

INTRODUCCIÓN

La presencia de concentraciones elevadas de nitrato (NO_3^-) en el agua potable se ha convertido en una preocupación en todo el mundo. Teniendo en cuenta los problemas de salud graves asociados con el exceso de nitrato en el agua potable el CAA ha establecido un nivel máximo de 45 mg/L de N-Nitrato en agua potable.

A lo largo del tiempo se han desarrollado y aplicado diferentes métodos para la eliminación de nitrato de soluciones acuosas. La reducción química basada en donantes de electrones inorgánicos es cada vez más atractiva debido a su fácil manejo y alta eficiencia. El hierro de valencia cero (ZVI) es un agente reductor eficaz y ampliamente utilizado para el desarrollo de tecnologías. Esta técnica se ha utilizado también para remover un gran número de otros contaminantes como por ejemplo el arsénico (As).

MÉTODOS/EXPERIMENTAL

- Ensayos realizados en batch utilizando lana de acero comercial (Mapavirulana®) como fuente de ZVI.
- Agua subterránea modelo: 100 ppm de N-NO_3^- a partir de KNO_3 (conductividad inicial de 850 μS).
- Pruebas a diferentes valores de pH se realizaron agregando HCl y NaOH. En los ensayos realizados en presencia de As a la solución modelo se adicionaron diferentes volúmenes de As(V) 100 ppm preparado a partir de Na_3AsO_4 .
- La concentración de N-Nitrato (N-NO_3^-) se determinó con electrodo de Nitrato combinado marca Thermo Scientific (Orion products) y la concentración de N-Nitrogeno Amoniacal Total (N-NTA) se realizó mediante el método colorimétrico de Nessler utilizando kit comercial Hach.

OBJETIVO

Teniendo en cuenta que junto al arsénico en muchas ocasiones coexisten otros contaminantes como el nitrato, el objetivo de este trabajo fue analizar los efectos de la aplicación de la tecnología ZVI para remover de manera simultánea arsénico y nitrato y los problemas que pueden generarse.

RESULTADOS

- Como se puede ver luego de 24 horas se obtuvo un porcentaje de remoción del 70,15%, que permitió obtener una concentración de N-NO_3^- residual de 29,8 mg/L que cumple con el límite establecido por el CAA.

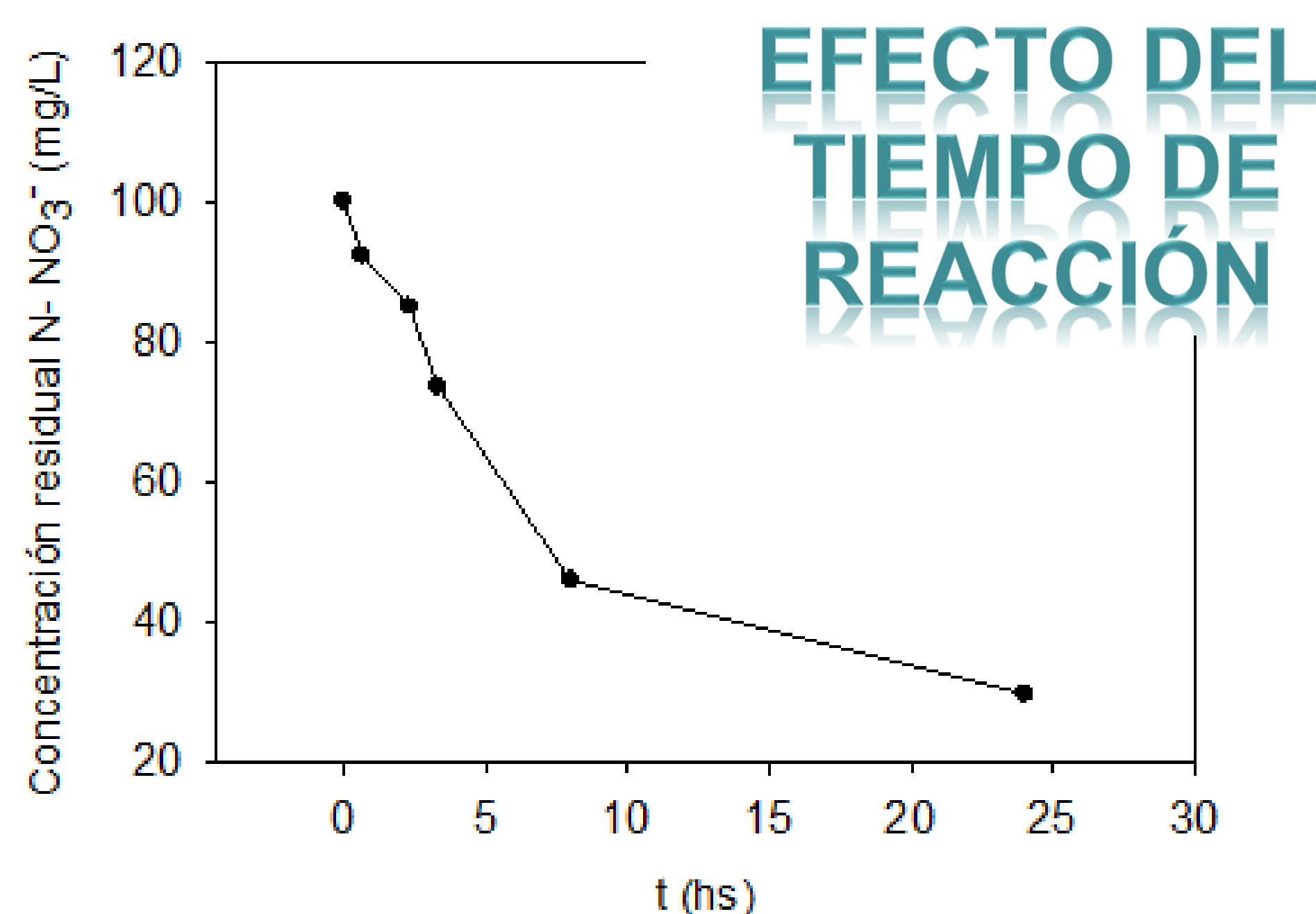


Fig 1.- Concentración de N-Nitrato versus tiempo (cond. iniciales: 100 mg/L de N-NO_3^- , pH=3 y 10 gr/L de ZVI).

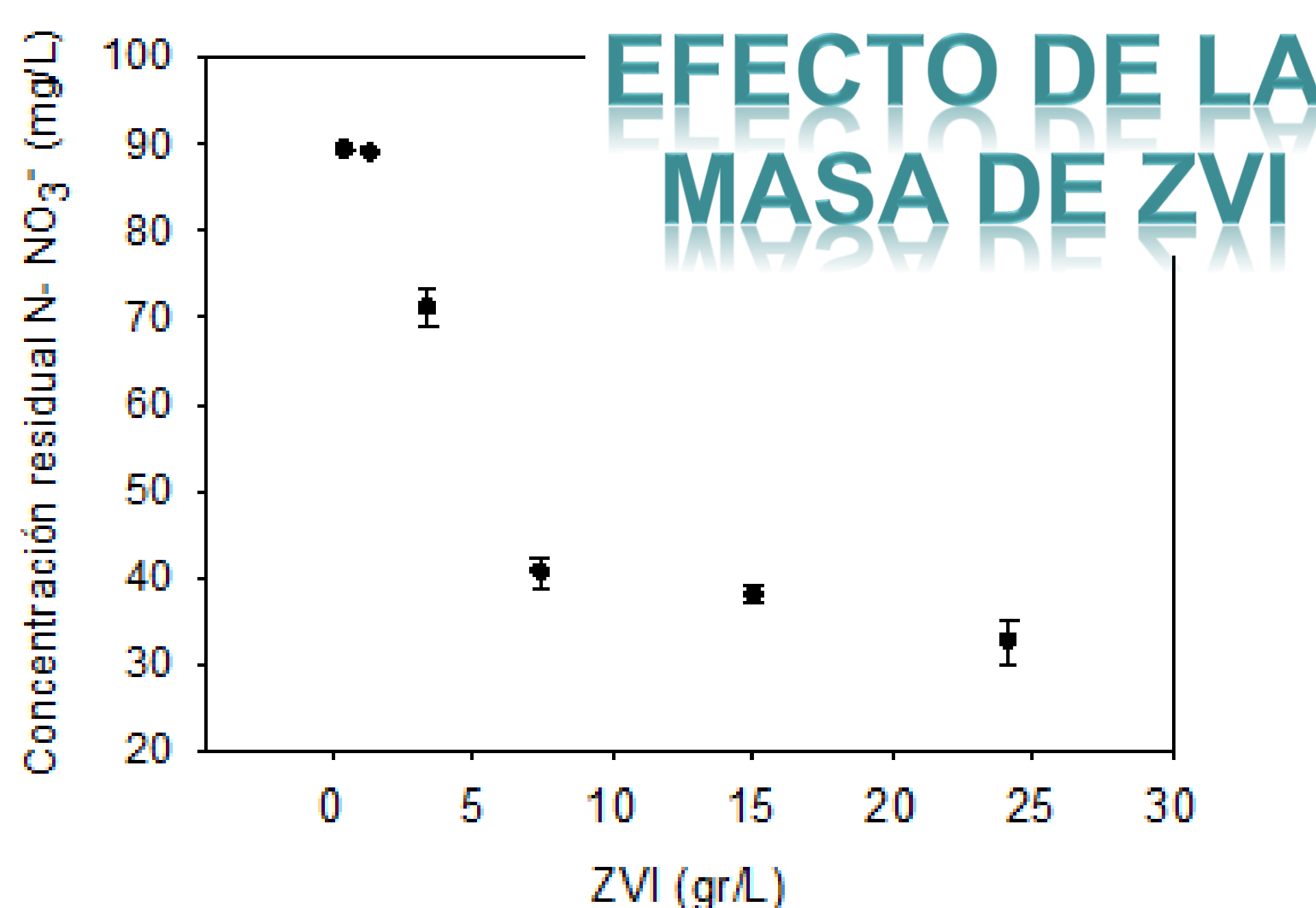


Fig 2.- N-NO_3^- residual para diferentes conc. de ZVI (cond. iniciales: 100 mg/L de N-NO_3^- y pH=3).

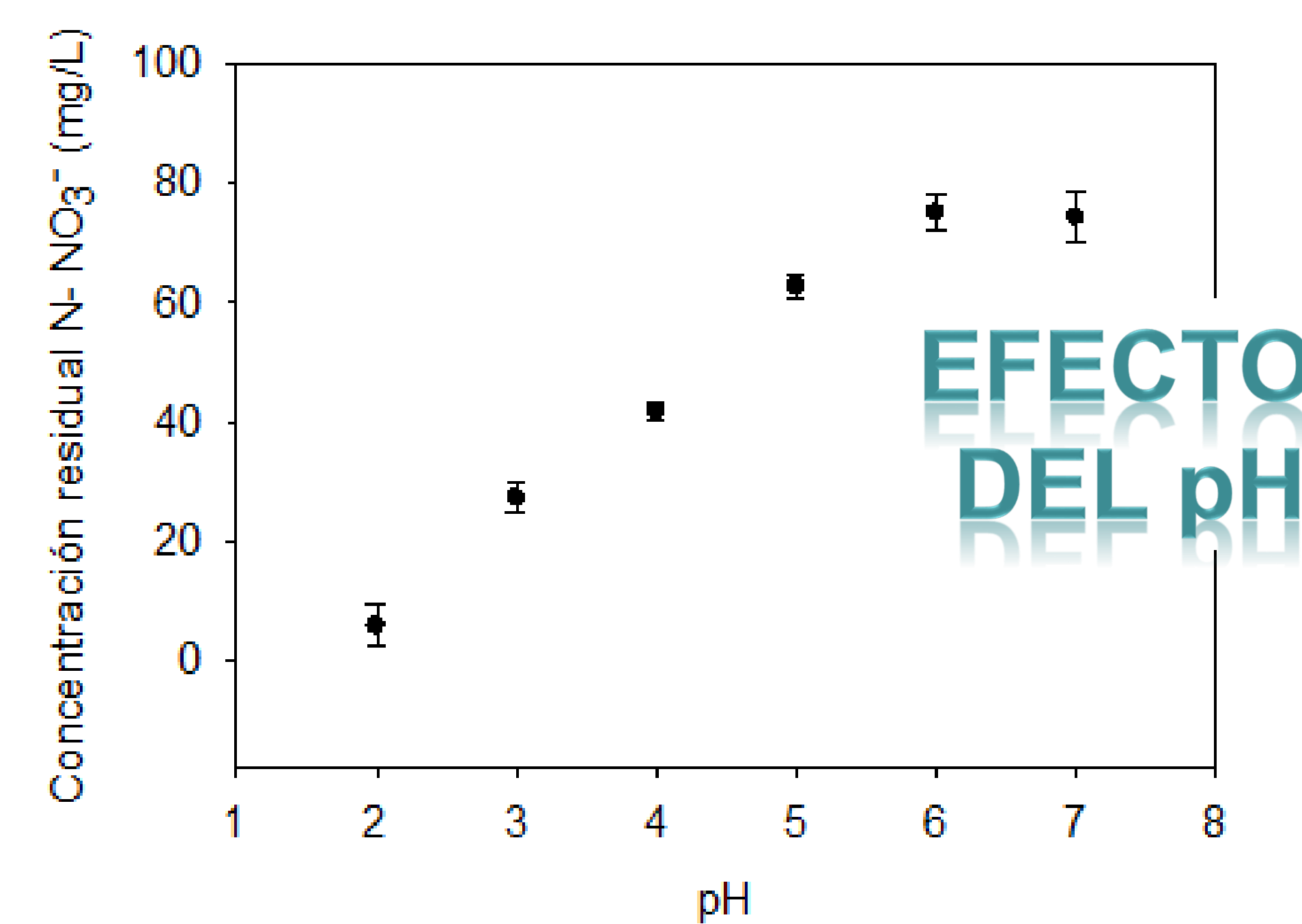


Fig 3.- N-Nitrato residual para diferentes pH iniciales (cond. iniciales: 100 mg/L de N-NO_3^- y 10 gr/L de ZVI).

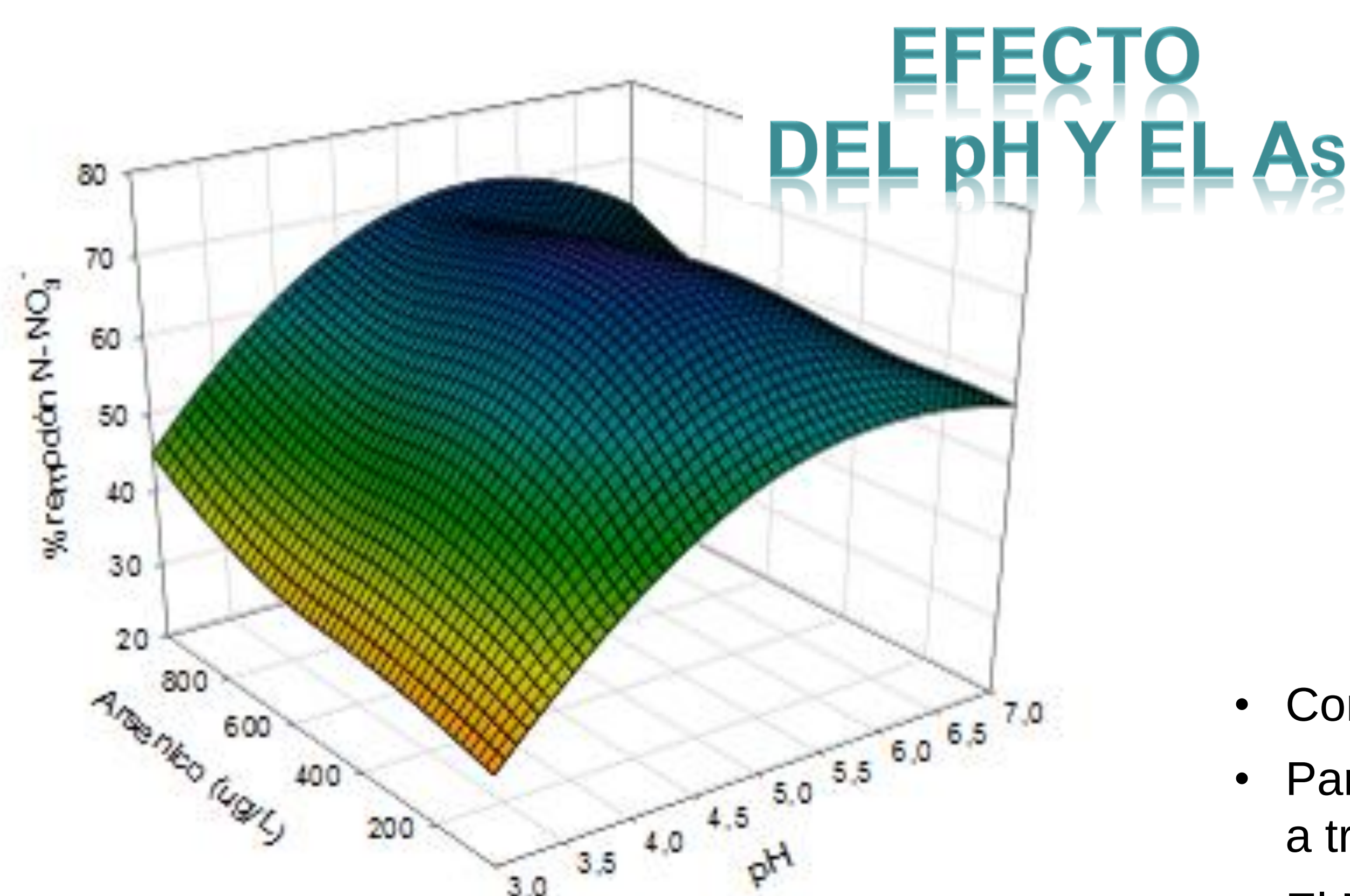


Fig 4.- Remoción N-Nitrato residual para diferentes pH iniciales y concentraciones de arsénico.

Tabla 1.- Concentración de Nitrógeno Amoniacal residual obtenido en las soluciones tratadas.

pH inicial	Remoción N-Nitrato (%)	Concentración de N-NAT (mg/L)
3	67,9	26
3	64,5	24
5	43,6	14
5	32,5	9
5	30,5	7

- Condiciones de pH cercanas a la neutralidad disminuyen la reducción de N-Nitrato notoriamente.
- Para los intervalos de trabajo utilizados es mucho más pronunciado el efecto del pH inicial del agua a tratar que la concentración de arsénico.
- El Nitrógeno amoniacal resulta ser un producto de reacción de la reducción de N-Nitrato en conjunto con N_2 gaseoso posiblemente.
- El N- Amoniacal debería ser tratado posteriormente para cumplir con el límite 0.1 ppm NH_4^+ impuesto por el CAA.

CONCLUSIONES

- Se obtuvieron concentraciones residuales de este contaminante que cumple con el límite establecido por el CAA.
- Se observó una clara disminución de la reducción química de N-NO_3^- a medida que aumentaba el pH inicial del agua y se concluyó que la presencia de arsénico en concentraciones de 50-1000 $\mu\text{g/L}$ no afectó significativamente la reducción.
- Como inconvenientes de detectaron la necesidad de requerir valores pH de operación bajos para lograr un porcentaje de remoción considerable y que uno de los productos de reacción es amonio, que debe ser tratado para disminuir su contenido. Estos puntos serán motivo de la continuidad de este estudio.

Valoración de variables naturales mediante matrices para su aplicación en estudios ambientales en áreas de llanura

Borzi, Guido^{a,b}, Roig, Alejandro^c, Tanjal, Carolina^{a,b}, Santucci, Lucía^{a,b}, Tejada Tejada, Macarena^d, Carol, Eleonora^{a,b}

a- Centro de Investigaciones Geológicas, CONICET-UNLP, Diagonal 113 n°275, La Plata, Buenos Aires, Argentina
b- Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Av. 122 and 60, La Plata, Buenos Aires, Argentina
c- Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina
d- Departamento de Geografía, Historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España

gborzi@fcnym.unlp.edu.ar

Introducción

La asignación de un número a una variable natural para su uso en estudios ambientales representa un problema respecto a la subjetividad del operador, ya que la formación del operador tendrá una influencia marcada a la hora de darle un peso numérico a una variable estudiada. Asimismo, adjudicarle un número a una observación es otra tarea delicada, la cual puede contener distinta información, teniendo que asignar un número que se complementa con el resto de otros parámetros naturales valorados.

En una cuenca hidrográfica, existen variables naturales del medio físico, en donde la valoración de una variable natural es de gran importancia cuando se requiere realizar estudios que contemplen estas variables.

Por otro lado, actualmente el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) da la capacidad de analizar grandes áreas del territorio en poco tiempo, pudiendo incorporar no solo información recolectada recientemente en el campo, sino que se pueden adicionar variables que fueron mapeadas hace más de medio siglo. En este sentido, la información que fue colectada hace tiempo posee un nuevo valor cuando las mismas son incorporadas a un SIG y puede ser comparada/complementada con otra información actual. En áreas de llanura, como el noreste de la



provincia de Buenos Aires, uno de los mayores problemas que se registran son las inundaciones regulares, siendo de gran importancia definir los sectores que se anegan para un adecuado manejo de cuencas. El **objetivo** del trabajo fue utilizar una metodología que permita valorar variables naturales para su uso en la evaluación de peligro de inundación, y que al mismo tiempo pueda ser analizada la subjetividad del usuario, pudiendo o no rechazar la valoración efectuada. Para esto se tomó como caso de estudio a la cuenca del río Samborombón localizada en el noreste de la provincia de Buenos Aires, la cual presenta inundaciones regulares.

Desarrollo

La metodología planteada para la valoración de variables naturales fue mediante la creación de matrices de comparación por pares propuesta por Saaty. Esta técnica consiste en la toma de decisiones con criterios múltiples, proporcionando un enfoque sistemático para evaluar los impactos de diversas variables, la cual es llamada Proceso Analítico de Jerarquía, o AHP por sus siglas en inglés (Analytical Hierarchy Process). Se construye una escala mediante la asignación de un número del 1 al 9 a una variable, en donde 1 significa igual importancia entre pares de variables y 9 significa que una variable es extremadamente más importante que otra, siendo dichas comparaciones siempre entre pares.

Posteriormente a la generación de las matrices de pares que se desean comparar, la discrepancia entre la comparación de pares de variables y la confiabilidad de los pesos asignados a éstas se debe calcular la razón de consistencia (RC), la cual debe ser < 0,1 para que los pesos asignados a las variables sean aceptados

$$RC = \frac{IC(A)}{RIn}$$

Donde IC es el índice de consistencia que depende de la matriz A de comparación por pares de variables, sus elementos es la relación entre dos pesos asignados a cada una $\lambda_{máx}$. es el máximo autovalor (eigen valor) de la matriz A y n la dimensión de la misma. Por su parte, el índice aleatorio RIn representa la consistencia de una matriz de comparación por pares generada aleatoriamente. En este sentido, el RIn se deriva como índice de consistencia aleatorio promedio, calculado por Saaty a partir de una muestra de 500 matrices que se generan al azar.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,5247	0,8816	11,086	12,479	13,417	14,057	14,499	14,854

Asimismo, $\lambda_{máx}$. = n si y solo si la matriz A es consistente y $\lambda_{máx}$. > n en el resto de las situaciones.

$$IC(A) = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

En donde A w = n λ_{max} , y w es el autovector. Para el resto de las situaciones Saaty propone una generalización y plantear el siguiente sistema:

$$A w = \lambda_{max} w$$

Se generaron 4 matrices considerando como variables a la pendiente, la tasa de infiltración, observaciones de campo y la profundidad del nivel freático. Estas variables poseen propiedades respecto a su inundabilidad, obteniendo como resultado final un peso numérico en relación a su tendencia a inundarse. La pendiente del terreno influye en la infiltración y escurrimiento superficial del agua de las precipitaciones que ingresa a la cuenca, siendo mayor el número de valoración mientras menor era la pendiente. La permeabilidad de los suelos en la cuenca de drenaje se relaciona a la tasa de infiltración. Las categorías de tasa de infiltración registradas en el área de estudio son muy lenta, lenta, moderadamente lenta, moderada, moderadamente rápida, observando que este parámetro adquirió un número mayor cuanto menor era la tasa de infiltración. Por otro lado, observaciones de campo que indican características respecto a la presencia regular o no de agua en superficie, adquiriendo un número mayor mientras su tendencia al anegamiento fuera más marcada. Por último, otra característica que favorece la inundación de un sector es la profundidad a la que se encuentra el nivel freático. Esta variable adquirió una valoración mayor mientras menor fuera el espesor de la zona no saturada registrado en el área de estudio. Posteriormente a la realización de las matrices de comparación por pares, las variables fueron incorporadas a un SIG donde se observó espacialmente la distribución de los parámetros valorados.

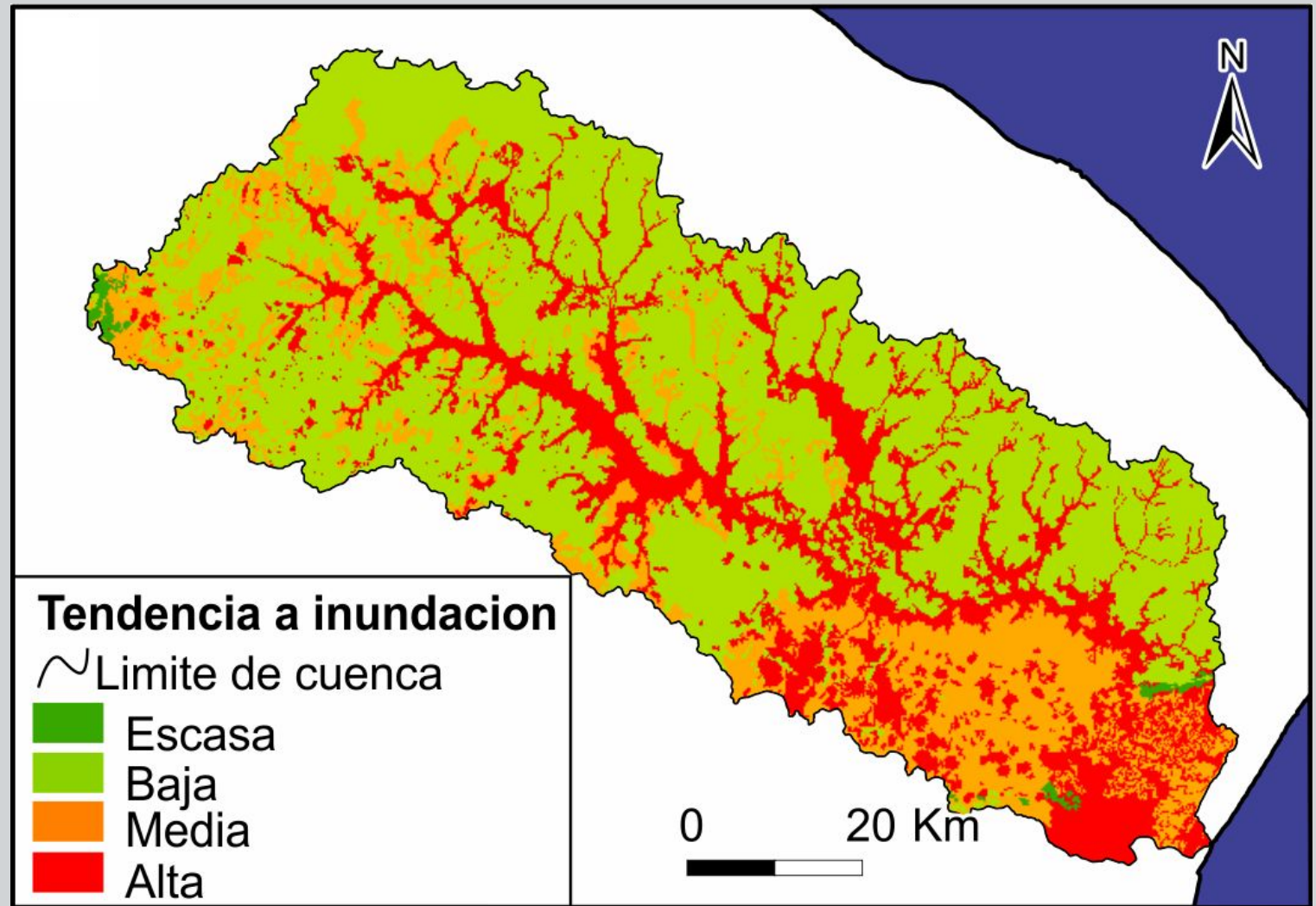
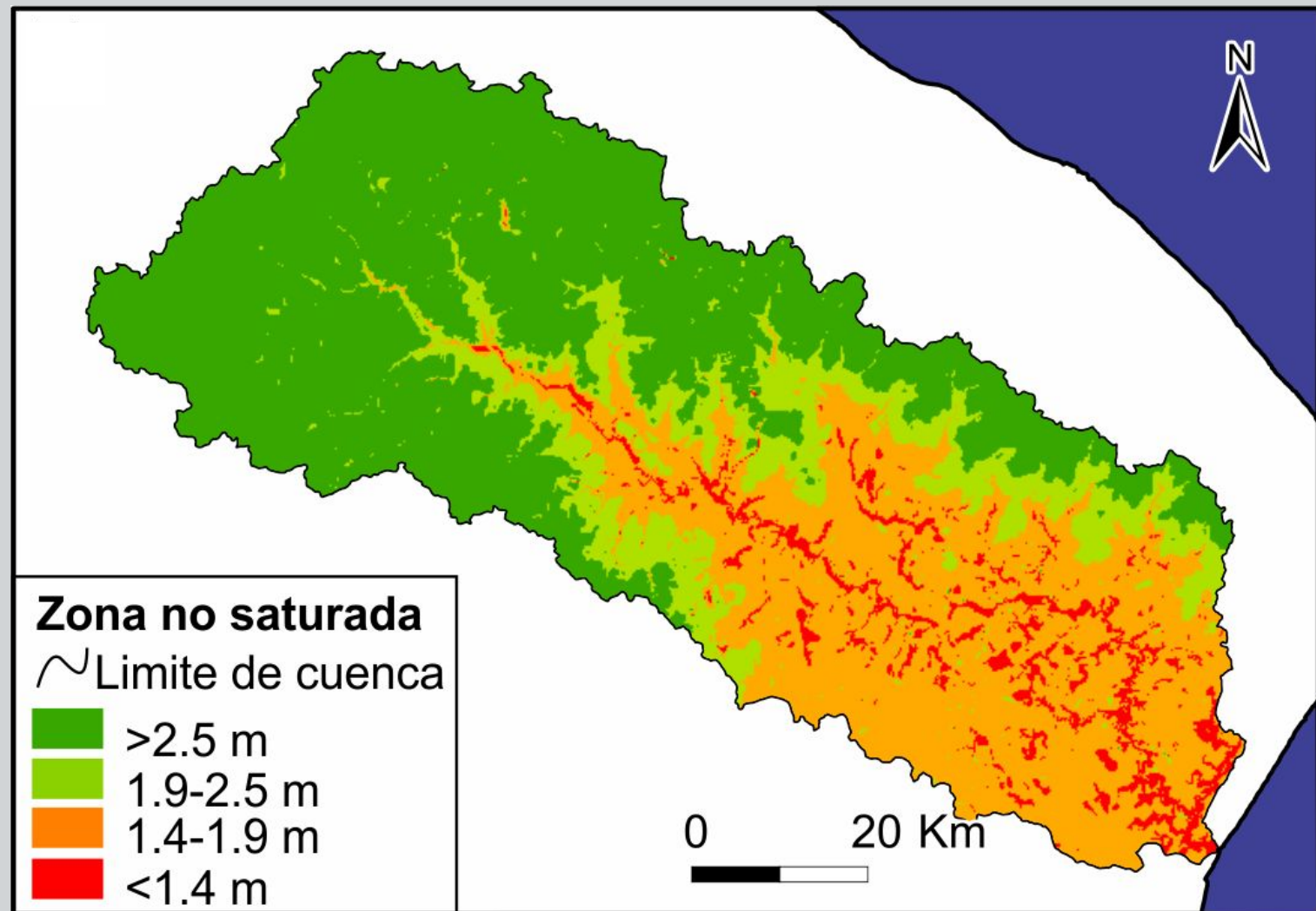
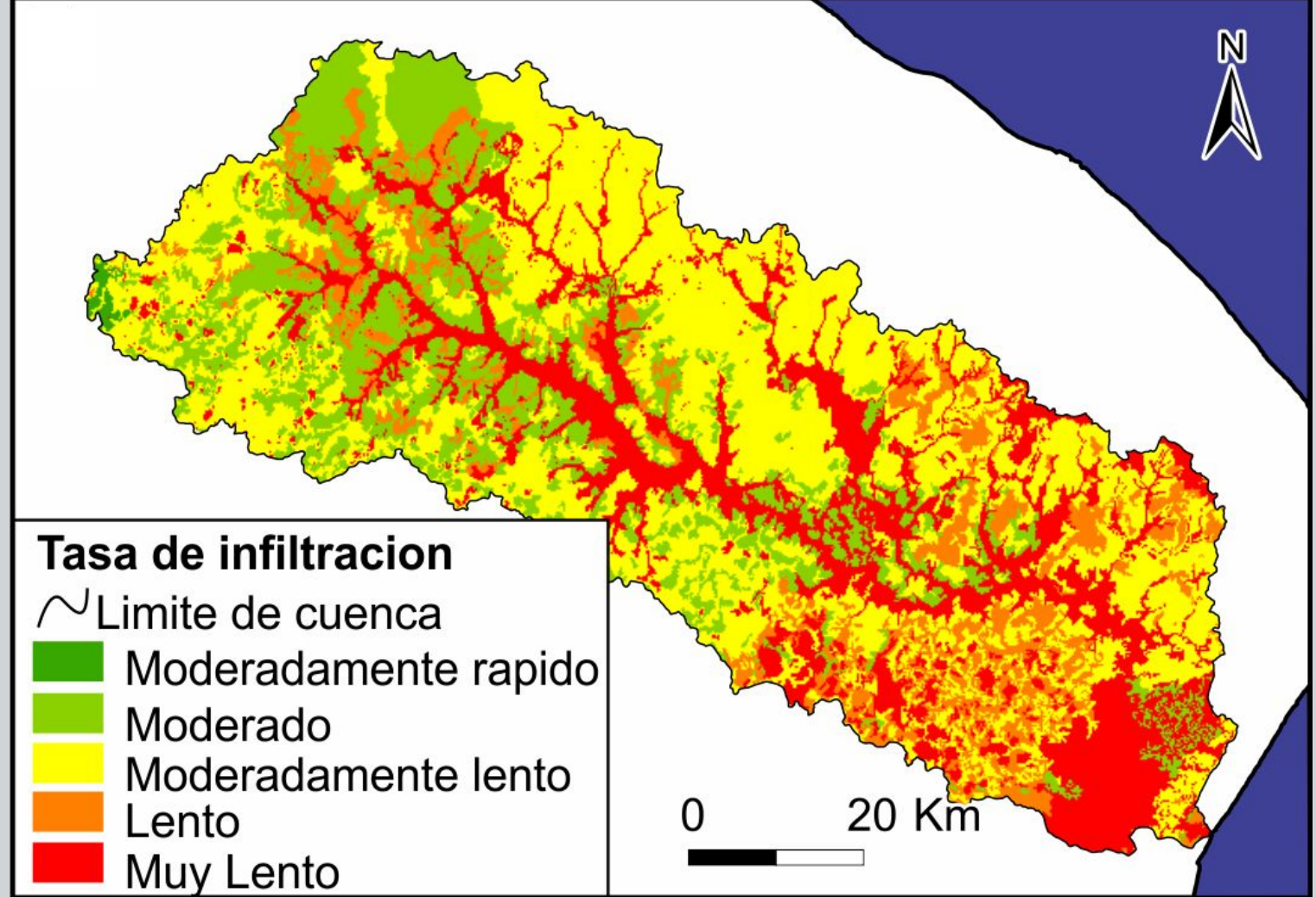
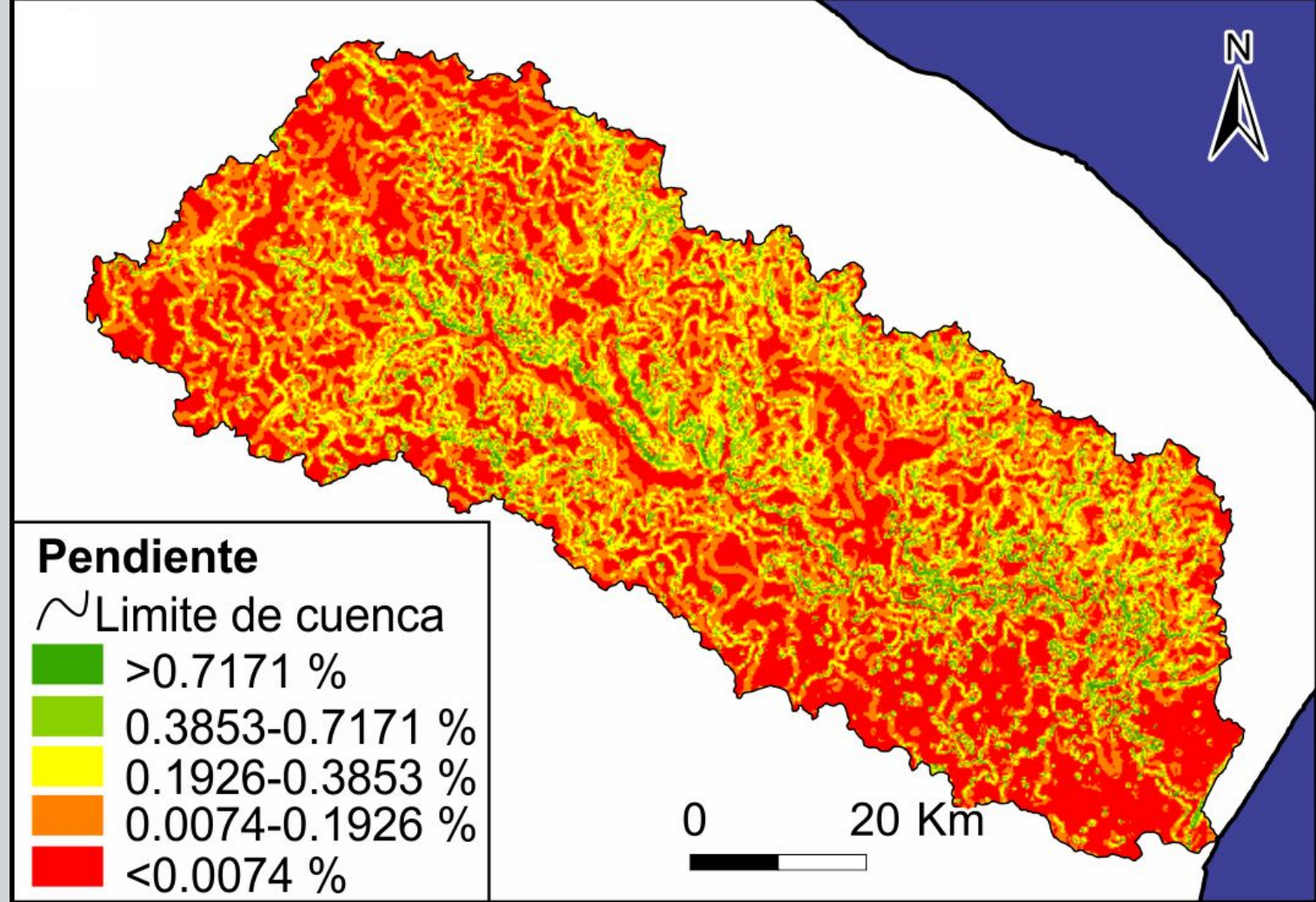
Resultados

