comisión Directiva integrando al Ingeniero Roberto Vázquez, quien ya había estado con nosotros en periodos anteriores y sumamos al Ingeniero Federico Selvés quien no había tenido participación hasta el momento como titular.

Uno de los cambios más notorios que se realizó el año pasado fue la renovación de la página web, modernizándola, haciéndola más amigable y agregándole más contenido. Próximamente en la misma se podrá acceder a la Guía de Ingenieros del año 2019. Junto con este emprendimiento se incursionó en las redes sociales creando una página de Facebook y se incrementó el uso de Twitter que ya estaba vigente pero que no tenía el dinamismo que se le ha dado hoy en día.

Dentro de las mejoras que se están implementando se incluye la gestión de los socios, es por esto que en algunos casos en que sea necesario completar información en la base de datos se los va a contactar a los efectos de que nos brinden los datos faltantes.

En mayo de este año, la Asociación de Ingenieros del Uruguay junto con la Asociación de Ingenieros Químicos del Uruguay, la Asociación de Agrimensores del Uruguay y la Asociación de Ingenieros Alimentarios del Uruguay nos agrupamos, bajo el lema “Por una Ingeniería comprometida con el Desarrollo Nacional” para formar una lista para las Elecciones Universitarias. Los resultados fueron muy buenos, logrando los tres cargos en el Consejo de la Facultad, los dos cargos en la Asamblea General del Claustro y ocho de los diez cargos en la Asamblea del Claustro de Facultad.



Ing. Miguel Fierro  
Pdte. Asociación de ingenieros del uruguay

Aprovechando el acontecimiento del Mundial de Rusia 2018, se organizó una penca, en la cual se inscribieron más de 80 socios, resultando ganadora del primer premio, un televisor Smart de 32 pulgadas la Ingeniera Nora Barlia y del segundo premio, entradas dobles para la Fiesta de Fin de Año, la Ingeniera Isabel Araujo. Valoramos mucho la participación de los colegas.

Cada dos años, desde el año 2014, se organiza el premio conjunto entre la AIU y la IEEE, mediante el cual se le hace un reconocimiento a un Ingeniero uruguayo especialmente distinguido en las ramas de la Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática o de Comunicaciones. Las nominaciones serán recibidas hasta el 20 de Agosto. Este año nuevamente vamos a contar con la presencia del Presidente de la IEEE, James Jefferies.

Otro acontecimiento en el cual va a participar la AIU colaborando con el evento es Ingeniería de Muestra que en esta oportunidad festeja su décima edición y se va a desarrollar en 4 sedes, Montevideo, Salto Tacuarembó y Rocha.

Por primera vez, este año, la Asociación de Ingenieros, representada por el Ingeniero Juan Carrasco, va a formar parte del Tribunal Evaluador del Premio de Eficiencia Energética.

Por otro lado, este año también se cumplen 25 años de la implantación del Premio Nacional de Calidad,

por lo cual INACAL está organizando una Semana de la Calidad especial por una “Ingeniería por y para la Calidad” que va a llevarse a cabo del 10 al 14 de Setiembre con la participación de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, la Asociación de Ingenieros Químicos del Uruguay, la Asociación de Ingenieros Agrimensores, la Asociación de Ingenieros Alimentarios y la Asociación de Ingenieros Agrónomos.

También en el mes de octubre, los días 16 y 17, por iniciativa de la Consultora INGNOVA Ingeniería estamos co-organizando junto con la Sociedad de Arquitectos del Uruguay el Segundo Seminario BIM.

Estos son algunos de los temas en los que hemos estado trabajando en este tiempo, tratando de agregarle más contenido a la Asociación, somos conscientes que se puede hacer mucho más y hacia esa dirección nos estamos orientando.

**Saludamos a toda la masa social y los invitamos a que participen más activamente en las actividades de la AIU y a que acerquen colegas a asociarse para hacer más fuerte y representativa nuestra agremiación.**



Ing.Nora Barlia Ganadora de Penca Mundial 2018

# NOTAS SOBRE LA CONSULTORÍA EN GESTIONES DE LAS EMPRESAS

Ing. Fernando Castro

El autor es Ingeniero en Sistemas de Computación de la Udelar, socio de AIU y miembro senior de IEEE. Tiene experiencia en cargos gerenciales en empresas públicas y privadas, nacionales e internacionales, y fue docente grado 5 en la FIA y profesor en la UM y el IEEM. Como consultor tuvo la oportunidad de diseñar y supervisar estrategias en empresas que recogieron importantes beneficios. Esta serie de notas recoge algunas ideas prácticas y recomendaciones basadas en la práctica profesional. Los nombres reales de empresas aludidas en los casos presentados son reservados. Gustosamente ampliaremos las inquietudes de los lectores que se contacten con nosotros por las vías detalladas al pie de este artículo.



Ing. Fernando Castro

Los rangos de este KPI varían mucho entre las distintas ramas de la actividad porque está claro que algunas empresas necesitan mano de obra intensiva y obtienen sus resultados a partir de la rápida rotación de sus activos, mientras que otras generan sus ingresos a través de enormes inversiones en investigación o en instalaciones y equipos como las que extraen petróleo o minerales. Por sector de actividad, algunos casos:

Sector de Actividad	Ingresos anuales (promedio) por empleado
Tecnología	480 mil dólares
Telecomunicaciones	610
Finanzas	650
Utilities	810
Energía	1.790 (1,79 millones de dólares)

Fuente:

[www.visualcapitalist.com/companies-revenue-per-employee](http://www.visualcapitalist.com/companies-revenue-per-employee)

## Sobre los Indicadores Clave de Performance (KPI)

Existe una gran cantidad de KPI y algunos son más conocidos y utilizados que otros. Entre los propósitos que se tienen en cuenta al diseñar los KPI de un proceso está el de que su propio enunciado estimule las acciones de los mandos en el sentido de mejorar los resultados de la empresa. Un indicador muy interesante pero poco utilizado es el que surge de la relación entre los ingresos (revenues) de la empresa y la cantidad de empleados (equivalentes de tiempo completo). Así, el cociente entre los ingresos durante el año y la cantidad de empleados promedio de la empresa nos permite tener por un lado una medida que se relaciona con la eficiencia de la empresa, y por otro lado un elemento de comparación con otras empresas a las cuales nos gustaría emular.

En nuestro medio, por citar casos cercanos, hay varias empresas internacionales instaladas en zonas francas cuyos ingresos superan los 100, 200 o 300 mil dólares anuales por empleado, y siendo la mayoría de los casos empresas de servicios cuyos costos mayores son los de personal y comunicaciones, ¡nos hacen abrir los ojos! Piensen que son empresas de varios miles de empleados. Entre las más conocidas tenemos la siguiente lista:

Empresa	Ingresos anuales por empleado
IBM	200 mil dólares
Citi, Oracle	300
Coca Cola	400
Microsoft	700
VISA	1,1 millones de dólares
Facebook	1,6
Apple, Netflix	1,9
Exxon	3,2
Valero	9,4

Fuente:

[www.visualcapitalist.com/companies-revenue-per-employee/](http://www.visualcapitalist.com/companies-revenue-per-employee/)  
[www.marketwatch.com/investing/stock/vlo](http://www.marketwatch.com/investing/stock/vlo)

(Nota: Valero, lugar 32 en la lista de Fortune 500 refina petróleo y produce etanol, factura 94.000 millones de dólares anuales, con 10.015 empleados.)

Las primeras preguntas que se nos ocurren entonces son: ¿cómo hago para que el resultado de mi empresa alcance estos parámetros? ¿Es posible? ¿Cuáles son mis límites? ¿Estoy en el negocio correcto?

Cabe aclarar que por supuesto no es éste el único KPI relevante, y que hay otros que nos dan visiones complementarias como la relación entre las ganancias anuales y la cantidad de empleados. Si consideramos el cociente entre la ganancia neta y la cantidad de empleados la visión se modifica un poco pero mantiene su esencia de estimular la comparación con las empresas líderes. Entre los valores más grandes de este indicador tenemos:

Empresa	Ganancias anuales por empleado
Cisco	146 mil dólares
Citi	-32
Oracle	68
Microsoft	171
Apple	393
National Grid	458
Facebook	599
VISA	431
IBM	14,5
Netflix	102
Exxon	277
Coca Cola	19,1
Valero	406
Guilead	1,5 millones de dólares

Notas:

Fuentes:

[www.visualcapitalist.com/companies-revenue-per-employee/](http://www.visualcapitalist.com/companies-revenue-per-employee/)  
[www.marketwatch.com/investing/stock/vlo](http://www.marketwatch.com/investing/stock/vlo)

- En todas las tablas se excluyeron las empresas auspiciadas por el gobierno de EEUU en el área de bienes raíces.
- National Grid plc es una empresa de electricidad y gas nacida en Reino Unido que distribuye energía eléctrica y gas en Inglaterra, Gales y la costa este de EEUU.
- Guilead es una empresa farmacéutica

Apple es la empresa que logra el mayor nivel de ganancias por segundo pero es la 7<sup>a</sup> en ganancias por empleado. Facebook es la empresa tecnológica más rentable por empleado.

Los KPI hasta aquí tratados tienen el mérito de sorprender a la audiencia cuando son presentados y ayudan a estimular la formulación de puntos de vista radicales en la empresa. Una vez que se llega al estado de ánimo apropiado, la pregunta básica es: Si mi competencia obtiene el resultado X, ¿cómo podemos hacer un plan para igualar y superar ese resultado?

### Casos reales

En la práctica profesional hemos tenido la oportunidad de ayudar a empresas para las cuales fue importante aplicar el enfoque que acabamos de describir. La presentación de los conceptos y valores arriba ilustrados estimula a los directores y gerentes para imaginar escenarios de negocio y de performance mucho más exigentes pero a la vez viables. A partir de ese punto se diseñan los planes estratégicos, comerciales y operativos que permiten dar un salto en el desarrollo del negocio. Lo que sigue es la descripción de dos casos recientes de éxito.

### Empresa D

D se dedica al desarrollo de software y aplicaciones con tecnologías avanzadas de análisis de datos. Tiene varios proyectos en curso, para clientes locales y extranjeros y en Uruguay desarrolla proyectos importantes para el estado. Los proyectos se diferencian mucho entre sí en cuanto a tamaño, complejidad, precio, costo, recursos insumidos (horas de técnicos), financiación y plazo. Todos los proyectos son individualmente rentables en principio (precio>costo) pero la empresa hacía varios años que no ganaba dinero (y los socios no habían podido retirar ganancias).

Durante la consultoría se identificaron y corrigieron múltiples problemas relacionados con la identificación de los costos, la gestión de los proyectos,

el manejo de las expectativas de los clientes y la gestión financiera (flujo de caja).

Se definieron varios KPI y los que nos ocupan fueron determinantes para dimensionar y definir un nuevo plan estratégico, al favorecer en los directores una visión del negocio bastante distinta de la que tenían inicialmente. En base a esto se identificaron empresas del mismo giro con las cuales D se podía comparar y los benchmarks correspondientes ayudaron a definir la planificación estratégica, comercial y de control. Al cierre del segundo año de iniciada nuestra consultoría los resultados se volvieron significativos después de varios años de pérdidas, con proyecciones de ganancias sostenidas y un desempeño predecible en base a la planificación adecuada y un proceso de control consistente.

### Empresa Y

Y se dedicaba a dar soporte de infraestructura a clientes del área financiera, incluyendo hosting de aplicaciones en su propio centro de cómputos. Además había desarrollado ciertas aplicaciones financieras que quería venderle a los bancos. Los resultados de Y siempre habían sido positivos pero el negocio se había estado reduciendo todos los años y era previsible que terminara desapareciendo o que pronto dejara de ser rentable. Ya había comenzado un proceso de reducción de personal y algunos de los socios negociaban su desvinculación. Al comenzar nuestra tarea el tema que preocupaba a los directores era desarrollar la venta de las aplicaciones arriba mencionadas y de servicios de desarrollo y soporte de software para los bancos.

Inmediatamente fue claro que aun siendo exitosa esa estrategia no salvaría a la empresa, y la recomendación del consultor fue descartar ese camino. También en este caso al analizar los KPI de las empresas comparables se discutió si sería posible aspirar a que Y se midiera en estos rangos de las empresas internacionales. En el caso de la tecnología informática es posible acceder a clientes del exterior para poder generar volúmenes de negocio imposibles para la plaza local. La recomendación de la consultoría fue muy esquemáticamente la siguiente: mantener el negocio local mientras dure, con los recursos propios financiar la creación del área de consultoría, y especialmente enfocarse al mercado internacional (donde los proyectos son más grandes y se pagan mejor). El objetivo que se fijó fue acercarse en el primer año a 100.000 dólares facturados por empleado en el nuevo sector de consultoría.

El enfoque y la planificación establecidos permitieron presentarse y ganar un concurso internacional en la ejecución del cual se trabajó con muy alta eficiencia.

El cliente quedó muy satisfecho e invitó a Y a presentarse a un segundo proyecto bastante más importante. Este también fue ganado con las ofertas técnica y económica calificadas mejor que las de las principales consultoras mundiales: una empresa desconocida de menos de 50 personas, contra empresas mundiales con diez mil consultores. Esto inició un camino que llevó a la transformación de Y, y en este proceso se triplicó aquella meta inicial para el KPI. En términos de Ganancias Por Empleado se superaron los 250.000 dólares.

### Conclusión

Sirvan los casos descriptos para ilustrar el efecto que el uso correcto de los KPI apropiados puede tener para la salud y el futuro de una empresa. Y al mismo tiempo se demuestra que aún con las limitaciones del mercado local es posible con el análisis correcto encaminar la gestión para mejorar los resultados y el valor de la empresa.

A este artículo seguirán otros similares enfocados en temas de la gestión de las empresas. El ingeniero Fernando Castro ofrece asesoramiento para la identificación y solución de problemas de gestión que impiden el desempeño esperado en las empresas, particularmente pero no limitado a las empresas de tecnología.

### Ingeniero Fernando Castro y Asociados.

Puntualmente atenderemos al interés de los lectores sobre detalles de estos y otros casos ilustrativos de procesos exitosos de consultoría comunicándose con nosotros por el correo electrónico [f.castro.uy@ieee.org](mailto:f.castro.uy@ieee.org) o por el teléfono 096 68 22 18.



saceem

# SACEEM:

## un puente a la innovación

Finalizamos la construcción de nuestro puente número 100. Un hito que nos llena de orgullo, que marca el pasado y presente de Saceem, y nos hace confiar en que es el camino correcto para seguir construyendo futuro.



**SACEEM:  
COMPROMISO,  
TRAYECTORIA  
Y LIDERAZGO**

- Infraestructura, transporte y logística
- Arquitectura y renovación urbana
- Energía
- Industria
- Hidráulica y ambiental
- Telecomunicaciones

Brecha 572  
(+598) 2916 0208  
[www.saceem.com](http://www.saceem.com)

# LA ROBÓTICA EN LA CONSTRUCCIÓN

Ing. Rodrigo Sánchez del Río

La robótica en el área industrial está avanzando a pasos agigantados en lo que vamos del siglo. Podríamos llegar a creer que, al ser la construcción una rama más artesanal y con un grado mayor de imprevistos, estos avances no llegarían a verse en una magnitud tan grande como por ejemplo en la fabricación de automóviles. Sin embargo, se han registrado en los últimos años avances notables; algunos de ellos se presentan a continuación.

## Impresión 3D

En este aspecto, Holanda es sin duda el país que lleva la vanguardia. El primer caso se dio en la localidad de Gemert (130 kilómetros al sur de Amsterdam), donde se inauguró el primer puente de hormigón armado realizado con impresión 3D. El proyecto estuvo a cargo de la Universidad de Eindhoven en conjunto con la constructora Royal Bam Group.

Es una estructura de 8 metros de largo, 3,5 metros de ancho y 2.000 kg de capacidad portante, compuesta de seis dovelas prefabricadas elaboradas en taller con la tecnología de impresión 3D; esto llevó tres meses de trabajo y 800 capas de material cementicio, alternado con alambres de acero que refuerzan toda la sección y ejercen la función de armadura pasiva. Estos elementos se vinculan

entre sí con un adhesivo epoxi de alto desempeño y se pretensan con cables de acero, previo al montaje sobre las cabezas del puente.

En setiembre de 2015, la empresa holandesa MX3D comenzó el proyecto de un puente de 12 metros de largo ubicado en la ciudad de Amsterdam, sobre el canal Oudezijds Achterburgwal.

Es una estructura metálica construida 100% in situ con la tecnología que nos ocupa, con dos robots que avanzan desde cada lado del puente hacia el centro del mismo, capaces de calentar el metal a una temperatura de 1.500 grados Celsius para soldarlo y montar la estructura gota a gota. Se espera que la estructura quede finalizada a finales del 2018, y que en 2019 pueda ser montada sobre el canal.



Figura 1. Vista de puente para ciclistas en Gemert



Figura 2. Construcción de puente metálico en la ciudad de Amsterdam

Contará con sensores integrados que permitirán hacer un seguimiento en tiempo real tanto del estado interno del puente (tensiones, deformaciones) como de su ambiente (calidad del aire, temperatura). Con estos datos los científicos podrán sacar valiosas conclusiones sobre el cuidado necesario para aumentar la durabilidad de las estructuras.

### Robots albañiles

Se trata de un prototipo desarrollado por la empresa Fastbrick Robotics, que consta de un camión equipado con un brazo mecánico de 30 metros de alcance máximo, y que es capaz de colocar la friolera de 1000 ladrillos en una hora según la geometría que requiera el proyecto (que deberá ser ingresada previamente en un software específico). Según sus fabricantes, este robot es capaz de construir una casa en dos días. Si tenemos en cuenta que un oficial albañil puede estar colocando en el entorno de

10 a 12 ladrillos por hora, esta tecnología permitiría aumentar en 10 veces la eficiencia de la construcción de obras de arquitectura, factor clave por ejemplo en zonas donde ocurren desastres naturales y resulta imperioso reconstruir la infraestructura perdida durante el siniestro.

También existen robots operados a control remoto para las terminaciones; tal es el caso de los pavimentos de hormigón. Estas máquinas llegan a cubrir hasta 5,5 m lineales y más de 20 m<sup>2</sup> de superficie. Un ejemplo es el modelo ScreedSaver de la empresa Ligchine, que se introdujo en el año 2008, y consiste en un brazo telescopico con una regla en su extremo, equipada con un sistema de sensores laser que dan un nivelado perfecto a la superficie. Esta operación requiere cierto grado de asistencia, pero sin dudas significa un gran ahorro en mano de obra.



Figura 3. Imagen de Hadrian X, el robot albañil

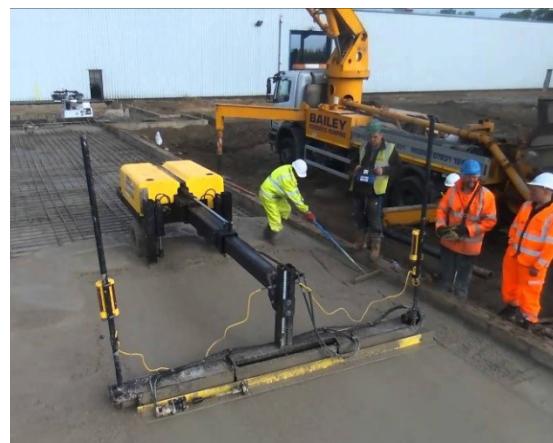


Figura 4. Robot regleando pavimento de hormigón



Figura 5. Excavadora robótica (DXR310 desarrollada por Husqvarna) con distintos accesorios incorporados



Figura 6. Sistema ERO en acción

### Robots demoledores

Esta tecnología comenzó a desarrollarse allá por el año 2010. Estas máquinas permiten realizar trabajos de excavación y demolición a distancia y en lugares de difícil acceso, tanto en interiores como exteriores, por su forma compacta y su operación a control remoto. De esta manera, el trabajador puede mantenerse a una distancia segura y lejos de la zona de riesgo de atrapamiento, en movimientos de suelos poco cohesivos o estructuras en peligro de derrumbe.

Para trabajos más finos, se encuentra un robot denominado ERO (o también robot reciclar), que separa los distintos componentes del hormigón para que puedan ser utilizados como materiales de construcción en otras obras.

La demolición se realiza mediante agua a alta presión, para luego succionar y separar el cemento y los agregados, que son filtrados y embalados para su disposición final. El agua se recicla para seguir formando parte del sistema.

Las armaduras de la pieza demolida quedan en condiciones para ser limpiadas de impurezas (polvo y óxido) y poder ser reutilizadas. Este concepto de reciclaje es sumamente beneficioso desde el punto de vista ambiental, así como también la reducción de emisiones de partículas y polvo, y el ahorro de agua necesaria para mitigar las mismas.

### Exoesqueletos

La empresa que desarrolla este prototipo (denominado Guardian) es norteamericana y se llama Sarcos. Como muchas de las innovaciones que disfrutamos hoy en día (internet por ejemplo) esta tecnología comenzó con el desarrollo de la industria militar.



# SISTE+

Tensiones Débiles e Incendio



**Habilitación, Detección, Extinción y Alarma de Incendio  
Cámaras de Seguridad, Cableado Estructurado, Domótica  
Portero Eléctrico, Control de Acceso, Alarmas de Intrusos**

[info@siste.com.uy](mailto:info@siste.com.uy)

[www.siste.com.uy](http://www.siste.com.uy)



Figura 7. Imagen de Guardián, el robot montador

Se trata de brazos mecanizados que el obrero controla con el movimiento de sus extremidades, equipados con sensores que transmiten la sensación de estar levantando o manipulando la carga. Existen dos variantes: la primera está montada en un carro sobre orugas, y la otra es una armadura adosada al cuerpo del trabajador.

La capacidad portante de estas máquinas es de 90 kg, lo que es especialmente útil para trabajos de montaje electromecánico donde se manejan cargas pesadas y se requiere una alta precisión. Esto trae aparejado otra ventaja, y es el aumento de la seguridad en el trabajo (minimiza riesgos como golpes, pisada sobre objetos, sobreesfuerzos, contactos eléctricos, exposiciones a distintos factores como radiaciones, calor o productos químicos, entre otros).

### La gran pregunta

*“Las personas deberán desarrollar nuevas habilidades, re-aprender y volver a formarse de nuevo...” “...La tecnología es el medio, pero el fin son las personas, es preciso encontrar qué nos distingue de las máquinas, aquello que nunca podrán hacer para encontrar en ello la fórmula de nuestra reinención”*

Javier Sirvent, Technology Evangelist

Cabe preguntarse después de ver todo este despliegue en tecnología si realmente estamos preparados hoy a nivel local para recibirla. La respuesta parecería ser que no, observando algunas trabas de difícil resolución que tenemos que superar:

- **Capacitación:** Es clave en este aspecto tener mano de obra especializada, y en general en nuestro país el personal calificado no abunda y está decreciendo en cantidad.

- **Fuerte matriz sindical:** Evidentemente la tecnología viene acompañada de una reducción de los

puestos de trabajo, lo que causa resistencia en los sindicatos. Según un estudio realizado por la Escuela de Negocios (IEEM), más de 900.000 personas se verán afectadas por el avance de la tecnología en el corto plazo, y deberán optar hacia otras posiciones. Dentro de todos los sectores analizados, la construcción se encuentra dentro del 26% de los trabajos donde el riego a corto plazo es intermedio.

- **Capital:** Pocas empresas están en condiciones de invertir en equipamiento de estas características, y las que pueden hacerlo aún no lo consideran un negocio rentable.

- **Legislación laboral y tributaria:** Una de las conclusiones que arrojó el estudio de la IEEM, fue la necesaria actualización de la normativa vigente, para impulsar aquellas actividades que serán más valoradas en el futuro y poder retener a los jóvenes talentos, además de lograr una mayor apertura comercial y adaptar la educación a ese nuevo mundo que se avecina.

Como contrapartida, hay señales muy positivas en cuanto a la capacitación, aspecto clave para introducirse a las nuevas tecnologías. Desde el Plan Ceibal se impulsa un curso de robótica, que abarca desde la educación primaria hasta la UTU; asimismo en la Universidad de la República desde 2010 se impulsan competencias para descubrir nuevos talentos e impulsarlos a nivel nacional e internacional.

### Web-grafía

- Universidad Tecnológica de Eindhoven (<https://www.tue.nl>)
- MX3D (<http://mx3d.com>)
- FASTBRICK ROBOTICS (<https://www.fbr.com.au>)
- LIGCHINE (<https://ligchine.com>)
- HUSQVARNA (<https://www.husqvarnacp.com>)
- IDSA: INDUSTRIAL DESIGNERS SOCIETY OF AMERICA (<http://www.idsa.org>)
- SARCOS (<https://www.sarcos.com>)
- El País Digital: (<https://negocios.elpais.com.uy/noticias/empleos-riesgo-corto-plazo.html>)



Valoramos tu tiempo. Elegí día y hora a través de nuestro sitio web para evitarte esperas cuando vengas a la Caja.

**[www.cjppu.org.uy](http://www.cjppu.org.uy)**



Caja de Profesionales  
Universitarios

**Somos tu caja,  
estamos contigo**

Andes 1521 - Tel.: 2902 8941

# EDUARDO TERRA AROCENA INGENIERO CIVIL, MAESTRO EN GEOLOGÍA

*Ing. Pablo Thomasset Trakalo*



Continuamos recordando técnicos e ingenieros, pioneros en desarrollo de la Hidroelectricidad, base del actual desarrollo de las energías renovables en el Uruguay. En números anteriores; Luis Giorgi, Rubén Dal Monte, Victor Soudriers y Adolfo Ludin en el último trabajo, en esta quinta entrega recordamos al ingeniero Eduardo Terra Aroncena.

Eduardo Terra Arocena (1885 - 1966), hijo de Arturo Terra Zuasnábar (funcionario del Ministerio de Relaciones Exteriores y medio hermano del Presidente Dr. Gabriel Terra Leivas). Su madre Zelmira Laureana Arocena Astagaveytia. De sus diez hermanos, destacaron por su actuación profesional; Eduardo y Horacio Terra Arocena. Este último, arquitecto conocido por el proyecto del Santuario Nacional del Cerrito de la Victoria. Horacio padre del Arquitecto Juan Pablo Terra, de destacada actuación política y fundador del actual partido político Frente Amplio.

Hizo sus primeros estudios en la Sagrada Familia, Estudio ingeniería civil en la Facultad de Ingeniería, en esos años con la Facultad de Arquitectura, formaba la Facultad de Matemáticas.

Como estudiante encontramos el nombre de Eduardo Terra Arocena, junto a Baltasar Brum y Eduardo Acevedo, en las primeras manifestaciones de estudiantes. En 1908 se celebra el primer Congreso Interamericano de Estudiantes.

En la Facultad de Ingeniería Terra Arocena ejerce la docencia en Geología Técnica.

En 1912, por la ley N° 4275 del 22 de octubre, se crean los institutos de Geología y Perforaciones, de Química Industrial y de Pesca. Estas instituciones empezaron a funcionar en 1912; pero, desgraciadamente, la Guerra Europea obligó a cercenar sus medios de acción. El Instituto, de acuerdo al proyecto aprobado por la Cámara de Diputados tenía como cometidos generales la investigación en nuestro subsuelo sobre minerales y metales de fácil y fecundo aprovechamiento industrial.

Eduardo Terra Arocena es agregado en 1916 al personal técnico de la Dirección de Minas, dependiente entonces del Ministerio de Obras Públicas. El 30 de enero de 1919 pasa a prestar servicios en el Instituto de Geología, con el cargo de Ingeniero Jefe del Servicio de Perforaciones, y se integra la comisión científica designada por el gobierno para el estudio de la cuenca pérmica del Departamento de Cerro Largo.

En 1925 Terra Arocena se suma a la causa de la Obra del Río Negro inmediatamente, estudiando la geología del Río Negro. Obra en la cual tendrá un protagonismo fundamental durante unos 25 años, hasta la disolución de la denominada RIO-NE.

Pasa a integrar el Consejo Directivo de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria, el 9 de marzo de 1928.

## Terra Arocena en la obra del Río Negro

En 1925 el Dr. Gabriel Terra, pasa a integrar el Consejo Nacional de Administración, órgano colegiado del Poder Ejecutivo de Uruguay. Por proyecto de ley enviado desde dicho Consejo al Parlamento, se crea la CNEH (Comisión Nacional de Estudios Hidráulicos), integrando distintos organismos del Estado, bajo la coordinación del ingeniero Victor Soudriers, representante del Poder Ejecutivo. Los organismos integrantes; el Ministerio de Obras Públicas, Administración de Ferrocarriles del Estado, la Dirección de Hidrografía y la Dirección de Geología, donde Eduardo Terra Arocena era su director, teniendo a su cargo los perfiles geológicos, y planes de perforaciones de los suelos, en los distintos lugares propuestos para emplazar la Obra del Río Negro.

En 1926 Terra Arocena realiza relevamientos geológicos, en distintos parajes, tendientes a definir el lugar del emplazamiento de la Obra del Río Negro. En estos trabajos encuentran rocas devónicas; fósiles braquiópodos y bivalvos.

Los estudios geológicos que permitieron desarrollar el proyecto de la Obra del Río Negro, fueron los trabajos del Doctor Juan D. Falconer, contratado por el Instituto de Geología y Perforaciones dirigido por Eduardo Terra Arocena.