En la figura de la derecha se pueden observar las matrices construidas mediante el método de los autovectores para las distintas variables analizadas como la tasa de infiltración, pendiente, potencial de anegamiento y profundidad del nivel freático, siendo A1, A2, A3 y A4, respectivamente. En este sentido, todas las matrices analizadas obtuvieron un RC menor a 0,06, valor que se encuentra por debajo de 0,1 necesario para ser aceptadas. Se destaca que la conformación de las matrices permitió valorar los rasgos intrínsecos de cada variable, otorgándole un peso numérico, evidenciados en la siguiente tabla.

$A1 =$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1/2 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/4 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	$A2 =$	$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ 1/3 & 1 & 3 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 3 & 5 \\ 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$
$A3 =$	$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 7 & 9 \\ 1/3 & 1 & 3 & 7 \\ 1/7 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/7 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$	$A4 =$	$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 1/3 & 1 & 3 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$

Tasa de infiltración RC=0,0152	Muy Lenta	Lenta	Moderadamente lenta	Moderada	Moderadamente rápida	Peso asignado
Muy Lenta	1	2	3	4	5	0,419
Lenta	1/2	1	2	3	4	0,263
Moderadamente lenta	1/3	1/2	1	2	3	0,19
Moderada	1/4	1/3	1/2	1	2	0,0973
Moderadamente rápida	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0,0618
Pendiente RC=0,0602	<0,0074 %	0,0074-0,1926 %	0,1926-0,3853 %	0,3853-0,7171 %	>0,7171 %	Peso asignado
<0,0074 %	1	3	5	7	9	0,515
0,0074-0,1926 %	1/3	1	3	5	7	0,252
0,1926-0,3853 %	1/5	1/3	1	3	5	0,132
0,3853-0,7171 %	1/7	1/5	1/3	1	3	0,0649
>0,7171 %	1/9	1/7	1/5	1/3	1	0,0364
Pot. anegamiento RC=0,0367	Escaso	Bajo	Medio	Alto		Peso asignado
Escaso	1	3	7	9		0,599
Bajo	1/3	1	3	7		0,259
Medio	1/7	1/3	1	3		0,098
Alto	1/9	1/7	1/3	1		0,044
Prof. n. freático RC=0,0433	<1,4 m	1,4-1,9 m	1,9-2,5 m	>2,5 m		Peso asignado
<1,4 m	1	3	5	7		0,565
1,4-1,9 m	1/3	1	3	5		0,262
1,9-2,5 m	1/5	1/3	1	3		0,118
>2,5 m	1/7	1/5	1/3	1		0,055

La capas incorporadas a un SIG permitieron observar los sitios con mayor susceptibilidad a anegamiento. La capa de pendientes evidencio la escasa pendiente de la llanura de inundación de ríos y arroyos limitada por sectores de mayores pendientes relativas. Asimismo, los sectores más altos, en zonas de divisoria, también se caracterizan por la baja pendiente, un rasgo común de esta área de planicie. Respecto a la permeabilidad, la menor tasa de infiltración fue observada principalmente en la llanura de inundación, así como también en depresiones cercanas al área de desembocadura. Por su parte, las mayores tasas de infiltración fueron registradas principalmente en sectores de divisoria de agua. Las observaciones referentes a la tendencia a inundación de cada suelo evidenciaron que la llanura de inundación de ríos y arroyos son los sectores más propensos a ser ocupados por agua, así como también el sector de desembocadura. Por otro lado, en los sectores de divisoria principal y secundaria presentaron una tendencia a inundación escasa. Por último, la zona no saturada presentó sus menores espesores en el sector de desembocadura, llanura de inundación de ríos y arroyos, y progresivamente fue adquiriendo mayores espesores en el área de divisoria principal de la cuenca.



Conclusiones

La conformación de las matrices mediante la metodología propuesta por Saaty (1980), permitió valorar las variables analizadas, así como su posterior incorporación a un SIG. Asimismo se destaca que el AHP permite otorgar un peso a las variables cualitativas las cuales pueden ser aceptadas o rechazadas, reduciendo el error del usuario. Esto evidenció que las áreas marcadas con mayor tendencia al anegamiento son la llanura de inundación del río y los afluentes, encontrando que los sectores de divisoria poseen la tendencia opuesta. La valoración de variables naturales contribuye a realizar análisis cuantitativos cuando éstos proceden de distintas fuentes. Esto permite unificar parámetros para que puedan ser analizados conjuntamente de manera cuantitativa.

La perspectiva de esta metodología será incorporar nuevas variables con el fin de que sean integradas a un SIG y puedan ser procesadas en conjunto para determinar los sitios con mayor tendencia a la inundación de la cuenca.

Referencias

- Borzi G, Santucci L, Tanjal C, Carol E (2020). Assessment of surface runoff conditioned by road works and urban settlements in large plain basins. Natural Hazards, 1-14.
- De Steiguer JE, Duberstein J, Lopes V (2003). The analytic hierarchy process as a means for integrated watershed management. In First interagency conference on research on the watersheds (pp. 736-740). Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Benson, Ariz.
- INTA (Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria) (1993). Cartas de Suelos de la República Argentina. ISSN 0327-781X. Centro de Investigaciones de recursos Naturales. Instituto de Suelos área de Investigación en Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras.
- Jaiswal RK, Thomas T, Galkate RV, Ghosh NC, Singh S (2014). Watershed prioritization using Saaty's AHP based decision support for soil conservation measures. Water resources management, 28(2), 475-494.
- Latrubesse EM, Brea D (2009). Floods in Argentina. Developments in Earth Surface Processes, 13, 333-349.
- Saaty TL (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of mathematical psychology, 15(3), 234-281.
- Saaty TL (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York.
- Scarpati OE, Capriolo AD (2013). Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, 2013(82), 38-51.
- Srdjevic B (2007). Linking analytic hierarchy process and social choice methods to support group decision-making in water management. Decision Support Systems, 42(4), 2261-2273.

NITRIFICACION-DESNITRIFICACION SIMULTANEA EN EL TRATAMIENTO DE UN EFLUENTE LACTEO UTILIZANDO UN SBR GRANULAR AEROBIO

Bucci Paula L^{1,2}, Zaritzky Noemí E.^{1,2}, Caravelli Alejandro H.¹

1-CIDCA, CONICET, CIC, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Exactas.

2-Facultad de Ingeniería, Univ. Nacional de la Plata buccipaula@hotmail.com

RESUMEN:

Los efluentes lácteos son ricos en materia orgánica (DQO) pero deficientes en nitrógeno (N) para un adecuado tratamiento biológico. La descarga de efluentes con altas concentraciones de N en cuerpos de agua receptores es indeseable debido a que puede ocasionar problemas de eutrofización. La combinación de efluentes lácteos con efluentes ricos en amonio permite ajustar la relación DQO/N generando condiciones adecuadas para los procesos biológicos. En el presente trabajo se determinaron las condiciones operativas óptimas para lograr una eficiente remoción de carbono orgánico y N mediante nitrificación-desnitrificación simultánea (NDS), utilizando un reactor biológico secuencial (SBR) con biomasa granular aeróbica.

INTRODUCCIÓN:

Las aguas residuales lácteas presentan altos valores de DBO y DQO (Slavov, 2017), aportado principalmente por la lactosa. El nitrógeno (N) existe principalmente en forma de grupos amino a partir de proteínas de la leche. El principal contaminante en efluentes lácteos es el suero.

El SBR (reactor discontinuo secuencial) parece ser la tecnología aeróbica más prometedora para el tratamiento de efluentes lácteos (Kushwaha et al, 2011). No obstante, estos efluentes tienen alta relación DQO:N:P (100:1.75:0.5), es decir que es deficiente en N para procesos biológicos.

El tratamiento conjunto de las aguas residuales de la industria láctea con efluentes ricos en amonio permitiría ajustar la relación DQO:N a una relación de 100:5 o menor (100:10, 100:15). En estos efluentes con relaciones DQO:N < 100:5, es factible la remoción conjunta de DQO y N mediante la remoción biológica de nutrientes (RBN) vía el proceso de nitrificación-desnitrificación simultánea (NDS, o SND en inglés).

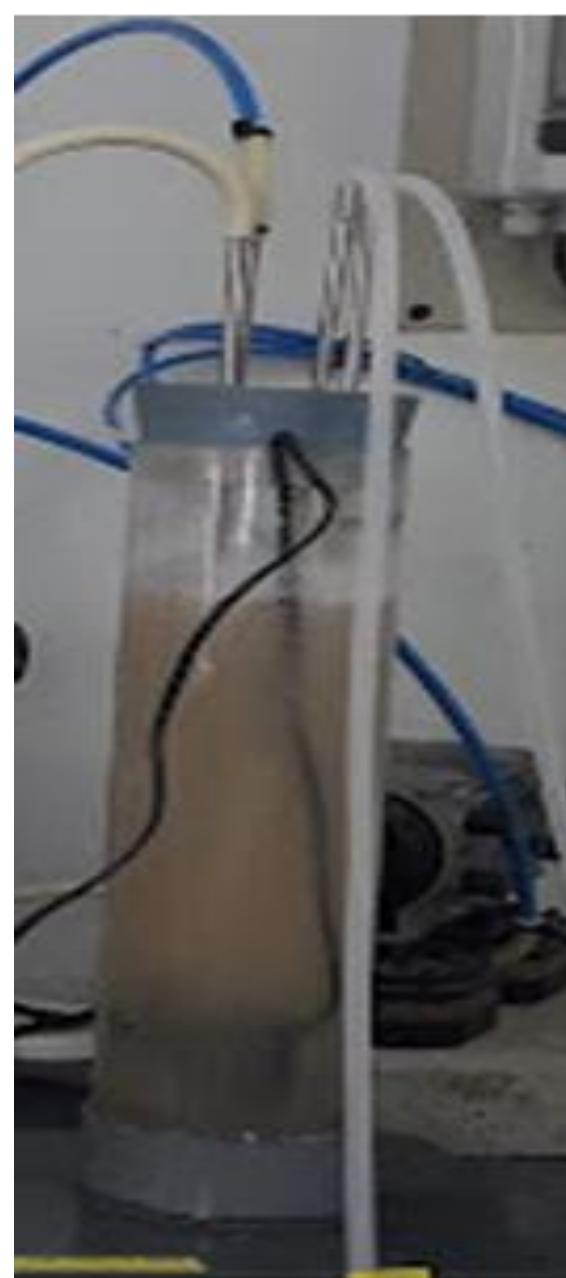
El objetivo del presente trabajo es estudiar la remoción de N y carbono orgánico de un efluente sintético modelo de industria láctea suplementado con amonio. Se evaluó el efecto de la carga orgánica, la relación DQO/NTK y la presencia de micronutrientes en la capacidad NDS en un SBR con biomasa granular aeróbica.

MATERIALES Y MÉTODOS:

REACTOR DISCONTINUO SECUENCIAL (SBR)

CARACTERÍSTICAS DEL SBR

CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS
ALTURA	25 cm
DIÁMETRO INTERNO	9 cm
VOLUMEN TOTAL	1,4 L
VOLUMEN DE TRABAJO	1 L
CAUDAL DE AIRE	2,3 L.min ⁻¹
VELOCIDAD VOLUMÉTRICA	2,3 L _{aire} ·(L _{reactor} ·min) ⁻¹
VELOCIDAD SUPERFICIAL	0,6 cm.seg ⁻¹



Presencia micronutrientes (M)
Ausencia de micronutrientes (SM)
Carga orgánica baja (CB)
Carga orgánica media (CM)
Carga orgánica alta (CA)
Nitrógeno inorgánico bajo (NB)
TRC: 20 o 10 días

CONDICIONES OPERATIVAS

EFLUENTE SINTETICO LACTEO SUPLEMENTADO CON AMONIO
SUERO DE QUESO (SQ), (NH₄)₂SO₄, KH₂PO₄, K₂HPO₄, NaHCO₃, Soluc. Micronutrientes (M₁ y M₂)

Efluente sintético SQ	Condición (SMCM ₂₀)	Condición (MCM ₂₀)	Condición (SMCB ₂₀)	Condición (MCM ₁₀)	Condición (MCA ₂₀)	Condición (MCANB ₂₀)
N inorgánico, mg NH ₃ -N.(L.día) ⁻¹	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	61.5
P inorgánico, mg PO ₄ ³⁻ -P.(L.día) ⁻¹	35.83	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8
DQO, mg DQO.(L.día) ⁻¹	716.8	716.8	358.4	716.8	1075.2	1075.2
NTK, mg NTK.(L.día) ⁻¹	83.5	83.5	77.5	83.5	88.7	78.7
N orgánico, mg Norg.(L.día) ⁻¹	12.0	12.0	6.0	12.0	17.2	17.2
DQO:NTK:P	100:11.6:5	100:11.6:5	100: 21.6:10	100:11.6:5	100:8.2:3.3	100:7.3:3.3
Micronutrientes (M ₁ y M ₂)	Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia	Presencia	Presencia
TRC (días)	20	20	20	10	20	20

OPERACION DE SBR

SBR operado en condición SMCM₂₀ fue inoculado con consorcio microbiano aerobio (lodos activados 0.2 L) y efluente sintético (0.8 L).

Los gránulos de biomasa generados fueron utilizados como inóculos en las condiciones restantes.

Los reactores fueron operados a Temperatura ambiente.

Ciclos operativos 24 hs: adición del efluente (2 min), fase reacción aeróbica (1428 min), purga de lodos (1 min), fase de sedimentación (5 min) y extracción del sobrenadante (2 min).

Período de aclimatación de biomasa: Remoción de 100% de DQO y buenas propiedades de sedimentación (ISV).

Nitrógeno inorgánico (Ni)= NH₃-N + NO₂⁻-N + NO₃⁻-N

Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)= NH₃-N + N orgánico

$$N_G = \Delta(NTK) - \Delta(NO_X - N) - \Delta(NTK_X)$$

N_G (mg N.L⁻¹) generado por desnitrificación

Δ(NTK)= NTK consumido (mg N.L⁻¹)

Δ(NO_X-N)= Formas oxidadas de N generadas por nitrificación
Δ(NO_X-N)= Δ(NO₂⁻-N) + Δ(NO₃⁻-N), (mg N.L⁻¹)

Δ(NTK_X)= NTK usado para crecimiento heterotrófico (mg N.L⁻¹)

Δ(NTK)= Δ(NH₃-N) + Δ(N_{ORG})

Δ(N_{ORG})= 0.22·Δ(NH₃-N)

Δ(NTK)= Δ(NTK_X) + Δ(NTK_{OX})

Δ(NTK_{OX})= NTK oxidado por nitrificación (mg N.L⁻¹)

$$\Delta(NTK_X) = \left(\frac{1}{a} y_{N/X} b x_A PV \right) / V$$

X_A = Concentración de biomasa activa (mg X_A/L), X_A= SSV – Glucógeno

a= 24.6 mg X_A-C·mmol⁻¹ (Fórmula elemental de biomasa, CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2})

y_{N/X} = Coef. Esteq. que relaciona N y C de biomasa (0.2 mmol N.C·mmol X⁻¹)

b= 14 mg N·mmol N⁻¹

PV = volumen de purga de lodos (L) por cada ciclo operativo

V= volumen de trabajo (1 L)

$$\% NH_3 - N_R = \left(\frac{(NH_3 - N)_0 - (NH_3 - N)_F}{(NH_3 - N)_0} \right) \cdot 100$$

$$\% N_{iR} = \left(\frac{N_{iO} - N_{iF}}{N_{iO}} \right) \cdot 100$$

$$\% NTK_R = \left(\frac{NTK_O - NTK_F}{NTK_O} \right) \cdot 100$$

$$\% NDS = \left(\frac{\Delta(NTK)_{OX} - \Delta(NO_X - N)}{\Delta(NTK)_{OX}} \right) \cdot 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

SE DEFINIERON DOS PERÍODOS A LO LARGO DEL CICLO DE OPERACIÓN DE 24 hs



PERÍODO FEAST
(Período con disponibilidad de Carbono)



CONSUMO DEL SUSTRATO (SUERO DE QUESO)
MEDIDO COMO DQOs (mg.L⁻¹)



AGOTADA LA FUENTE DE CARBONO



PERÍODO FAMINE
(Período de inanición)



PROCESO DE NITRIFICACIÓN-
DESNITRIFICACION SIMULTANEA (NDS)

ÍNDICE DE SEDIMENTACIÓN VOLUMÉTRICA (ISV)
TAMAÑO GRANULAR



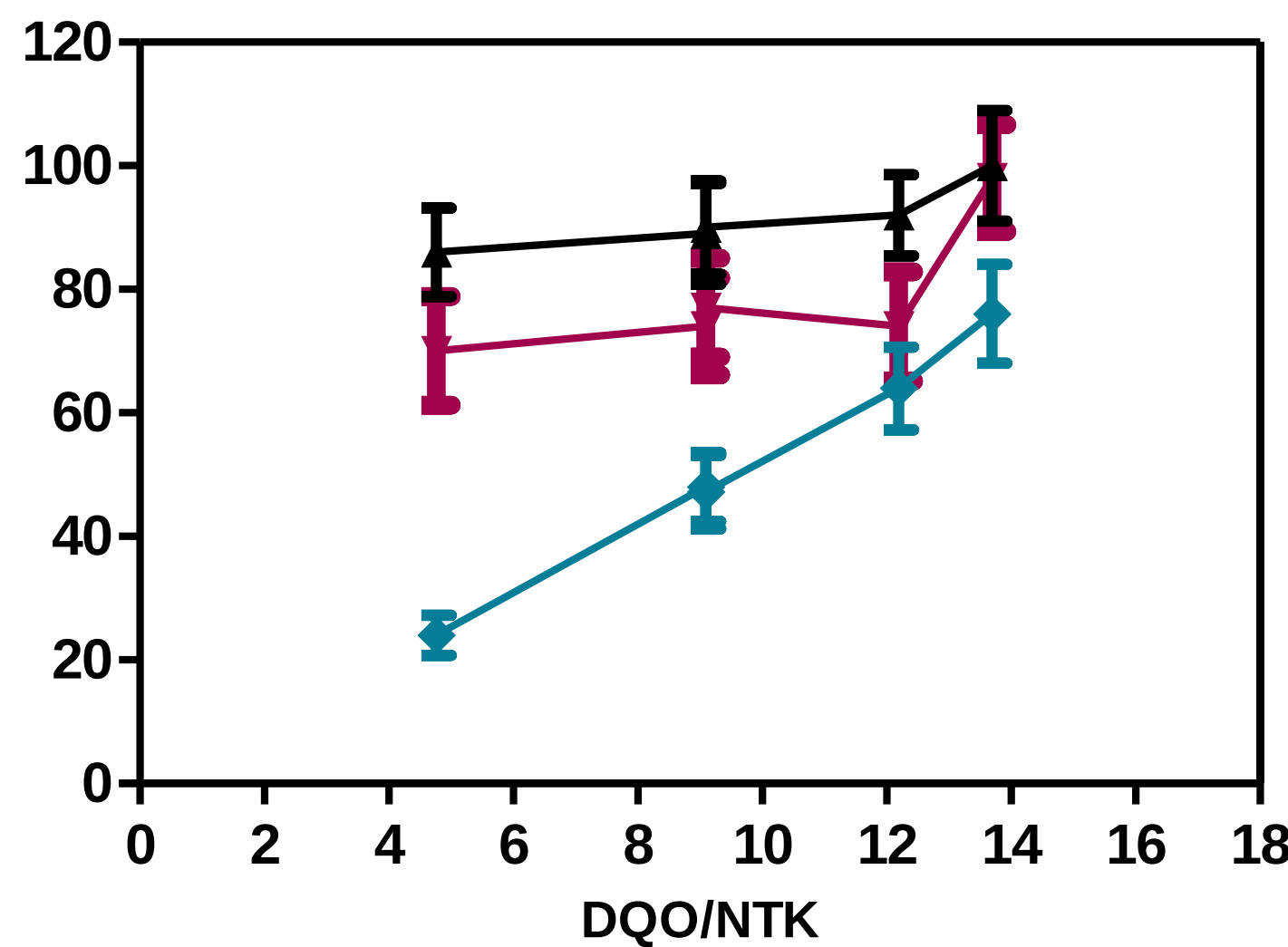
Todas las condiciones presentaron un muy buen ISV, ya que es considerado bueno cuando se encuentra por debajo de 90 mL/ g ST.

Se considera formación de gránulo según bibliografía cuando supera los 0.2 mm de diámetro



SBR _{SQ}	Condición (MCM ₂₀)	Condición (SMCB ₂₀)	Condición (MCM ₁₀)	Condición (MCA ₂₀)	Condición (MCANB ₂₀)
DQO:NTK:P	100:11.6:5	100: 21.6:10	100:11.6:5	100:8.2:3.3	100:7.3:3.3
ST (g.L ⁻¹)	3.0 (0.4)	1.5 (0.22)	2.6 (0.34)	2.5 (0.41)	3.1 (0.9)
ISV (mL.g ST ⁻¹)	50	25	19	18	29
Tamaño granular (mm)	0.35	0.35	0.28	0.28	0.7
% Remoción de NH ₄ ⁺ -N	74 (7.8)	70 (8.8)	77 (8.0)	74 (8.8)	98 (8.7)
% Remoción de NTK	89 (7.6)	86 (8.1)	90 (7.2)	92 (6.6)	100 (8.9)
% Remoción de Ni	48 (5.6)	24 (3.3)	47.2 (5.9)	64 (6.7)	76.1 (8.0)
% Remoción de NTK (nitrificación)	76 (8.9)	74 (9.8)	83 (8.8)	80 (8.5)	73 (9.4)
% Remoción de NTK (Crecimiento heterótrofo)	24 (3.5)	26 (2.6)	17 (2.9)	20 (3.7)	27 (3.9)
%NDS	52 (4.3)	18 (1.7)	82. (8.5)	85 (8.3)	57.2 (10.4)

— % Remoción de N-NH₄⁺
— % Remoción de Ni
— % Remoción de NTK



Incremento de la remoción de N inorgánico a medida que aumenta la relación DQO/NTK del efluente

CONCLUSIONES

- La adición de amoníaco a las aguas residuales lácteas es una buena estrategia para obtener relaciones DQO/NTK favorables para la nitrificación.
- La eliminación simultánea de carbono orgánico y nitrógeno amoniacal se logró en reactores discontinuos secuenciales (SBRs) granulares aeróbicos, a escala de laboratorio, alimentados con las aguas residuales lácteas modificadas.
- La adición de micronutrientes favoreció el proceso de nitrificación.
- El incremento de la carga orgánica favoreció el proceso de desnitrificación.
- Una elevada relación DQO:NTK= 100:7,3 junto a la presencia de micronutrientes logró la mejor eficiencia de remoción conjunta de carbono orgánico (100%) y nitrógeno inorgánico (76%) mediante nitrificación-desnitrificación simultánea (NDS) bajo condiciones aeróbicas.

REFERENCIAS

-Kolev Slavov, A. (2017). Dairy Wastewater Treatment Review, Food Technol. Biotechnol. 55 (1) 14–28 (2017). ISSN 1330-9862. doi: 10.17113/ft b.55.01.17.4520
-J.P. Kushwaha, V.C. Srivastava, I.D. Mall, An overview of various technologies for the treatment of dairy wastewaters, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 51 (2011) 442–452, <https://doi.org/10.1080/10408391003663879>.

La pseudo-reacción de biomasa, el mayor desafío del modelizado metabólico de microorganismos.

Castañeda, M. Teresita ¹; Nuñez, Sebastián¹; Jamilis, Martín¹; Voget, Claudio²; De Battista, Hernán¹



¹Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI, UNLP-CONICET, Facultad de Ingeniería, UNLP. castaneda@biotec.quimica.unlp.edu.ar.

²Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales (CINDEFI), UNLP-CONICET, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

1. Introducción

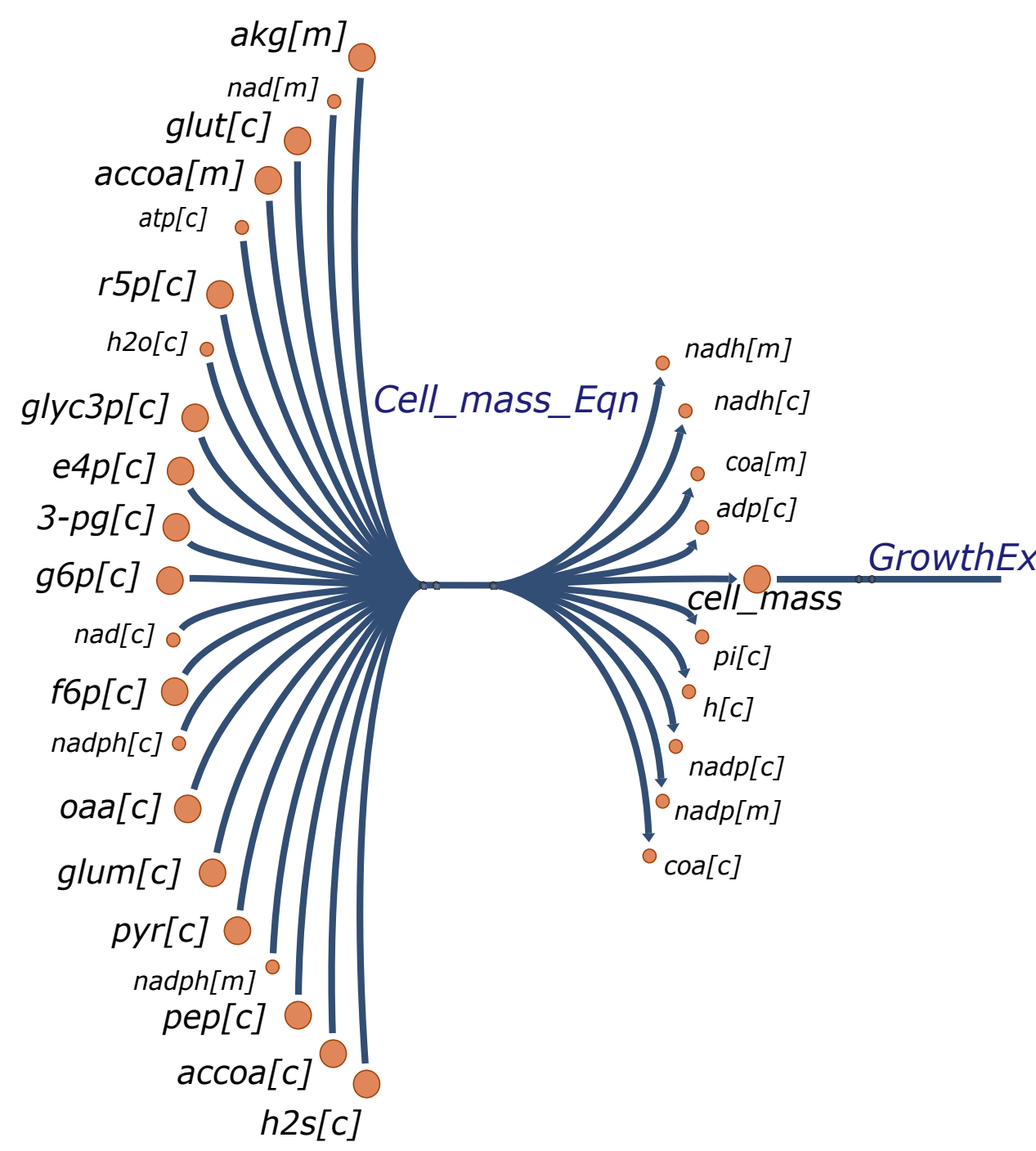
El modelizado metabólico de cepas de interés biotecnológico se ha establecido como una de las herramientas más útiles para el análisis sistemático del metabolismo y su relación con el fenotipo expresado. Estos modelos permiten la predicción de los flujos de todas las reacciones que intervienen en el metabolismo mediante técnicas de optimización como el Análisis de Balance de Flujos (FBA). Las inferencias sobre el metabolismo dependen en gran medida de la función objetivo empleada en FBA, siendo la más utilizada la denominada pseudo-reacción de biomasa. Esta se trata de una reacción empírica, específica para cada microorganismo, compuesta por los precursores metabólicos de las principales biomoléculas que componen a los seres vivos (glúcidos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos), junto con los requerimientos de poder reductor (NADPH) y la energía (ATP) necesaria para los procesos anabólicos.

2. Objetivo

Analizar la incidencia de la pseudo-reacción de biomasa en las predicciones llevadas a cabo mediante FBA. Para ello, se consideró como microorganismo de estudio la levadura *Rhodospiridium toruloides*, de relevancia por su potencial para la producción de biodiesel de tercera generación, enzimas de interés farmacéutico y carotenoides, entre otros.

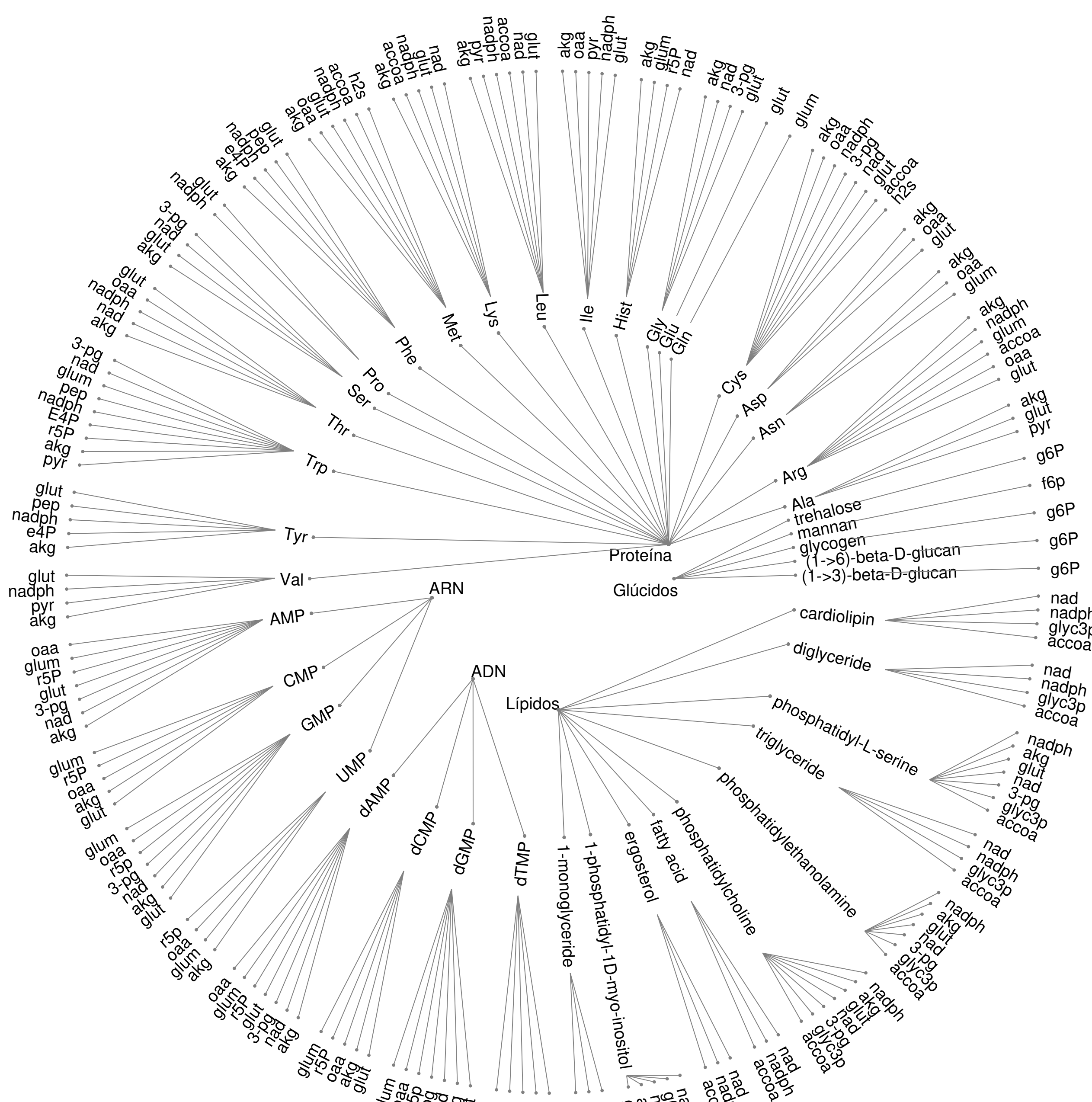
3. Modelo metabólico de *R. toruloides*

En este trabajo se utilizó como base un modelo metabólico de *R. toruloides* publicado por nuestro grupo de trabajo. En este modelo, la pseudo-reacción de producción de biomasa fue obtenida a partir de una reconstrucción previa, basada en la composición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y posteriormente fue mejorada y depurada.



4. Actualización de la pseudo-reacción de biomasa

Para la actualización de la reacción de biomasa se emplearon dos modelos a escala genómica (GEMs) publicados recientemente (Tiukova, ref.[11] y Dinh, ref.[12]) y bases de datos como YeastPathways y MetaCyc. El ATP necesario para el crecimiento (GAM) y mantenimiento de la cepa (NGAM), se determinó empleando datos experimentales en cultivo continuo (ref.[17]).



Del centro hacia afuera: macromoléculas (nivel 1), constituyentes y monómeros (nivel 2) y precursores de nuestro modelo (nivel 3)

5. Parámetros estequiométricos y balances globales

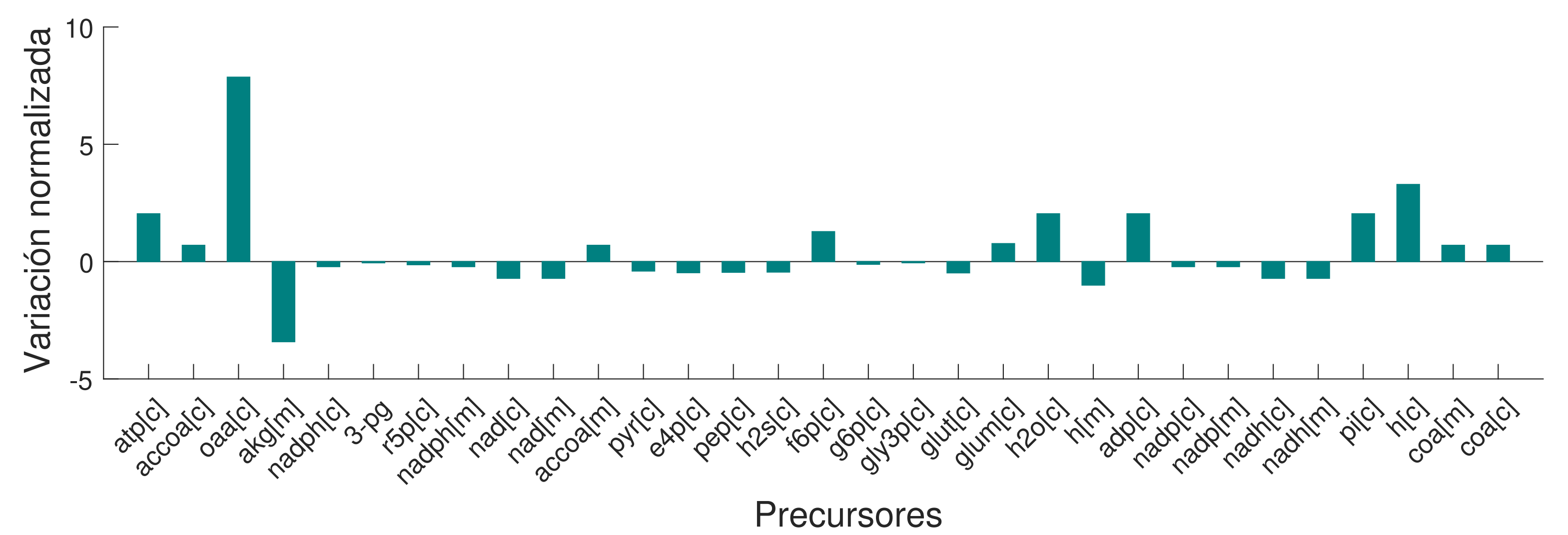
Para evaluar la influencia de las modificaciones en la pseudo-reacción de biomasa, se calcularon los flujos de las reacciones extracelulares (v) mediante FBA y se determinaron los rendimientos en biomasa ($y_{x/s}$), CO_2 ($y_{CO_2/s}$) y O_2 (b) respecto a glucosa y el rendimiento de biomasa respecto al amonio ($y_{x/n}$). Con éstos, se calcularon los balances de carbono (BC), grado de reducción ($B\gamma$), nitrógeno (BN) y el cociente respiratorio (CR), y se contrastaron con el modelo original y los GEMs de *R. toruloides*.

Rendimientos	Balances globales
$y_{x/s} = \frac{v_{\text{Cell_mass_Eqn}}}{v_{\text{EX_GLC}}}$	$BC = y_{x/s} + y_{CO_2/s}$
$y_{CO_2/s} = \frac{v_{\text{EX_CO2}}}{v_{\text{EX_GLC}}}$	$B\gamma = y_{x/s} * \frac{\gamma_x}{\gamma_s} + b * \frac{4}{\gamma_s}$
$b = \frac{v_{\text{EX_O2}}}{v_{\text{EX_GLC}}}$	$BN = 0.16 * y_{x/n}$
$y_{x/n} = \frac{v_{\text{Cell_mass_Eqn}}}{v_{\text{EX_NH4}}}$	$CR = \frac{v_{\text{EX_CO2}}}{v_{\text{EX_O2}}}$

Los rendimientos y balances se expresaron en unidades de Cmol, Nmol o mol.

6. Resultados obtenidos a partir de las modificaciones

A continuación, se muestran los cambios en la estequiometría de la reacción de biomasa. Se observaron diferencias considerables en los metabolitos derivados del GAM (atp[c], adp[c], h2o[c], pi[c] y h[c]) y en precursores como oaa[c] y akgl[c] asociados principalmente a la síntesis de aminoácidos y ácidos nucleicos. Con las modificaciones realizadas, el NGAM resultó ligeramente superior al del modelo original.



Como muestra la siguiente tabla, la modificación de la pseudo-reacción de biomasa resultó en una mejora sustancial de los balances de BC , $B\gamma$ y CR . En el caso del BN , se detectó una desviación respecto al valor esperado del GEM de Tiukova que se transfirió a nuestro modelo.

Parámetro	Valor esperado	Modelo original	Modelo modificado	GEM Tiukova	GEM Dinh
$y_{x/s}$	0,45-0,47	0,424	0,473	0,507	0,475
$y_{CO_2/s}$	0,53-0,55	0,188	0,445	0,451	0,479
b	0,46-0,48	0,211	0,409	0,408	0,429
$y_{x/n}$	6,25	6,247	8,811	9,288	5,910
BC	1	0,612	0,918	0,959	0,955
$B\gamma$	1	0,648	0,896	0,930	0,919
BN	1	0,999	1,410	1,486	0,946
CR	≥ 1	0,891	1,087	1,106	1,116

Podemos ver que aún con modelos altamente validados como los GEMs de Tiukova y Dinh, la estequiometría está ligeramente alejada de los valores teóricos ideales. Esto se debe fundamentalmente a que la reacción de biomasa es de carácter empírico, y por lo tanto, tiene asociado cierto error e incertidumbre.

7. Conclusiones

Los modelos metabólicos han revolucionado en las últimas décadas la forma de analizar, simular y optimizar los procesos biotecnológicos, a la vez que permitieron el diseño de cepas mejoradas para la sobreproducción de productos de interés. El proceso de reconstrucción de redes metabólicas es laborioso, y particularmente, la pseudo-reacción de biomasa constituye un gran desafío e influye significativamente, como se demostró en este trabajo, en las predicciones realizadas.

ESTUDIO DE LA ENTROPÍA Y COMPLEJIDAD WAVELET EN LA FRAGMENTACIÓN DEL COMPLEJO QRS

^{1,2} Gisela Clemente, ¹ Victoria Vampa, ^{2,3,5} Esteban Valverde y ^{2,4,5} Pedro Arini

¹ UIDET, Mat.Ap., Depto. de Cs. Básicas, Fac. de Ing., UNLP; ² CONICET; ³ Instituto de Fisiología y Biofísica "Bernardo Houssay" (IFIBIO-Houssay), Grupo de Neurociencia de Sistemas; ⁴ Instituto Argentino de Matemática "Alberto P. Calderón" (IAM), Grupo de Investigación en Cardioseñales; ⁵ FIUBA, Instituto de Ingeniería Biomédica (IIBM), Grupo de Sistema Cardiovascular

Resumen

Se ha demostrado que aquellos individuos que han sufrido un infarto de miocardio (IM) tienen una alta probabilidad de desarrollar arritmias ventriculares malignas y/o muerte súbita cardíaca. Las anomalías de la conducción que aparecen en la región de cicatrizado del miocardio se reflejan en el electrocardiograma (ECG) como fragmentaciones del complejo QRS (fQRS), que no siempre son posibles de detectar visualmente.

Hay pocas técnicas no invasivas para capturar dichas inestabilidades eléctricas en el caso en que los pacientes no presenten taquicardia o fibrilación ventricular (VT/VF). Los mismos son potencialmente riesgosos y pueden desarrollar la arritmia inesperadamente.

Por ello, hemos evaluado la señal del ECG a partir de su entropía normalizada ($\mathcal{H}$) y la complejidad wavelet ($\mathcal{C}$) de complejos QRS, utilizando la transformada wavelet continua, como un método eficaz para cuantificar alteraciones anormales en la actividad eléctrica cardíaca en pacientes post IM.

Definiciones

Una **familia wavelet** $\psi_{a,b}$ es un conjunto de funciones

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad a, b \in \mathbb{R}, a \neq 0 \quad (1)$$

donde a y b son los parámetros de escala y traslación respectivamente, y ψ es la función *wavelet madre*.

La **Transformada Wavelet Continua (CWT)** de una señal $s(t) \in L^2(\mathbb{R})$ se define como

$$W_\psi s(a, b) = \langle s, \psi_{a,b} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \overline{\psi_{a,b}(t)} dt \quad (2)$$

Se obtiene la siguiente representación wavelet:

$$s(t) = \sum_j \sum_k c_j(k) \psi_{j,k}(t) \quad (3)$$

donde j y k corresponden a valores discretos de a y b respectivamente.

Si la familia $\{\psi_{j,k}(t)\}$ es una base ortonormal de $L^2(\mathbb{R})$, los coeficientes wavelet en Eq.(3) están dados por $c_j(k) = \langle s, \psi_{j,k} \rangle$. En cada nivel de resolución j , la **energía wavelet** de la señal de longitud K es

$$E_j = \sum_{k=0}^{K-1} |c_j(k)|^2 \quad (4)$$

y la **energía wavelet total** se obtiene como

$$E_{\text{tot}} = \sum_j E_j. \quad (5)$$

Finalmente, la **energía wavelet relativa** se define, para cada j , como

$$\rho_j = E_j / E_{\text{tot}}. \quad (6)$$

ρ_j permite definir una distribución de probabilidad de la energía.

Cuantificadores basados en la energía wavelet relativa

La **Entropía Wavelet de Shannon** se define como

$$\mathcal{S}[P] = - \sum_j \rho_j \ln(\rho_j). \quad (7)$$

La **Entropía Wavelet Normalizada** está dada por

$$\mathcal{H}[P] = \frac{\mathcal{S}[P]}{\mathcal{S}_{\text{max}}} \quad (8)$$

donde $\mathcal{S}_{\text{max}} = \ln(J)$, $j = 1, \dots, J$ niveles de resolución.

La **Complejidad Wavelet** está definida por

$$\mathcal{C}[P] = \mathcal{Q}[P] \mathcal{H}[P] \quad (9)$$

con $\mathcal{Q}[P]$ la *distancia de desequilibrio* dada por

$$\mathcal{Q}[P] = \mathcal{Q}_0 \mathcal{D}[P, P_e] \quad 0 \leq \mathcal{Q} \leq 1 \quad (10)$$

donde $\mathcal{Q}_0$ es una constante de normalización y $\mathcal{D}[P, P_e]$ es la distancia proporcionada por la divergencia de Jensen entre la distribución de probabilidad P y la uniforme P_e .

Implementación de la entropía y la complejidad

Utilizamos la base de datos de ECG *Physikalisch Technische Bundesanstalt* (PTB) que incluye los registros de 12 derivaciones de ECG estándar de 52 sujetos sanos y 148 pacientes con IM sin VT/VF.

Para cada sujeto y derivación, y para cada $n = 1, \dots, N$ latidos, se calcularon mediante la CWT los coeficientes $c_j(k)$, $k = 0, \dots, K-1$. Elegimos la Daubechies de orden 6 como wavelet madre porque se adapta a la morfología del complejo QRS. Se consideraron las primeras 16 escalas que cubren un ancho de banda de 32 – 500 Hz, donde se encuentran los contenidos de interés de alta frecuencia relacionados con el IM. Luego, se calcularon la entropía wavelet normalizada y la complejidad wavelet. Para representar un cuantificador único para cada derivación, obtuvimos los valores medios

$$\bar{\mathcal{H}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \mathcal{H}(n) \quad (11)$$

$$\bar{\mathcal{C}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \mathcal{C}(n). \quad (12)$$

Resultados

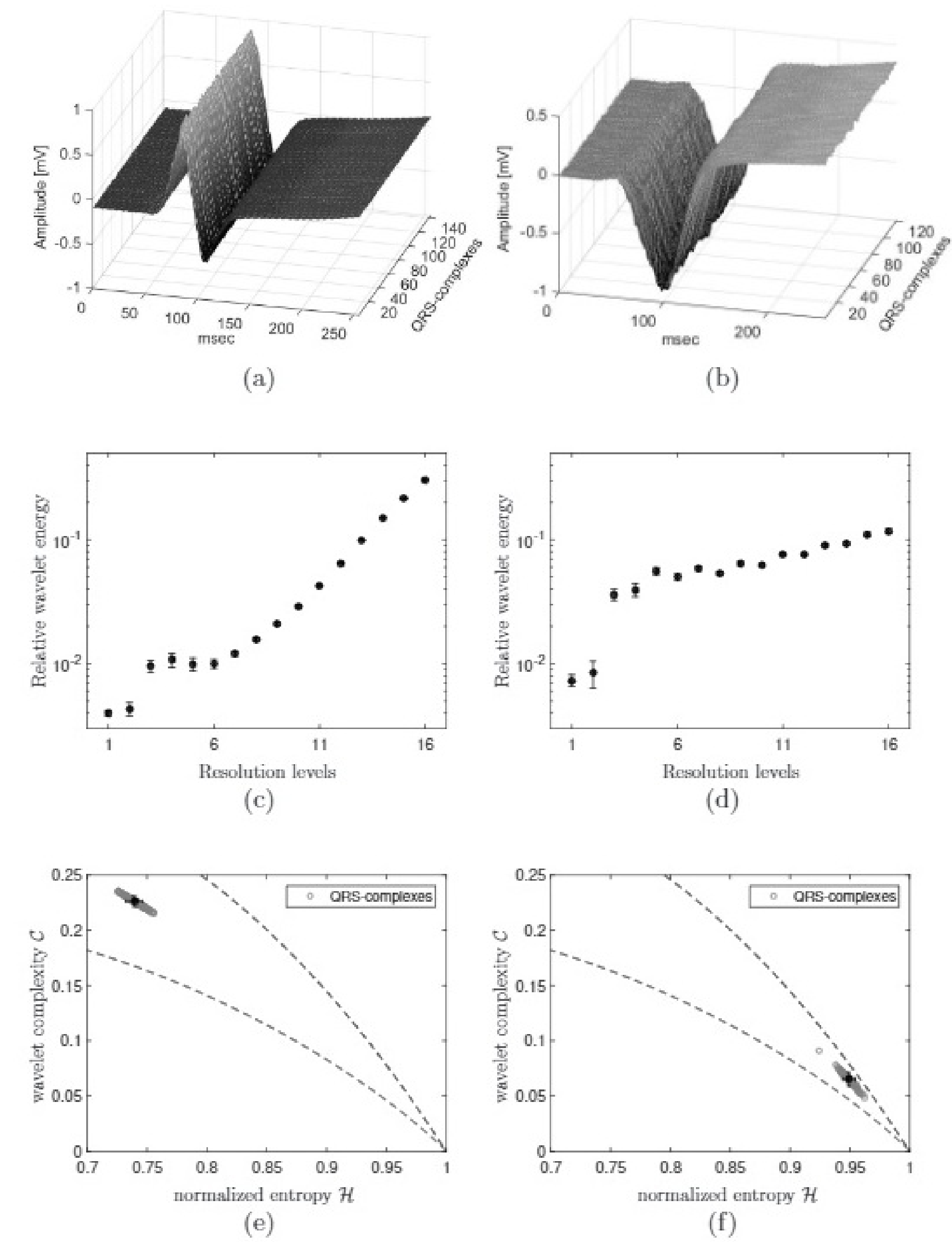


Figura 1: Ejemplo de un sujeto sano (izquierda) y un paciente con IM (derecha), derivación V4. (a) y (b) muestran los complejos QRS alineados. (c) y (d) muestran la energía wavelet relativa para cada nivel de resolución (media $\pm$ D). En (e) y (f) se grafican los planos $\mathcal{H}\mathcal{C}$ para cada complejo QRS (círculos grises) incluyendo $\bar{\mathcal{H}}$ y $\bar{\mathcal{C}}$ (marca $\bullet$) con su correspondiente SD. $\mathcal{C}_{\text{min}}$ y $\mathcal{C}_{\text{max}}$ se grafican en líneas punteadas.

Conclusiones

El análisis del rango de frecuencias altas con la metodología propuesta permite detectar la presencia de las fQRS. Estas fragmentaciones tienen un comportamiento aleatorio, que se refleja con valores mayores de entropía y menores de complejidad en los pacientes con IM. Estos cuantificadores brindan una nueva perspectiva para el análisis de inestabilidades eléctricas en pacientes que no han sufrido VT/VF después de un IM.

Referencias

- [1] A. BOGGERS, Y F. NARCOWICH, *A First Course in Wavelets with Fourier Analysis*, 2nd Edition, 2009.
- [2] J.P. MARTÍNEZ, R.A. SALVADOR OLMOS, A.P. ROCHA, Y P. LAGUNA, *A Wavelet-Based ECG Delineator: Evaluation on Standard Databases*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 51. 2004.
- [3] E.R. VALVERDE, Y P.D. ARINI, *Assessment of delayed ventricular activation after myocardial infarction*, Biomedical Signal Processing and Control, 48 161–170, 2019.

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE UN ALA FLAPEADA CON UNA HÉLICE EN CONFIGURACIÓN PUSHER EN FLUJO TURBULENTO

Echapresto Garay, Iban*, Marañón Di Leo, Julio*, Delnero, Juan S.* y Donati, Javier*

Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia: Laboratorio de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental. UIDET-LaCLyFA, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, UNLP. Calle 116 s/n entre 47 y 48, 1900, La Plata, Argentina. Email: iban.echapresto@ing.unlp.edu.ar

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CONICET. Av. Rivadavia 1917, C1033AAJ, CABA, Argentina.

Introducción

El interés en el estudio de la configuración pusher o de empuje está creciendo debido a su aplicación en vehículos aéreos no tripulados (VANT) [1, 6]. En algunos casos particulares, esta configuración ofrece un mejor desempeño de la hélice, ya que la velocidad de entrada del aire es inferior debido a la presencia del ala, y de la misma manera, mejora el desempeño del ala, ya que se encuentra un flujo sin perturbaciones [4]. Estos resultados son dependientes de la posición relativa de la hélice y el ala [2]. En el presente trabajo, debido al bajo número de Reynolds, la presencia de la hélice corriente abajo afecta al ala corriente arriba. Otro beneficio de la configuración de empuje es que se ve aumentado el ángulo de pérdida del ala [3], en la zona de la hélice y hasta dos veces y media el radio de esta, por la adhesión del flujo a causa de la succión [5].

Este trabajo y otros previamente [7, 8 y 9] han sido motivados por un efecto observado en una aeronave experimental, donde luego del cambio de motorización se observó una importante vibración en los flaps del ala, y luego de que se aumentó mínimamente la distancia relativa entre la hélice y el ala, este efecto disminuyó considerablemente. A diferencia de los trabajos anteriores, las mediciones para el presente trabajo fueron realizadas sobre un nuevo modelo con mayor cantidad de tomas de presión y con instrumental capaz de adquirir a una frecuencia mayor, con el objetivo de determinar la naturaleza fluctuante del fenómeno.

Metodología

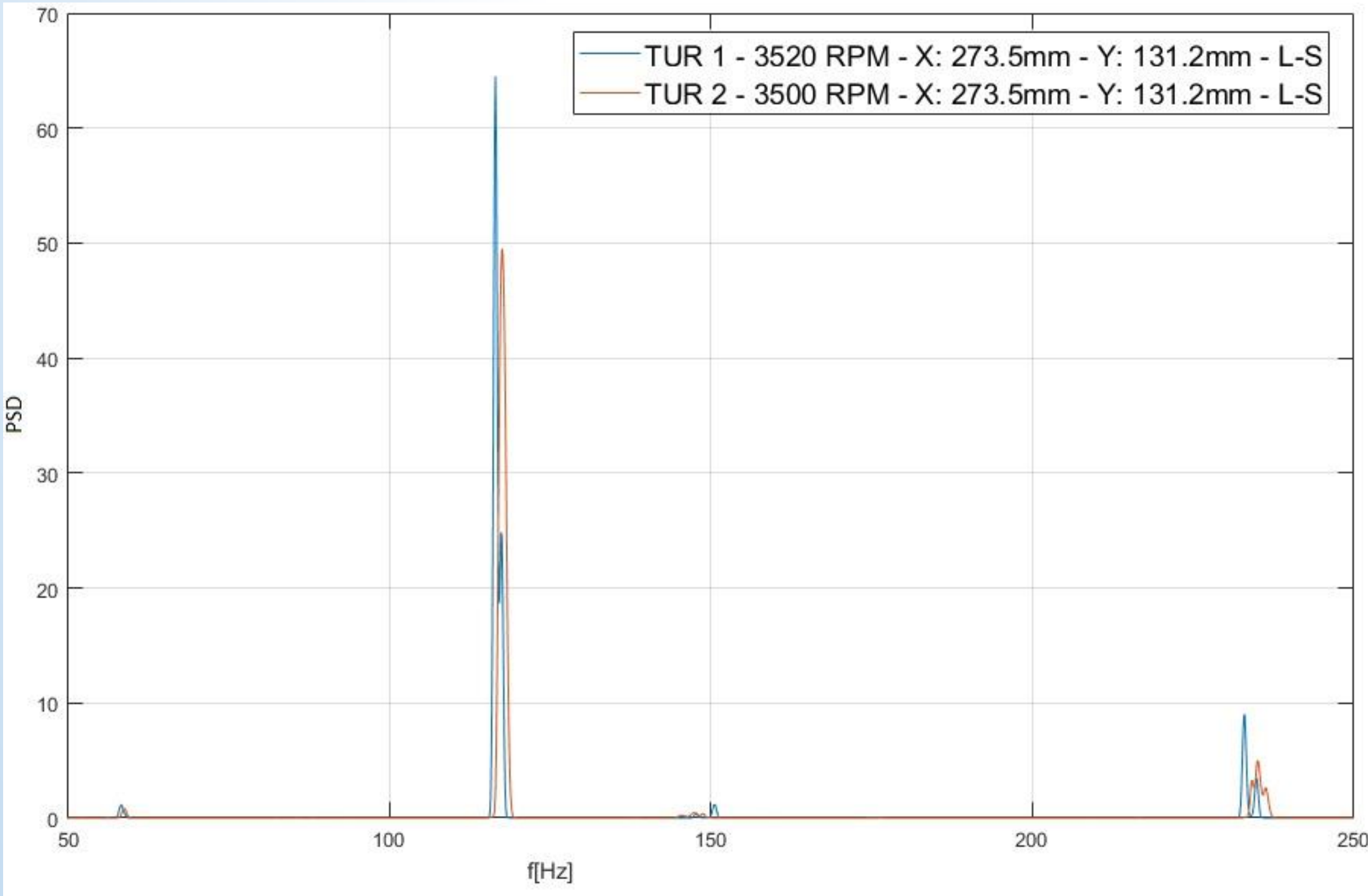
Con el túnel vacío se realizaron mediciones de velocidad con anemometría de hilo caliente para caracterizar el túnel de viento. De esta manera se estableció una intensidad de turbulencia mínima de 1,8%.

Luego para cambiar la intensidad de turbulencia se utilizaron los resultados descriptos en la referencia [10], donde se indica que anteponiendo al modelo un panel de tubos de 100mm de diámetro en forma de panal de abejas a una distancia de 1,5m corriente arriba, se obtiene una intensidad de turbulencia de 3,5%.

Los ensayos denominados con TUR 1 significan que cuentan con una intensidad de turbulencia de 1,8% y los denominados con TUR 2, una intensidad de turbulencia de 3,5%.

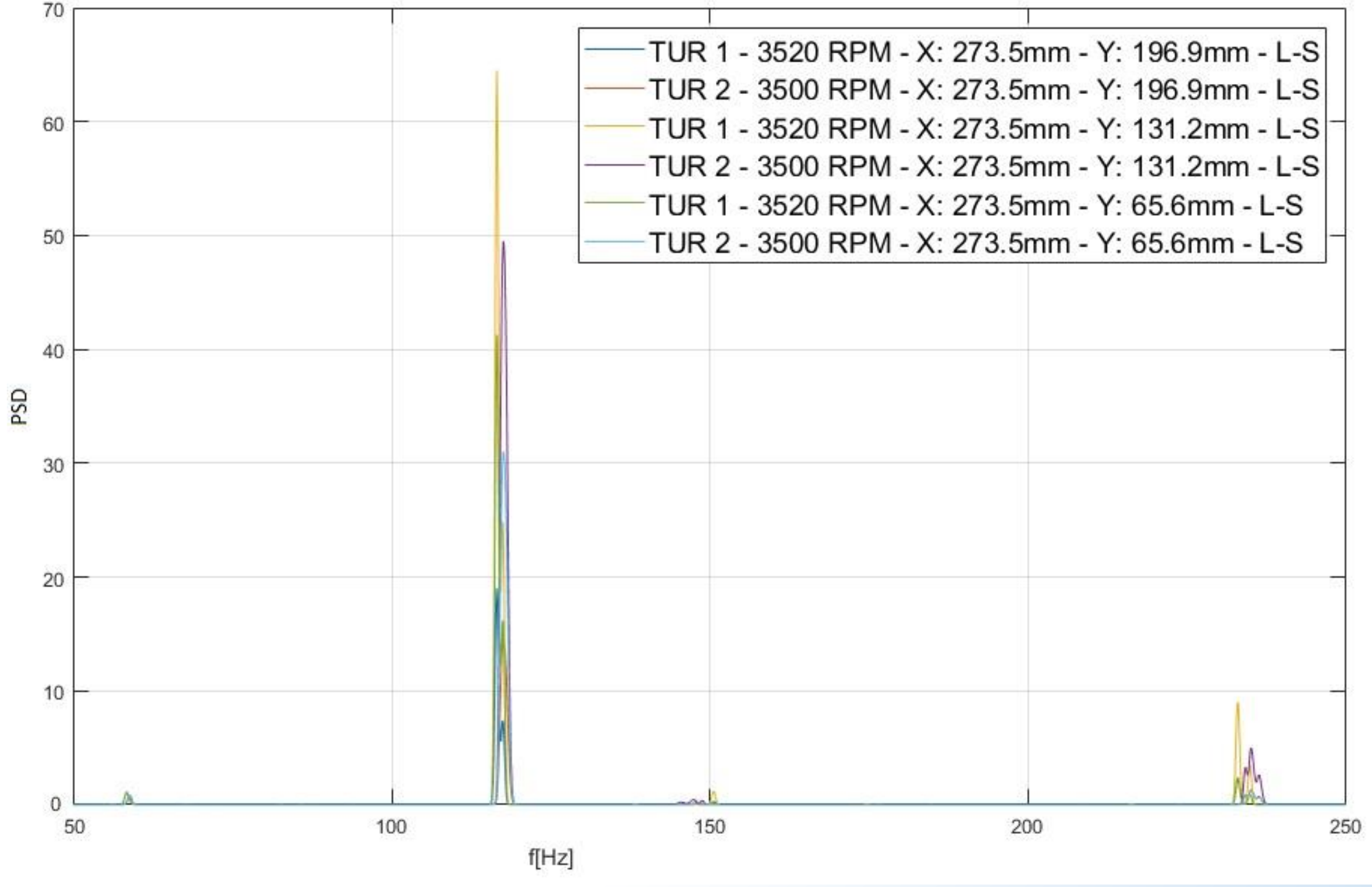


Resultados



Para determinar la influencia de la intensidad de turbulencia se muestra la densidad espectral de potencia (PSD) en el caso donde la velocidad de la corriente libre es de 5m/s, para 20° de deflexión del flap, la posición P1 y la hélice de dos palas.