Los trabajos de Falconer fueron publicados en el Boletín N°12: MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLOGICO DE LA REGION SEDIMENTARIA DEL DEPARTAMENTO DE CERRO LARGO (FORMACION



Terra Arocena en la Obra del Rio Negro paralizada en 1942

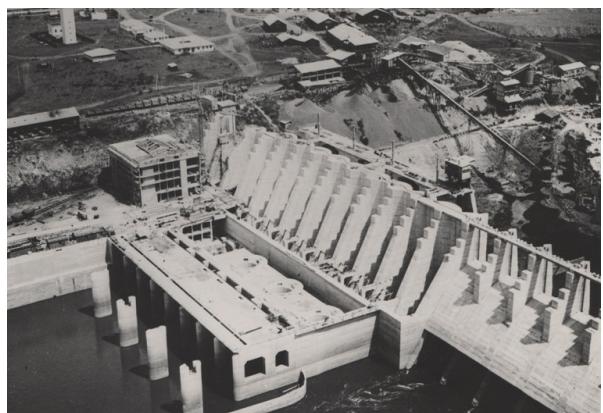


Pozo surgente de 490 metros en Bonete año 1929

DE GODWANA) de Mayo de 1930, y el Boletín N°15: TERRENOS GONDWANICOS DEL DEPARTAMENTO DE TACUAREMBO – MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLOGICO de Mayo de 1931.

En base a los trabajos de Falconer, en 1931 contrata los servicios del Doctor en Geología Pablo Groeber o Paul Friedrich Karl Gröber por su nombre en alemán, geólogo alemán-argentino. El resultado de los estudios de Groeber fueron publicados al detalle, en 1932, en el boletín número 17 del Instituto de Geología y Perforaciones; "Informe sobre las condiciones geológicas de un dique de embalse en Rincón del Bonete y de la cuenca abarcada por el lago". Estos estudios son los estudios fundamentales para el desarrollo del Proyecto de Adolfo Ludin de 1933.

En Agosto de 1932 Eduardo Terra Arocena integra la comisión nombrada por la AIU (Asociación de Ingenieros del Uruguay, nombrada para dar continuidad a la Obra del Río Negro (represa Rincón del Bonete), paralizada al declararse desierto el llamado a licitación de 1930 y 1931, basado en un boceto o ante-proyecto inicial elaborado por Adolf Ludin, ingeniero alemán contratado por el gobierno. Integran la comisión; Victor Soudriers, Luis Giorgi, Eduardo Terra Arocena, Juan Stella, Raúl Costemalle, Félix de Medina, Romeo Ottieri y Benito Vázquez, elevando su informe favorable al proyecto en Marzo 7 de 1933.



Obra del Rio Negro paralizada en 1942



Terra Arocena con Presidente Gabriel Terra en 1938

En marzo de 1933 el Presidente electo, el Dr. Gabriel Terra, da un Golpe de Estado, y continua como gobernante de facto, tomando acciones inmediatas de gobierno de tinte autoritario. Una de sus acciones directas, fue dar nuevo impulso a la demorada Obra del Río Negro (Víctor Soudriers comienza sus estudios en 1904). El Dr. Gabriel Terra en Abril de 1933 disuelve la existente CNEH (Comisión Nacional de Estudios Hidroeléctricos) creada en 1928, y por Decreto; designa al ingeniero Víctor Soudriers como Director de Estudios Hidroeléctricos, con Eduardo Terra Arocena (ingeniero geólogo), Bernardo Kayel (ingeniero electricista) y Alejandro Rodríguez (ingeniero Hidráulico) como colaboradores directos.

En 1933 desde el Instituto de Geología y Perforaciones, Eduardo Terra Arocena, envía al Ejecutivo proyectos de Decretos para las primeras servidumbres de ocupación temporal, las primeras perforaciones geológicas en el paraje Rincón del Bonete. Son las primeras reglamentaciones en Uruguay para servidumbre y compensación por daños. Se crean las figuras jurídicas de “estudio, ocupación temporal, paso y pastoreo”.

Desde la Dirección de Estudios Hidroeléctricos, en junio de 1933 se contrata al ingeniero alemán Adolfo Ludin para elaborar el proyecto definitivo de la Obra del Río Negro. En 1930 Ludin había presentando un ante-proyecto para la Obra del Río Negro en Rincón del Bonete, y en enero de 1934 llega Ludin desde Berlín a Uruguay con su proyecto completo de la represa, base para las posteriores licitaciones realizadas por UTE para la obra en 1934 y 1935, adjudicándose la misma en 1936 al Consorcio Alemán;

CONSAL integrado por las casas Philips Holzman – GEOF, Siemens Bauunion, J M Voith Heidenheim Branz, A.E.G. y Siemens Schuckertwerke.

En 1934 Terra Arocena debe avalar e impulsar, junto a Víctor Soudriers, el proyecto del ingeniero alemán Adolfo Ludin, el cual fue duramente criticado por una comisión de notables de la AIU (Asociación de Ingenieros del Uruguay). Las críticas se centraban en los estudios y soluciones propuestas para las fundaciones y geología del terreno de la Obra del Río Negro, a construirse en el paraje Rincón del Bonete.

El “estudio” permitía el libre acceso para poner en evidencia el fundamento rocoso, la extracción de muestras de agua, etc. por el tiempo absolutamente indispensable para los trabajos e instalación de carpas o casillas para los técnicos y ayudantes.

La “ocupación temporal” establecía el reconocimiento del subsuelo por perforaciones y sondeos, la instalación de viviendas provisorias, la toma de agua y leña necesaria para los trabajos y alimentación del personal.

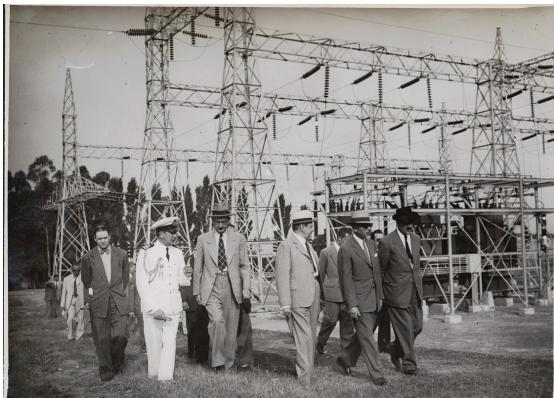
El “paso” era el acceso a los campamentos de perforación desde la vía pública y en el ancho indispensable para el acarreo o transporte del material necesario. Los campamentos no podrían exceder las seis hectáreas y debían cercarse de solicitarlo el superficiario (el propietario del campo). En 1938, el Presidente Gral. y Arq. Alfredo Baldomir, crea la denominada RIONE, la Comisión Técnica y Financiera de las Obras Hidroeléctricas del Río Negro. El ingeniero Eduardo Terra Arocena es designado Presidente de la RIONE. El ingeniero Víctor Sudriers

continua como Director de Estudios Hidroeléctricos y el ingeniero Luis Giorgi es designado Director General de la RIONE. Anteriormente el Jefe de Obras era el ingeniero Francisco Viapiana, en tanto era UTE quien llevaba el contralor de la obra.

El 10 de noviembre de 1944, Terra Arocena y Luis Giorgi, se reúnen con el Presidente Amézaga, y este con el Gabinete de Ministros, para autorizar el cierre de compuertas de fondo de la Obra del Río Negro. Siendo favorable el informe del estado de la expropiaciones de los terrenos a inundar, comienza el llenado del lago de Rincón del Bonete.

El 26 de diciembre de 1945 se inaugura la Obra del Río Negro; la represa Rincón del Bonete, con la presencia del Presidente de la República Juan José Amézaga, a quien vemos en las fotografías adjuntas a este trabajo (aunque no pertenecen al momento de la inauguración precisamente, sino la SSEE Norte de 150KV). Previamente, el 19 de diciembre de 1945, a iniciativa del Ing. Luis Giorgi a modo de homenaje, invita al Ing. Victor Sudriers a poner en marcha a modo de ensayos la Unidad 2 de Rincón del Bonete, con el apremio que determinaba la inminente falla de una de las turbinas de vapor en Central Batlle en Montevideo.

En el acto oficial, ante unas 2.000 personas, no hizo uso de la palabra el Presidente Amézaga, sino quienes lo acompañaban; Eduardo Terra Arocena presidente de la RIONE, el ministro de Obras Públicas Tomás Berreta en nombre del Poder Ejecutivo, y el embajador de los Estados Unidos William Dawson, país este último que financió el equipamiento electromecánico; las 4 turbinas Allis Chamber / Morgan Smith, los 4 generadores General Electric Schnectady NY, y toda las instalaciones eléctricas por la Casa Westinghouse. También estuvieron presentes; el ministro de Salud Pública Dr Francisco Forteza, los intendentes de los Departamentos de Tacuarembó y Durazno, pero no hicieron uso de la palabra.



Terra Arocena y Juan Jose de Amezaga visitan SSEE Norte de 150KV en 1946

El prolongado vínculo entre Eduardo Terra Arocena y la represa Rincón del Bonete, finaliza con la disolución de la RIONE, por la Ley N° 11.407 del 30 de marzo de 1950, pasando las obras a manos de U.T.E.

### Otras actividades

En calidad de Director del Instituto de Geología y Perforaciones, Terra Arocena, también sumó esfuerzos con los planes de explotación minera de UTE, en 1935, liderados por el Presidente de UTE; el ingeniero Bernardo Kayel. Explotación minera cuyos estudios técnicos fueron por parte de especialistas ingleses, y exportaciones de minerales con destino la industria metalúrgica de Inglaterra.

En 1926 Eduardo Terra Arocena, emprende una campaña para recuperar las denominadas Grutas del Palacio en el Departamento de Flores, o al menos prevenir los daños por aluviones, animales que pastan en el predio y maleducados turistas que solían llevarse consigo como recuerdo trozos de las columnas existentes. El asunto llegó a tratarse en el Parlamento Nacional, donde el representante Fernando Gutiérrez propuso declarar Monumento Nacional la mencionada gruta. El 19 de Abril de 1927, se inicia la construcción del templo católico de la ciudad de Paso de los Toros, de estilo gótico, según un proyecto del Ing. Horacio Terra Arocena. La estructura de hormigón la realizó la empresa Siemens Bauunion A.G. dirigida durante ese tiempo por el Ing. Franck Werner. El costo fue de 24.775,00 \$ (pesos de 1927). En noviembre de 1934 Eduardo Terra Arocena presenta el primer proyecto de Código Minero, para la regulación de la explotación minera en el Uruguay, donde la innovación es que no se reco-



Inauguración de la represa Rincon del Bonete 1945



Iglesia Paso de los Toros

noce al dueño del suelo como dueño del subsuelo. No es el Estado el propietario de los yacimientos, sino un administrador de la riqueza minera.

Encontramos otras referencias a Eduardo Terra Arocena en la comisión para el mantenimiento edilicio de la Catedral de Montevideo en los años 1940.

En 1948 Eduardo Terra Arocena, pasa a integrar la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, para el aprovechamiento hidroeléctrico del Río Uruguay. La delegación uruguaya compuesta por; Alvaro Correa Moreno, José . Buzzerti, Vicente E. Sacco, Raúl V. Sanguinetti, Dr. D. Félix Poleri Carrio, y sus asesores; los ingenieros Eduardo Terra Arocena, Carlos A. Giavi, Cnel. Alberto Gergalli, Ing. Claudio A. Viera.

### Publicaciones de Eduardo Terra Arocena

- “Resumen Geológico del Uruguay”, publicado en el “Libro del Centenario (1925)
- “Memoria sobre los conglomerados glaciales del carbonífero superior en el Departamento de Durazno”,
- “Nota sobre el piso de Itararé y los sedimentos marinos del Rincón de Alonso”, 1926
- “Terrenos precámbricos del Uruguay”, Inst. Geol. del Uruguay. 1933
- “La erosión de los suelos”, 1939, E. Terra Arocena M. Quinteros & D. Rey Vercesi
- “Contribuciones a la geología del Uruguay ”, 1939, E. Terra Arocena, R. Mendez Alzola
- “Mapa geológico de la República Oriental del Uruguay”, 1946, E. Terra Arocena, N. Serra, J.H. Caorsi & R. Bonfiglio



Iglesia Paso de los Toros

### Homenajes a Eduardo Terra Arocena

El “Instituto de Geología y Perforaciones” de 1912, de fecunda actuación de Eduardo Terra Arocena, en 1937 pasado a denominarse “Instituto Geológico del Uruguay”.

En 1973 por la ley N° 14.125 pasa a llamarse “Instituto Geológico Ing. Eduardo Terra Arocena”, y en 1982, por la ley N° 15.242 pasa a tener su actual denominación de “Dirección Nacional de Minería y Geología”, quedando en el olvido el nombre y legado de nuestro notable ingeniero del Río Negro. Eduardo Terra Arocena es electo Presidente de la Asociación de Ingenieros del Uruguay para el periodo 1950 y 1952.

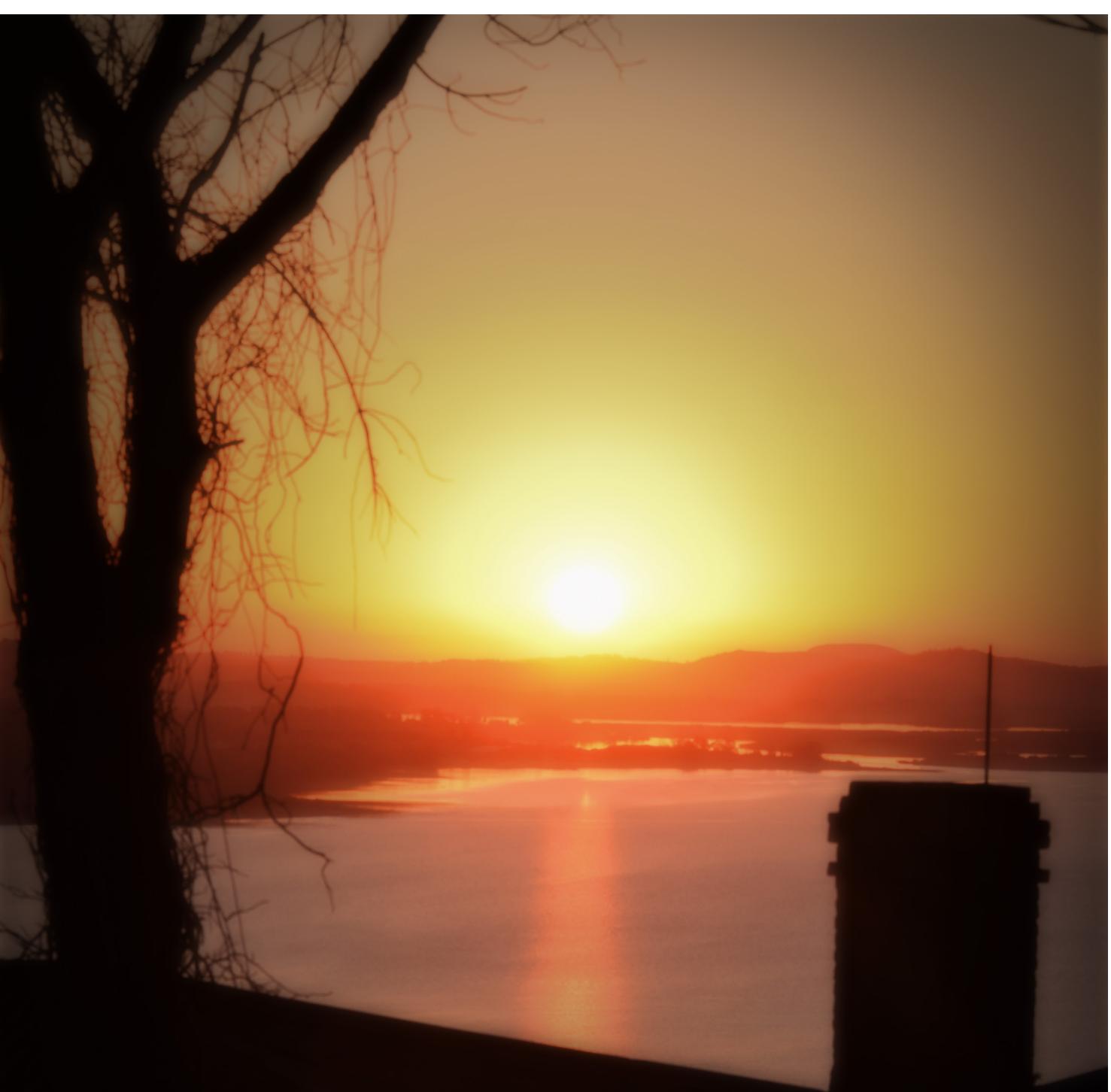
### Fuentes

“Árboles de nuestra Hidrogeneración 1904-1945”, UTE: Gerencia de Relaciones Públicas, Uruguay, Franklin Morales, 1998

“URUGUAYOS CONTEMPORANEOS”, Arturo Scarone, 1937

### Nota

Por la presente quiero agradecer a la presente revista Somos UTE, que nos dio la oportunidad de publicar esta serie de trabajos en cuanto a los comienzos de nuestra hidrogeneración. Recientemente se sumó la revista de la AIU (Asociación de ingenieros del Uruguay), a quien también agradecemos la oportunidad de dar a difusión estas olvidadas y/o desconocidas historias y sus protagonistas.