Se observa el pico de mayor energía a 116,7Hz para el caso de 3500 RPM (TUR1) y 117,3 Hz para el caso de 3520 RPM (TUR2), donde si bien no coinciden las RPM se puede observar que a menor intensidad de turbulencia se obtiene un pico más alto. También se observan picos de menor energía que se atribuyen al desbalanceo inherente de la hélice.



Para verificar que lo observado como efecto de la intensidad de turbulencia tenga su origen en la interacción aerodinámica de la hélice y el flap, y no en una interacción mecánica dada por posibles transmisiones de vibraciones desde el motor y el túnel de viento, se estudiaron tres tomas de presión ubicadas en distintas estaciones de la envergadura del modelo, pero a la misma distancia longitudinal de la hélice. Una ubicada al 37,5% del radio de la hélice, otra al 75% y la última al 112,5%. De la teoría de hélices se sabe que el mayor efecto se observa al 75% del radio de la hélice y a una distancia menor o mayor, el efecto es menor.

Conclusiones

Se realizó satisfactoriamente el análisis de las variables que afectan el campo fluido dinámico producido entre un ala con un flap simple y una hélice en configuración de empuje. Se observó el efecto de la hélice sobre el ala en el período de las señales de presión coincidente con las RPM del motor y en los picos de la PSD de las tomas de presión ubicadas al 75% del radio coincidentes con la frecuencia de paso de la hélice.

Para entender el fenómeno aerodinámico, se estudiaron las variables que afectaban el sistema de manera aislada, manteniendo fijas las demás. Se pudo confirmar, como así indicaba la bibliografía precedente, la dependencia con la posición relativa de la hélice y el ala. De la misma manera, se pudo observar una dependencia del fenómeno con la intensidad de turbulencia y con la velocidad de la corriente libre. Concluyendo que, a mayor intensidad de turbulencia, menor es el efecto de la hélice sobre el comando. Y lo mismo se observa cuanto mayor es la velocidad de la corriente libre, es decir, menor es la influencia de la hélice sobre el flap.

Referencias

[1] Raymer, D. P. (1992). Aircraft Design – A Conceptual Approach. AIAA Education Series.

[2] Catalano, F. M. (2004). On the effects o fan installed propeller slipstream on wing aerodynamic characteristics. Acta Polytechnica Vol 44 No. 3.

[3] Sandahl, C. A. (1945). Wind-tunnel investigation of effects of a pusher propeller on lift, profile drag, pressure distribution, and boundary-layer transition of a flapped wing. Advance Confidential Report L5CO8 NACA.

[4] Soderman, P. T., Horne, W. C. (1990). Acoustic and Aerodynamic Study of a Pusher-Propeller Aircraft Model. NASA Technical paper 3040.

[5] Dunham, D.M., Gentry, G.L.Jr., Manuel, G.S., Applin, Z.T., Quinto, P.F. (1987). Low-Speed Aerodynamic Characteristics of a Twin-Engine General Aviation Configuration with Aft-Fuselage-Mounted Pusher Propellers. NASA Technical paper 2763.

[6] Choi, S., Ahn, J. (2010). A Computational Study on the Aerodynamic Influence of a Pusher Propeller on a MAV. 40th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit.

[7] Corsaro, J., Hernandez, C.S., Marañón Di Leo, J., Rimoldi, C. (2012). Efectos Fluidodinámicos sobre un ala debido a una configuración pusher. XII Reunión sobre Recientes Avances en Física de Fluidos y sus Aplicaciones.

[8] Savloff, N., Marañón Di Leo, J., Trochez Segura, J.M., Gómez, L. (2014). Efectos aerodinámicos de Hélices Pusher sobre un Flap en el Ala. Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica.

[9] Algozino, S., Marañón Di Leo, J., Delnero, J.S., Echapresto Garay, I. (2016). Aerodynamic Study of a Pusher-Propeller effects on a simple flap. 34th AIAA Applied Aerodynamics Conference.

[10] Aramburu Orihuela, A., Morales J. I., Algozino, S., Marañón Di Leo, J. (2016). Influencia de la turbulencia en las características aerodinámicas de perfiles de bajo Raynolds. Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica.

Recientemente abordamos el estudio de los estados estacionarios en sistemas cuánticos confinados mediante un tratamiento derivado desde el teorema del virial. En esta comunicación mostramos los resultados obtenidos al aplicar la técnica para estudiar el comportamiento de las autoenergías en función de los parámetros propios de un oscilador armónico confinado en presencia de un campo eléctrico constante.

Introducción

Interés en Sistemas Cuánticos Confinados (SCC) debido a su importancia en una gran variedad de problemas físicos.

Un SCC es un ejemplo claro donde la teoría constituye una piedra angular para la explicación y predicción de nuevas propiedades de partículas espacialmente limitadas.

Oscilador Armónico Confinado (OAC) Puede considerarse como una aproximación para una gran cantidad de potenciales arbitrarios cuando el sistema se encuentra cercano al equilibrio.

Juega un rol importante en muchas aplicaciones de la ciencia y la tecnología.

En los últimos años ha surgido un interés renovado en SCC perturbados por campos externos, y en muchos de estos sistemas se aproxima el potencial de confinamiento mediante un modelo de OAC.

Un SCC es un ejemplo claro donde la teoría constituye una piedra angular para la explicación y predicción de nuevas propiedades de partículas espacialmente limitadas.

El análisis de un problema en alguna subregión del espacio es importante principalmente cuando uno modela un sistema en un medio altamente no homogéneo o en campos externos intensos.

Para una amplia gama de situaciones físicas, se puede considerar la Ecuación de Schrödinger (SE) para algún subsistema con condiciones de contorno (CC) en la frontera de la región.

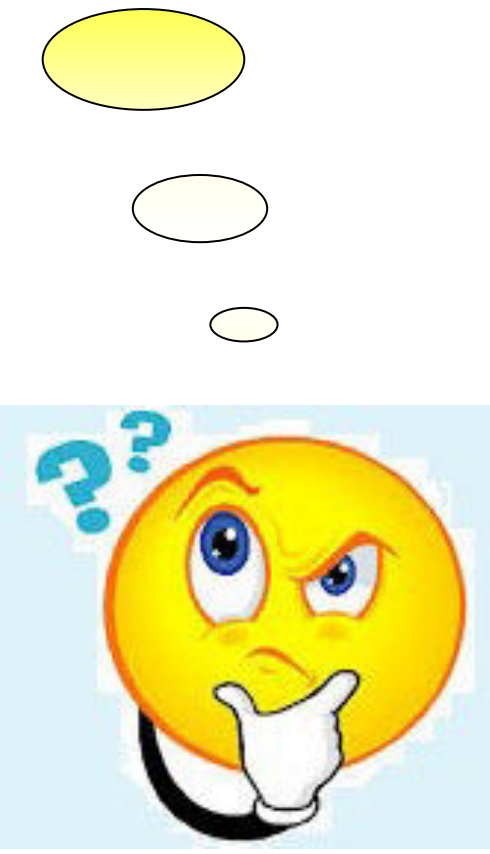
El estudio de modelos confinados exactamente solubles e integrables tanto en la mecánica clásica como en la mecánica cuántica ha sido un tema de interés por mucho tiempo.

Sin embargo, solo unos pocos admiten soluciones exactas.

Aproximaciones de diversos tipos y varios métodos numéricos computacionales constituyen la herramienta disponible para abordar tales situaciones.

Recientemente ha sido desarrollado un procedimiento alternativo, que permite obtener de una manera simple, ansätze libres de parámetros de ajuste, para tratar con sistemas cuánticos confinados en potenciales convexos y simétricos.

¿No sería mejor usar un Método Numérico...?



Los modelos numéricos pueden aportar mayor precisión en el cálculo aunque en ocasiones puede ensombrecerse la física subyacente.

Por otra parte,

“...las sutilezas del cálculo numérico quedan oscurecidas por las imperfecciones de la Naturaleza.”

J. I. Pankove



CAMPO ELÉCTRICO ACTUANDO SOBRE UNA PARTÍCULA CONFINADA

Consideremos un electrón confinado en un OAC sometido a un campo eléctrico estático $\vec{\mathcal{E}}_o$.

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} m_e \omega^2 x^2 - \vec{\mu} \cdot \vec{\mathcal{E}}_o$$

Si $\vec{r}$ es el vector de posición del electrón y $\vec{\mathcal{E}}_o = \mathcal{E}_o \hat{e}_x \rightarrow \vec{\mu} \cdot \vec{\mathcal{E}}_o = e \vec{r} \cdot \vec{\mathcal{E}}_o = e x \mathcal{E}_o$

Si el electrón está confinado en $[a, b]$, la SE en u.a. es dada por

$$\left[-\frac{1}{2} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} \omega^2 x^2 - x \mathcal{E}_o \right] \psi_n(x) = E_n \psi_n(x), \quad a \leq x \leq b$$

cuyas autofunciones deben satisfacer CC de Dirichlet: $\psi_n(a) = \psi_n(b) = 0$

La SE puede ser transformada en la de un OA trasladado, cuyo potencial presenta un mínimo en $x = \xi$,

$$\left[-\frac{1}{2} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} \omega^2 (x - \xi)^2 \right] \psi_n(x) = E_n^* \psi_n(x), \quad \xi - \eta \leq x \leq \xi + \eta$$

con:

$$\psi_n(\xi - \eta) = \psi_n(\xi + \eta) = 0$$
$$\xi = \frac{\mathcal{E}_o}{\omega^2}, \quad E_n^* = E_n + \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2}$$

ANSÄTZE PARA EL OSCILADOR ARMÓNICO CONFINADO

Los ansätze χ_n para las autofunciones ψ_n son dados por

$$\chi_n(x) = \alpha_n \left\{ v_n(x) \chi(x) - \sum_{k=0}^{n-1} \langle \chi | v_n(x) | \chi_k \rangle \chi_k(x) \right\}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

donde:

$$\chi(x) = \cosh \left\{ \frac{\omega}{2} \left[(x - \xi)^2 - \eta^2 \right] \right\}, \quad v_n(x) = \sinh \left[\frac{(n+1)\pi}{2\eta} (x - \xi + \eta) \right]$$

siendo α_n constantes de normalización,

$$\int_{\xi-\eta}^{\xi+\eta} \chi_i(x) \chi_j(x) dx = \delta_{ij}$$

y se satisfacen las CC:

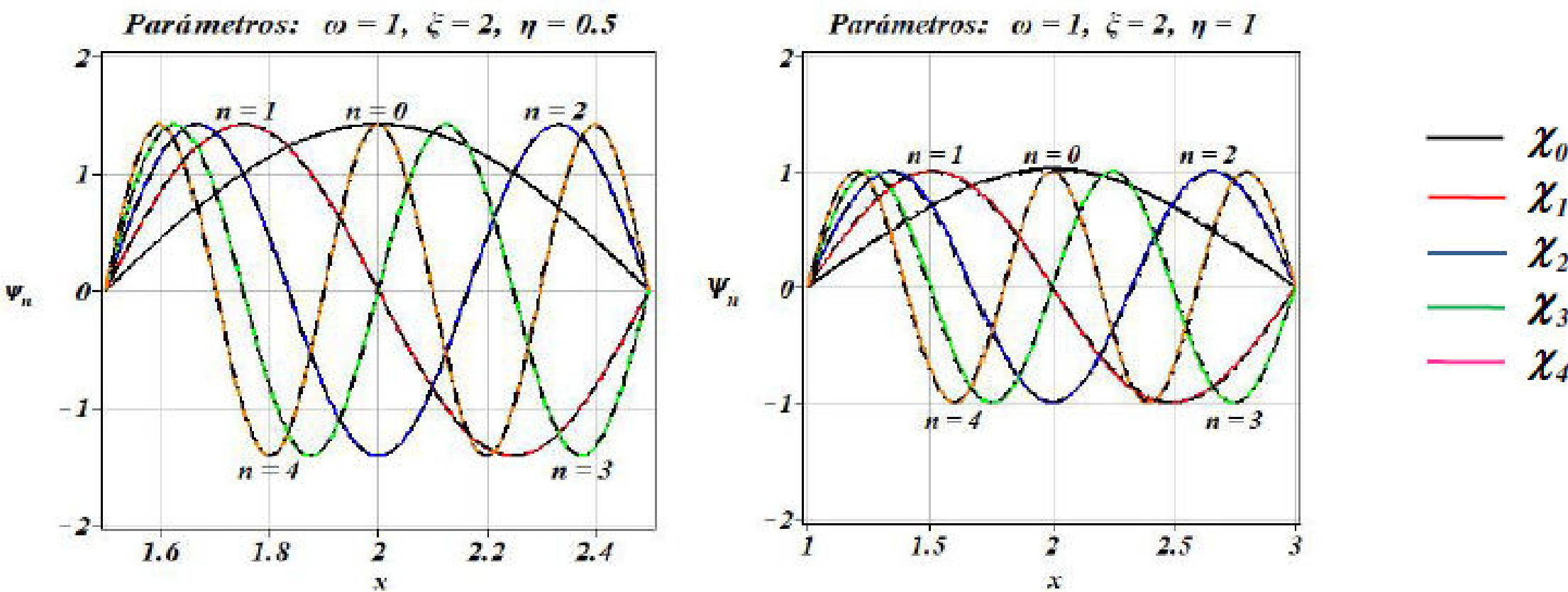
$$\chi_n(\xi - \eta) = \chi_n(\xi + \eta) = 0$$

Autoenergías Aproximadas

$$E_n^* = E_n^{ansatz} = \int_{\xi-\eta}^{\xi+\eta} \chi_n^*(x) \hat{H}^* \chi_n(x) dx$$

$$E_n = E_n^* - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2} \quad \rightarrow \quad E_n^{aprox} = E_n^{ansatz} - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2}$$

AUTOFUNCIONES DEL OAC CON CC DE DIRICHLET



Las curvas de línea a trazos corresponden a las autofunciones ψ_n de la SE y fueron obtenidas por cálculo numérico computacional, las curvas de línea sólida fueron obtenidas utilizando los ansätze χ_n . Como se puede observar las curvas están solapadas, lo cual nos dice que los ansätze χ_n pueden ser considerados una buena aproximación a las ψ_n .

Autoenergías aproximadas para el OAC

$$E_n = E_n^* - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2} \quad \left\{ \begin{array}{ll} E_n = E_n^{num} - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2}, & \text{con } E_n^{num} = \int_{\xi-\eta}^{\xi+\eta} \psi_n^*(x) \hat{H}^* \psi_n(x) dx \\ E_n^{aprox} = E_n^{ansatz} - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2} & \text{con } E_n^{ansatz} = \int_{\xi-\eta}^{\xi+\eta} \chi_n^*(x) \hat{H}^* \chi_n(x) dx \end{array} \right.$$

Error absoluto Δ_n y error relativo porcentual ϵ_n ,

$$\Delta_n = E_n^{ansatz} - E_n^{num}, \quad \epsilon_n = \frac{\Delta_n}{E_n^{num}} 100$$

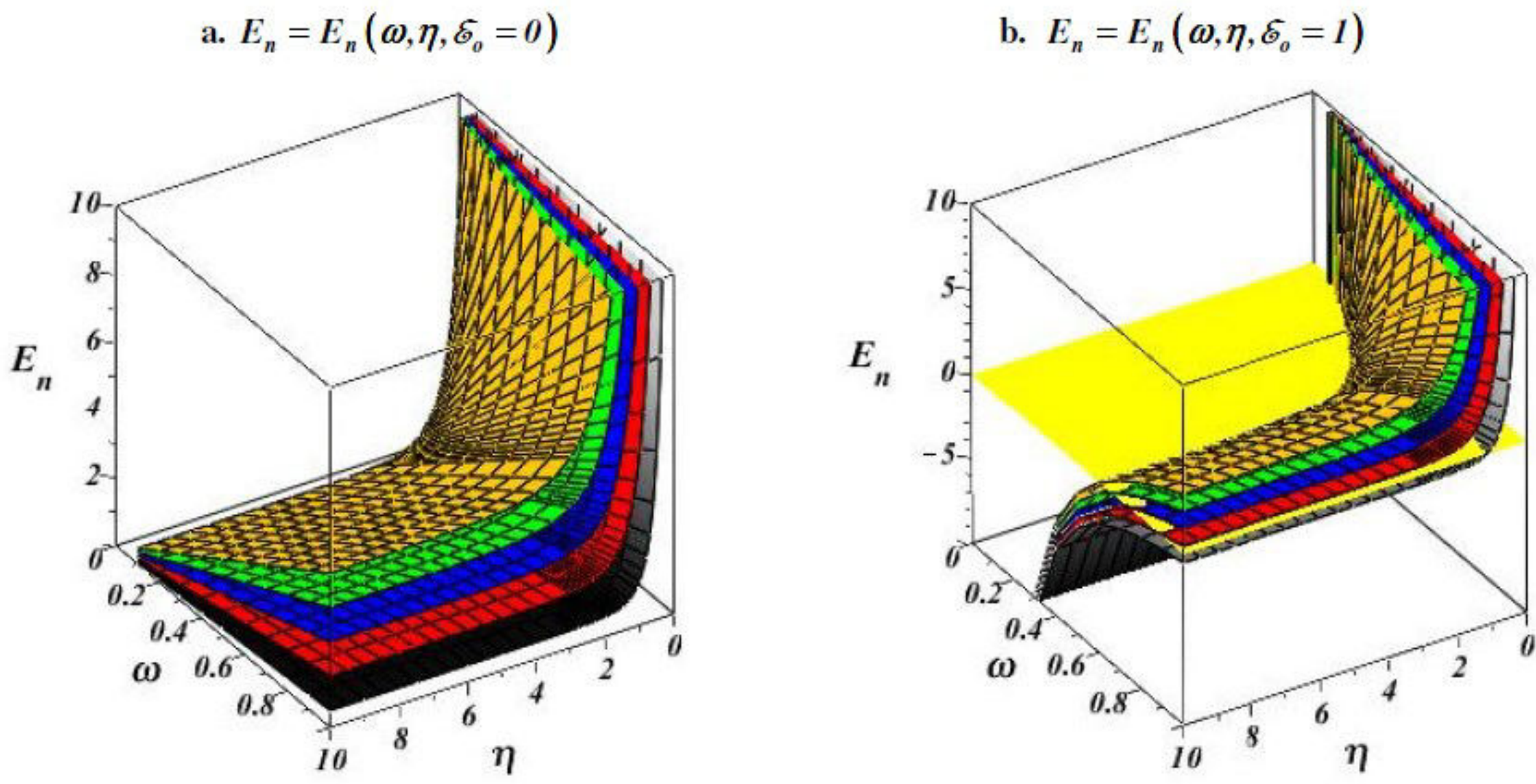
AUTOVALORES DE ENERGÍA DEL AOC CON CC DE DIRICHLET

Valores de los parámetros: $\omega = 1, \eta = 0.5$					Valores de los parámetros: $\omega = 1, \eta = 1$				
n	E_n^{num}	E_n^{ansatz}	Δ_n	ϵ_n	n	E_n^{num}	E_n^{ansatz}	Δ_n	ϵ_n
0	4.95112932	4.95119826	0.00006894	0.0014	0	1.29845983	1.30221766	0.00375781	0.2894
1	19.77453418	19.77467133	0.00013715	0.0007	1	5.07558200	5.08347860	0.00789661	0.1556
2	44.45207383	44.45221222	0.00013839	0.0003	2	11.25882580	11.26716708	0.00834128	0.0741
3	78.99692115	78.99706284	0.00014169	0.0002	3	19.8969651	19.90815866	0.00846215	0.0425
4	123.41071040	123.41085430	0.00014390	0.0001	4	31.00525450	31.01381607	0.00856157	0.0276

Para $\eta = 0.5 \rightarrow \epsilon_0 < 0.002\%$ y para $\eta = 1 \rightarrow \epsilon_0 < 0.3\%$

$$\forall n > 0, \quad \epsilon_n < \epsilon_0$$

SUPERFICIES DE AUTOENERGÍA DEL OAC



Dependencia de las autoenergías con los parámetros del sistema

Transformación de traslación: $S \xrightarrow{u=x-\xi} \bar{S}$

Definimos: $\bar{\psi}_n(u) \equiv \psi_n(u + \xi) = \psi_n(x)$

$$\text{En } \bar{S}: \quad \left[-\frac{1}{2} \frac{d^2}{du^2} + \frac{1}{2} \omega^2 u^2 \right] \bar{\psi}_n(u) = E_n^* \bar{\psi}_n(u), \quad \text{con: } \bar{\psi}_n(-\eta) = \bar{\psi}_n(\eta) = 0, \quad -\eta \leq u \leq \eta$$

y se cumple que, E_n^* no depende de $\xi \rightarrow E_n^*$ no depende de $\vec{\mathcal{E}}_o \rightarrow E_n^* = E_n^*(\omega, \eta)$

Los ansätze preservan las propiedades de la SE bajo transformaciones de traslación, $\Rightarrow E_n^{ansatz} = E_n^{ansatz}(\omega, \eta)$

Transformación de escala: $S \xrightarrow{x=\omega^{-1/2}v} S^{sc}$

Definimos: $\psi_n^{sc}(v) \equiv \psi_n(\omega^{-1/2}v) = \psi_n(x)$

$$\text{En } S^{sc}: \quad \left[-\frac{1}{2} \frac{d^2}{dv^2} + \frac{1}{2} (v - \xi^{sc})^2 \right] \psi_n^{sc}(v) = E_n^{sc} \psi_n^{sc}(v), \quad \xi^{sc} - \eta^{sc} \leq v \leq \xi^{sc} + \eta^{sc}$$

donde $\xi^{sc} = \omega^{1/2} \xi = \frac{\mathcal{E}_o}{\omega^{3/2}}, \quad \eta^{sc} = \omega^{1/2} \eta, \quad E_n^{sc} = \frac{1}{\omega} E_n^* = \frac{E_n}{\omega} + \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^3}$

La SE corresponde a un OAC con $\omega = 1$ cuyo mínimo ocurre en $v = \xi^{sc}$. Luego,

$$E_n^* = E_n^*(\omega, \eta) \rightarrow E_n^{sc} = E_n^*(1, \eta^{sc})$$

Realizando la transformación inversa $v = \omega^{1/2}x$, se tiene: $\Rightarrow E_n^*(\omega, \eta) = \omega E_n^*(1, \omega^{1/2}\eta)$

Los ansätze preservan las propiedades de la SE bajo transformaciones de escala, $\Rightarrow E_n^{ans}(\omega, \eta) = \omega E_n^{ans}(1, \omega^{1/2}\eta)$

Confinamiento en la región clásica

Los puntos de retorno clásicos x_r son aquellos donde $E_{cin}(x_r) = 0$.

Región clásicamente permitida para la existencia de la partícula: $[-x_r, x_r]$

Para el oscilador armónico se tiene $x_r = \omega^{-1/2}$.

Si $\eta = x_r$ (el sistema oscila entre los puntos de retorno),

$$E_n^{num}(\omega, \eta) = \omega E_n^{num}(1, \omega^{1/2}\eta) = \omega E_n^{num}(1, 1)$$

$$E_n^{ansatz}(\omega, \eta) = \omega E_n^{ansatz}(1, \omega^{1/2}\eta) = \omega E_n^{ansatz}(1, 1)$$

y se tiene,

$$\epsilon_n(\omega, \eta) = \frac{E_n^{ansatz}(\omega, \eta) - E_n^{num}(\omega, \eta)}{E_n^{num}(\omega, \eta)} 100 = \epsilon_n(1, 1)$$

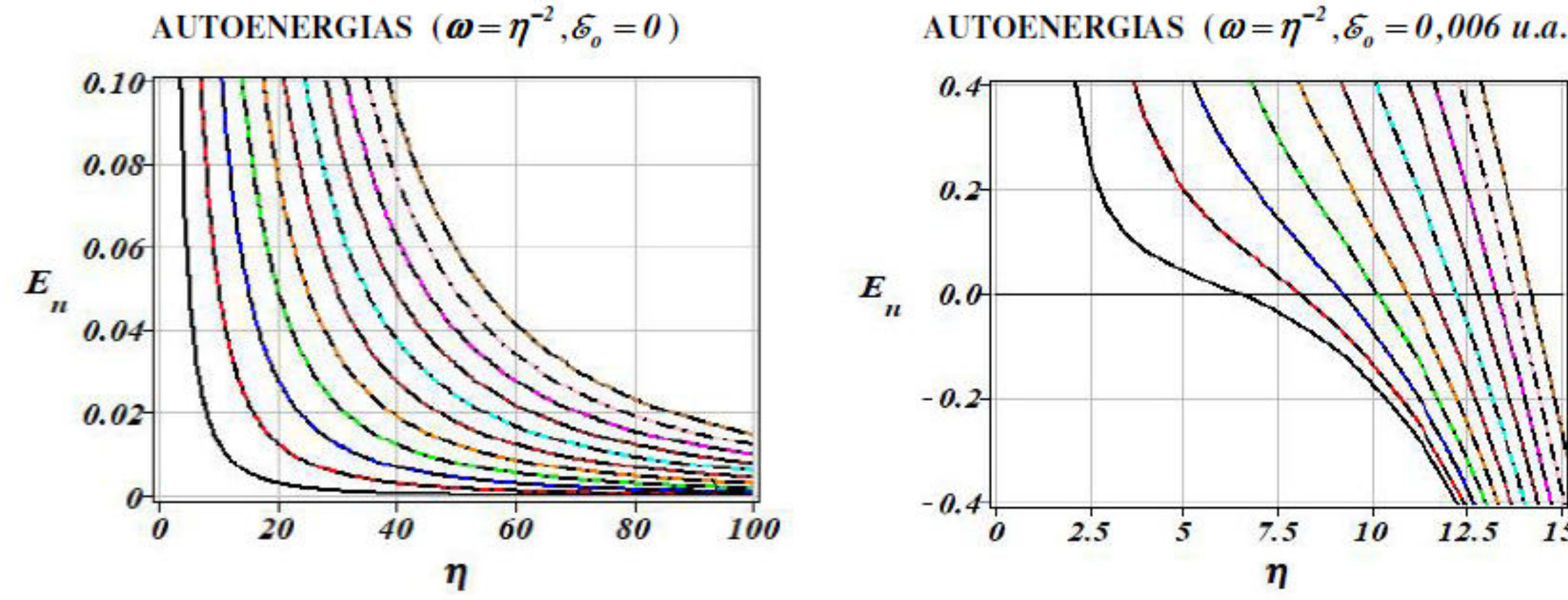
Las autoenergías aproximadas cuando $\eta = x_r$ son dadas por

$$E_n^{aprox}(\omega, \eta, \mathcal{E}_o) = \omega E_n^{ansatz}(1, 1) - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2}$$

Si $\eta = x_r$ y $\omega = \eta^{-2}$

$$E_n^{ansatz}(\omega, \eta) = \omega E_n^{ansatz}(1, 1)$$

$$\epsilon_n(\omega, \eta) = \epsilon_n(1, 1)$$

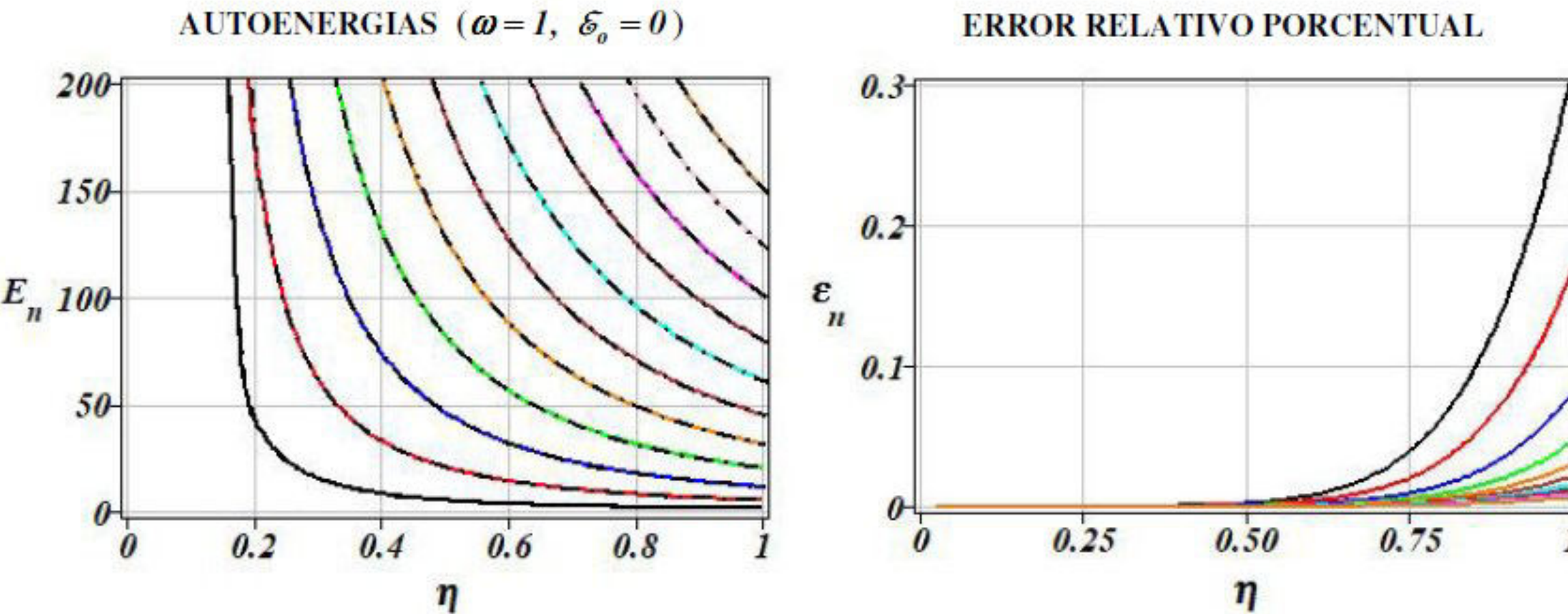


Las autoenergías aproximadas cuando $\eta \leq x_r$ son dadas por

$$E_n^{aprox}(\omega, \eta, \mathcal{E}_o) = \omega E_n^{ansatz}(1, \beta) - \frac{\mathcal{E}_o^2}{2\omega^2}, \quad \text{con: } \beta = \omega^{1/2}\eta \leq 1$$

y se encuentra que,

$$\epsilon_n(\omega, \eta) \leq \epsilon_n(1, 1).$$



CONCLUSIÓN

En esta comunicación utilizamos los avances alcanzados en el estudio de SCC en potenciales simétricos convexos.

El hecho que el citado procedimiento, libre de parámetros de ajuste, incorpora la simetría del potencial interviniente y preserva propiedades de transformaciones de la Ecuación de Schrödinger, nos permitió estudiar la dependencia de las autoenergías con los parámetros del sistema.

Los resultados obtenidos constituyen una herramienta más para estudiar, predecir y controlar un oscilador armónico confinado sometido a un campo eléctrico estático.

Introducción

En este trabajo, enmarcado en la línea de investigación de módulos de almacenamiento de energía no convencionales, se presentan avances en el diseño de un estimador para los Estados de Carga (EC) y Salud (ES) en un sistema híbrido de almacenamiento de energía conformado por baterías de Ión-Litio (BL) y Supercapacitores (SC). El objetivo del trabajo es obtener dichos estados del sistema a través de una precisa caracterización de los módulos de almacenamiento. Para esto se utilizan técnicas por Modos Deslizantes (MD) combinadas con algoritmos recursivos con factor de olvido, extrayendo el máximo provecho de la combinación de ambas técnicas.

Sistema híbrido basado en SC y BL

En la fig. 4 puede observarse un esquema de la topología utilizada. Esta posee dos módulos de almacenamiento, conectados de forma independiente a través de dos convertidores DC/CD a un bus de tensión continua. En la fig. 4 también se presenta un esquema sencillo del método de estimación empleado.

El banco de SC fue íntegramente diseñado en el Instituto LEICI de la FI, UNLP-CONICET, y el mismo posee 80 [F] 27 [V] nominales. Se utilizaron SC de doble capa electrostática EATON Powerstore XV Series de 400 [F] y 2.7 [V] nominales. En cuanto a las BL, se dispone de un banco de 48 [V] construido con 16 celdas de baterías de tipo LiFePO4 en serie de 50Ah, reguladas con dos BMS industriales JBD 8S con protección por sobrecarga.

El objetivo de las BL es el de satisfacer la demanda de corriente correspondiente a la potencia media demandada. Complementariamente, los SC son los encargados de lidiar con las variaciones abruptas de corriente en el bus, mediante el empleo de un convertidor DC/DC independiente que mantiene regulada en un valor constante la tensión del bus.

Modelo de circuito eléctrico equivalente (MCE) variante

Ha sido probado que los modelos de eléctrico (MCE) son aptos para representar la dinámica de las LB y de los SC, cuando estos se encuentran sujetos a perfiles de demanda variables, como los que se obtienen al utilizar estos módulos en vehículos eléctricos. Por este motivo, se utiliza un MCE con parámetros variantes en el tiempo de orden dos para las BL y de orden uno para el SC como puede observarse en la fig. 2.

Emplear un circuito variante en el tiempo posee múltiples ventajas. Por un lado permite modelar dinámica no lineal, tanto de las BL como de los SC. Respecto de las BL por ejemplo, es conocida la relación no lineal que existe entre la tensión de circuito abierto y el estado de carga. Por otro lado, todas las variaciones temporales que puedan ocurrir

en los parámetros del modelo serán detectadas. Por ende, también será posible mejorar el seguimiento de los EC y ES.

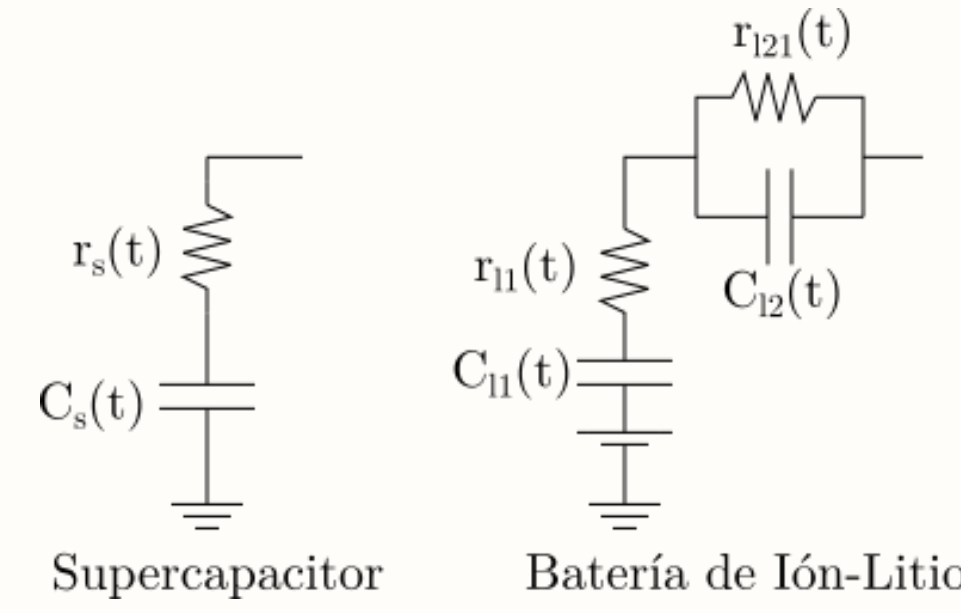


Figura 1: MCE utilizado para cada sistema de almacenamiento.

Estimación paramétrica basada en diferenciadores por MD

Para determinar los mencionados EC y ES, se requiere de una estimación adecuada de los parámetros de los MCE. Para esto, las ecuaciones lineales de parámetros variantes en el tiempo del sistema son descritas a través de una transformación que permite obtener una ecuación lineal en los parámetros. Esto facilita el empleo de métodos de estimación recursivos, pero requiere de la obtención de las derivadas de las tensiones y corrientes de los módulos. Con el objeto de contar con una estimación robusta de estos parámetros se propone un esquema basado en diferenciadores por modos deslizantes.

Estados de carga y de salud

Una vez que se cuenta con la estimación de los parámetros del sistema, es factible computar los EC y ES. Esto, son parámetros fundamentales para regular el comportamiento de los módulos de almacenamiento en operación. El EC permite cuantificar, respecto de la carga máxima de la batería, cuál es la carga disponible.

$$\begin{aligned}\hat{EC}_{s,l}(t) &= \frac{Q_{s,l}(t)}{Q_{\max,s,l}} = \frac{Q_{s,l}(t_0) + \Delta Q_{s,l}(t)}{\hat{Q}_{\max,s,l}} \\ &= \hat{EC}_{s,l}(t_0) + \frac{\Delta Q_{s,l}(t)}{\hat{Q}_{\max,s,l}}\end{aligned}\quad (1)$$

Es factible actualizar correctamente la evolución del EC a través de una actualización no sólo de los parámetros del modelo de circuito eléctrico equivalente, sino también a través de una estimación de la máxima capacidad de carga disponible $Q_{\max}$. Métodos sencillos como la medición de la integral de la corriente, o tablas de look-up basadas en la comparación entre las curvas de EC y tensión de circuito abierto brindadas por el fabricante, son aplicables en vehículos eléctricos sólo admitiendo errores muy considerables (>15 %).

El ES permite cuantificar el grado de deterioro de las BL y/o de los SC. Este estado toma valores entre 1 (módulos sanos) y 0 (módulos no aptos para la aplicación en concreto). Los cuales se obtienen de comparar los valores de la impedancia serie y la máxima capacidad de carga, con los

valores nominales para estos parámetros y con los valores mínimos plausibles que podrían tomar estos parámetros para cada aplicación en concreto. Para el caso de vehículos eléctricos, se emplea como mínimo valor de referencia, un 80 % de la capacidad nominal máxima, y un 100 % de aumento en el valor de la impedancia serie. A modo ilustrativo, en este trabajo se emplea una evaluación del ES basado en la resistencia serie del MCE.

$$ES_{s,l} = \frac{r_{(s,l)}_{eol} - \hat{r}_{(s,l)}}{r_{(s,l)}_{eol} - r_{(s,l)}_N} \quad (2)$$

siendo las resistencias máxima admisible $r_{(s,l)}_{eol}$ (end-of-life) y nominal $r_{(s,l)}_N$ de cada módulo.

Resultados

Para evaluar el algoritmo y la metodología propuesta, se asumió que el módulo SC/LB opera bajo la demanda de un perfil variable de corriente. El mismo fue generado consistentemente con el perfil de conducción vehicular estandarizado Urban Dynamometer Driving Schedule (UDDS).

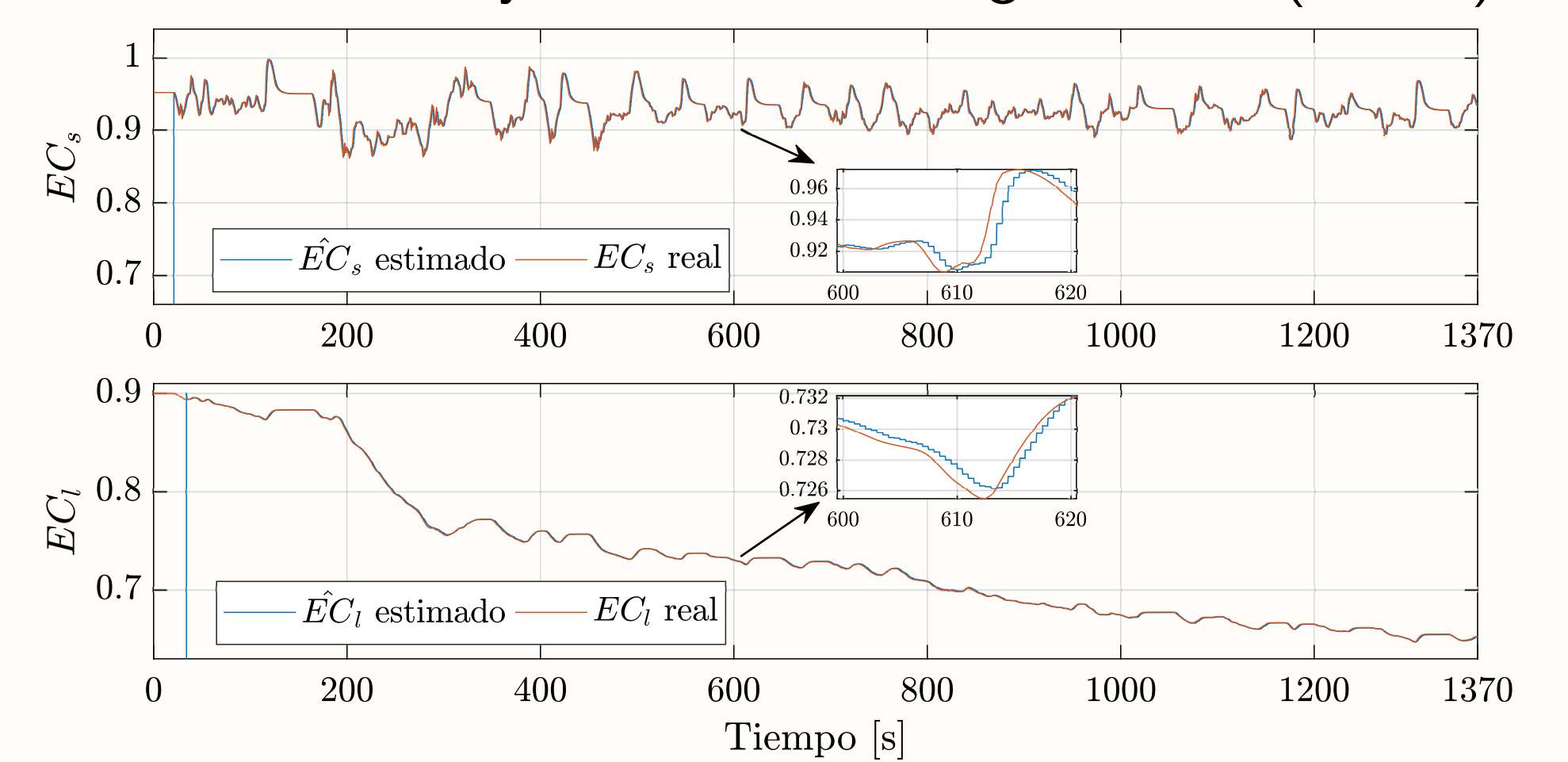


Figura 2: Respuesta del método de balanceo.

La comparación entre el EC real y el estimado, puede observarse en la Fig. 3. Puede apreciarse en las zonas con zoom, que el error se encuentra muy aproximadamente debajo del 2 % para el ECS y es aún menor para el ECL. La estimación de los parámetros no solamente es una herramienta para el cálculo indirecto del EC, sino que también ofrece la posibilidad de inferir el ES de los módulos. Evaluando el ES mediante las resistencias serie de los módulos, como en la ecuación 1, se obtienen los resultados de la Fig. 4. Valores cercanos a 1 indican módulos sanos, y valores cercanos a cero manifiestan el deterioro de los mismos.

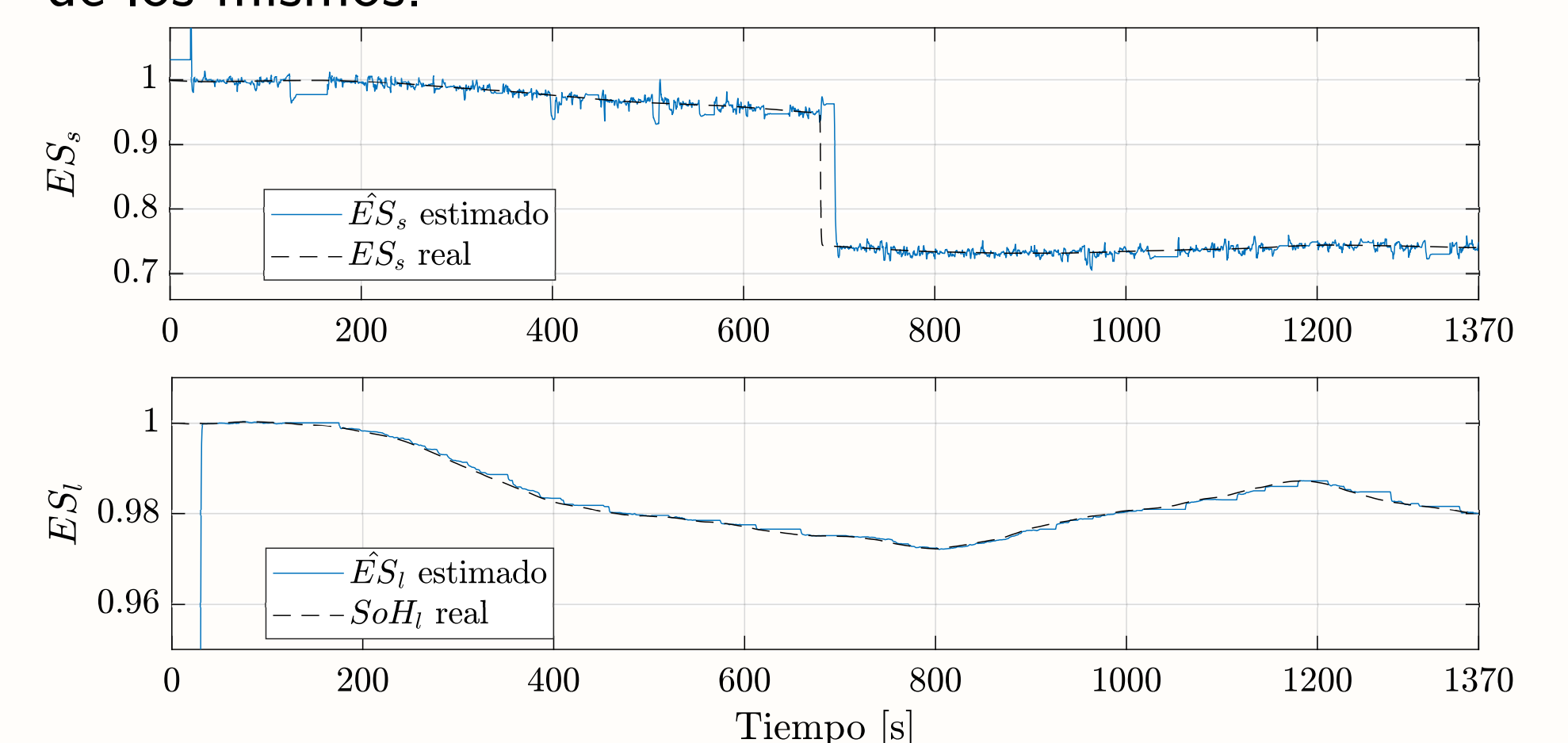


Figura 3: Estimación de los parámetros normalizados.

Conclusiones

En este trabajo se presentaron algunos avances en el desarrollo de una metodología para estimar en tiempo real el EC y ES de un módulo híbrido de almacenamiento de energía basado en SC+BL. La principal contribución es el diseño de una metodología ad-hoc para aplicaciones vehiculares. El modelo de circuito eléctrico para los módulos de almacenamiento de energía fue utilizado con parámetros eléctricos variantes en el tiempo. Esto otorga gran flexibilidad y capacidad de lidiar con las no linealidades intrínsecas a estos módulos de almacenamiento. Los resultados mostraron que el algoritmo es capaz de seguir las variaciones del EC y realizar un seguimiento del ES en tiempo real, durante la operación de los módulos bajo un perfil de carga estandarizado para vehículos eléctricos.

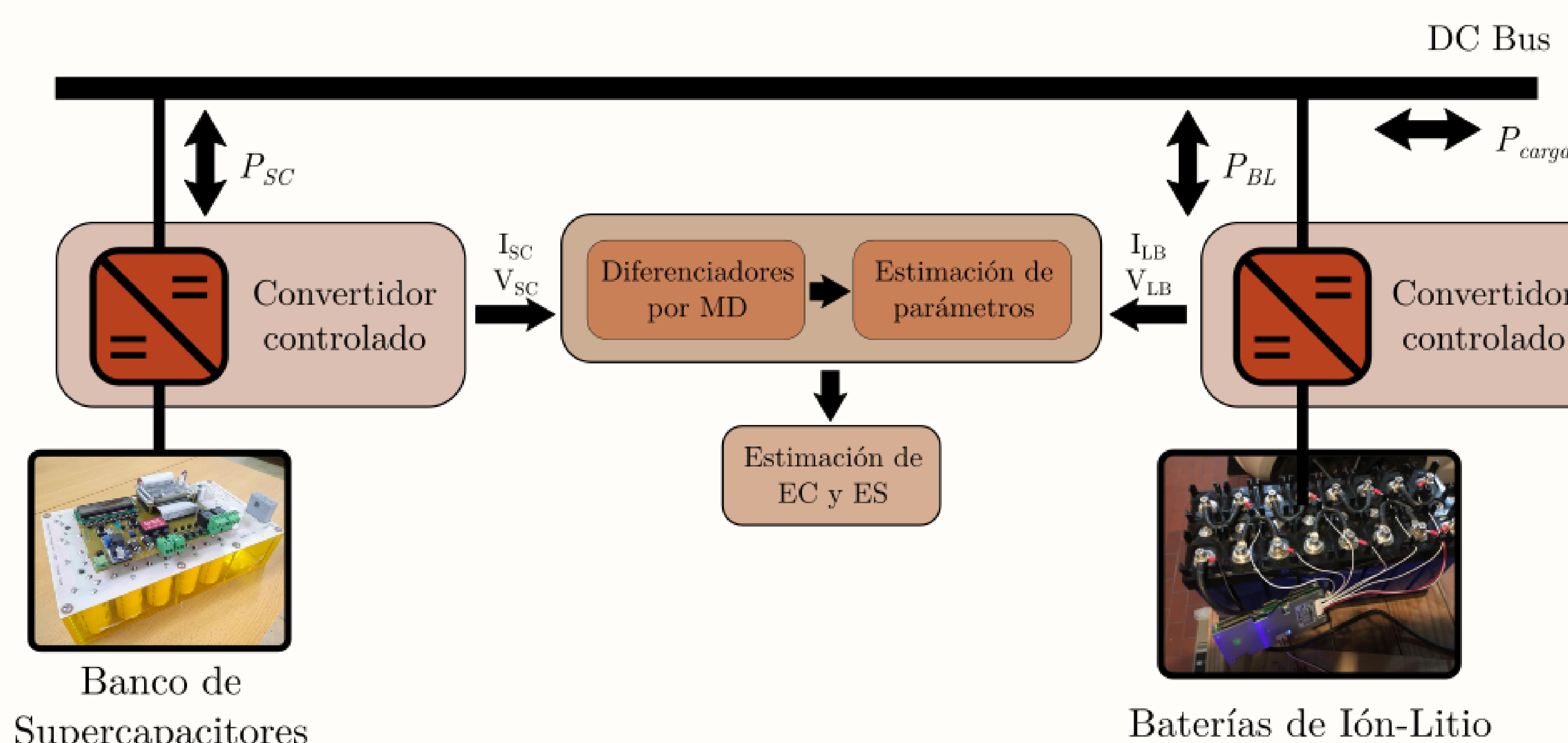


Figura 4: Sistema híbrido bajo estudio

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DEL GLUCAGÓN EN UN SISTEMA DE PÁNCREAS ARTIFICIAL CONMUTADO SIN ANUNCIO DE COMIDAS



Emilia Fushimi¹, Hernán De Battista¹, Fabricio Garelli¹

¹Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI (UNLP-CONICET), La Plata, Argentina

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de páncreas artificial (PA) generalmente usan solo la insulina como su acción de control para regular la glucemia (concentración de glucosa en sangre). Si bien estos algoritmos han alcanzado un control de la glucemia satisfactorio, debido a los grandes retardos (en las lecturas del CGM, acción de la insulina, etc.) y el hecho de que no exista acción negativa (es decir, que la insulina no puede quitarse una vez que ya se ha infundido), existen situaciones en las que el usuario puede sufrir una hipoglucemia causada por una sobredosis de insulina, lo cual puede llevar a un coma o incluso la muerte. En consecuencia, varios grupos de investigación han desarrollado estrategias páncreas artificial bihormonal (PA-BH). El PA-BH incluye al glucagón como acción de control además de la insulina. Sin embargo, agregar el suministro de glucagón al lazo de control introduce varias complejidades al sistema.

En los últimos años, se presentó un algoritmo monohormonal de PA llamado automatic regulation of glucose (ARG) [1]. El algoritmo ARG regula la glucemia sin utilizar bolos prandiales de insulina, gracias a su estructura conmutada formada por dos controladores LQG: uno agresivo que sea capaz de compensar comidas y otras perturbaciones grandes, y uno conservador que module la infusión de insulina basal. Este algoritmo ha sido exitosamente evaluado in vivo. Si bien los resultados obtenidos en los ensayos clínicos han sido satisfactorios, esta estrategia podría verse beneficiada por el uso del glucagón.

En este trabajo, el algoritmo ARG es extendido agregando un tercer controlador encargado de su ministrar glucagón (ARG_{DH}). El controlador de glucagón es un PD. Éste debería estar activo únicamente para prevenir un episodio de hipoglucemia inminente. Se estudia la lógica de conmutación entre controladores evaluando diferentes propuestas. El algoritmo diseñado se evalúa in silico. Los resultados son comparados con los obtenidos utilizando el ARG monohormonal.

ESTRATEGIA PROPUESTA

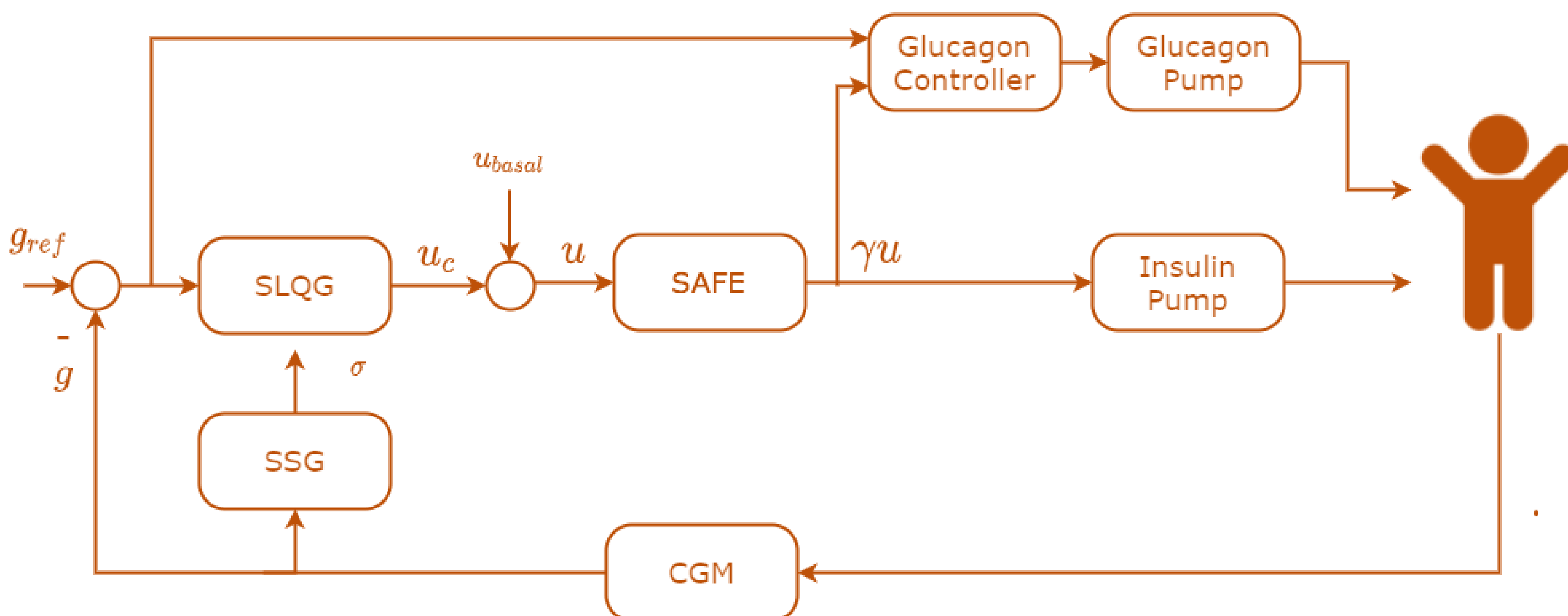


Figura 1. Diagrama en bloques del controlador Bihormonal propuesto

Para extender el algoritmo ARG de mono a bihormonal, se agrega un tercer controlador encargado de la dosificación del glucagón. La figura 1 muestra un diagrama en bloques de la estructura propuesta. Para este primer estudio de un ARG bihormonal (ARG_{DH}), se utiliza un algoritmo PD como el presentado en [2] para comandar la infusión de glucagón. La ecuación que representa al controlador de glucagón es:

$$u_{ggon}[n] = k_p(e[n] + t_d(e[n] - e[n-1])/T_s) - GOB[n]$$

donde k_p es la ganancia proporcional, t_d es el tiempo derivativo, $e[n] = g_{ref} - g[n]$, GOB es la cantidad de glucagón en el cuerpo (glucagon a bordo), T_s es el tiempo de muestreo y $0 \leq u_{ggon} \leq u_{ggonMAX}$.

Luego, se proponen los siguientes criterios de activación del controlador de glucagón:

- ARG_{DH-a}: debido a que, idealmente, el glucagón no debería entregarse cuando existe infusión de insulina, un enfoque es activar el suministro de glucagón cuando la dosis de insulina calculada por el controlador de insulina sea $u \leq 0$.

- ARG_{DH-b}: con el fin de evitar dosificaciones de glucagón innecesarias, sumado a la condición anterior se agrega un límite a la glucemia ($BG < BG$). Se consideran los siguientes valores para BG: 180, 200 and 220 mg/dl.
- ARG_{DH-c}: activar el suministro de glucagón cuando $BG < g_{ref}$, o cuando BG esté en el rango deseado pero decreciendo a una tasa mayor o igual a 2mg/dl/min. Este criterio fue presentado en [2].
- ARG_{DH-d}: activar el suministro de glucagón cuando la dosis de insulina calculada sea menor a $0,75 \cdot u_{basal}$.

RESULTADOS

La figura 2 muestra la media ± 1 desviación estándar de la glucemia vs el tiempo para el ARG y el ARG_{DH-b220}. Puede observarse que el ARG_{DH-b220} evita los episodios de hipoglucemia sin incrementar la hiperglucemia. Además, las lecturas del CGM son más dispersas para el ARG monohormonal. Es importante destacar que para la comida de 70 gCHO, donde el ARG logra valores postprandiales satisfactorios, el desempeño de ambos controladores es casi idéntico.

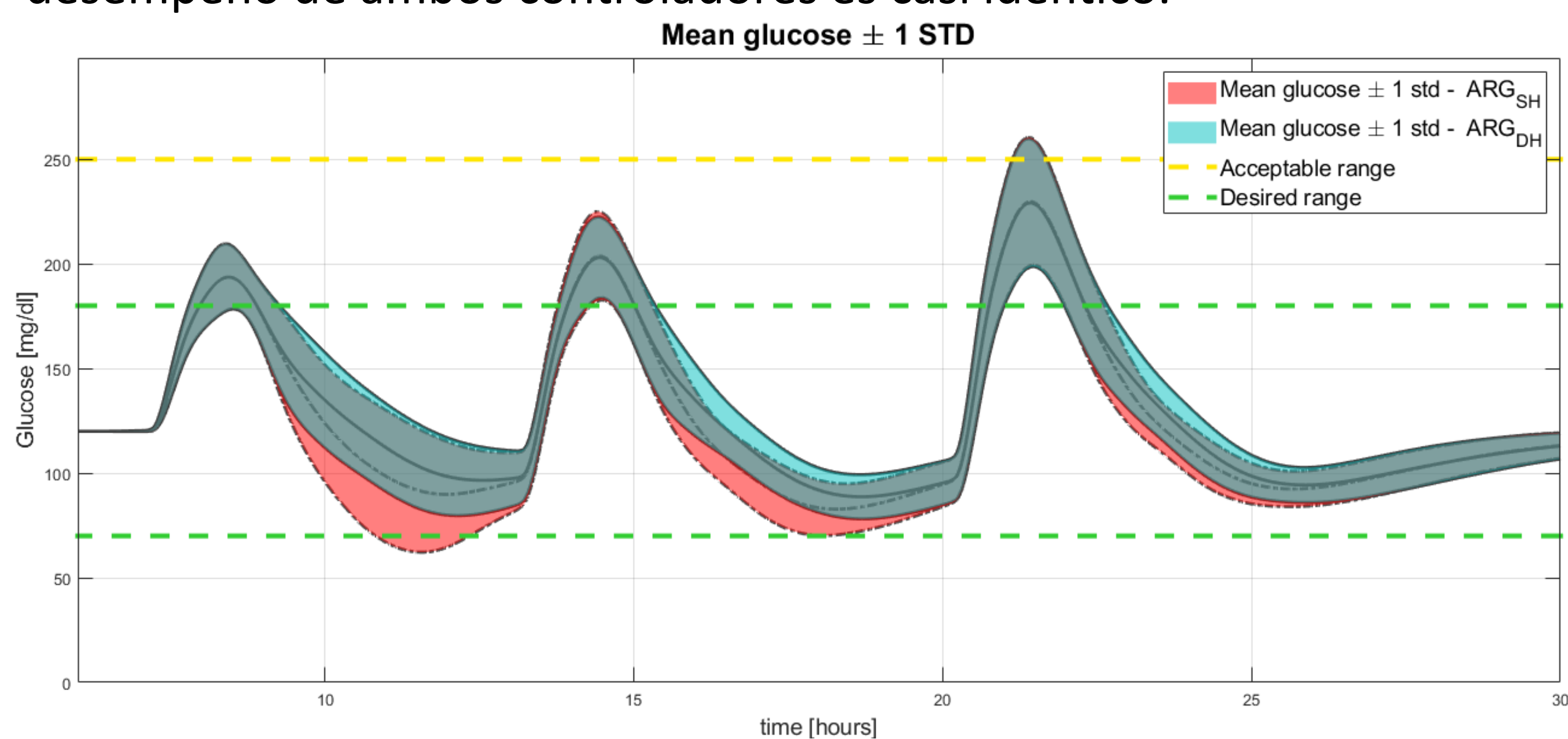


Figura 2. Media ± 1 desviación estándar de la glucemia vs el tiempo para el ARG y el ARG_{DH-b220}

Como comparación adicional del comportamiento de los controladores, la figura 3 muestra la evolución temporal de la glucemia, la insulina y el glucagón para el adulto 7 del simulador UVA/Padova usando el ARG y el ARG_{DH-b220}. Puede observarse que efectivamente la infusión del glucagón evita los episodios de hipoglucemia después de las comidas de 40 y 55 gCHO. Además, es importante resaltar que no se infunde glucagón innecesariamente después de la comida de 70 gCHO. Esto puede significar que las condiciones propuestas en el criterio (b) con $BG=220$ mg/dl son apropiadas. Adicionalmente, se destaca que estos resultados se obtienen sin modificar significativamente la dosis de insulina diaria.

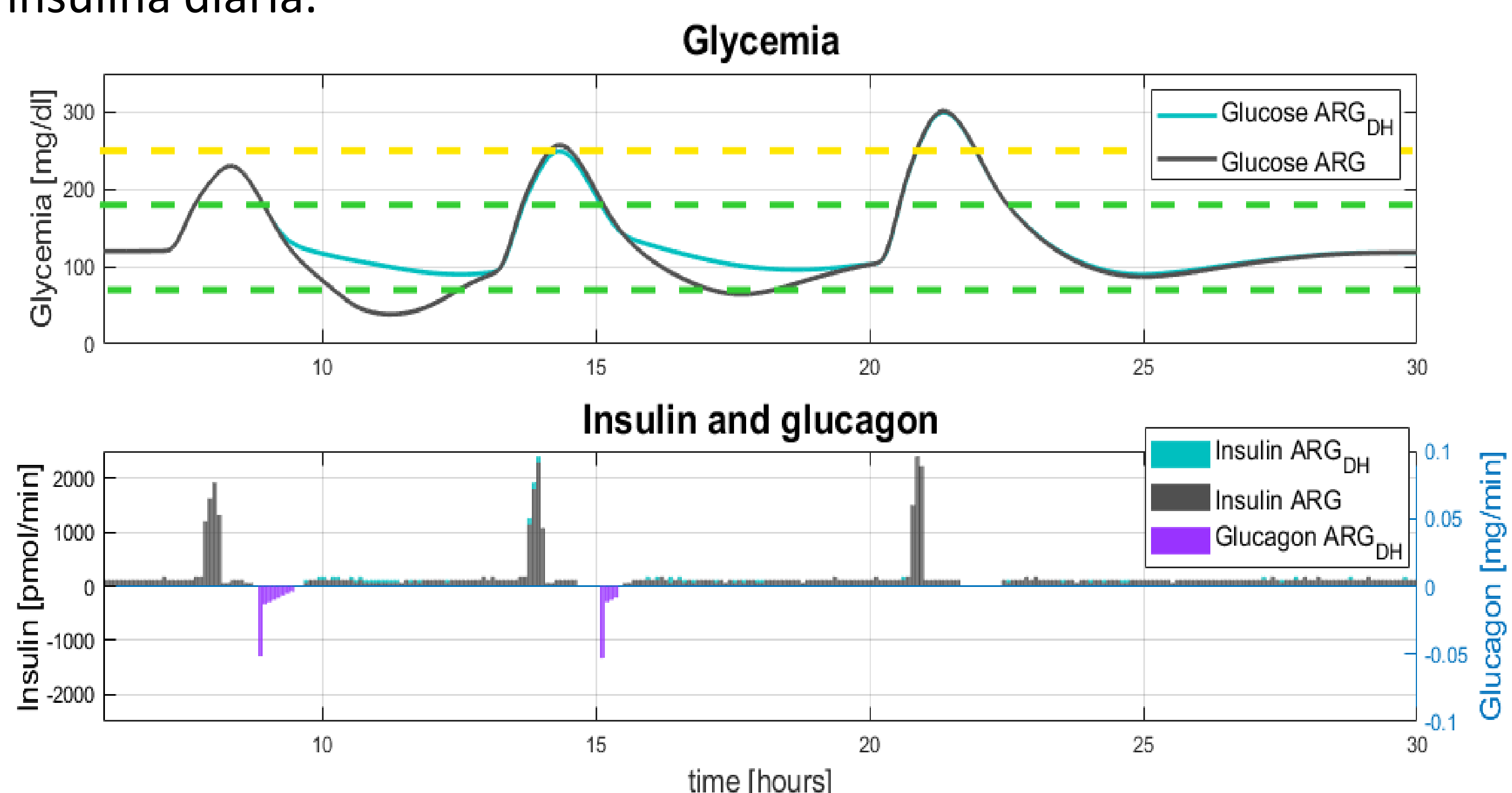


Figura 3. Evolución temporal de la glucemia, la insulina y el glucagón para el adulto 7 del simulador UVA/Padova

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se llevó a cabo un estudio in silico para evaluar el impacto de extender el controlador ARG, originalmente monohormonal, a una estrategia bihormonal. El controlador propuesto se comparó con el ARG. Los resultados sugieren que el ARG bihormonal mejora el desempeño del ARG, eliminando las hipoglucemias sin incrementar las hiperglucemias ni la infusión de insulina. Si bien hoy en día un sistema de control bihormonal es tecnológicamente más complejo y costoso, se espera que el ARG_{DH} pueda ser implementado en el mediano plazo.