Hotel - Art & Spa

*Cumbres*

Punta del Este



# MOOCs DE INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN Y DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: La experiencia en la universidad ORT Uruguay

Dra. Ing. Inés Friss de Kereki, Facultad de Ingeniería, Universidad ORT Uruguay

Hoy en día, parece ser cada vez más necesario tener habilidades relativas al pensamiento crítico y entender los principios fundamentales de la programación de computadoras. A través de MOOCs (cursos masivos abiertos en línea), es posible popularizar el acceso a la educación. En la Universidad ORT Uruguay hemos desarrollado, en forma individual y también en conjunto con The University of Edinburgh, varios MOOCs orientados a fomentar tanto en los jóvenes como en los docentes el acercamiento al pensamiento computacional y al aprendizaje de la programación. En este trabajo se describen los MOOCs y el modelo del proceso seguido para su creación. Las encuestas realizadas muestran un alto grado de conformidad con los cursos.

Palabras Clave: MOOC, Programación, Pensamiento Computacional, Enseñanza

## 1- Introducción

Para interactuar en la sociedad digital, todo ciudadano debe al menos entender los principios de las ciencias de la computación [1]. Las habilidades que se obtienen al codificar ayudan a interpretar la sociedad actual y también fomentan las competencias del siglo XXI [2]. Asimismo, el pensamiento computacional (PC) es una habilidad fundamental para todos, no solamente para los especialistas en computación [3]. Se puede ver como la habilidad de usar conceptos de ciencias de la computación para formular y resolver problemas [4]. Involucra procesos de abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones, generalización y diseño de algoritmos [5]. Hoy en día, cada vez más en los planes de estudio curriculares, tanto de enseñanza primaria como secundaria, se incluye el estudio formal de las habilidades y competencias computacionales [1][6].

Los MOOCs (cursos masivos abiertos en línea: "Massive Open Online Courses") permiten popularizar el acceso a la educación y democratizar el conocimiento. Pueden hacer accesible la oferta educativa a nivel mundial [7] y permiten a los estudiantes acceder a contenidos académicos de alta calidad [8]. Típicamente un MOOC está formado por videos, textos, imágenes y evaluaciones. Además, agrega foros de discusión [9].

Teniendo en cuenta la importancia creciente de disponer de habilidades relativas a las ciencias de la computación y también con los objetivos de

mayor inclusión e igualdad de oportunidades, en la Universidad ORT Uruguay en forma individual, y en forma conjunta con The University of Edinburgh, hemos creado desde 2013 varios MOOCs dirigidos a la enseñanza inicial de la programación así como al desarrollo del PC. En este trabajo, se describen dichos MOOCs y un modelo del proceso. Cabe destacar que la información y referencias aquí presentadas se encuentran publicadas en [10] y [11], y se incluyen actualizaciones y ampliaciones.

## 2- MOOCs vinculados a Programación y Pensamiento Computacional

En la Tabla 1, se incluyen cronológicamente los MOOCs de Programación y PC. Describiremos brevemente cada uno de ellos.

### a) SM4T (Scratch MOOC for Teens: MOOC de VideoJuegos y Animaciones en Scratch).

Este MOOC de 5 semanas está dirigido a jóvenes, sin conocimientos de programación. Sus objetivos son promover el interés por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs), promover habilidades de resolución de problemas, el pensamiento lógico y la creatividad. Luego del curso los estudiantes serán capaces de identificar y usar apropiadamente los componentes básicos de Scratch 1.4 [18], construir programas sencillos y evaluarlos. 97% de quienes respondieron las encuestas consideraron el curso como "muy bueno" o "bueno". En la Fig. 1. se adjunta una imagen tomada del curso.

MOOC	DESDE	PLATAFORMA	ALCANCE	CANTIDAD DE PARTICIPANTES	CONFORMIDAD CON EL CURSO (ENCUESTAS)
A) SM4T: "Scratch MOOC for teens"	10/2013	CREA Educativa [12] Plan CEIBAL [13]	Uruguay	+1.600	97% "muy bueno" o bueno
b) ¡A Programar!/ Code Yourself! (con The University of Edinburgh) [14][15]	5/2015	Coursera [16]	Internacional	+227.000	96% "colmó o superó expectativas"
c) Scratch 2.0 Avanzado	5/2016	CREA2 Schoology [17] PlanCEIBAL [13]	Uruguay	+3400	90% "excelente, muy bueno o bueno"
d) App Inventor	6/2016	CREA2 Schoology [17] PlanCEIBAL [13]	Uruguay	+430	96% "colmó o superó expectativas"
e) Pensamiento Computacional (aplicado) para docentes	10/2017	CREA2 Schoology [17] PlanCEIBAL [13]	Uruguay	+2000	87% "colmó o superó expectativas"

Tabla 1. MOOCs de Programación y PC.

**b) "¡A Programar!"/"Code Yourself!".**

Este MOOC fue diseñado en forma conjunta por Universidad ORT Uruguay y The University of Edinburgh. Dura 5 semanas y está orientado a jóvenes sin conocimientos de programación. Los objetivos son fomentar el PC, conocer las prácticas básicas de la ingeniería de software (IS) y desarrollar programas. Está disponible en español: "¡A Programar!" [14] e inglés: "Code Yourself!" [15]. El lenguaje utilizado es Scratch 2.0. Entre otros, los temas incluyen: algoritmos y estructuras de control, desarrollo incremental de programas, descomposición de problemas, prácticas de IS y reutilización de código. En la Fig. 2 se muestra una captura de un video de ¡A Programar!, en la que se ve a la docente junto a un personaje animado, que fue incluido para interactuar y formular preguntas. El curso está disponible desde 3/2015 y ya participaron más de 227.000 personas de prácticamente todo el mundo. En las encuestas en ambas versiones, 96% indicaron que se cumplieron o superaron las expectativas y más de 94% su interés en seguir estudiando programación a futuro.

**c) Scratch 2.0 Avanzado**

Es un MOOC de 5 semanas dirigido a jóvenes con los objetivos de continuar con el desarrollo del pensamiento procedural y lógico a través de la resolución de problemas de programación más avanzados utilizando Scratch 2.0 e incorporar nuevos elementos de esa versión. Se requiere tener conocimientos de Scratch. Luego de este curso el estudiante conocerá el uso de listas y la definición de procedimientos, interacción con la cámara, clonación, entre otros temas. Se observa en la Fig. 3 una imagen de un video. Los resultados de las encuestas señalan que 90% de las respuestas

indicaron que el curso fue "excelente", "muy bueno" o "bueno".

**d) App Inventor**

Es un MOOC de 5 semanas dirigido a jóvenes. No tiene prerrequisitos. El propósito principal es despertar el interés por las TICs, promover el desarrollo de competencias emprendedoras como la capacidad de innovación y desarrollo y la orientación al cliente, así como desarrollar las capacidades



Fig. 1. Imagen de "SM4T"



Fig. 2. Imagen de "¡A Programar!"



Fig. 3. Imagen de “Scratch 2.0 Avanzado”

de pensamiento lógico a través de la creación de aplicaciones para Android, tales como el juego del Pong, utilizando MIT App Inventor [19]. Según las encuestas, 96% indicó que el curso “cubrió” o “superó” las expectativas. En la Fig. 4 se muestra una imagen de uno de los videos del curso.

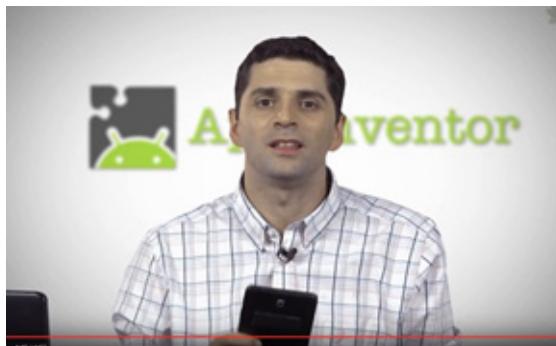


Fig. 4. Imagen de “App Inventor”

#### e) Pensamiento Computacional (aplicado) para docentes.

Este curso de 4 semanas dirigido a docentes fue diseñado con enfoque práctico y de aplicación directa en las clases de nivel primario y medio. Plantea múltiples actividades concretas relativas a los distintos elementos del PC. Como un ejemplo de las actividades se presenta la Fig. 5: a partir de un conjunto de figuras geométricas, se trata de diseñar figuras reconocibles de animales con hasta 5 elementos. Implica aplicar el concepto de abstracción. En las encuestas, 87% señaló que su satisfacción con el curso fue “muy buena” o “excelente”.

#### 3- Modelo para desarrollo de MOOCs

Creamos un modelo que hemos aplicado para el proceso de desarrollo de MOOCs, según presentamos en [10]. En la producción de un MOOC trabajan en forma conjunta un equipo docente (ED) y un equipo de producción (EP). En la Fig. 6, por cada paso se incluye el grado de participación de cada equipo en forma gráfica. Las etapas son:



Fig. 5. Imagen de “PC”: Actividad de abstracción

**1) Conformación de EP.** Se define el equipo técnico que participará (productor audiovisual, director de arte, diseñador, etc).

**2) Conformación de ED.** Se define el docente responsable de los contenidos temáticos y los docentes que colaborarán en la escritura de textos, filmación, revisión y posterior seguimiento del curso.

**3) Definición y pruebas de plataforma.** La elección de la plataforma puede estar condicionada al propio proyecto en sí. Se debe tener en cuenta las características que dispone, por ejemplo: tipos de evaluación que permite, precedencia obligatoria o no de materiales.

**4) Escritura de scripts (textos) y evaluación.** Escribir por completo los textos a filmar, detallando cada unidad y video y evaluaciones a proponer.

**5) Revisión de scripts y definición de recursos.** Se revisan a fondo los textos. Se definen qué recursos son necesarios, contando con el apoyo de expertos en comunicación y en educación.

**6) Preparación para la filmación.** Con el apoyo del productor audiovisual y de la dirección de arte, a partir de los recursos seleccionados, se detallan sus características concretas de la filmación como imágenes, locaciones y, o vestuario.

**7) Filmación de una unidad de prueba.** Se graba una unidad entera para detectar posibles situaciones no previstas.

**8) Revisión y ajustes de la unidad de prueba.** Se realizan todos los procesos de postproducción y se deja ya pronta esta unidad, que establece las bases para las demás.

**9) Filmación y revisión de las demás unidades.** Se filman y revisan las demás unidades según las bases establecidas.

**10) Subida a la plataforma.** A medida que los videos y demás materiales están prontos y revisados, se suben a la plataforma.

**11) Pretesteo.** De ser posible, se hace una simulación completa en la plataforma para probar todos los elementos del curso y se hacen los ajustes necesarios.

**12) Lanzamiento y seguimiento.** Se pone disponible el curso a los participantes. Durante la primera sesión se realiza un seguimiento muy detallado, tratando de detectar cualquier posible dificultad para ajustarla lo antes posible.

#### 4- Resumen

En este trabajo se describen los MOOCs relativos a la enseñanza inicial de programación y pensamiento computacional realizados por la Universidad ORT Uruguay (para Plan Ceibal) así como el realizado en conjunto con The University of Edinburgh. Tienen por objetivo contribuir al desarrollo de capacidades de pensamiento lógico y computacional, habilidades cada vez más demandadas en la sociedad actual. Los lenguajes utilizados son Scratch y MIT App Inventor. Las encuestas realizadas muestran un alto grado de conformidad. Además, se describió el modelo desarrollado para el proceso de creación de MOOCs.