[1] P. Colmegna, F. Garelli, H. D. Battista y R. Sánchez-Peña, «Automatic regulatory control in type 1 diabetes without carbohydrate counting,» Control Eng Pract, nº 74, pp. 22-32, 2018.

[2] F. El-Khatib, S. Russell et al., «A bihormonal closed-loop artificial pancreas for type 1 diabetes,» Science Translational Medicine, vol. 2, no. 27, p. 27ra27, 2010.

FOTÓLISIS Y CINÉTICA DE ALGUNOS HIPONITRITOS SALINOS CON RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Chacón Villalba, M. Elizabeth^{1,2,3}, Castañeda Trujillo, L. Diana¹, Mártire Daniel O.⁴
Güida, Jorge A.^{1,2,5}

¹ Centro de Química Inorgánica (CEQUINOR), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Boulevard 120 N°1465, La Plata. ² Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería; UNLP. ³ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA). ⁴ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), UNLP. ⁵ Departamento de Ciencias Básicas; Universidad Nacional de Luján, Rutas 5 y 7 Luján. **Contacto: guida@quimica.unlp.edu.ar**

INTRODUCCION

La investigación sobre compuestos fotoactivos que pueden ser usados en terapia fotodinámica ha adquirido relevancia recientemente [1]. Complejos conteniendo grupos nitrosilos, hiponitritos y compuestos orgánicos capaces de liberar esas y otras moléculas, relevantes desde el punto de vista fisiológico, son ejemplos que pueden ser usados potencialmente en esos tratamientos. Dentro de la línea de investigación de nuestro grupo se estudió el complejo binuclear: $[(\text{NH}_3)_5\text{CoN}(\text{O})\text{NOCO}(\text{NH}_3)_5]^{+4}$ [2].

Posteriormente se identificaron mediante medidas de infrarrojo los productos de fotólisis (entre las que se encuentra el óxido nitroso) irradiando las muestras sólidas con luz de longitud de onda de 253,7 nm [3]. Estos resultados, sin embargo, contrastan con los encontrados por otros autores, quienes reportan que la fotólisis de una suspensión acuosa de hiponitrito de plata genera óxido nítrico por radiación con luz ultravioleta.[4]

En el presente trabajo se estudia la fotólisis de los hiponitritos de sodio, plata, plomo(II) y talio a temperatura ambiente en el estado sólido, con la luz proveniente de una lámpara de mercurio de baja presión que emite principalmente radiación de 253,7 nm de longitud de onda. La energía de esta radiación es muy próxima a la banda de absorción electrónica característica del anión hiponitrito ($n \rightarrow \pi^*$) que en solución alcalina, aparece con máximo en 248 nm. Además, se presentan las cinéticas de descomposición fotoquímica de estos hiponitritos salinos al estado sólido, que son monitoreadas mediante la espectroscopia de infrarrojo.

METODOLOGIA

Preparación de $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$: 1,5 ml de una solución 0,245 M de nitrato de plata fue agregado gota a gota sobre 3 ml de una solución 0,182 M de hiponitrito de sodio (Aldrich). Se formó rápidamente un precipitado amarillo de hiponitrito de plata que se separa por filtración. El hiponitrito de sodio monohidrato utilizado es procedencia comercial (Aldrich). Para comparar los espectros de los productos gaseosos obtenidos y en matriz se utilizó en un celda para gases, óxido nitroso medicinal (AGA Linde Healthcare) y los catálogos Sattler. Los otros hiponitritos se obtuvieron de manera análoga.

Estudio espectroscópico: Los espectros de infrarrojo se midieron en un espectrofotómetro FTIR Bruker EQUINOX 55 entre 4000 y 400 cm^{-1} con una resolución de 4 cm^{-1} .

Irradiación de las muestras: la fotólisis de los hiponitritos de sodio y plata se llevó a cabo con las muestras en estado sólido de dos maneras diferentes:

- 1) Para detectar los productos gaseosos formados se armó un dispositivo consistente en un tubo de cuarzo que contiene la muestra sólida en vacío, conectado a una celda para gases con ventanas de KBr, preparada para la medida de espectros de infrarrojo. Los espectros de infrarrojo se tomaron a distintos tiempos de irradiación con la muestra “in situ”.
- 2) Se preparó una pastilla del hiponitrito diluido en bromuro de potasio, como suele hacerse para las medidas de espectros de infrarrojo. La irradiación se realizó al aire con luz proveniente de una lámpara de mercurio de baja presión ($\lambda = 253,7 \text{ nm}$). Como en 1) se siguió la evolución del proceso tomando espectros de infrarrojo a diferentes tiempos de irradiación (generalmente minutos). En el caso del hiponitrito de plata se observó el ennegrecimiento del sólido irradiado (puro o diluido en bromuro de potasio).

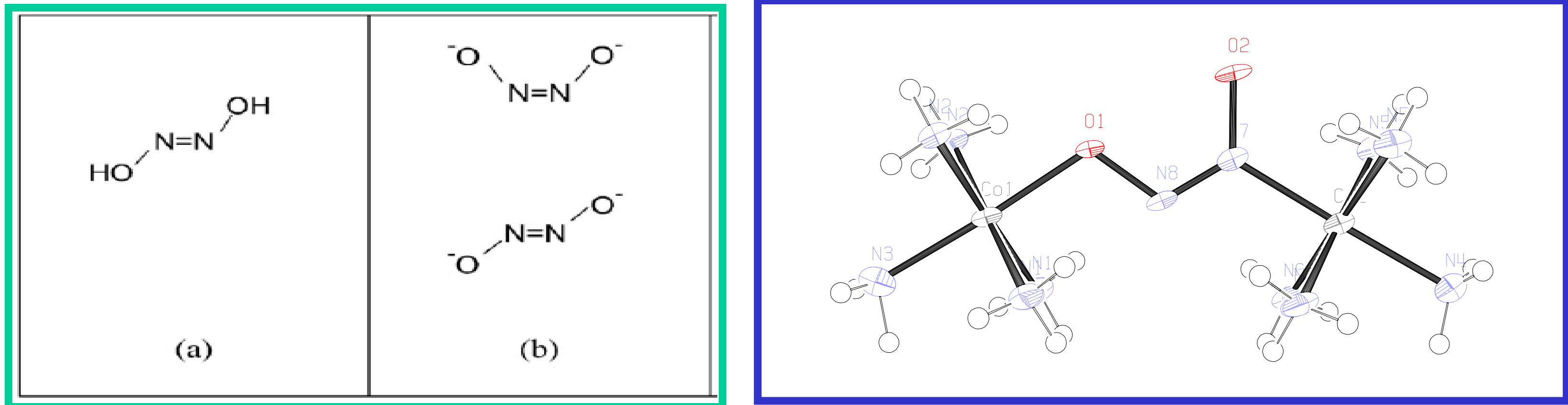


Figura 1. Disposición geométrica del ácido hiponitroso (a) y conformaciones cis y trans de los aniones hiponitrito (b) y del anión hiponitrito cuando actúa como ligando puente de un complejo binuclear (c)

Ligando Puente: [N(O)NO] ²⁻		Anión Hiponitrito [ONNO] ²⁻			
Asignación	Complejo de Co	$\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$	$\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$	PbN_2O_2	$\text{Tl}_2\text{N}_2\text{O}_2$
$\nu(\text{NN})$	1391				
$\nu(\text{NO})_{\text{antisim}^*}$	1124	1020	998	978	950
$\delta(\text{ONNO})_{\text{antisim}^*}$	1033				
$\nu(\text{NO})_{\text{sim}^*}$	916				
$\delta(\text{ONNO})_{\text{sim}^*}$	600				

La **Tabla 1** reúne las posiciones de las bandas y las asignaciones correspondientes al ligando puente del complejo binuclear de cobalto ($[(\text{NH}_3)_5\text{CoN}(\text{O})\text{NOCO}(\text{NH}_3)_5]\text{Br}_4$) en: 1391, 1124, 1033 y 916 cm^{-1} [2] y del anión hiponitrito en las sales de sodio, plata talio y plomo(II). Se considera que las bandas de estiramiento NO en los hiponitritos aparecen en orden decreciente de la siguiente manera: $\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2 > \text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2 > \text{PbN}_2\text{O}_2 > \text{Tl}_2\text{N}_2\text{O}_2$ debido a efectos de red.

BIBLIOGRAFIA

- *[1] M.J. Rose y P.K. Mascharak, Current Opinion in Chem Biol. **12**, 238 (2008).
- *[2] M. E. Chacón Villalba, A. Navaza, J.A. Güida, E.L. Varetti y P.J. Aymonino Inorg. Chim. Acta **359**, 707 (2006).
- *[3] M. E. Chacón Villalba, Carlos A. Franca, Jorge A. Güida. Spectrochim. Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy **176** 189 (2017)
- *[4] H. Kunkely y A. Vogler, Inorg Chem Commun. **10**, 1294-1296 (2007).
- *[5] J.L. Griggs, Jr, K. Narahari Rao, L.H. Jones y R.M. Potter, J. Mol. Spectrosc. **18**, 212 (1965).

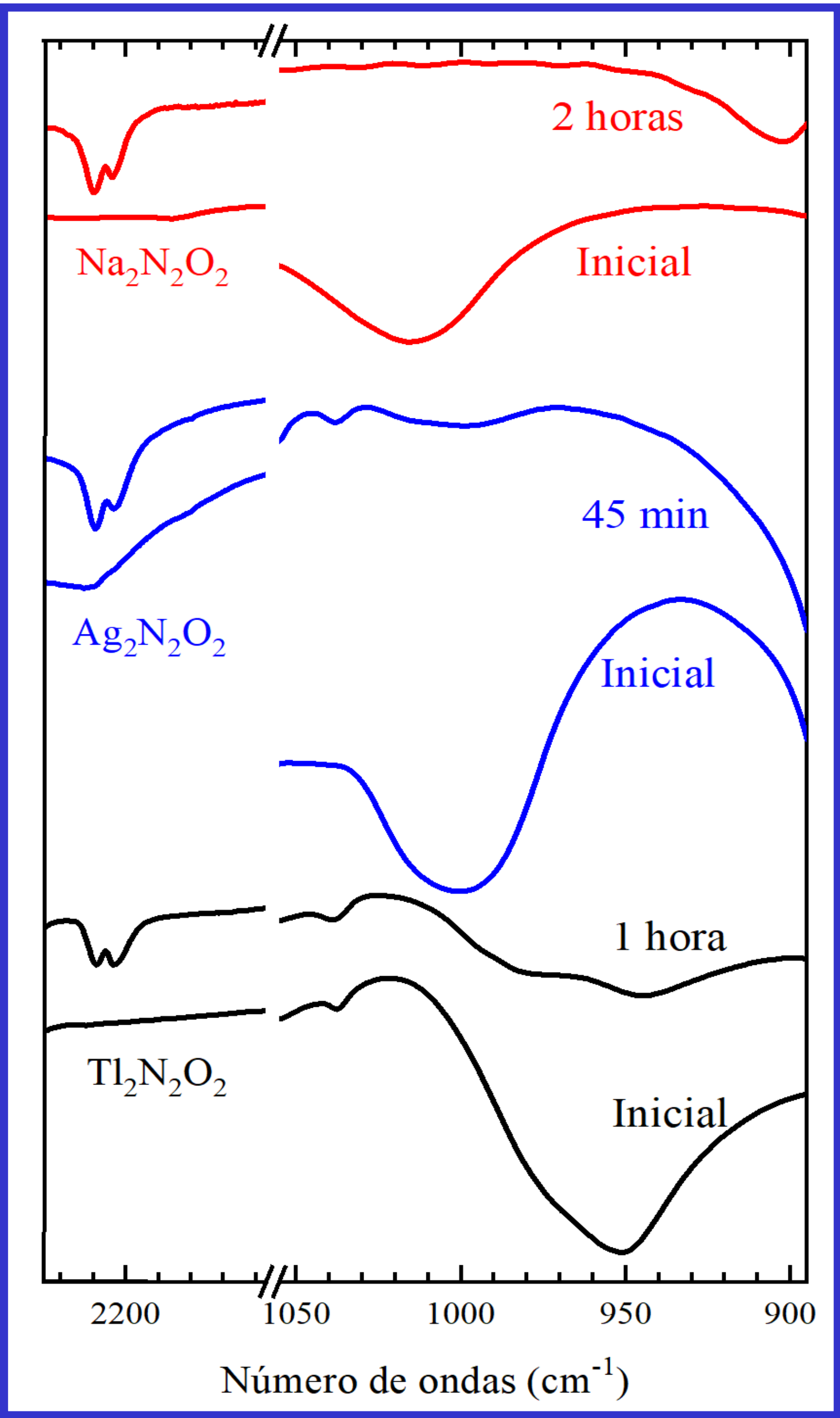


Figura 2. Espectros de infrarrojo de los hiponitrito de sodio, plata y talio antes y después de la irradiación con luz de $\lambda = 253,7 \text{ nm}$, (a) $\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$, (b) $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$, (c) $\text{Tl}_2\text{N}_2\text{O}_2$

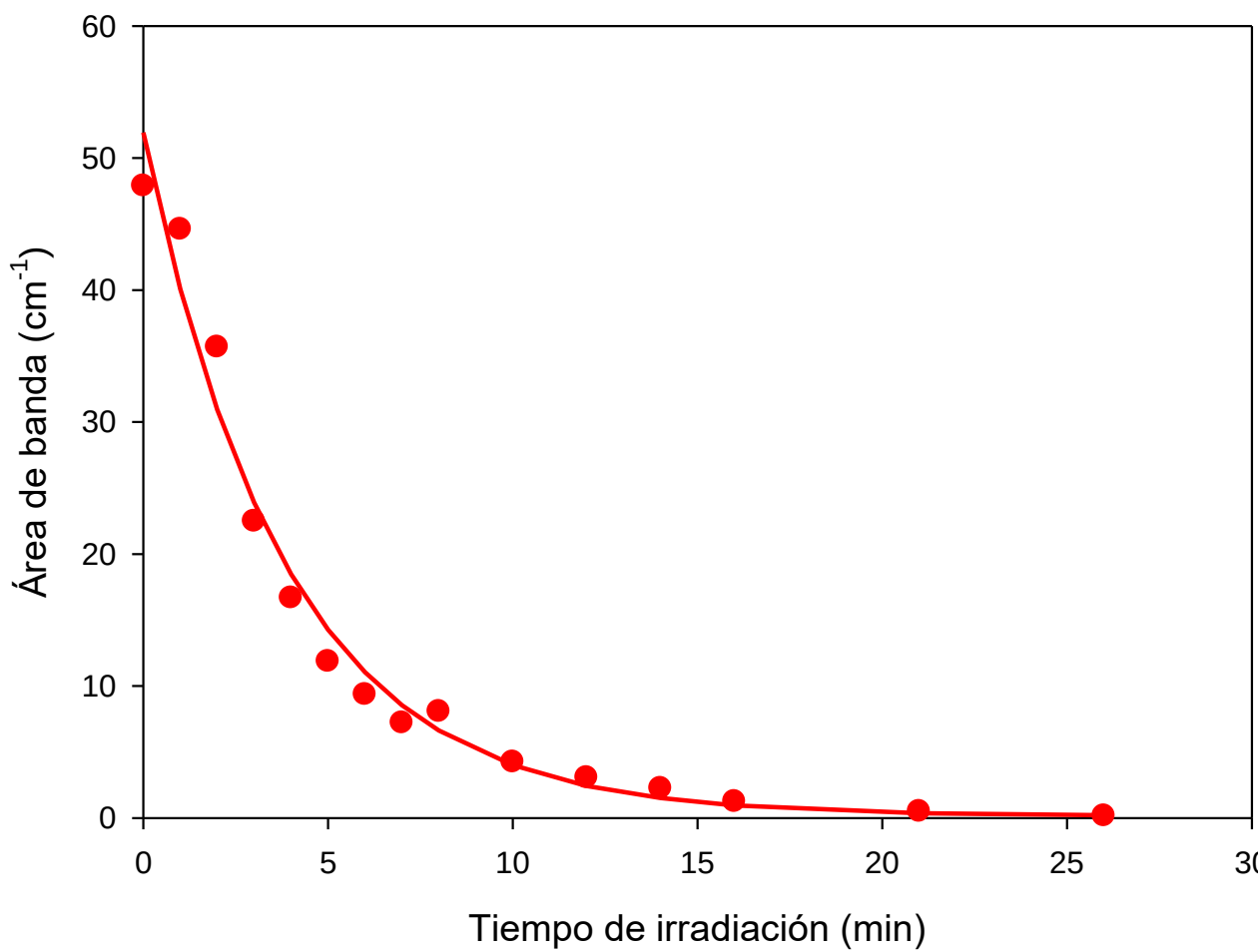


FIGURA 3. Cinética de descomposición del $\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$ en función del tiempo de irradiación con luz proveniente de una lámpara de mercurio de baja presión (principalmente $\lambda = 253,7 \text{ nm}$)

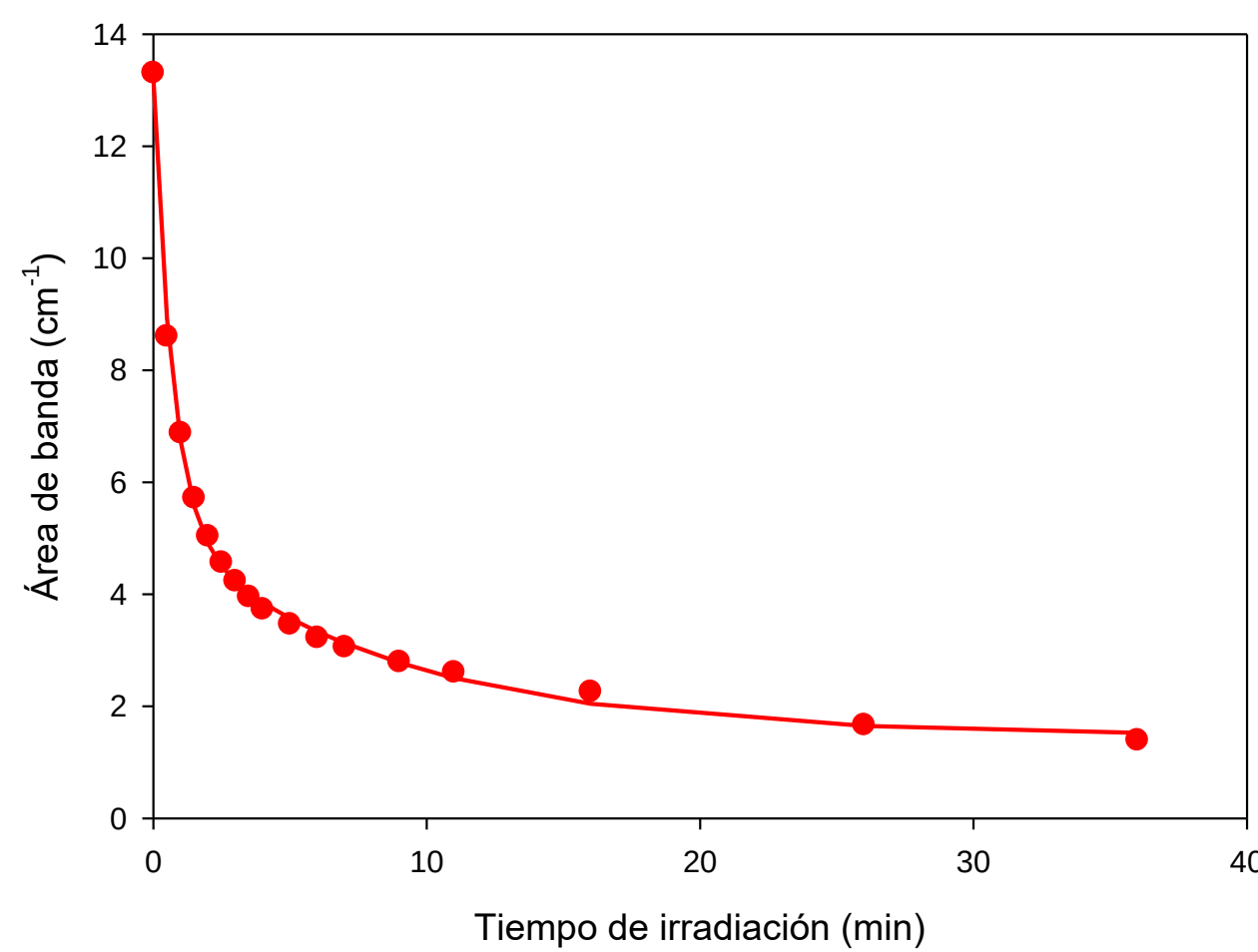
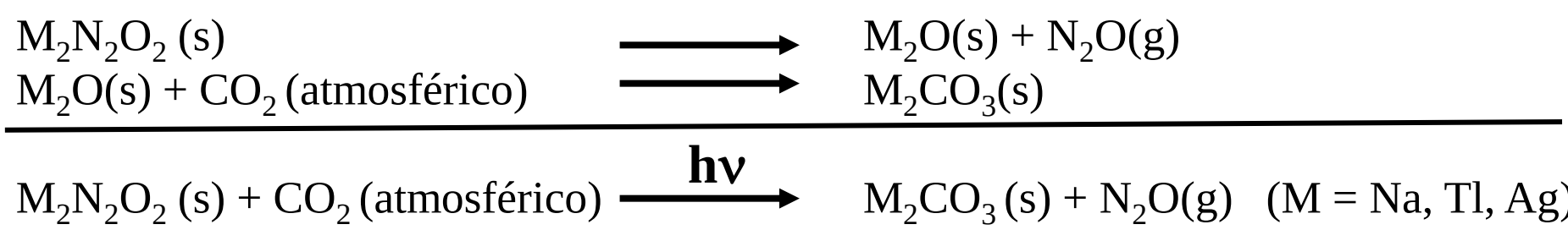


FIGURA 4. Cinética de descomposición del $\text{Tl}_2\text{N}_2\text{O}_2$ en función del tiempo de irradiación con luz proveniente de una lámpara de mercurio de baja presión (principalmente $\lambda = 253,7 \text{ nm}$).

En la Figura 2 puede observarse cómo las bandas de estiramiento NO del ion hiponitrito (que se ubican, según el contracción, entre 950 y 1000 cm^{-1}) desaparecen con el incremento del tiempo de irradiación mientras que, simultáneamente, se observa la formación de dos bandas débiles centradas a 2230 cm^{-1} entre 2240 y 2216 cm^{-1} que son características del estiramiento $\nu(\text{NN})$ del óxido nitroso [5]. Es interesante resaltar que parte del óxido nitroso gaseoso queda atrapado en sistema sólido como lo demuestra la aparición de la banda de ese gas en aproximadamente 2230 cm^{-1} . Se efectuaron experiencias tendientes a dilucidar si el óxido nitroso queda atrapado en la red de los microcristales de hiponitrito de plata, sodio, talio y plomo o queda en la red de bromuro de potasio. Para ello se formaron diferentes pastillas de las muestras de los hiponitritos con distintos haluros alcalinos. En la mayoría de ellos no se detectaba el óxido nitroso. En consecuencia, se propone que el óxido nitroso puede quedar atrapado entre los microcristales de bromuro de potasio por largo tiempo (de hasta meses). Por otro lado, al moler la pastilla irradiada y volver a formar la pastilla nuevamente el óxido nitroso desaparece completamente, como indica el espectro de infrarrojo correspondiente. También se hizo la experiencia de variar la presión con que se forman las pastillas de la muestra con el bromuro de potasio, encontrándose que la cantidad del óxido nitroso retenida es independiente de la presión ejercida.

La formación de óxido nitroso a consecuencia de la iluminación con luz UV se confirmó en una segunda experiencia (ver punto 1 de Irradiación de muestras) irradiando los hiponitrito dentro de un tubo de cuarzo conectado a una celda para gases, adaptada para la medida de espectros de infrarrojo. Los espectros obtenidos en la celda para gases reproducen el publicado en catálogos Sadtler y la referencia [5]. En base a los resultados obtenidos se propone la siguiente reacción general para la fotólisis de los hiponitritos estudiados:



Cinética de descomposición fotolítica

Las curvas cinéticas para la descomposición de los hiponitritos de sodio y talio fueron calculadas a partir de las áreas de las bandas de infrarrojo ($\nu(\text{NO})$ del anión hiponitrito) a diferentes tiempos de irradiación ($\lambda = 253,7 \text{ nm}$). Cada punto de las curvas cinéticas representa la intensidad de la banda infrarrojo del $\nu(\text{NO})$ después de un tiempo de irradiación. El procedimiento de la toma de espectros a diferentes tiempos fue detallado en la parte experimental.

Las Figuras 3 y 4 reproducen las cinéticas de descomposición de los hiponitrito de sodio y talio, respectivamente en función del tiempo de irradiación de las muestras sólidas dispersadas en una matriz de KBr. El decaimiento de la intensidad de la banda $\nu(\text{NO})$ del hiponitrito de sodio fue ajustada usando la función exponencial $y = y_0 + a \cdot e^{-k_1 t}$, con $a = 51.8 \pm 2.2 \text{ cm}^{-1}$ y $k = 0.26 \pm 0.03 \text{ min}^{-1}$. Para el hiponitrito de talio el decaimiento de la señal se ajustó a la función biexponencial $y = y_0 + a_1 \cdot e^{-k_1 t} + b_1 \cdot e^{-k_2 t}$ con $a = 7.97 \pm 0.29 \text{ cm}^{-1}$, $k_1 = 1.43 \pm 0.10 \text{ min}^{-1}$, $b = 3.77 \pm 0.23 \text{ cm}^{-1}$ y $k_2 = 0.118 \pm 0.018 \text{ min}^{-1}$. Los ajustes encontrados muestran que el decaimiento del área de la banda $\nu(\text{NO})$ sigue un **ley de primer orden para el hiponitrito de sodio, siendo el mecanismo de reacción más complejo para el hiponitrito de talio**.

CONCLUSIONES

En este trabajo se estudió las fotólisis y las cinéticas de descomposición fotolítica de los hiponitritos de sodio, plata, talio y plomo(II). Se usó la espectroscopia de infrarrojo para identificar los productos de la reacción. A causa de la irradiación con luz ultravioleta ($\lambda = 253,7 \text{ nm}$) se encontró que los hiponitritos salinos se descomponen en óxido nitroso gaseoso y los óxidos del contracción. Estos últimos reaccionan rápidamente con el dióxido de carbono atmosférico para dar los carbonatos correspondientes. Dado que la pastilla de hiponitrito de plata se ennegrece rápidamente, no fue posible medir la cinética de este compuesto. Posiblemente compita la formación de óxido de plata con la descomposición del hiponitrito. La cinética de descomposición fotolítica del hiponitrito de sodio es de primer orden, siendo más compleja para el hiponitrito de talio. Los óxidos de talio y plomo reaccionan con más dificultad con el dióxido de carbono atmosférico que el catión sodio, hecho que explicaría la mayor intensidad de la banda de carbonato (estiramiento antisimétrico ν_3) al final de la fotólisis de la sal sódica que para los otros dos cationes.

Efecto del Control Activo de Potencia sobre las Cargas Mecánicas en Aerogeneradores



Bernabé Ibáñez, Fernando A. Inthamoussou, Hernán De Battista.

Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI, Facultad de Ingeniería, UNLP-CONICET, La Plata
Contacto: bernabe.ibanez@ing.unlp.edu.ar

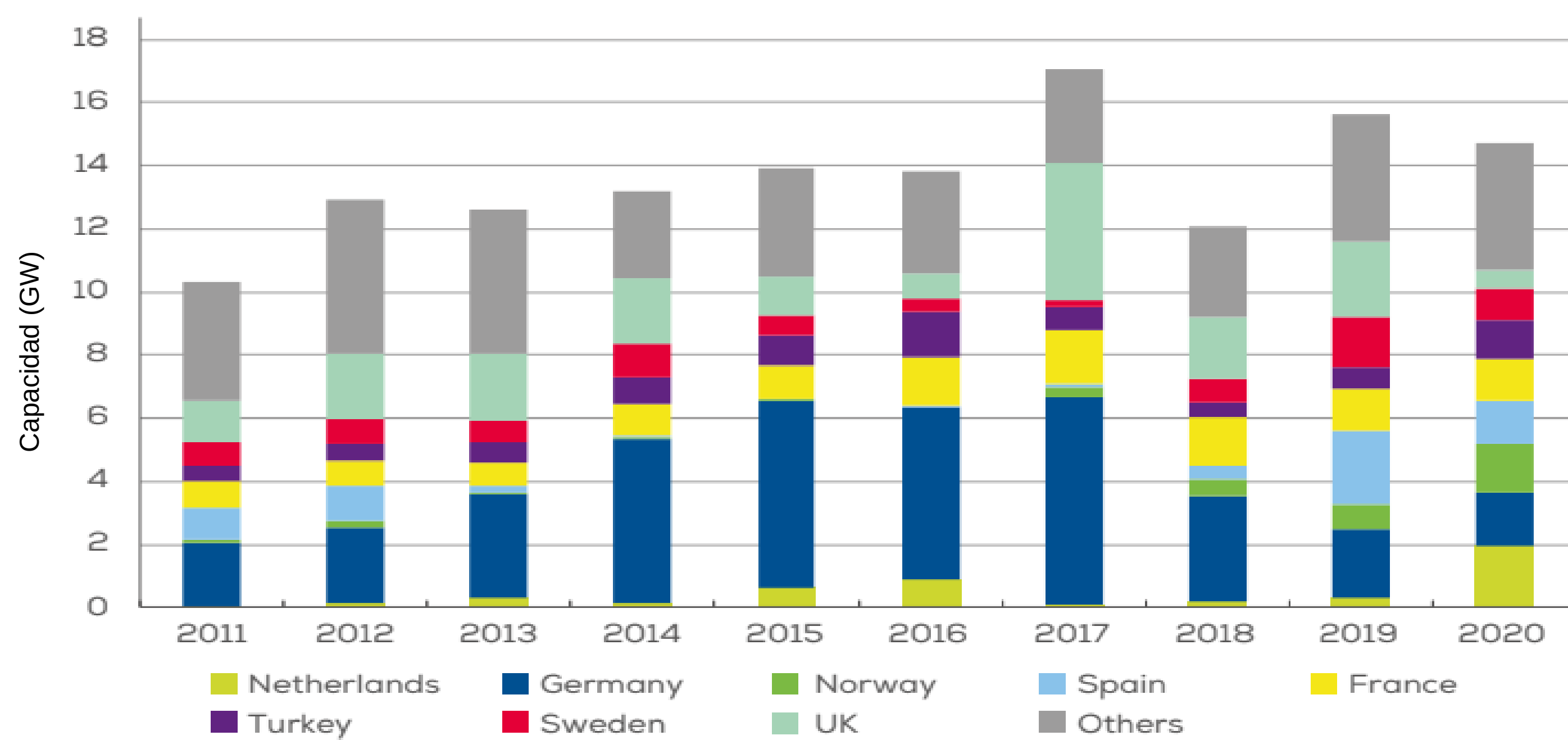


Crecimiento e Inserción de la Energía Eólica

En la actualidad, la penetración de la energía eólica en las redes eléctricas alcanza en la Unión Europea el 16% de la Energía utilizada en 2020. Existe además un creciente interés en equipar a las turbinas con Control Activo de Potencia (CAP). El CAP permite a los parques eólicos satisfacer la demanda de energía ajustando la potencia de las turbinas en vez de prenderlas y apagarlas completamente, introduciendo menos perturbaciones a la red y proveyendo una mayor capacidad de soporte.

Este crecimiento no sólo se debe a la mayor cantidad de parques sino a la construcción de aerogeneradores cada vez más grandes. A medida que el tamaño aumenta, se utilizan materiales más livianos y flexibles haciendo indispensable evaluar los esfuerzos mecánicos a los que se las expone. El objetivo de este trabajo es analizar como afecta la aplicación de CAP a las cargas mecánicas de los aerogeneradores.