#### Referencias

1. ACM Computer Science Teachers Association: "CSTA K–12 Computer Science Standards – 2011", <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>
2. Balanskat, A., Engelhardt, K. (contributors): "Computing our future. Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europa". European Schoolnet, Belgium. (Oct 2015)
3. Wing, J.: "Computational thinking". Communications of the ACM, Vol. 49, No. 3, Marzo 2006
4. European Commission ET 2020 Working Group on Digital Skills and Competences, "Coding and computational thinking on the curriculum", [https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/2016-pla-coding-computational-thinking\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/2016-pla-coding-computational-thinking_en.pdf). Helsinki, 2016
5. Kemp, P.: "Computing in the national curriculum: a guide for secondary teachers". Computing at School. UK, 2014
6. Department for Education: "National curriculum in England: computing programmes of study

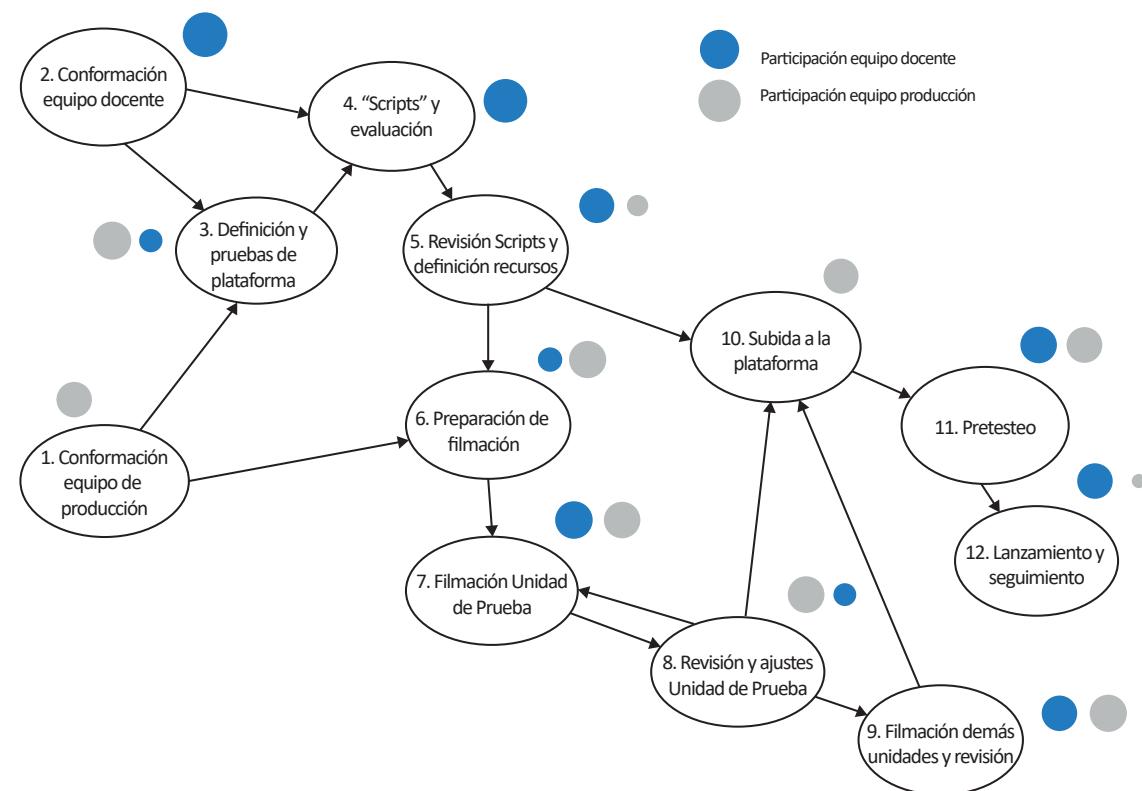


Fig. 6. Proceso de creación de un MOOC

(2013)", <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

**7.** Cooper, S., Sahami, M.: "Reflections on Stanford's MOOCs", Communications of ACM, V 56, N 2. (Feb 2013)

**8.** Universities UK: "Massive open online courses. Higher education's digital moment?", <http://www.universitiesuk.ac.uk/highereducation/Documents/2013/MassiveOpenOnlineCourses.pdf>

**9.** Edinburgh MOOCs handbook: "How to grow your own MOOC with Coursera". [http://moocs.unige.ch/files/3414/2503/3908/Growing\\_an\\_Edinburgh\\_MOOC.pdf](http://moocs.unige.ch/files/3414/2503/3908/Growing_an_Edinburgh_MOOC.pdf)

**10.** Kereki, I., Manataki, A: "Modelo y lecciones aprendidas del proceso de creación de MOOCs para enseñar a programar", TICAL 2016, Buenos Aires, Argentina

**11.** Kereki, I. : "MOOC: Pensamiento Computacio-

nal (aplicado) para docentes", LACCEI 2018, Lima, Perú

**12.** Educativa: <http://www.educativa.com>

**13.** Plan Ceibal: <http://www.ceibal.edu.uy>

**14.** Universidad ORT Uruguay y The University of Edinburgh: "MOOC: ¡A Programar!". <https://www.coursera.org/learn/a-programar>

**15.** The University of Edinburgh y Universidad ORT Uruguay."MOOC: Code Yourself!" <https://www.coursera.org/learn/intro-programming>

**16.** Coursera, <https://www.coursera.org>

**17.** Schoology: <https://www.schoology.com>

**18.** Scratch: <http://scratch.mit.edu>

**19.** MIT AppInventor: <http://appinventor.mit.edu>



# Ingeniero Tangari S.A

TODO SUPERVISADO POR INGENIEROS ESPECIALIZADOS

**Todo en SOLDADURAS de ALTA EXIGENCIA**

Incluyendo: Calderas ,Autoclaves,Barcos,Aviones, Reparaciones

<b>Cursos de Soldadura</b> (en ITSA o en fabrica)	<b>Calificación de Soldadores</b> (todas las normas y posiciones )	<b>Procedimientos de Soldadura</b> (Se hacen y se califican)	<b>Ensayos de soldaduras</b> (todo tipo de ensayos)	<b>Tratamientos térmicos</b>
--	---	---	--	------------------------------

<b>GEORADAR</b> Estudio de suelos y estructuras subterráneas.	<b>ENDOSCOPÍA</b> Cámaras de 6 mm Ø y 30 m largo con iluminación y movimientos propios que transmiten imágenes y videos de alta calidad; Inspección de ductos.
<b>RADIOGRAFÍA</b> Ubicamos, estado y tamaño de los hierros; así como cavidades, fisuras, zonas mal llenadas.	<b>TERMOGRAFÍA</b> Ubica entradas y recorridos de agua y estudia problemas de humedades y desprendimientos
<b>MAGNETOSCOPÍA</b> Ubica y dimensiona hierros en hormigones y mamposterías. Permite ubicar fallas en estructuras metálicas. Evite cortar hierros cuando saque muestras.	<b>ULTRASONIDO</b> Permite estimar resistencia de hormigones y detectar fallas y desprendimientos en fachadas.
<b>ACÚSTICA</b> estudio de ruidos y soluciones .	<b>VIBRACIONES</b> Análisis espectral,balanceos,etc.

Luis A. de Herrera 1108  
Tel: 2622 1620 / 094 21 80 80
SERVICIO 24 HORAS  
Todo el país
[www.ingenierotangari.com.uy](http://www.ingenierotangari.com.uy)  
[itsa@ingenierotangari.com.uy](mailto:itsa@ingenierotangari.com.uy)

ELECTROSISTEMAS



## Mantenimiento Eléctrico

Nuestros **planes de mantenimiento eléctrico** han sido diseñados para ofrecer de manera inmediata una solución a las exigentes necesidades de la industria moderna.

- Asesoramiento permanente.
- Instalación de tecnología para control y gestión de activos.
- Plazos garantizados ante emergencias.
- Equipamiento a disposición del Cliente para análisis y diagnóstico de la red eléctrica, termografías, acondicionamiento lumínico, certificaciones de puesta a tierra, etc.
- Informes técnicos para su presentación ante los distintos organismos del estado.
- Mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos de toda la red eléctrica, tanto en media como en baja tensión.



# ESTUDIO DE CASOS: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE CALOR

Dr. Marcelo Castelli, Ing. Martin Garmendia, Ing Marcelo Berglavaz

## Resumen:

El presente artículo presenta distintos casos prácticos de aprovechamiento de calores residuales de proceso. Se describe la metodología práctica de definición de oportunidades de ahorro, la generación de líneas de base e indicadores de desempeño que permitan evaluar el nivel de ahorro en el tiempo. Se presentan dos ejemplos prácticos en distintos sectores. En cada caso se presenta la metodología de trabajo, la definición de la línea de base de consumo, los indicadores de desempeño desarrollados y su seguimiento, así como también la forma de cálculo de los ahorros. Finalmente, se presentan los ahorros obtenidos, los niveles de inversión realizados y los períodos de repago.

Palabras clave: recuperación de calor, calor residual, eficiencia energética, servicios energéticos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores que definen la ejecución de proyectos dentro de las organizaciones. Desde una metodología elaborada y clara de detección de puntos de mejora, hasta ideas erráticas provenientes de los más distintos ámbitos. Esto sucede tanto en las pequeñas organizaciones como en las más grandes estructuras. Los proyectos de ahorro y eficiencia energética en general, y el aprovechamiento de calor residual de procesos en particular, no es ajeno a estos enfoques tan dispares. Sin prejuicio de lo que suceda en otros ámbitos, en estos casos si es necesaria la correcta aplicación de una metodología para el abordaje de la problemática planteada, con el fin de viabilizar y llevar a la práctica de forma eficiente lo proyectado, con el fin de lograr de forma sostenida los ahorros proyectados. En este artículo se presenta una metodología de abordaje de estos proyectos, apoyada en ejemplos prácticos, con el fin de describir de forma clara el proceso de ejecución de estos proyectos, las distintas barreras que existen a la hora de ponerlos en práctica y la forma de medir los resultados de los mismos.

Para esto se utilizarán dos ejemplos de proyectos exitosamente ejecutados, por un lado la implementación de una bomba de calor en un aeropuerto, extrayendo calor del área de free shop del aeropuerto y volcándolo al circuito de agua caliente para acondicionamiento de las distintas áreas del local en media estación e invierno, y por otro lado, el aprovechamiento de energía residual en una industria frigorífica, proveniente del calor vertido a la atmósfera a través del ciclo de refrigeración. Si

bien son dos ejemplos de ámbitos muy distintos, la metodología de abordaje es similar.

## 2. METODOLOGÍAS DE TRABAJO

### 2.1 Identificación de proyectos de mejora

Como se mencionó anteriormente, la identificación de los proyectos de mejora puede tener distintos orígenes, desde un enfoque energético, una de las formas de abordar el problema es a partir de la realización de una auditoría inicial, la cual puede ser global de la planta o instalación a estudio o bien particular para un sistema o conjunto de sistemas aislados.

En los casos que se recogen en el presente artículo, se realiza para el caso de la industria frigorífica un abordaje del sistema de generación de vapor y frío del proceso productivo y en el caso de la instalación del aeropuerto, se estudian en particular los sistemas de frío/calor del edificio. En cualquier caso, con el fin de generar una línea de base de consumos confiable, es necesario contar con datos precisos respecto a consumos de energía y variables dependientes que afecten a esos consumos.

Este punto suele ser el más complejo de abordar, debido a que se requiere información confiable y de calidad adecuada para definir las líneas de base que permitirán determinar qué proyectos pueden llevarse adelante y cuales se deben descartar.

En los casos de aprovechamiento calores residuales, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

**1-Necesidades térmicas de las instalaciones/procesos:** esto refiere a qué tipo de calor requiere

el proceso, por ejemplo, si necesitamos acondicionar un ambiente en invierno se debe tener en cuenta a qué temperatura se debe acondicionar y qué volumen de aire. Generalmente, si es necesario acondicionar aire a 20-24C, se podrá utilizar agua caliente a 50-55C. Sin embargo, si deseamos utilizar aire caliente para el secado de algún producto a, por ejemplo, 130-140C, seguramente necesitemos generar vapor a 8-10barg con el fin de obtener esas temperaturas de aire de proceso.

**2-Fuentes de calor residual:** por otro lado, debemos evaluar si es posible utilizar parte de los calores residuales del proceso como fuentes de calor para los sistemas de ahorro. De ser posible esta utilización, se incrementará notoriamente el rendimiento respecto a utilizar únicamente un equipo de mayor eficiencia que el existente. A su vez, se debe estudiar la simultaneidad del calor residual con la necesidad de calor, y, por último, se deben tener en cuenta las ubicaciones de las fuentes de calor y los lugares de uso.

Luego de conocer los consumos de energía de las instalaciones, identificadas las necesidades térmicas de los procesos/installaciones y las fuentes de calor residuales que podamos utilizar, es posible definir los posibles proyectos de ahorro.

## 2.2 Planteo y priorización de proyectos de mejora.

A la hora de plantear y priorizar los proyectos de mejora, es aconsejable tener en cuenta ciertos puntos:

1. Nivel de ahorro generado por el proyecto.
2. Dificultad de implementación del proyecto.
3. Capacidad de medición de parámetros para cálculo del ahorro generado.
4. Nivel de inversión/financiamiento requerido para la ejecución del proyecto.

La priorización de uno de estos puntos respecto a los otros dependerá de múltiples factores, por lo

cual sería incorrecto anteponer uno a otro.

## 2.3 Implementación de proyectos y cálculo de ahorros.

A la hora de implementar los proyectos y posteriormente cuando se deben calcular los ahorros devengados de las instalaciones realizadas, es deseable (aunque no siempre técnica o económicamente viable), tener en cuenta los siguientes puntos:

### 1- Capacidad y facilidad de retorno a la situación previa.

Es bueno contar con la capacidad de retorno del sistema a la situación previa a la implementación del proyecto de ahorro, con el fin de no entorpecer la operativa normal de la instalación por un lado (ante cualquier posible fallo en operación), y no generar rechazo al nuevo sistema por posibles fallas de ajuste en el startup por otro.

### 2- Equipos de respaldo.

También es deseable que existan equipos de respaldo dentro de la nueva instalación, siempre y cuando los períodos de repago no se disparen, que permitan operar de forma eficiente la nueva instalación propuesta.

### 3- Cálculo de ahorros

De ser posible, y el proyecto lo amerite, es deseable la utilización de un protocolo de medida y verificación para la definición de la línea de base y el cálculo de los ahorros, validado por los distintos involucrados en el proyecto.

## 3. EJEMPLOS DE PROYECTOS IMPLEMENTADOS

### 3.1 Incorporación de bomba de calor en aeropuerto.

Existen instalaciones, las cuales cuentan con necesidades de calor y frío durante todo el año. En estos casos, es una buena práctica, siempre y cuando los niveles de temperatura requeridos lo permitan, la utilización de un equipo tipo bom-

Energía limpia y renovable para un país en movimiento.

Somos Salto Grande, el mayor productor de energía eléctrica del Uruguay.

[www.delegacionuruguaysg.org.uy](http://www.delegacionuruguaysg.org.uy)

**Salto grande**  
Argentina - Uruguay



Figura 1. Operación del sistema previo a la ejecución del proyecto.

ba de calor, que sea capaz de suministrar el calor (total o parcialmente) y el frío (también total o parcialmente) a la instalación.

El esquema presentado en la figura 1 resume el funcionamiento del sistema en las distintas estaciones, previo a la incorporación de la medida de ahorro;

Para la generación de agua caliente, se utiliza una caldera a gas natural, con las siguientes características:

**Potencia térmica: 1.165kW**

**Eficiencia máxima: 92%**

Los consumos de gas natural de dos años se presentan a continuación.(ver Figura 2.)

Para la generación de agua fría, se cuenta con dos chiller de 750TR de capacidad cada uno.

Con los datos recabados, teniendo en cuenta los costos de gas natural y la eficiencia de generación de agua caliente, se dimensiona el nuevo sistema priorizando la sustitución del sistema de generación de agua caliente.

Por lo tanto, el nuevo esquema de operación es el presentado en la figura 3.

De acuerdo a la instalación relevada, las caracte-

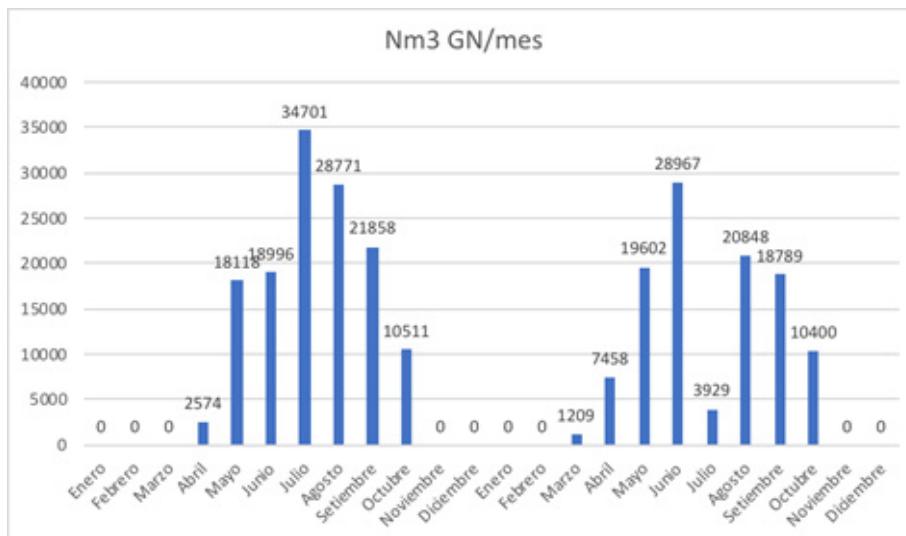


Figura 2. Consumos de gas natural para dos años consecutivos.



Figura 3. Esquema de operación luego de la ejecución del proyecto.

rísticas de los equipos a instalar, de acuerdo a los datos obtenidos del software del fabricante, son los presentados en la fig.4.  
En este caso, es de vital importancia tener presente

- Cantidad de unidades : 2
- Compresores : 5 reciprocatores / unidad
- Refrigerante : R134a
- Consumo : 133 kW / unidad
- Capacidad de calor : 361 kW / unidad
- Capacidad de frío : 228 kW / unidad

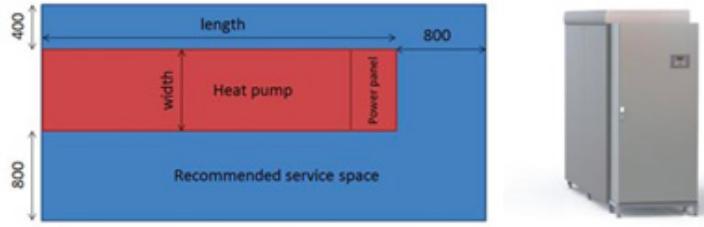


Figura 4. Especificaciones de los equipos a instalar.

la simultaneidad de operación de los sistemas de frío/calor para una correcta operación del sistema y el balance requerido entre los mismos. Con este fin, se han instalado sistemas redundantes de generación de agua caliente y de simulación de carga térmica del lado frío, con el fin de mejorar las condiciones de operación de las bombas de calor en todo momento.

Tal como se observa en la Figura 5, se ha instalado del lado frío de la bomba de calor 1, un fan-coil de 300kW de potencia, con el fin de extraer calor del aire ambiente (colocado en los ductos generales de extracción de aire del edificio) y dos calentadores eléctricos de 300kW cada uno, uno del lado caliente y otro del lado frío de la bomba de calor 2.

Con estas redundancias, se asegura la correcta operación del sistema en todas las horas del año, si

bien no maximizando el ahorro en toda condición, si permitiendo mantener las condiciones de confort en todo momento, con distintos niveles de ahorro, en función de los distintos equipos que se encuentren operando de forma simultánea.

En la condición de diseño del sistema, se envía agua fría a las UTAs (Unidades de Tratamiento de Aire) que lo requieren, el retorno de agua fría pasa por los evaporadores de las bombas de calor, generando del otro lado agua caliente, que se envía a todo el circuito de agua caliente del aeropuerto. Si los consumos de frío y calor no se encuentran debidamente equilibrados, los sistemas de apoyo actúan de forma escalonada, con el fin de mantener las condiciones de confort definidas.

Para el cálculo de ahorros del proyecto, se miden los consumos de energía eléctrica de las bombas de calor, los calentadores eléctricos de agua caliente, y el fan coil. A su vez, se miden las temperaturas de entrada y salida de agua fría y caliente de la bomba de calor, y las temperaturas de entrada y salida de agua fría al fan coil.

Para calcular el ahorro de gas natural, se determina el aporte de calor al sistema a partir de las temperaturas de entrada y salida de agua caliente a las bombas de calor y el caudal de agua caliente (el cual es casi constante en el circuito cerrado). Posteriormente, se calcula cuál hubiese sido el gasto de gas natural con el sistema antiguo y su rendimiento, y se le resta el gasto de energía eléctrica, tanto de las bombas de calor como de los calentadores eléctricos.

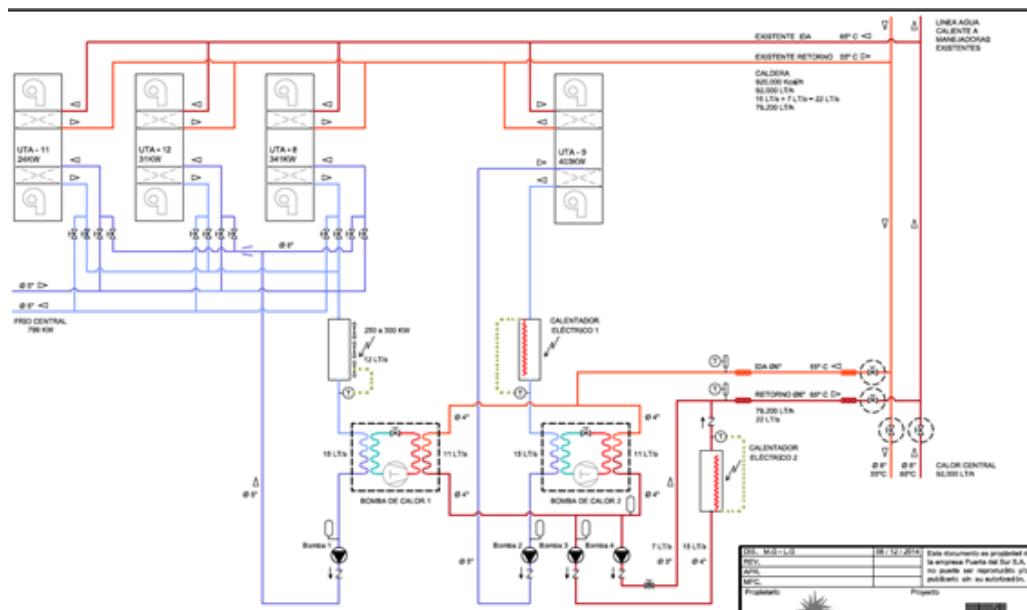


Figura 5. Incorporación de los equipos en la instalación existente.

Por otro lado, para el cálculo del ahorro en el chiller, se toman las temperaturas de entrada y salida del agua fría de la bomba de calor del lado del evaporador, conjuntamente con el caudal de agua fría, restando el calor aportado por el fan coil a partir de los datos de temperatura a la entrada y salida del fancoil. Esto se compara con el rendimiento del chiller (que los meses de invierno a baja carga, cuenta con un COP de 1,7), con el fin de obtener de esta forma el ahorro de energía eléctrica en el sistema de enfriamiento. A partir de la instalación de la bomba de calor se elimina el consumo de 24.500 Nm<sup>3</sup> de gas natural promedio mensual en los meses de uso, sustituyéndolo por 87.000kWh de energía eléctrica. Esto implica un ahorro mensual de promedio de USD 17.800.

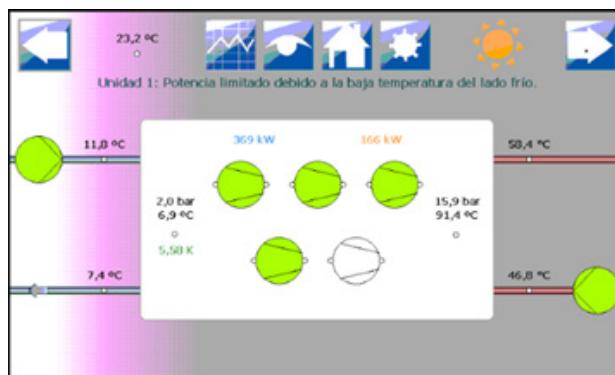


Figura 6. Funcionamiento de los equipos.

Por otro lado, el uso de las bombas de calor permite el apagado del chiller en los meses del invierno), repercutiendo en un ahorro de energía eléctrica de USD16.500 mensuales. Considerando ambos aspectos, el ahorro total es de USD 190.000 anuales

El costo de las bombas de calor con sus periféricos e instalación ha ascendido a un total de USD 447.000. En las condiciones anteriores el repago simple de la inversión es de 2,4 años

### 3.1 Recuperación de calor en Industria Frigorífica.

En la totalidad de las industrias frigoríficas, se vierte a la atmósfera el calor extraído de la carne a través de un ciclo de refrigeración.

Por otro lado, se utiliza vapor para el calentamiento de agua, a través de una caldera e intercambiador. En este caso de estudio en particular, los consumos de leña para generación de vapor ascienden a 20ton/día, con un costo asociado de USD 70/ton de leña, y un rendimiento del sistema generador de

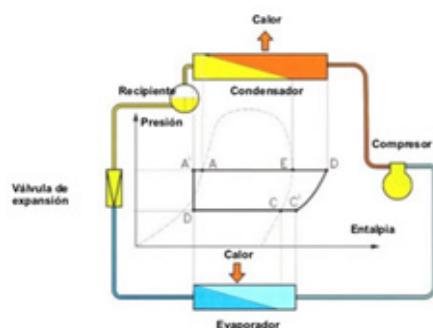


Figura 7. Ciclo de frío convencional.

vapor/intercambiador de calor, del 82%, lo que implica un costo del millón de kCal, de USD 43/MkCal.

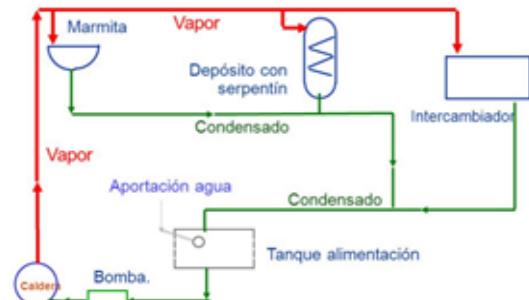


Figura 8. Generación de agua caliente a partir de vapor.

## Conocé más sobre nuestros postgrados

**Master en Ingeniería  
(por investigación)**

**Duración: 2 años**

Informate aquí:  
[fi.ort.edu.uy/postgrados](http://fi.ort.edu.uy/postgrados)  
[info@ort.edu.uy](mailto:info@ort.edu.uy)

**Diploma de Especialización  
en Analítica de Big Data**

**Duración: 1 año**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ING. BERNARD WAND-POLAK



Existe un potencial de ahorro importante, a partir de conjugar los dos sistemas, con el fin de utilizar el calor volcado al ambiente por los condensadores, para el calentamiento de agua en un equipo de mucha mayor eficiencia (bomba de calor) que el utilizado actualmente para la generación de agua caliente:

Si bien la energía eléctrica que alimenta la bomba de calor tiene un costo mayor que la leña utilizada en la caldera (comparando los costos de los ener-

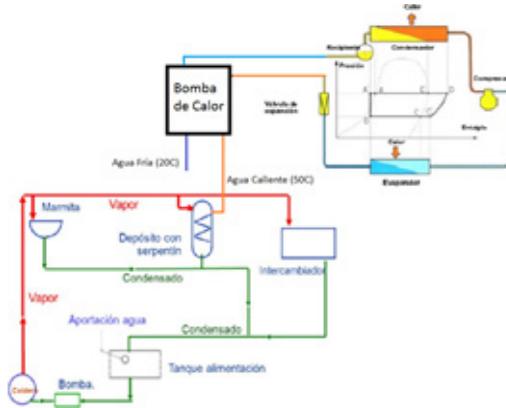


Figura 9. . Combinación de ambos procesos.

géticos únicamente), la diferencia de rendimientos entre la caldera (80-85%) con intercambiador (85-90%) y la bomba de calor (650-700%) hacen que exista un significativo ahorro en los costos de caleamiento de agua.

El alto rendimiento del sistema planteado se debe en parte a que la fuente de suministro de calor para la bomba de calor (los condensadores de la instalación de frío) es medianamente constante a lo largo del año, y el calor requerido por el evaporador de la bomba de calor, es del orden del 15-20% de la capacidad de los condensadores del sistema de refrigeración. Esto permite, no solo trabajar al nuevo sistema en un punto de óptimo rendimiento en casi cualquier condición, sino también permitirle darle holgura al sistema de refrigeración central en los momentos de mayor demanda, permitiendo trabajar con una menor presión de condensación.

En este caso, la medición de ahorros es realizada con un contador de calorías, a partir de la sonorización de las temperaturas de entrada y salida del agua caliente, así como el caudal del agua que circula por la bomba de calor.

A partir de estos datos, el millón de kCal de agua caliente, ascienden a un costo de USD 17/MkCal, lo cual se traduce, para un gasto mensual de aproximadamente 500tons de leña, en un ahorro monetario de aproximadamente USD 17.500 mensuales. A su vez, existen beneficios adicionales a partir de la implementación de este proyecto, como ser: disminución de la demanda de vapor del generador, ahorro de costos operativos en el generador de vapor, ahorro de energía eléctrica en los condensadores de frío, así como también de agua y productos químicos para su tratamiento, y ahorro de energía eléctrica en los compresores de frío por disminución de la presión de condensación (teniendo en cuenta que se debe manejar un mínimo de presión de condensación, de la cual no se deben bajar).

Sin tener en cuenta los beneficios adicionales mencionados anteriormente, para una inversión total del proyecto llave en mano de USD 250.000 aproximadamente, se obtiene un período de repago simple de 16 meses.

#### 4. CONCLUSIONES

Es posible concluir a partir de lo expuesto en el presente artículo, que, si bien suele existir un potencial de ahorro importante en lo referente a sistemas de recuperación de calor, y la aplicación de los mismos es posible en muy diversos ámbitos, es necesario contar con estudios previos de factibilidad, con el fin de determinar con la mayor certeza posible, el potencial de ahorro del proyecto en función de las necesidades de calor de cada instalación. Posteriormente, es deseable contar con sistemas redundantes, o de apoyo, que permitan continuar la operación normal de las instalaciones, aunque existan fallos en los nuevos sistemas. Por último, el cálculo de ahorros debe poder adecuarse a las distintas realidades y variaciones de operación de las instalaciones, pudiendo apoyarse en protocolos de medición debidamente ratificados por todas las partes, con el fin de obtener resultados certeros.



Figura 10. Medición de generación de calor y consumo de energía.

# AIU EN UPADI

Ing Jorge Spitalnik



AIU EN UPADI

La Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros – UPADI – congrega a todas las Organizaciones de Ingenieros de las Américas. La AIU participó activamente en su fundación que se concretizó el 20 de julio de 1949. UPADI tiene como objetivos principales promover y orientar las acciones y prácticas de los ingenieros en las Américas, así como defender los intereses de sus miembros en el ámbito nacional y continental.