Distribución de la potencia instalada eólica en Europa



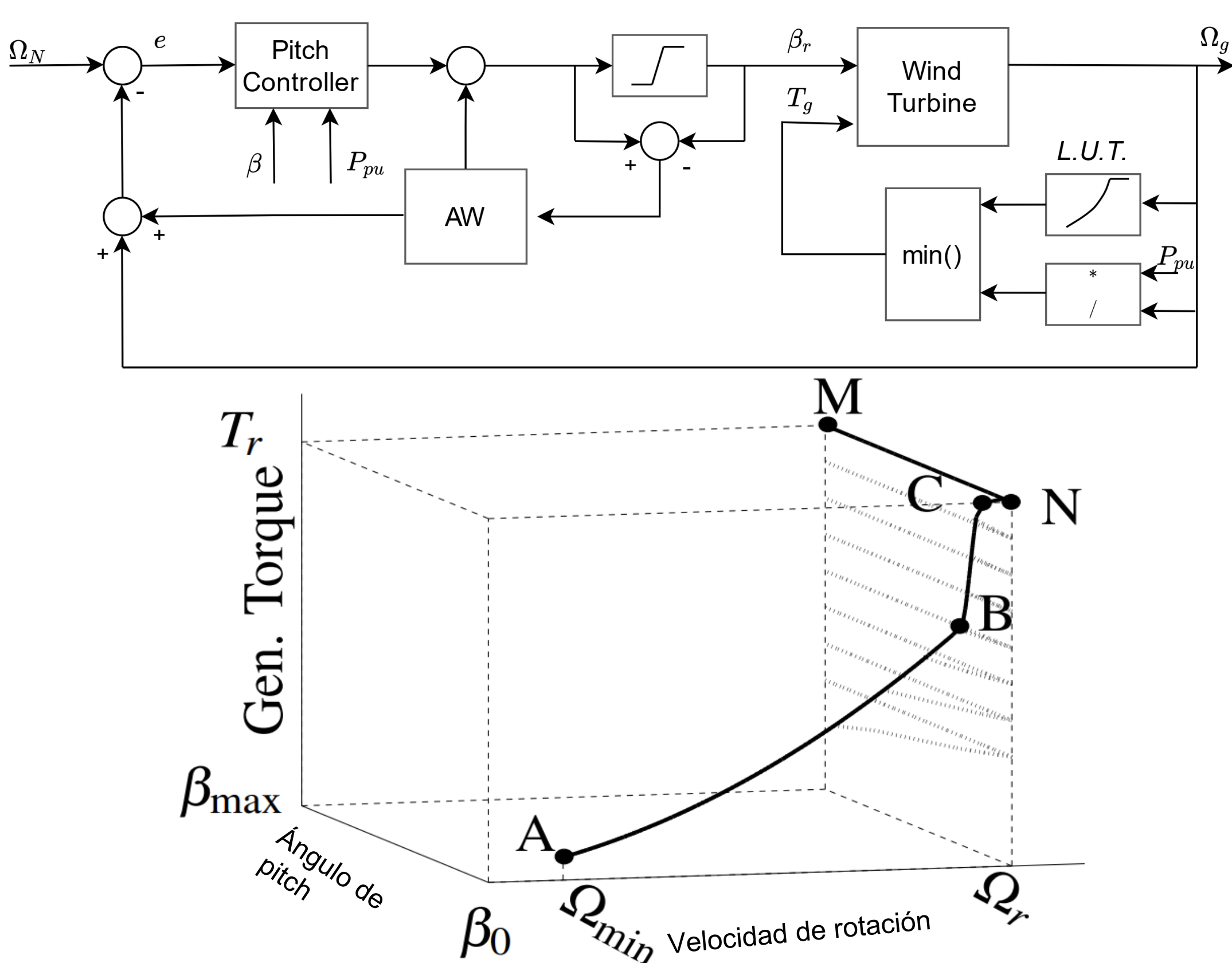
Aerogenerador: NREL 5MW

El trabajo se realizó en base al modelo certificado del NREL de un aerogenerador con las siguientes características:

Potencia Nominal	5 MW
Orientación del rotor, configuración	Contra el viento, 3 palas
Tipo de Control	Velocidad variable, pitch colectivo
Tren de transmisión	Alta velocidad, caja de múltiples etapas
Rotor, diámetro del núcleo	126m, 3m
Altura del núcleo	90 m
Velocidad mín., nominal y máx. de viento	3 m/s, 11.4 m/s, 25 m/s
Velocidad mín. y vel. nominal del rotor.	6,9 rpm, 12,1 rpm

Estrategia de Control

- En la figura superior se muestra la topología del controlador.
- La curva de par (L.U.T.) se muestra en la figura inferior.

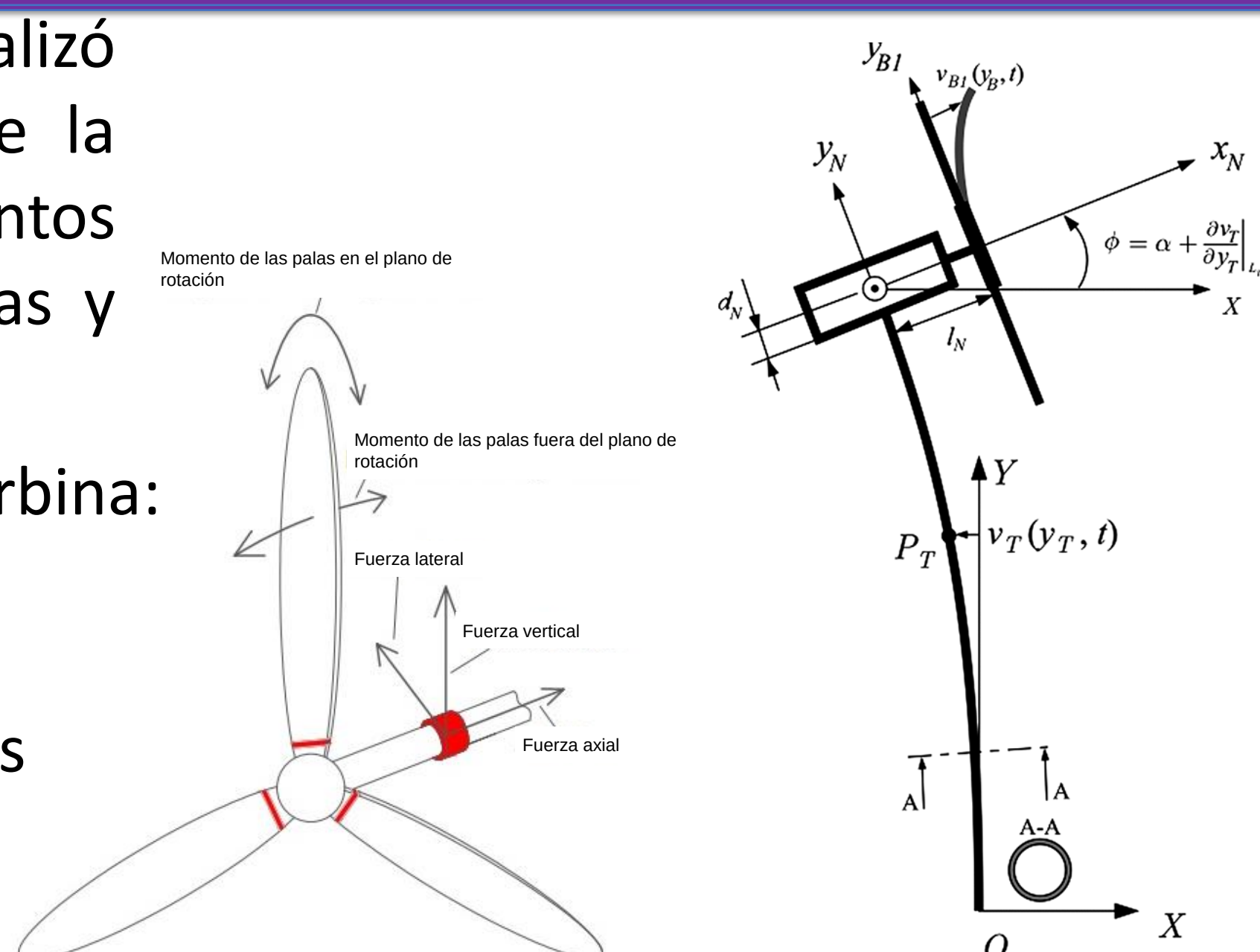


Análisis de Fatiga

La comparación se realizó sobre distintas cargas de la turbina: los momentos principales sobre las palas y la torre.

Tipos de Cargas en la turbina:

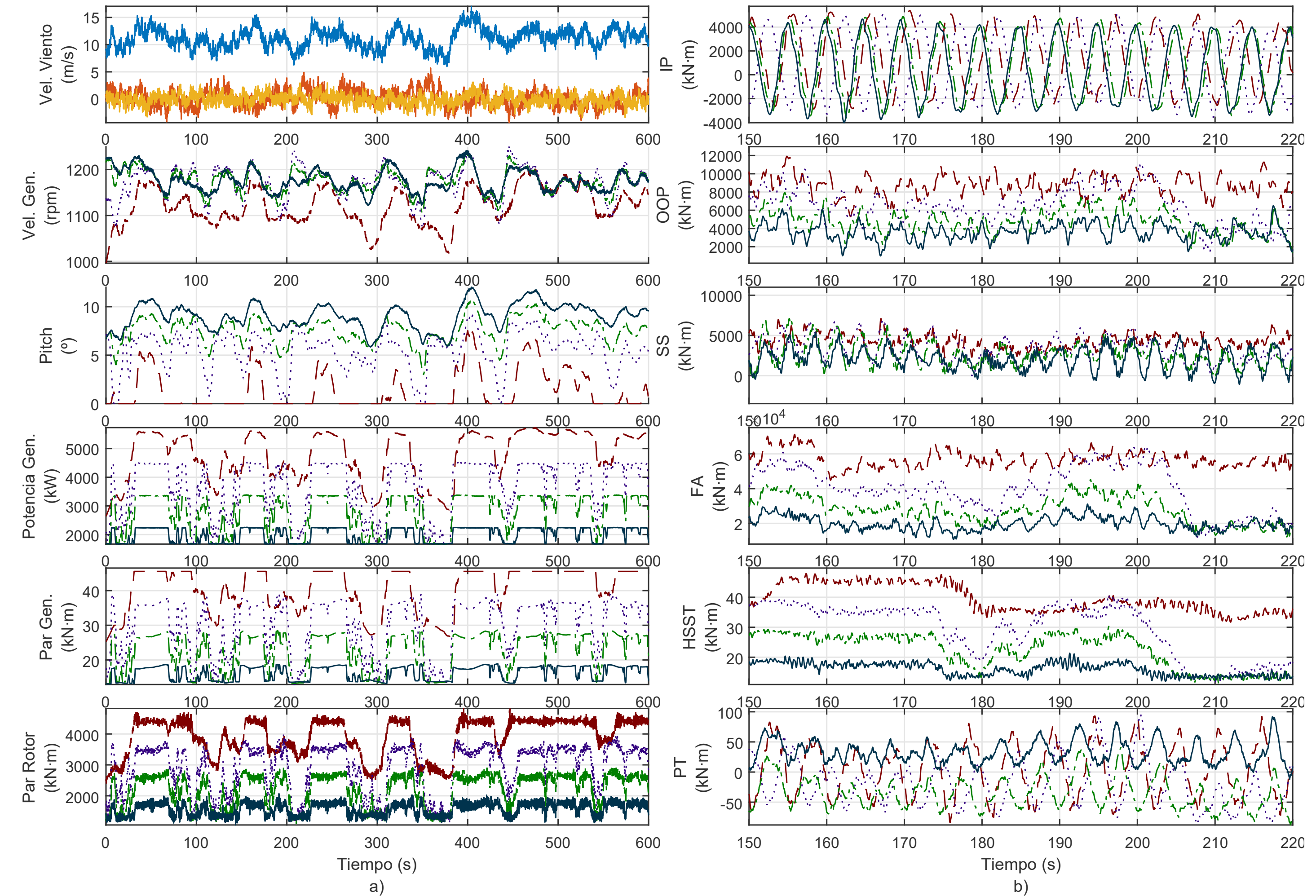
- Aerodinámicas
- Gravitacionales
- Interacciones dinámicas
- Operacionales



Procedimiento y Simulaciones

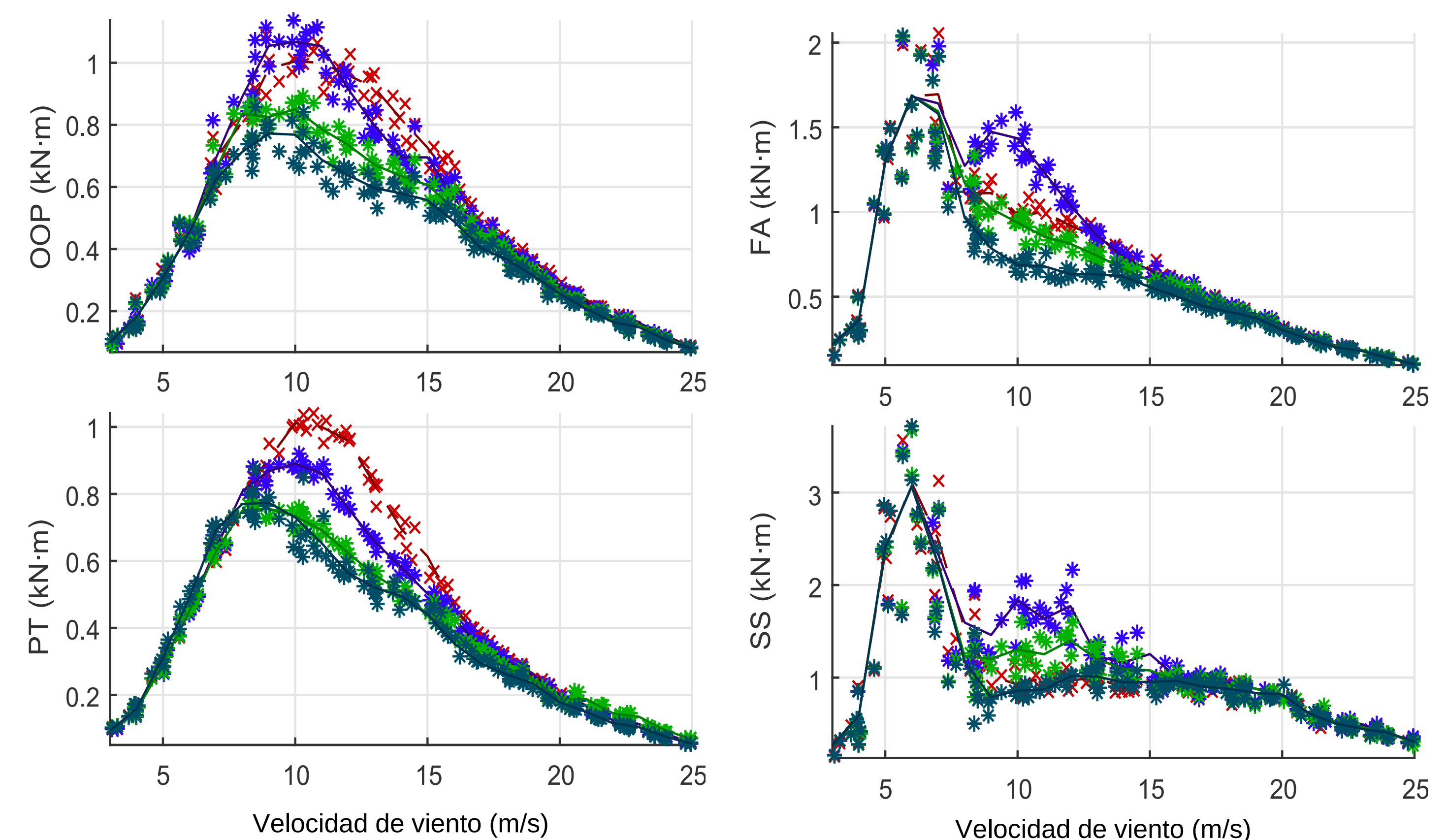
- Se generaron perfiles de vientos turbulentos realistas en forma estocástica, utilizando TurbSim ($3 < V_m < 25$).
- Se utilizó el simulador aeroelástico FAST con todos los grados de libertad de una turbina eólica, realizando un total de 552 simulaciones.
- Se calcularon las cargas de daño equivalentes (DELs), útiles para realizar la comparación, mediante Mlife, siguiendo las recomendaciones de la Norma de la IEC.

En la figura se muestra un set de simulaciones, con $v_m=11\text{m/s}$.



Resultados

Se presentan cuatro de las cargas equivalentes pesadas con una distribución anual de viento típica y normalizadas. En rojo la turbina sin CAP, en azul al 80%, en verde claro al 60% y en aqua al 40%. En la tabla se resumen las cargas obtenidas con los distintos niveles de CAP para cada una de las cargas.



referencia (%Pn)	OOP	PT	FA	SS
80	0,9762	0,8633	1,0533	1,0268
60	0,8451	0,7683	0,9726	0,9948
40	0,7866	0,7423	0,943	0,9817

Conclusiones y Trabajo Futuro

- Se concluye que el CAP afecta directamente a las cargas mecánicas del aerogenerador. Dependiendo de la sollicitación de potencia, los esfuerzos mecánicos a los que se expone la turbina eólica varían de distintas formas.
- Con el controlador estudiado, un plan de referencia al 80% resulta en una disminución de la fatiga en las palas pero un aumento en la de la torre. Esto da lugar a consideraciones de diseño si se planea utilizar un aerogenerador con este esquema de reserva.
- Como trabajo a futuro, se plantea el diseño de controladores que puedan trabajar en todos los niveles de potencia sin empeorar ninguna de las cargas.

ESTRATEGIA MPPT PARA CONDICIÓN DE SOMBRAS PARCIALES

Inthamoussou, Fernando A. y Valenciaga, Fernando

Grupo de Control Aplicado – LEICI (UNLP-CONICET)

{intha,fval}@ing.unlp.edu.ar

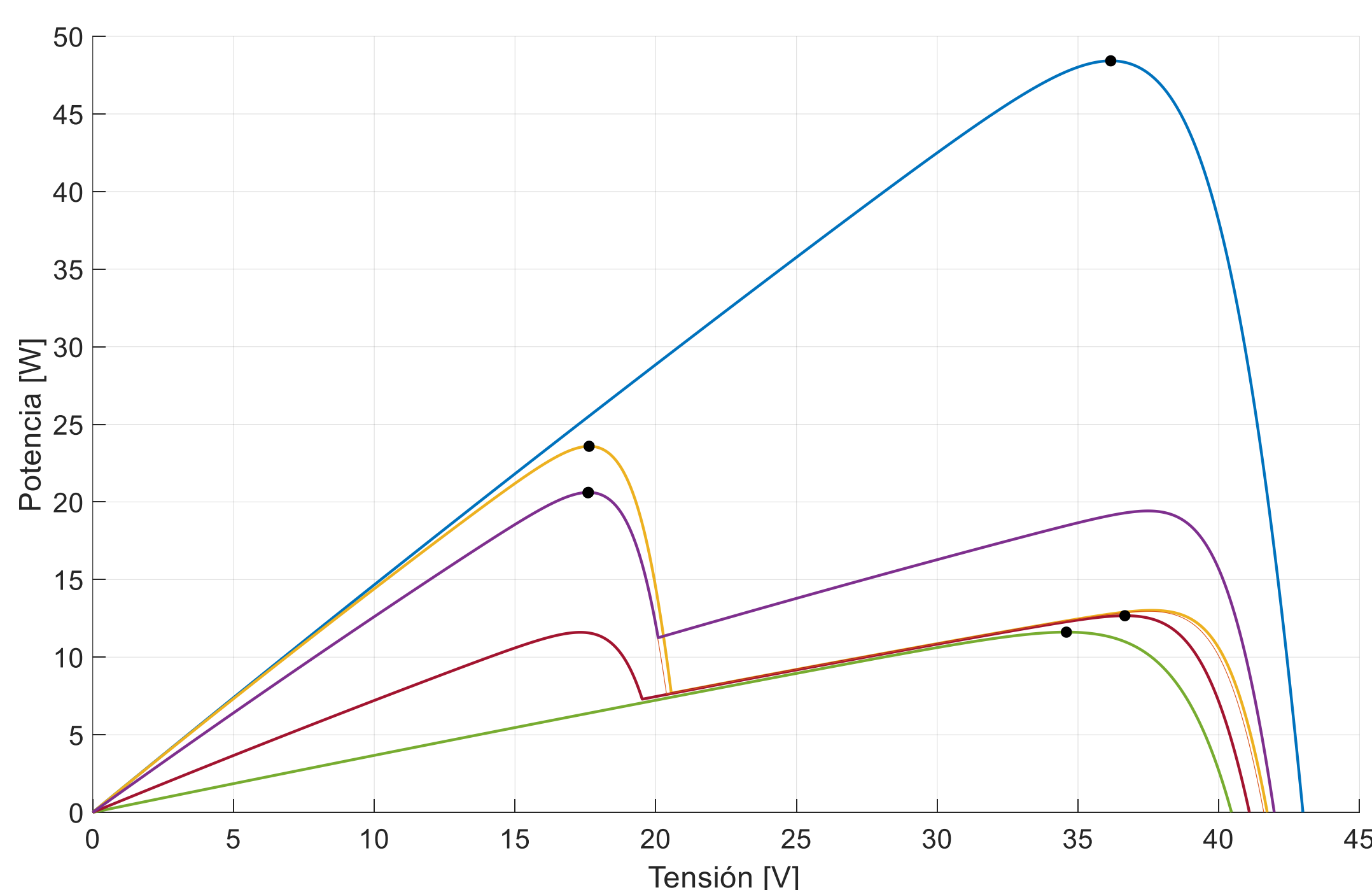
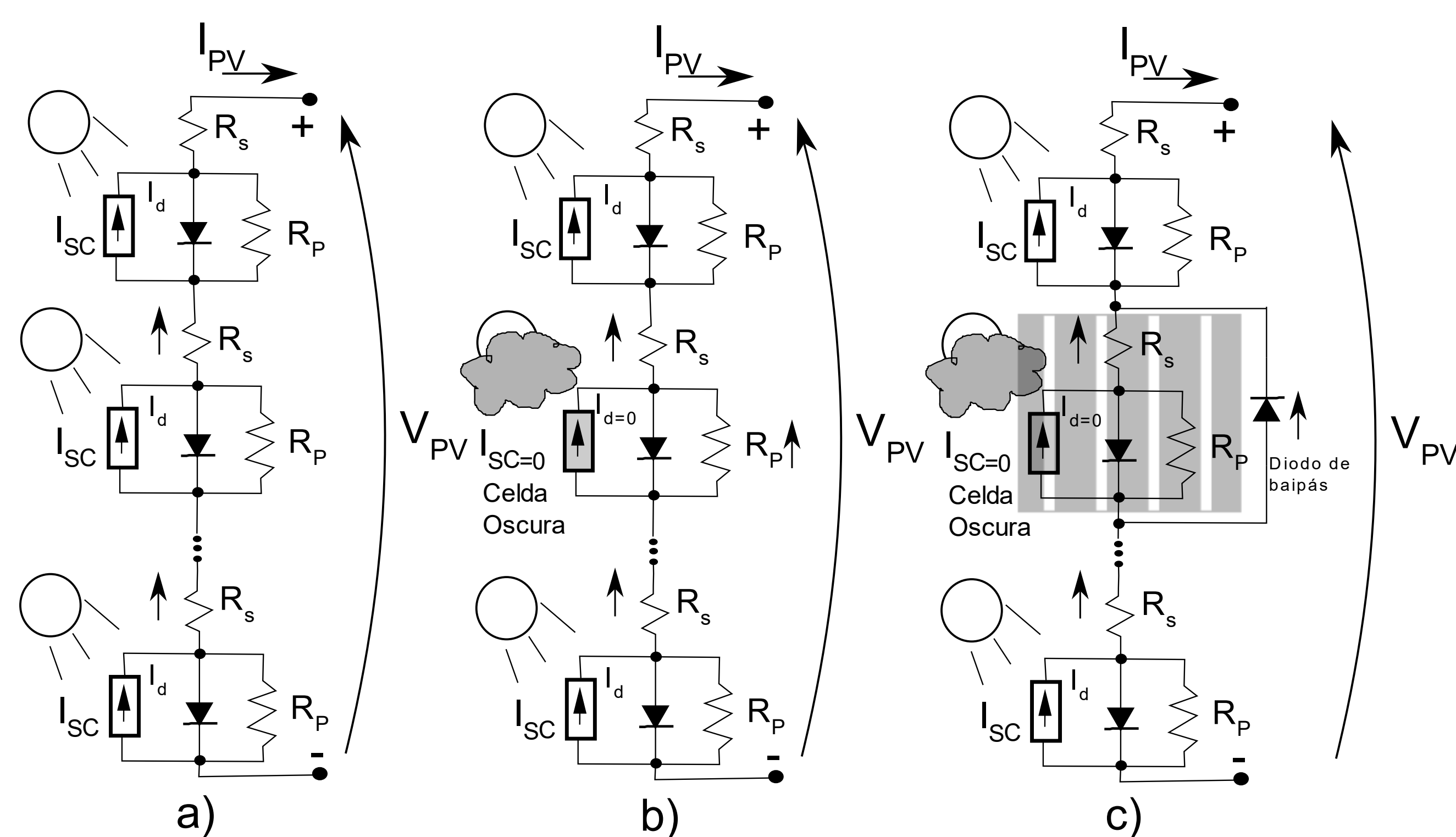
Resumen

En este trabajo se presenta una estrategia para el alcance y seguimiento del Punto de Operación de Máxima Potencia (POMP) de sistemas fotovoltaicos. La propuesta resuelve el objetivo planteado tanto para condiciones de incidencia de radiación uniforme como para el caso de existencia de sombras parciales aún considerando valores de radiación variantes en el tiempo. La metodología se basa en la realización de un barrido de la característica

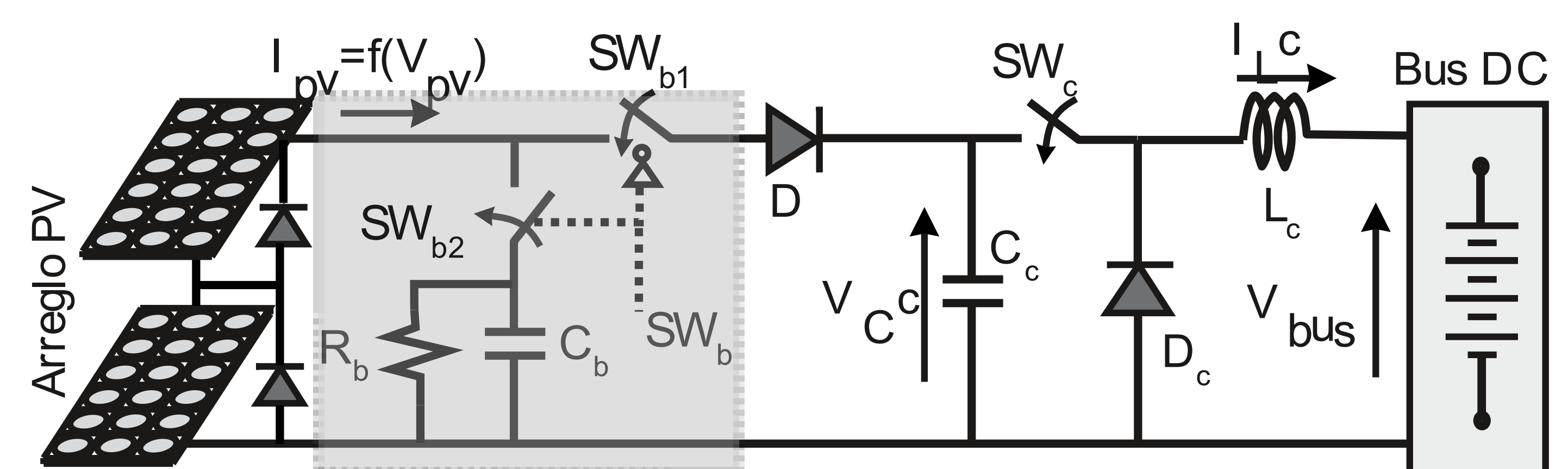
tensión-potencia del arreglo fotovoltaico sin afectar el nivel de potencia entregado por el mismo. Este barrido permite identificar tanto el valor de potencia como la tensión a la cual se produce el POMP. El valor de esta tensión se usa entonces como referencia de un lazo cerrado de control basado en modos deslizantes (MD) de primer orden, que logra forzar la operación sobre el punto óptimo. El barrido se realiza utilizando un circuito

sencillo ubicado entre el convertidor y el arreglo fotovoltaico que puede adaptarse a cualquier topología. Su breve duración hace que la potencia suministrada a la carga no se vea interrumpida, pudiendo así repetirse el ensayo periódicamente evitando el empleo de estrategias de seguimiento del POMP asociadas. El desempeño de la propuesta se evalúa mediante resultados de simulación.

Sombras parciales



Sistema



Se fijó como tiempo total de barrido el correspondiente a un período de conmutación del convertidor, del orden de $25\mu s$.

$$v_{C_b} = \frac{1}{C_b} \int_0^t I_{CC} dt \longrightarrow \Delta v_{C_b} = \frac{1}{C_b} I_{CC} \Delta t$$

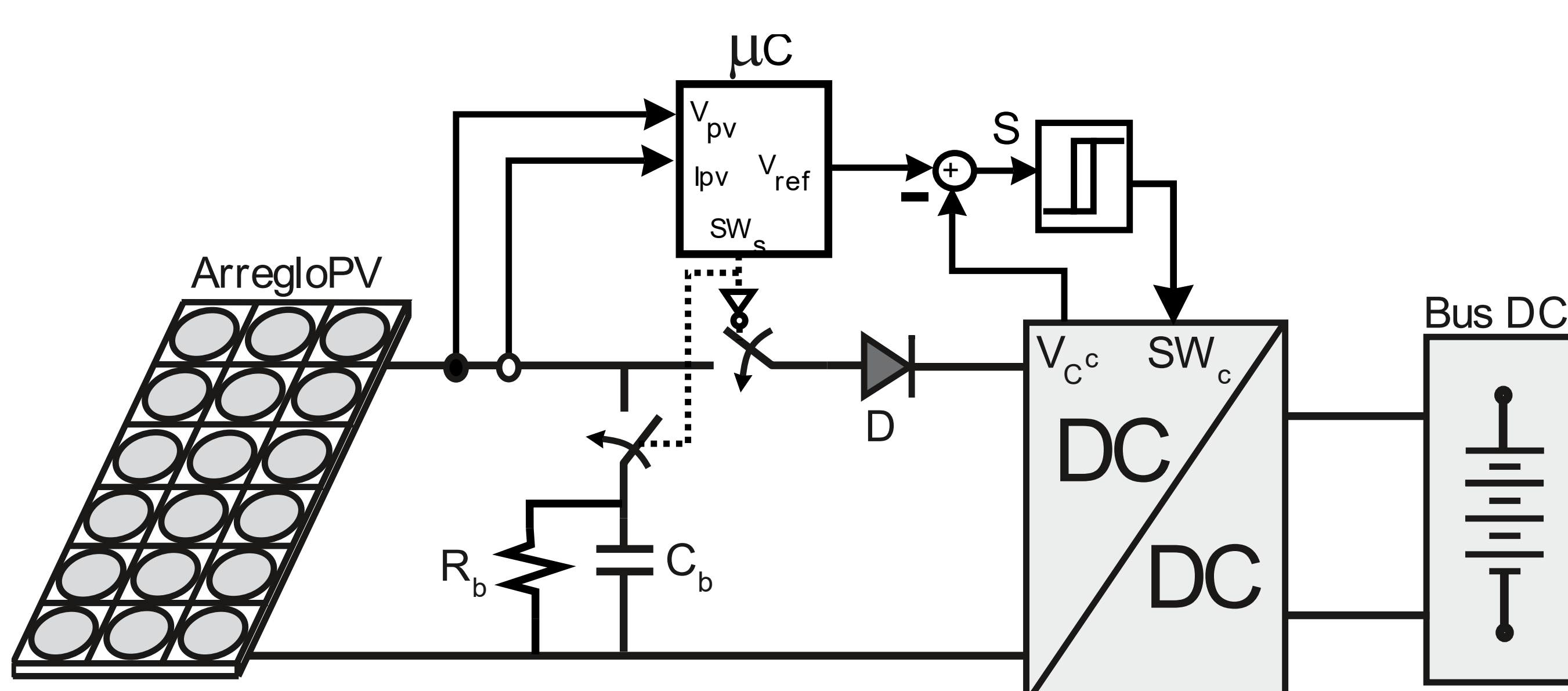
$$C_b = \frac{I_{CC} \Delta t}{\Delta v_{C_b}} \longrightarrow C_b = \frac{1,86 A \times 25 \mu s}{43 V} = 1,08 \mu F \longrightarrow 1 \mu F$$

Asumiendo que el barrido se realiza cada $20 ms$ y considerando un tiempo de descarga (t_d) de dos constantes de tiempo ($\tau = R_b C_b$), el valor de R_b resulta:

$$t_d = 2 \times R_b \times C_b \Rightarrow R_b = \frac{t_d}{2 \times C_b} \longrightarrow 10 k\Omega$$

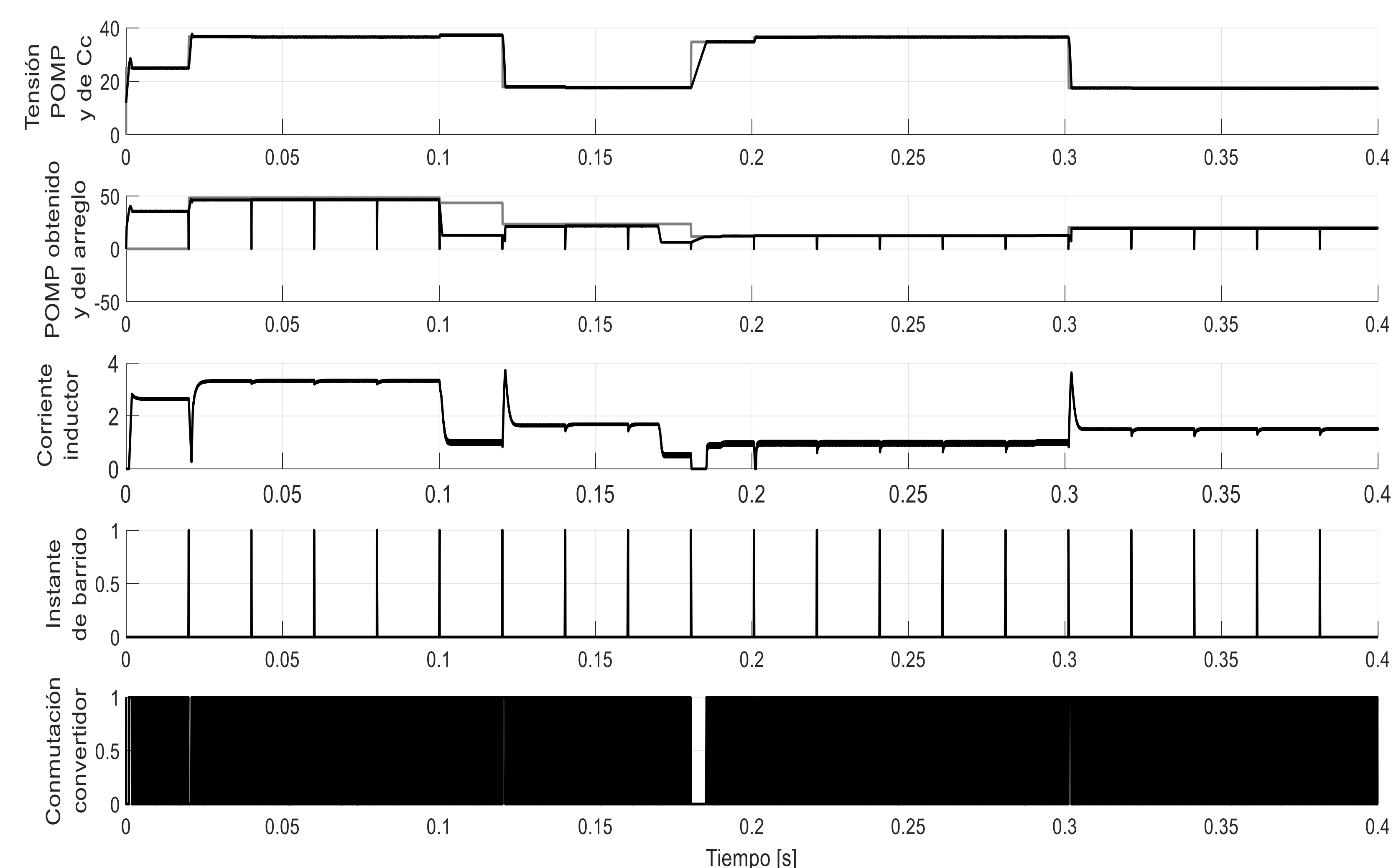
La frecuencia de muestreo se fijó en 1 MSPS resultando en un total de 25 muestras dentro del período que determina la excursión de la corriente de cortocircuito.