Durante sus casi 70 años de existencia, la sede de UPADI estuvo localizada en diversas ciudades, inclusive en Montevideo. Actualmente, se encuentra en San Pablo, Brasil.

UPADI tiene cinco representantes regionales con cargos de Vice-Presidentes en el Directorio, responsables por la mayor integración entre las organizaciones miembros de los países de la región. Las cinco regiones son: Norte (Canadá, México y EUA), Central (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá); Caribe (Aruba, Cuba, Haití, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico y Trinidad-Tobago), Países Bolivarianos (Boli-

via, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y Cono Sur/Brasil (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Actualmente, el Ing. Lucas Blasina de la AIU es el Vice-Presidente responsable por esta última región.

Este año la AIU participará en la Convención y Asamblea Anual de UPADI que tendrán lugar en la ciudad de Cartagena, Colombia, del 09 al 13 de Octubre. En esta reunión se procederá a la elección, para mandato de dos años, del Presidente Electo, de los Vice Presidentes de la Región I – Norte, Región II - Central y Región III – Caribe. Serán también electos los candidatos a los siguientes Premios de UPADI: Premio Panamericano de Ingeniería; Premio Panamericano de Desarrollo Sostenible “Luís Wan-noni Lander”; Premio Panamericano de Integración y Solidaridad “Carlos López Rivera”; Premio de Enseñanza de la Ingeniería “Vector de Oro” y Premio “Plomada de Oro”.

En esta ocasión, la AIU presentará ingenieros uruguayos para el cargo de Presidente Electo y para el Premio “Plomada de Oro”.

## El Directorio actual de UPADI está constituido por los siguientes ingenieros:

---



*Maria Teresa Dalenz Zapata*  
Presidente



*José Tadeu da Silva*  
Presidente anterior



*María Teresa Pino*  
Presidente Electa



*Lucas Blasina*  
Vice-Presidente



*R. Raymond Issa*  
Vice-Presidente



*José Guillermo  
Marin Rosales*  
Vice-Presidente



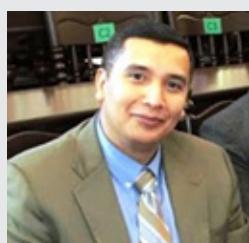
*Diana María Espinosa Bula*  
Vice-Presidente



*Benjamin Collucci Rios*  
Vice-Presidente



*Edemar de Souza Amorim*  
Tesorero



*Aridai Herrera*  
Secretario



*Jorge Spitalnik*  
Director Ejecutivo

# ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY



## ¿QUÉ ES AIU?

La AIU es una asociación civil con finalidad gremial fundada el 12 de octubre de 1905, con personería jurídica reconocida por Resolución del Poder Ejecutivo de fecha 28 de julio de 1922.

## ¿QUÉ HACEMOS COMO ASOCIACIÓN?

Fortalecemos permanentemente la institución para beneficio de sus asociados, de la profesión en general y de la sociedad. Promovemos la comunicación y el intercambio técnico y de experiencias entre los asociados. Nos relacionamos con instituciones nacionales y extranjeras.

## ¿QUÉ BUSCAMOS?

Ser reconocidos como una institución referente de la ingeniería nacional y contribuir mediante su superación al desarrollo de la ingeniería en el país, al progreso y bienestar social y a la dignificación profesional.

## ASOCIADE

PARTICIPÁ DE LOS EVENTOS Y ACTIVIDADES  
QUE TENEMOS PARA OFRECERTE

## CONTACTÁNOS

@aingenierosu

[www.aiu.org.uy](http://www.aiu.org.uy)

# 100 AÑOS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA EN URUGUAY

## 1918 / 2018

Ing. Quím. Nilda Medina

Presidenta de la Asociación de Ingenieros Químicos del Uruguay

Este año, con motivo de cumplirse los 100 años de la creación de la Carrera de Química Industrial, actualmente Ingeniería Química, la Asociación de Ingenieros Químicos del Uruguay (AIQU) programó varias actividades.

Entre ellas se destaca especialmente la colocación de una placa recordatoria en el histórico edificio del Instituto de Química Industrial, que se encuentra en la Planta Capurro de ANCAP, donde a principios del siglo pasado se dictaron los primeros cursos de Química Industrial

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS<sup>1</sup>

#### Proyecto Eduardo Acevedo

Durante la segunda década del SXX transcurría la segunda presidencia de José Batlle y Ordóñez (1911-1915), que se caracterizó entre otros puntos, por la realización de una reforma tanto en la nacionalización de actividades en manos de empresas extranjeras, como en la asunción por parte del Estado de un papel protagónico en el control del desarrollo económico del país.

En la búsqueda de ese país independiente tecnológica y energéticamente fueron creadas cuatro instituciones en la órbita del Ministerio de Industrias (MI), agrupadas bajo la denominación de "Proyecto Eduardo Acevedo", por haber sido dicho jurista quien actuó como factor dinamizador, ya fuera desde la enseñanza - como rector de la Universidad de la República (1904-1907) - o desde el Poder Ejecutivo - como ministro de Industrias (1911-1913). Eduardo Acevedo fue un impulsor precoz del desarrollo económico del país, reconociendo las necesidades y oportunidades del desarrollo rural y el potencial de las industrias ignoradas hasta ese entonces.

Dichas instituciones - creadas entre los años 1911 y 1912 - eran: las Estaciones Agronómicas, el Instituto de Pesca, el Instituto de Geología y Perforaciones, y el Instituto de Química Industrial. Estos dos últimos estaban abocados fundamentalmente - aunque no exclusivamente - a tratar de resolver el que era en aquel momento, y sobre todo en vistas a un

proyecto de país industrial, el gran problema nacional: la necesidad de liberarse de la dependencia del exterior en materia energética.

Los objetivos de ambos institutos estaban tan estrechamente relacionados que el Poder Ejecutivo envió a las Cámaras un mensaje común (5 de agosto de 1911) solicitando su creación.

Finalmente, los proyectos de ley de ambas instituciones fueron sancionados el 22 de octubre de 1912. El IGP (Instituto de Geología y Perforaciones) fue creado con el objetivo principal de explorar el subsuelo en procura de petróleo y carbón.

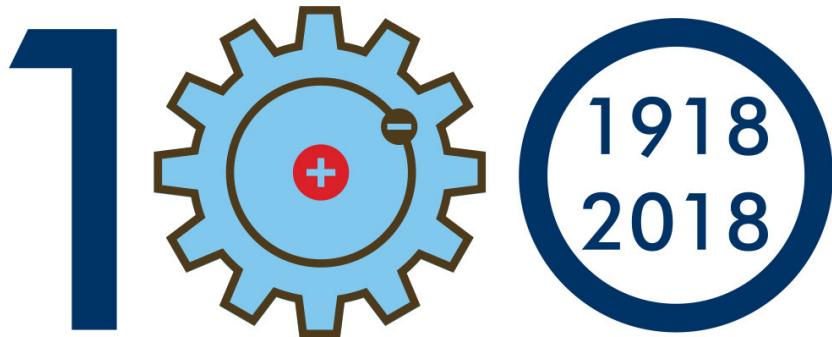
El Instituto de Química Industrial por su parte, se creaba para "asesorar al Ejecutivo respecto al aprovechamiento industrial de los productos naturales, indicar las mejoras necesarias en las industrias ya establecidas en el país, pronunciándose sobre la conveniencia de implantar otras nuevas y proporcionar a los industriales todos los datos e informes útiles relacionados con sus explotaciones".

### BREVE PANORAMA DEL INSTITUTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL (IQI)

**Dr. Latham Clarke-** Graduado en la Universidad de Harvard, es nombrado el 14 de junio de 1913 Director del IQI. Con ideas claras, trasplanta y aclimaña en nuestro medio los métodos de estudio para la formación de Químicos para la Industria.

"La Química es una ciencia que requiere largos años de labor para su dominio y por lo tanto tiene que estar en manos de especialistas hechos en la práctica de laboratorio, de fábrica y de aulas". (Me-

<sup>1</sup> Extractado parcialmente de M.L. Martínez "Noventa años después, el Instituto de Química Industrial de Uruguay y la investigación sobre el Carburante nacional", Redes, julio, año 12, número 125.



## INGENIERÍA QUÍMICA

moria IQI, 1919).

Eos eran los tres pilares del modelo de laboratorio alemán: la investigación, la producción y la docencia, cuya primacía científica a nivel mundial se observó a fines del siglo XIX y primer tercio del siglo XX.

Esa fue su gran innovación: combinar enseñanza e investigación. Así comenzó a surgir el papel del investigador profesional que combinaba la docencia, la producción y la investigación. Nucleaba grupos de trabajo alrededor de algún maestro de personalidad relevante, que seleccionaba una comunidad de fuerte vinculación y generaba una actividad sistemática.

En 1915 y bajo su orientación comienzan los cursos de Química Industrial, al principio de 3 años y luego de 4 años, para formar técnicos capacitados para asesorar a las nacientes industrias. Se entregaba un diploma de capacitación en esa área.

En Uruguay los institutos creados por el Proyecto Eduardo Acevedo adoptaron este modelo, consolidando y profesionalizando la actividad científica, incorporando la práctica productiva, uniendo lo intelectual y lo manual, relacionando estrechamente la investigación y la docencia con las necesidades sociales y económicas. A través de la actividad productiva estos institutos confiaban en convertirse en empresas autónomas, en autofinanciarse, pero sólo el Instituto de Química Industrial pudo avanzar en esa dirección.

Los primeros científicos fueron contratados en el exterior a través de las legaciones diplomáticas. Además del director, la planilla inicial de presupuesto del IQI establecía tres plazas de químicos.

Era necesario también dotar al naciente Instituto de los aparatos y la maquinaria correspondiente, así como del material bibliográfico pertinente, colecciones de publicaciones científicas e industriales. La mayoría de los productos químicos, la literatura y los aparatos fueron pedidos a Estados Unidos, Alemania y Holanda.

En el primer año se adquirieron para la biblioteca aproximadamente 300 volúmenes sobre química pura y aplicada.

La sección Fábrica del Instituto, cuyo cometido era efectuar a escala comercial lo que teóricamente y en pequeña escala se experimentaba en el laboratorio, se ejecutó oficialmente en 1915 en un comienzo con mucho entusiasmo pero con recursos modestos. Lo primero que fabricaron fueron productos de uso medicinal corriente que escaseaban en plaza: sulfato de sodio, alcohol absoluto, éter común, yoduros, bromuros, agua destilada, entre otros. Estos productos eran puestos a la venta. Las ganancias se invertían en nuevas instalaciones.

### 1918: Creación de la carrera química industrial.

Fue un año importante para el Instituto.

En ese año se creó, por Ley N° 5728 del 8 de junio, la profesión de Químico Industrial a cursarse en el mismo.

La carrera comprendía un plan de cinco años y supuso la incorporación de nuevas e importantes asignaturas (electroquímica, química, física, mineralogía y docimasia, y economía política).

Se supera la etapa de cursos teórico-prácticos de Química Aplicada; a partir de ese momento ya es una profesión de Químico Industrial que se cursará también en el Instituto de Química Industrial. Las exigencias para el ingreso son: diecisiete años de edad, haber cursado con aprobación los cuatro años de Secundaria, y además un examen de admisión.

La primera etapa ha terminado, comienza entonces la creación de la profesión de Químico Industrial.

En 1918 también se inauguró la fábrica de ácido sulfúrico y derivados, lo que satisfacía una importante preocupación que Clarke manifestaba desde 1914. Dicho producto se importaba a un precio que

él consideraba elevado. Su importancia se resume en las siguientes palabras:

*"dicho ácido es la llave de las industrias que envuelven las reacciones químicas: figura directa o indirectamente en la fabricación de casi todos los productos comerciales" ... "la prosperidad industrial de una nación es marcada por la cantidad de ácido sulfúrico que usa" [...] (Ministerio de Industrias, 1914 a:1056-1057).*

En esos años también se puso interés en los problemas del agro en lo referente a plaguicidas y fertilizantes. En ese sentido se creó en 1927 una Fábrica de Superfósforo de Calcio que luego fue ampliada en 1928. El ámbito fabril del Instituto se complementó además con la instalación de una Fábrica de Ácido Clorídrico en 1929, con otra de sulfato de cobre en 1932 y con una moderna planta de agua destilada en 1939.

Desde el punto de vista de su organización el Instituto pasó en 1929 a depender del Ministerio de Instrucción Pública.

### 1929. En la Udelar - Facultad de Química

La Ley Nº 8394 del 21 de enero de 1929 marca la entrada de los estudios de Química Industrial en la Universidad de la República. Por dicha ley se creaba la Facultad de Química y Farmacia que tenía como base la Sección Farmacia y el Instituto de Química de la Facultad de Medicina, y la parte docente del Instituto de Química Industrial. El título de Químico Industrial lo expide ahora la Udelar.

En referencia al IQI, en 1957 finalmente fue anexado a la ANCAP constituyendo allí el Departamento de Productos Químicos Industriales, perdiéndose con ello una institución que había tenido un papel protagónico como centro de producción científico-tecnológica y como formador de una comunidad que realizó avances importantes en el campo de la química.

En el año 1954 la FQF incorpora equipos para ensayos de Química Industrial a escala de banco, bajo la dirección del experto Dr. Werner Kunzel.

### Cambio de denominación

En 1968 por resolución del Consejo Directivo Central de la Udelar, se cambia la denominación del Título de Químico Industrial al de Ingeniero Químico.

### 1976. En la Udelar – Facultad de Ingeniería

Luego del cambio de título, desde 1976 y hasta la actualidad, la carrera se dicta entre dos facultades: la de Química y la de Ingeniería (Instituto de Ingeniería Química).

### El Ingeniero Químico

Podrían preguntarnos ¿qué es un ingeniero químico y en qué se diferencia ésta de las otras ingenierías? Una definición clara de Ingeniero Químico aparece



en el Plan de estudios 2000 de la carrera de Ingeniería Química de la Udelar, actualmente vigente, en el Perfil del Egresado:

*"El ingeniero químico es un profesional con sólidos conocimientos de la ingeniería de los procesos destinados al óptimo aprovechamiento de la materia y la energía, compatibles con un desarrollo sustentable, en los cuales se trata la materia para efectuar en ella un cambio, ya sea en su estado, en su contenido de energía o en su composición".*

### EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA QUÍMICA Y SUS PARADIGMAS IMPULSORES

La Ingeniería Química avanzó al influjo de paradigmas y a la vez sujeta a restricciones que han ido evolucionando en el tiempo.

En sus inicios, a fines del SXIX, la meta era producir productos químicos y combustibles para cubrir necesidades de consumo cada vez mayores. Se presentaban mínimas restricciones.

Más tarde surgió la necesidad de procesos eficientes para producción a gran escala y con mayores utilidades. Es la primera mitad del SXX. Aparecen restricciones económicas

En la segunda mitad del SXX surgen las preocupaciones ambientales que generan restricciones para los procesos y productos de la industria química. Hoy en día el paradigma de la sustentabilidad del planeta es una restricción central en la producción de energía y productos químicos que está revolucionando el enfoque de la profesión.

### DR. LATHAM CLARKE - FORJADOR DE LA PROFESIÓN DE INGENIERO QUÍMICO EN EL URUGUAY

Como cierre de esta nota, a modo de homenaje,



agregamos una breve reseña biográfica del Dr. Latham Clarke, verdadero forjador de la profesión en nuestro país.

(Rhode Island – EE.UU., 1881 – Montevideo, 1962).

**1912-** Llega al país convocado por José Batlle y Ordoñez.

**1913-** Se integra al instituto de Química Industrial.

**1914 - 1927-** Ejerce su dirección. Forma a sus colaboradores tanto en el área fabril como de docencia. Elabora el plan de estudios de la nueva profesión de Químico Industrial creada por ley del 8 de junio de 1918. Como integrante del cuerpo docente tuvo a su cargo las clases de Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Industrial, Investigaciones y Prácticas de Fábrica.

**1931-** Integra el primer Directorio de ANCAP. En 1943 ocupa la Vice-Presidencia.

**1950-** Se inaugura el Laboratorio de Investigaciones Científicas de ANCAP en Pando. El diseño y la dirección de la instalación son del Dr. Clarke.

**1950-** Asume la Dirección de dicho Laboratorio, más adelante Centro de Investigaciones Tecnológicas (CIT), hasta su retiro en 1962.

**1962-** Fallece en Uruguay.

Desde su llegada se dedicó a promover el desarrollo de su profesión en nuestro país con gran entusiasmo e ideas claras.

En Uruguay formó a su familia y vivió casi 50 años, en los que no cesó en sus impulsos permanentemente renovadores.

Fue fiel toda su vida a los principios que siempre aplicó y defendió para la Química: la asociación entre Investigación, Producción y Docencia.



DESDE 1979

*construyendo confianza*

**2619 1010**

Avda. Italia 4762  
Lunes a Viernes 9.00 a 19.00hs.

**2903 0903**

Ejido 1029 Local 007  
Lunes a Viernes 9.30 a 18.00hs.  
Sábados y domingos de 10 a 18.30hs.

VISITANOS  
[www.campiglia.com.uy](http://www.campiglia.com.uy)



# RODOLFO FARIELLO IN MEMORIAM

30-04-1948 / 15-07-2018

Ing. Marcelo Erlich con el aporte de Ing. Juan Grompone



Rodolfo Fariello era un ingeniero en el sentido completo de la palabra. Su bajo perfil y su modestia no permitían que a primera vista se viera un trabajador y un estudioso incansable, un técnico de primera línea y, sobre todo, un defensor tenaz de la empresa pública donde trabajaba, Antel. Al mismo tiempo también fue un defensor tenaz de la ingeniería nacional.

Todos los que trabajamos con él tenemos la misma impresión, el mismo respeto, el mismo recuerdo. Se hizo cargo de la red nacional de télex cuando era un ingeniero recién recibido. Llevó adelante un proyecto que parecía imposible, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo. Luego hizo lo mismo con la primera red de datos.

En los cientos de ocasiones que me reuní con él, jamás tuvimos una discusión. Pero también es cierto que jamás cedía acerca de lo que estaba convencido y mucho menos si se trataba de defender los intereses de Antel.

Realizó una carrera completa: desde estudiante de ingeniería a director de empresa. Hace pocas semanas que se retiró del servicio público.

En el documento que sigue a continuación, elaborado por el Ing. Marcelo Erlich se relata brevemente la historia profesional del Ing. Rodolfo Fariello.

Rodolfo Fariello, como él mismo lo expresó en forma muy modesta, "tuvo la enorme fortuna" de poder participar, como contraparte de ANTEL, en gran parte del proceso de diseño y fabricación de las centrales Télex y Urupac de ANTEL, que tuvieron en servicio durante más de 30 y 20 años respectivamente y cuya infraestructura fue un diseño y desarrollo 100% nacional.

Ingresó a ANTEL en octubre de 1974 como estudiante de ingeniería y se sumó a trabajar en todo lo relativo al tema Télex a las órdenes del Ing. Juan Carlos Míguez, quien tenía a su cargo la ingeniería (planificación, diseño, implementación) del Servicio

Télex. Como Estudiante de Ingeniería se involucró en todos los aspectos del Servicio Télex y participó en todos los trabajos que se realizaban en las Centrales y la Red.

Mientras Rodolfo desarrollaba las actividades anteriormente mencionadas, en 1976 se comenzó a ejecutar el proyecto, denominado "Desarrollo de Centrales Télex con control por programa almacenado", algo inédito hasta ese momento para un proyecto de la complejidad que implicaba este desarrollo (en varios ámbitos se lo calificó como "revolucionario" mientras que en otros se lo consideraba directamente imposible de llevar adelante ya que se estimaba que no existía la capacidad técnica necesaria).

En octubre de 1978 obtuvo su título de Ingeniero Electricista, un par de meses después se casó cuando se reintegró de la licencia matrimonial, ya había sido contratado por ANTEL como Ingeniero y se le asignaron las responsabilidades de la Operación y Mantenimiento del Servicio Télex. Casi simultáneamente se lo involucra formalmente el proyecto.

A partir de ese momento Rodolfo Fariello vive todas las etapas de convencimiento (licitaciones fracasadas mediante) a las autoridades de ANTEL, desde el primer prototipo entregado a principios de 1980, su puesta en producción comercial 6 meses después y las siguientes ampliaciones de capacidad con sus mejoras en el SW que la ingeniería nacional era posible. Por su puesto que sigue todo el proceso, ya no sólo de la fabricación de Centrales Télex Electrónicas para 512 líneas, sino que participa de la planeación de una Red de Centrales Télex que tomará el control de la mayor parte del Servicio Télex de ANTEL

En marzo de 1981 es el primer ingeniero de ANTEL designado para participar en un seminario en Ciudad de México, organizado por el PNUD sobre el Estado de la Transmisión de Datos en América Latina y el Caribe. A su regreso sugirió que era necesario que ANTEL encarara rápidamente la elaboración de una planificación con miras a implementar la Red Pública de Trasmisión de Datos de ANTEL tomando en cuenta todo lo que había recogido sobre las tecnologías de conmutación de paquetes y las normativas correspondientes.

El Ing. Rodolfo Fariello nuevamente es considerado por ANTEL, para trabajar junto con otros dos ingenieros de ANTEL con un especialista, integrante del Grupo de Estudio de Datos de la UIT, en representación del Deutsche Telekom, a fin de elaborar las especificaciones técnicas para la licitación para la compra de una Central de Datos, proceso de compra que en ese momento no prosperó.

Durante 1986 y cuando ya se comienza con la instalación de la solución definitiva de la Red Télex, el Directorio de ANTEL decide crear un pequeño gru-

po técnico que se encargue de diseñar y planificar el ingreso de ANTEL en la prestación de los Servicios de Transmisión de Datos, dependiendo directamente del Directorio y la Gerencia General. Nuevamente Rodolfo Fariello, forma parte de este selecto grupo de técnicos junto a los ingenieros Rodrigo Díaz y Gustavo Van Rompaey. Nuevamente el desafío del desarrollo nacional estaba planteado. Este fue la punta de la madeja para el desarrollo de URUPAC.

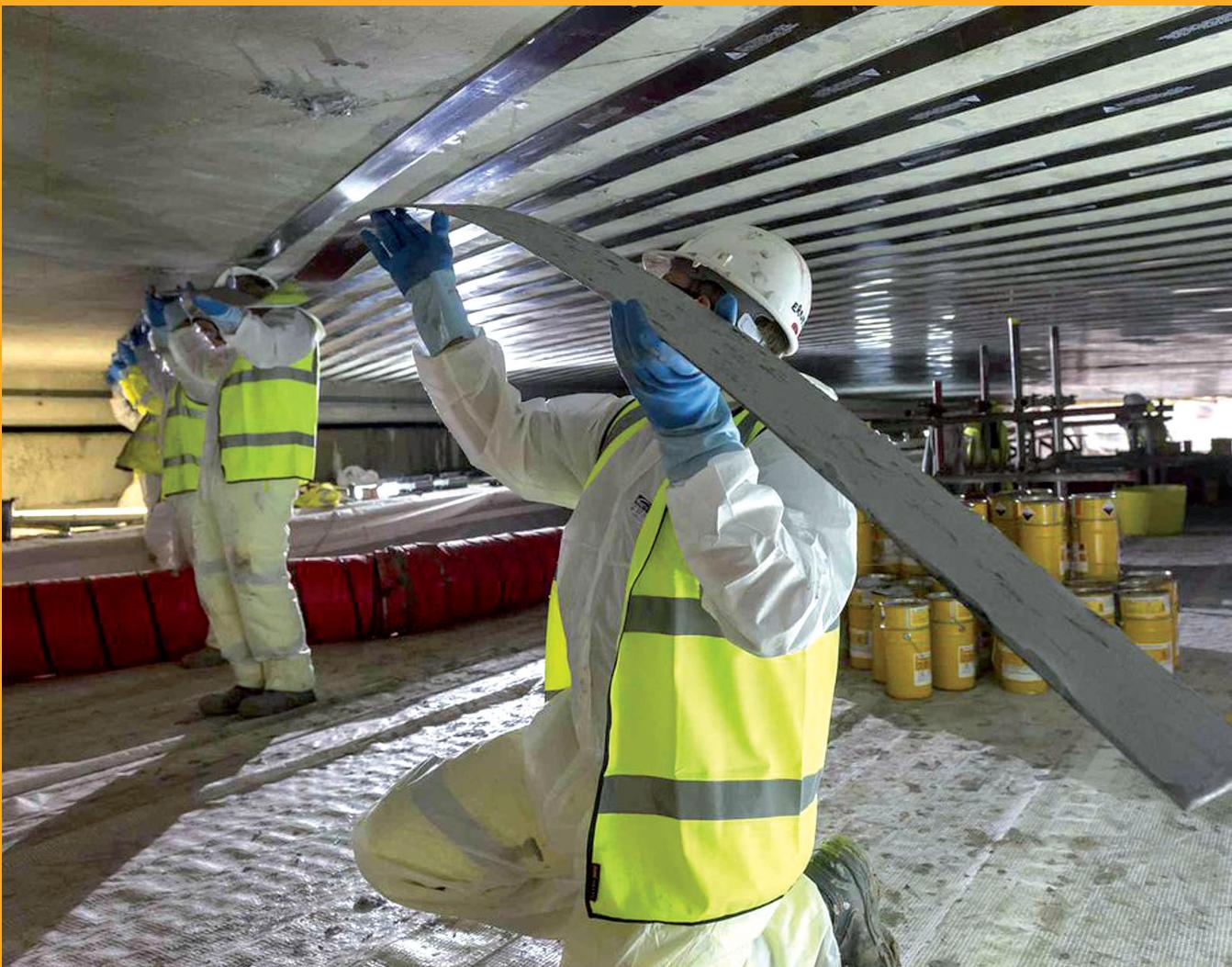
En 1989 y luego de un proceso similar al de la Central Telex, se dispuso del primer conmutador de paquetes de fabricación nacional en condiciones de prestar servicio comercial, URUPAC. Todo un logro, ya que a los expertos internacionales a quienes se les había presentado el tema, opinaban en forma unánime que resultaba imposible que se pudiera desarrollar en Uruguay un conmutador para la Transmisión de Datos por Comutación de Paquetes (X.25), debido a la alta complejidad de esta tecnología.

Rodolfo continuó su carrera acompañando el desarrollo y crecimiento de la red de datos de ANTEL, en la década del 90, donde URUPAC comienza a ofrecer acceso a Internet, primero mediante los protocolos básicos de caracteres y luego a través de navegadores Web.

El ingeniero Rodolfo Fariello, luego de una reestructura organizativa, siguió su carrera en ANTEL en la Gerencia de ANTELDATA y como miembro por más de 10 años del Directorio de ITC S.A. una subsidiaria de ANTEL, donde además de sus capacidades técnicas ya demostradas aportó capacidades de gestión con una gran humildad logrando el afecto de todo el personal.

Sus reflexiones en base a su vasta experiencia en cuanto a la viabilidad de desarrollo de tecnología nacional, qué ventajas ofrece, en qué casos debería impulsarse, quién debería invertir y cómo generar confianza en la misma, son una lección para todos y en definitiva, el mejor monumento a su memoria.

En 2012 el Directorio de ANTEL decidió otorgar un reconocimiento a quienes participaron en el proyecto de las Centrales Teles, entre ellos al Ing. Rodolfo Fariello.



## SIKA® CARBODUR®

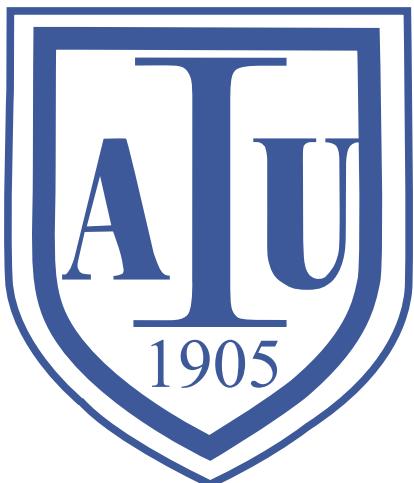
**Láminas de fibra de carbono para reforzamiento estructural externo a flexión o cortante.**



Sika® Carbodur® es ideal para los casos en que las estructuras de hormigón armado deban ser reforzadas en construcciones edilicias y de infraestructura.

### Ventajas

- Muy elevada resistencia a la tracción (min. 24.000 kg/cm<sup>2</sup>).
- No se corroen.
- Para reforzamientos con grandes exigencias estéticas.
- Rápida puesta en servicio.
- Versatilidad de aplicación.
- Facilidad de aplicación.



HASTA 30%  
DE DESCUENTOS!



## CONOCÉ TODOS NUESTROS CONVENIOS CON:

ADM  
Salir a Comer  
Plaza Business Center  
Complejo Turístico Chuy  
Óptica Altieri  
AAHES  
AUTOK  
AUXICAR  
BSE  
Compañía del Sur  
Radisson  
Enjoy Conrad  
San Pedro del Timote  
Esplendor  
Europcar  
Gate Uruguay

UNIT  
Elbio Fernández  
Universidad ORT  
Universidad de Montevideo  
UCAM Business School  
ORT- Facultad de Adm. y C. Soc.  
Instituto Crandon  
EduSchool  
ISEDE  
ZWCAD - Uruguay  
Sara Pérez  
Centro Producción más Limpia  
TCC  
Termas Villa Elisa  
KALYA Soluciones Informáticas  
Hotel Las Cumbres



[www.aiu.org.uy](http://www.aiu.org.uy)



[aiu@vera.com.uy](mailto:aiu@vera.com.uy)



Cuareim 1492



2900 8951



Servidores virtuales alojados en Uruguay

Elegí el plan que mejor se adapta a tus necesidades

**Contratalo** en [minubeantel.uy](http://minubeantel.uy)