Control



$$\begin{cases} \dot{V}_{C_c} = \frac{I_{pv}(V_{C_c})}{C_c} - \frac{I_{L_c}}{C_c} SW_c \\ \dot{I}_{L_c} = -\frac{V_{bus}}{L_c} + \frac{V_{C_c}}{L_c} SW_c \end{cases} \quad SW_c = \frac{1 + \text{sign}(V_{C_c} - V_{ref})}{2}$$

Resultados



Conclusiones

Se presentó una estrategia para el seguimiento del POMP en arreglos fotovoltaicos, tanto para condiciones de radiación uniforme como de sombras parciales. Los resultados obtenidos muestran la aplicabilidad de la

propuesta y el buen desempeño de la misma. La gran velocidad de barrido en combinación con el control por modo deslizantes de primer orden permiten prescindir de la utilización de las técnicas comunes de seguimiento del

POMP. A pesar de ello, la topología presentada puede adaptarse naturalmente al empleo de estrategias de este tipo.

Desarrollo e integración de biorreactor para laboratorio biotecnológico

Martín Jamilis*, M. Teresita Castañeda, Sebastián Nuñez,
Grupo de Control aplicado, Instituto LEICI, Facultad de Ingeniería, UNLP-CONICET.
martin.jamilis@ing.unlp.edu.ar, <http://gca.ing.unlp.edu.ar>

1. Introducción

La factibilidad económica de muchos bioprocesos depende de su productividad, que es afectada por factores como la concentración de nutrientes en el medio de cultivo, el sistema de cultivo (batch, fed-batch o continuo) o condiciones ambientales como la temperatura, pH, oxígeno disuelto (DO) y acidez/alcalinidad.

Para lograr un correcto desarrollo del proceso, buena parte de ellos se realiza en (bio)reactores que permiten una mejor monitorización y control de las condiciones físicoquímicas, homogeneidad, y esterilidad si se requiere.

Internacionalmente, pocas compañías comercializan sistemas de biorreactores con niveles altos de instrumentación y control (temperatura, pH, DO, nivel y espuma como mínimo) y software desde el que se pueda controlar dosificación de medios

de cultivo, monitorizar y almacenar datos de las variables medidas.

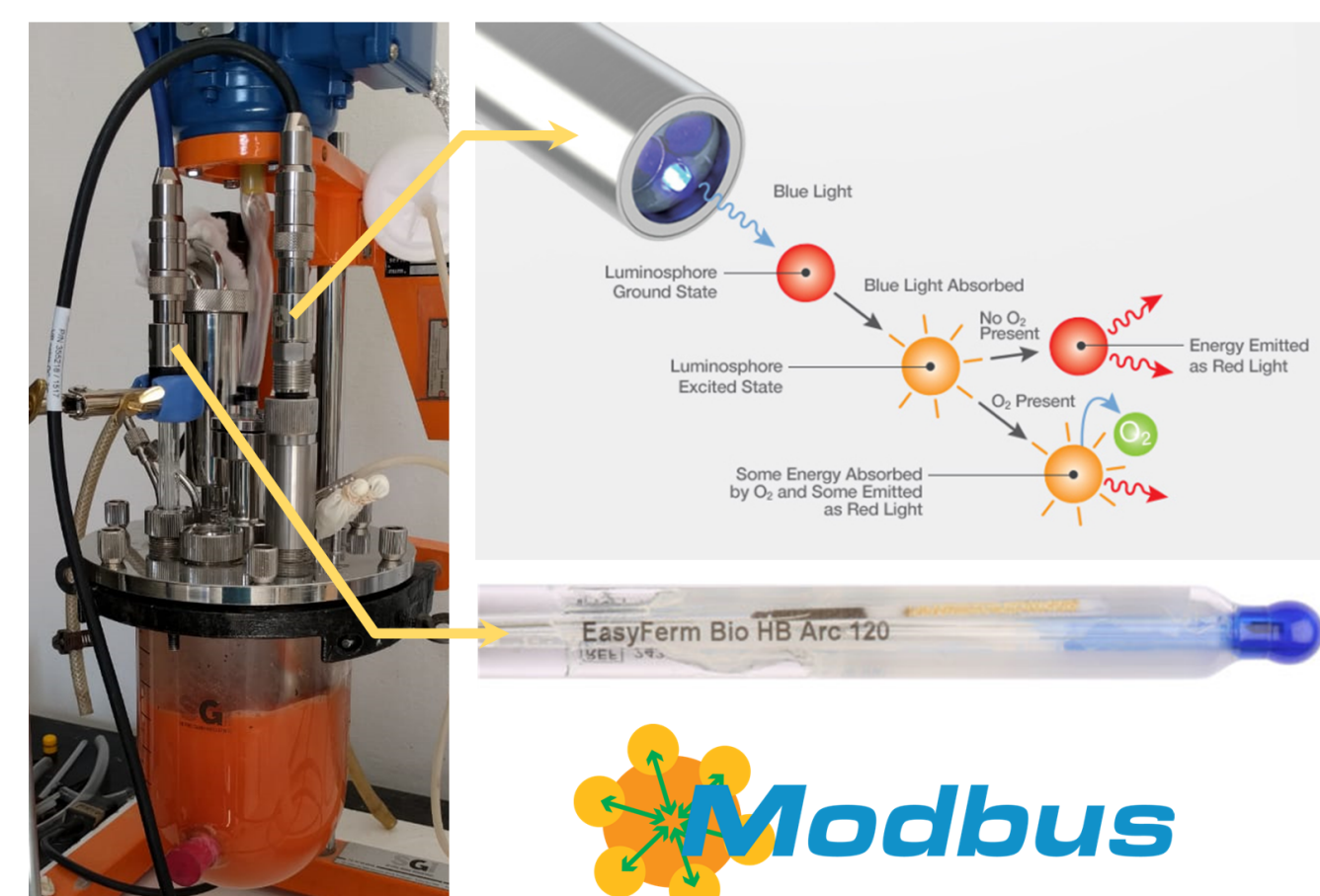
Además del elevado costo de un sistema completo (aprox. US\$40.000 sin contar gastos de importación), es frecuente la falta de flexibilidad para configurar parámetros de adquisición y control, como tasas de muestreo o la arquitectura de los controladores, o bien, para la creación de nuevos lazos de control no contemplados por el fabricante.

Este trabajo describe los avances de un proyecto para desarrollar prototipos de biorreactores altamente instrumentados y controlados, priorizando la integración de hardware industrial estándar con costos razonables, desarrollo de dispositivos electrónicos y software flexible en su configuración y modificación.

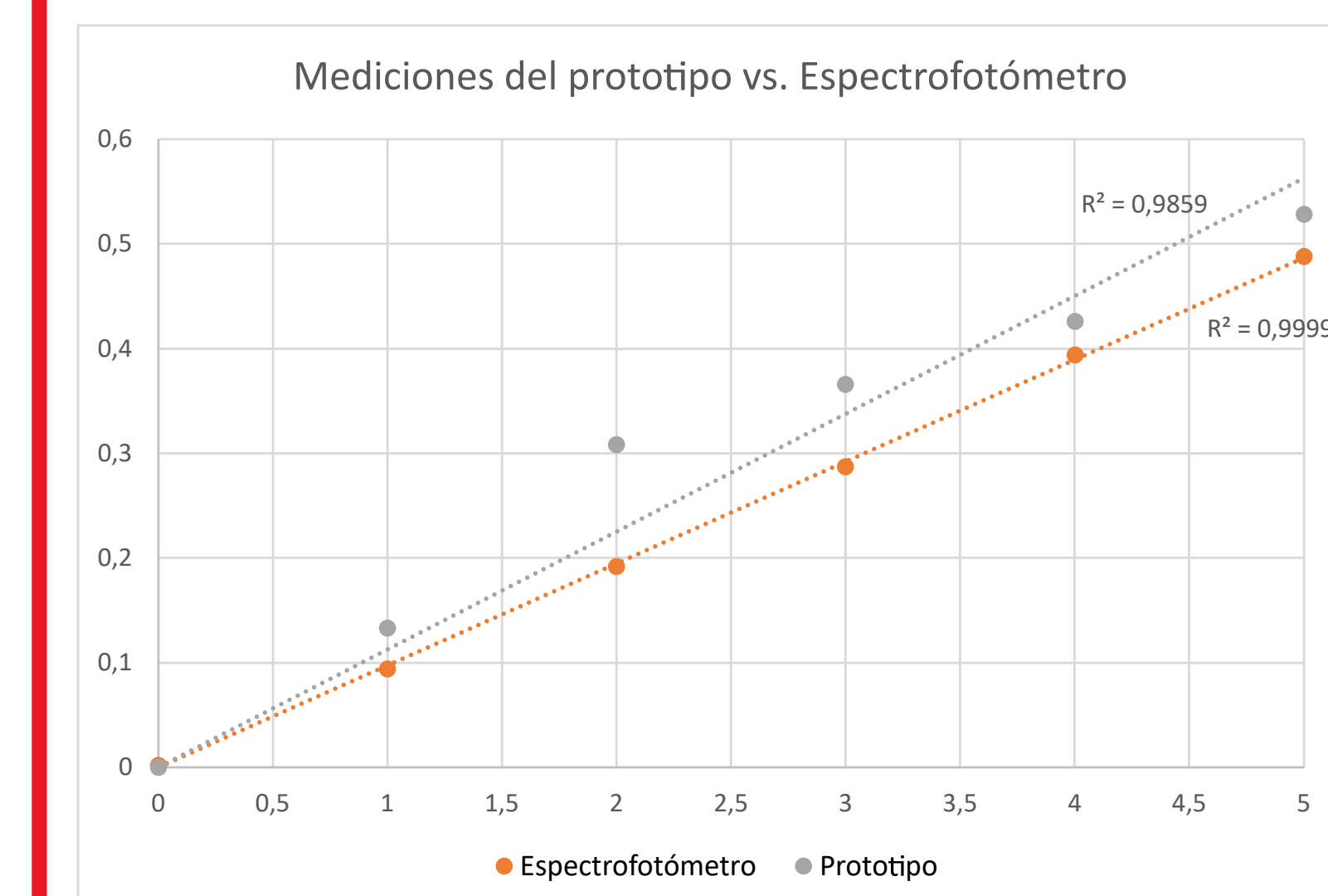
2. Sensores

Oxígeno disuelto (DO): Hamilton VisiFerm DO Arc, óptico, con exactitud de $\pm 0.5\%$ – vol y rango de 0% – sat– 300% – sat. Comunicación digital Modbus RTU.

pH: Hamilton EasyFerm Bio Arc, potenciométrico, rango de 0 pH – 14 pH , sensibilidad de 57 mV/pH a 25°C y exactitud de $\pm 0.02\text{ pH}$. Salida digital por Modbus RTU.



Caudal de aire: Honeywell Zephyr HAF BLF0750CAAX5, transferencia de calor en micropuente, rango de $0\text{ cm}^3\text{ min}^{-1}$ – $750\text{ cm}^3\text{ min}^{-1}$, exactitud de $\pm 10\%$. Salida analógica.



Concentración microbiana: prototipo de desarrollo propio para medición de densidad óptica (OD) a 625 nm . Validado empleando una suspensión madre de *S. cerevisiae* con una OD a 625 nm de $4,315 \pm 0,086$ equivalente a $2,234\text{ g L}^{-1}$, para elaborar una curva de calibración en un rango de OD_{625} de 0 a 1 . Las determinaciones del prototipo se contrastaron con las de un espectrofotómetro Beckman modelo DU.

3. Actuadores

Agitación: motor de inducción trifásico Kaifa de 4 polos, 0.25 HP y velocidad nominal 1500 rpm y variador de frecuencia WEG CFW-10, comandado analógicamente por una tensión de 0 a 10 V . El variador tiene una resolución de 0.1 Hz , equivalente a 3 rpm con el motor utilizado.

Inyección de aire: bomba de acuario Atman At-704, rango de 5 a 300 L h^{-1} . Se desarrolló un circuito electrónico para controlar el caudal mediante PWM o con una tensión entre 0 y 5 V .



Dosificación de medios de cultivo: bomba peristáltica Prefluid BL-100, rango de caudal de 0.021 mL min^{-1} – 843 mL min^{-1} . Comandable remotamente por $4\text{--}20\text{ mA}$ o RS485 utilizando un protocolo compatible con Modbus RTU.

Dosificación de otros fluidos: para dosificación de soluciones ácida, base y, antiespumante, se desarrollaron bombas peristálticas de menor porte. Su caudal o el volumen desplazado se puede comandar por RS485 mediante Modbus RTU.

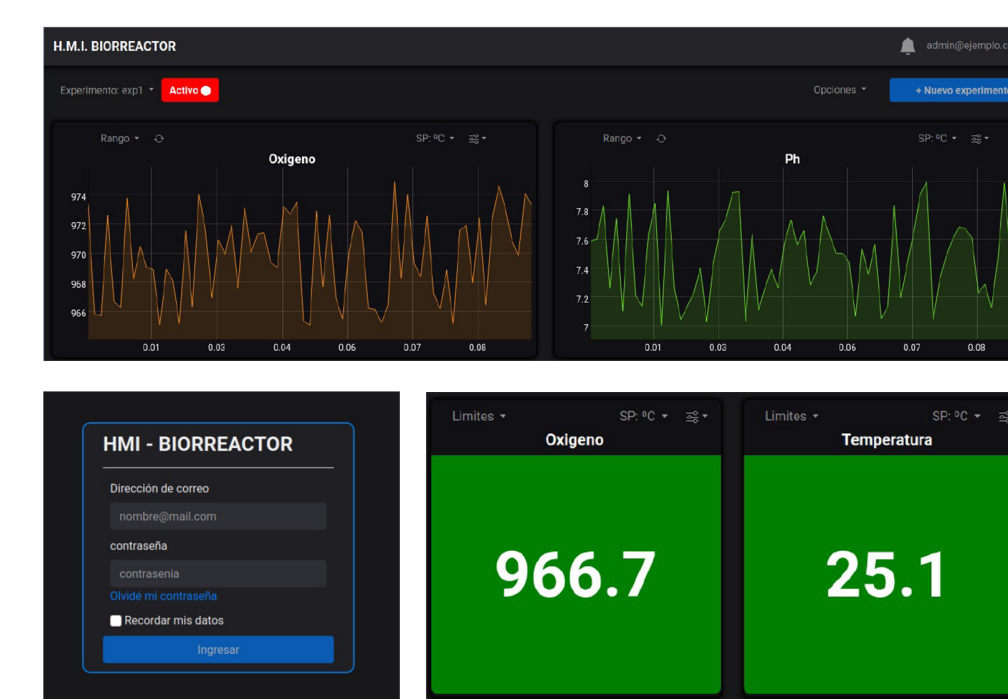
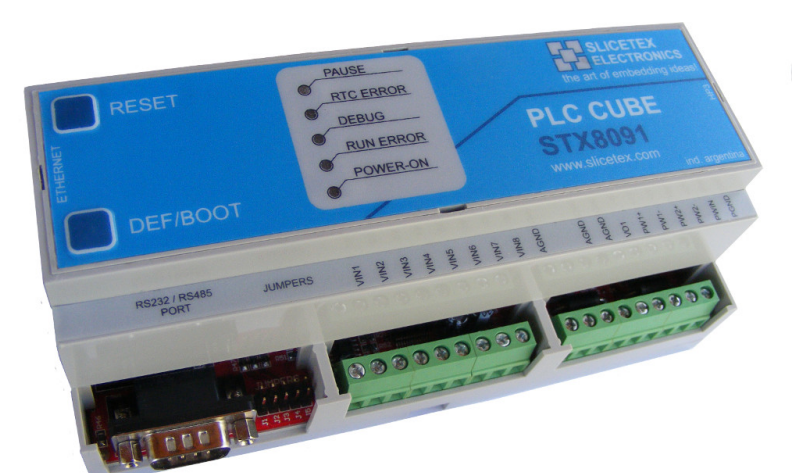
5. Conclusiones

Si bien aún resta completar muchas tareas para completar el equipo y realizar mejoras a los sensores, actuadores y lazos de control desarrollados, el avance del proyecto muestra la capacidad de desarrollo de un sistema de monitoreo y control con similares prestaciones a los de marcas internacionales.

A partir de la implementación de los lazos de control de pH y oxígeno disuelto, ya es posible realizar cultivos de varios días en el biorreactor y almacenar la información de sensores y actuadores. Esto resulta un avance muy importante para el desarrollo de la línea de control y monitoreo de bioprocesos del grupo de

4. Dispositivos de control y visualización

Control: PLC Slicetex Electronics STX-8091-A2, con múltiples entradas y salidas analógicas y digitales, puertos Ethernet y RS232/RS485. Se comunica con sensores y actuadores por Modbus RTU y con el software de adquisición y monitoreo por UDP o Modbus TCP. Ejecuta todas las tareas de adquisición y control.

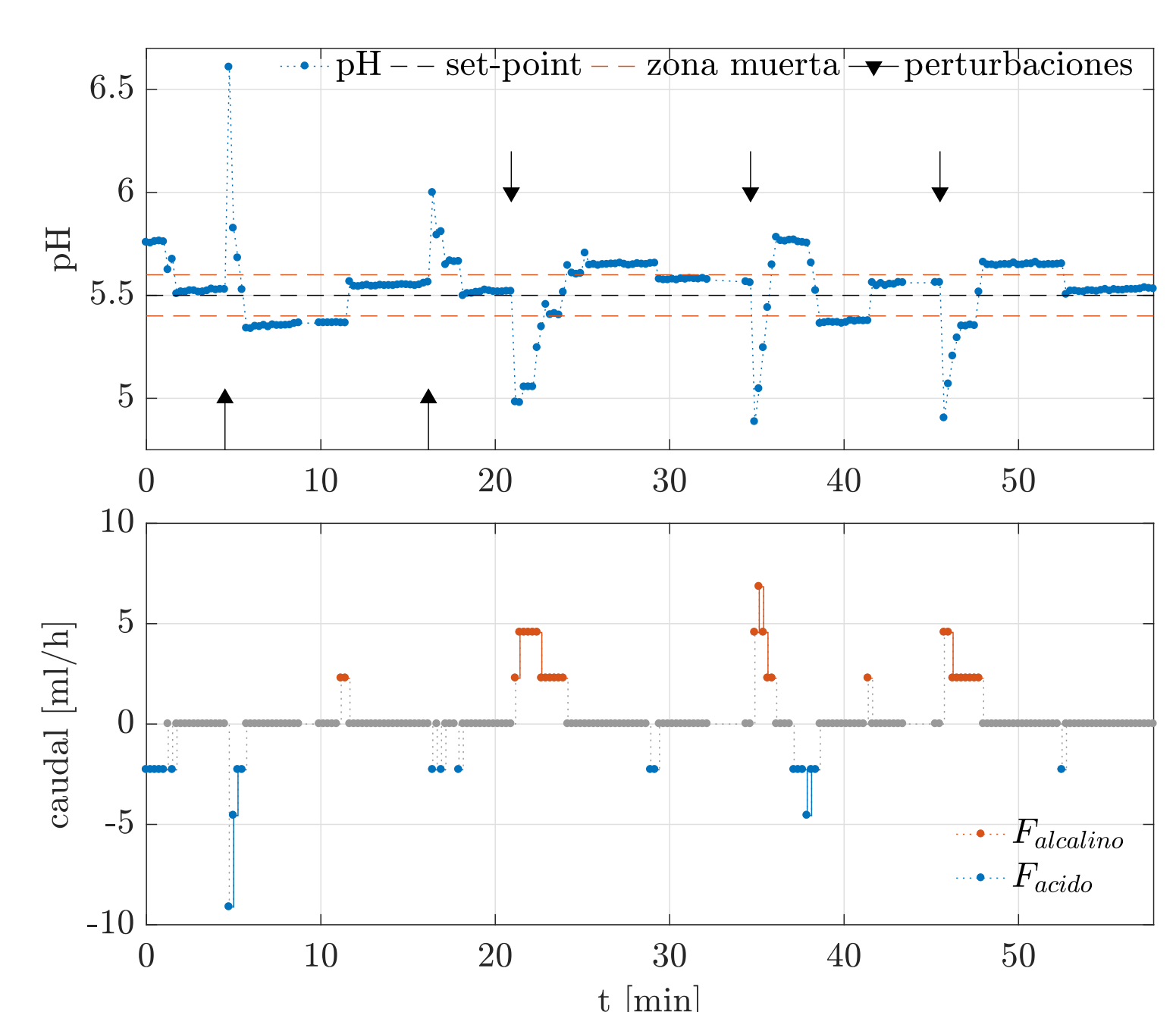
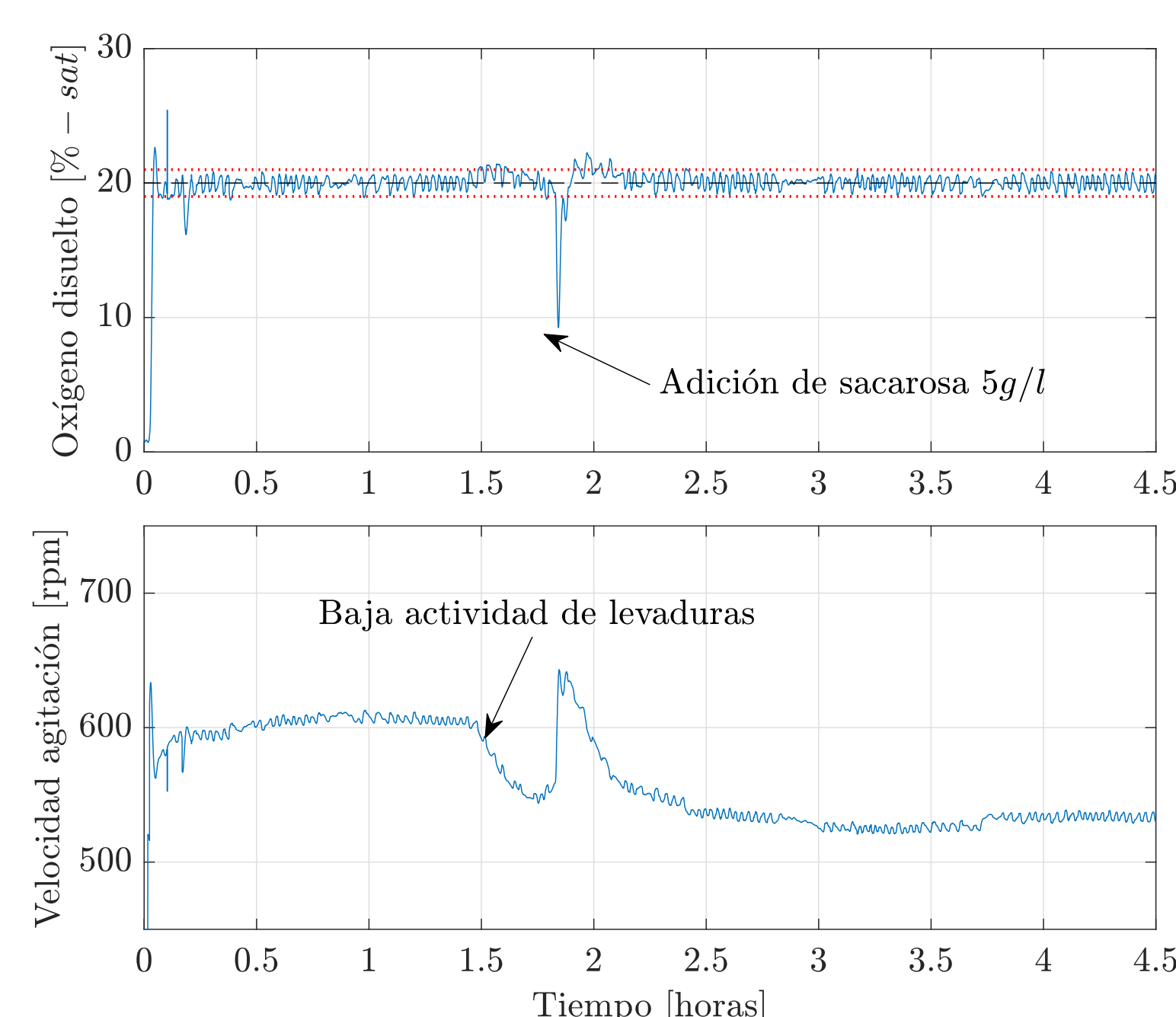


Adquisición y visualización de datos: en los ensayos se usó una Raspberry Pi 3 B+ con un panel táctil y software ad-hoc (Python + Matplotlib). Adicionalmente, se está desarrollando una aplicación web (node.js + PostgreSQL + Dygraphs) que agrega configuración del proceso y lazos, gestión de usuarios y permisos, y exportación de datos.

5. Lazos implementados

Control de oxígeno disuelto: mediante manipulación del caudal de aire inyectado y velocidad de agitación. Se ensayaron estrategias SISO mediante controladores PID sintonizados mediante reglas de Ziegler y Nichols. Se validó experimentalmente en un cultivo batch con pulsos de alimentación de FCE de *R. toruloides* en un biorreactor de 2 L .

Control de pH: mediante la adición de solución ácida o alcalina por dos bombas peristálticas. El comando lo realiza un controlador PID, sintonizado en base al modelo de la planta, que incluye una zona muerta para evitar la dosificación continua de soluciones. Se ensayó experimentalmente en condiciones no amortiguadas sin inocular al biorreactor, produciendo perturbaciones de pH artificialmente mediante la adición de pequeños volúmenes de solución ácida o alcalina.



trabajo.

Adicionalmente, el conocimiento y los resultados obtenidos del desarrollo se pueden extender a plantas piloto industriales o pymes familiares. Por ejemplo, el sistema de adquisición y control puede ser usado en biodigestores o *raceways* con microalgas, donde los sensores y actuadores son similares.

Finalmente, cabe destacar que en el proyecto han participado varios alumnos de las carreras de Ingeniería en Electrónica y Computación en el marco de trabajos finales y prácticas profesionales supervisadas.

INFLUENCIA DE LAS ONDULACIONES GEOIDALES EN SECTORES REDUCIDOS



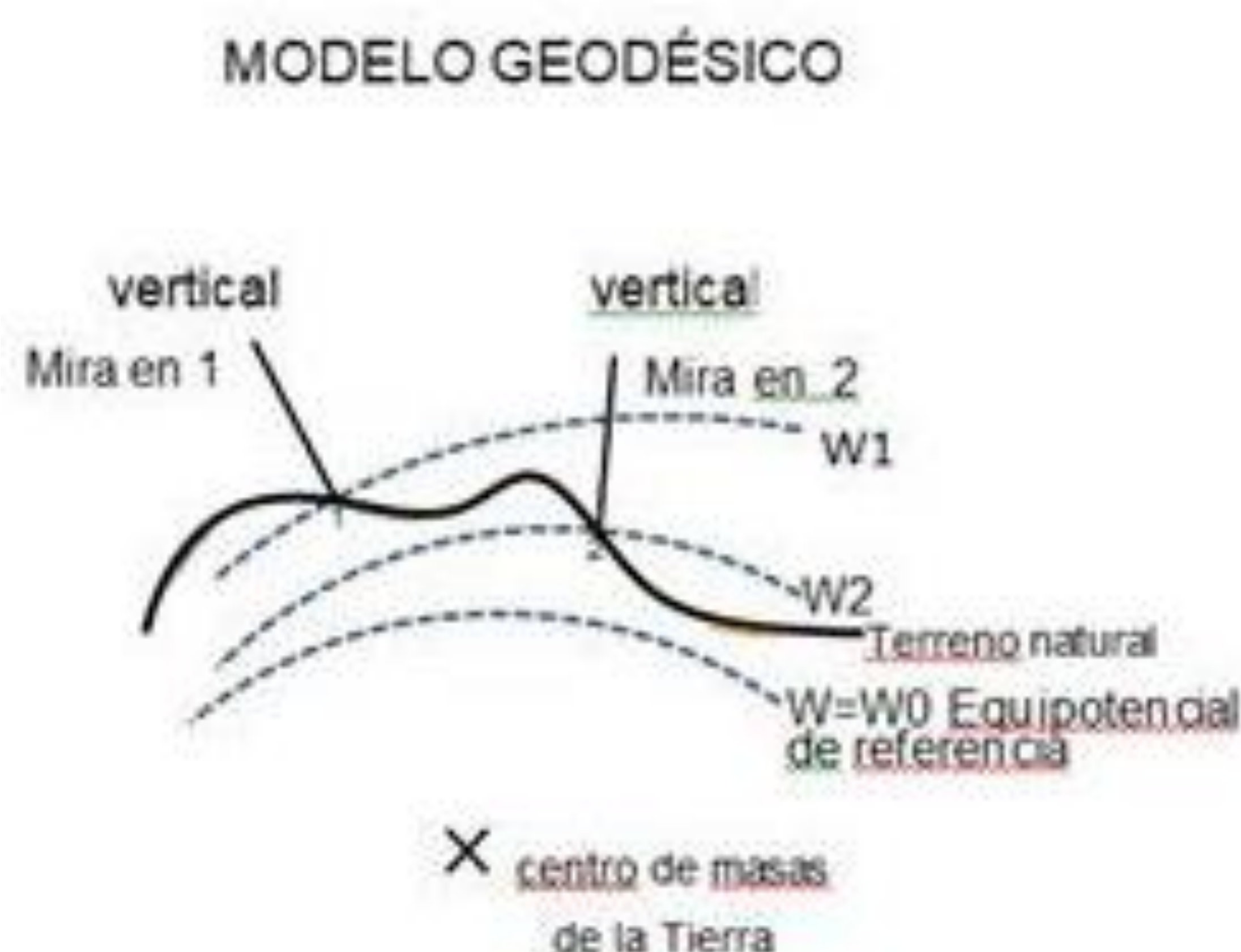
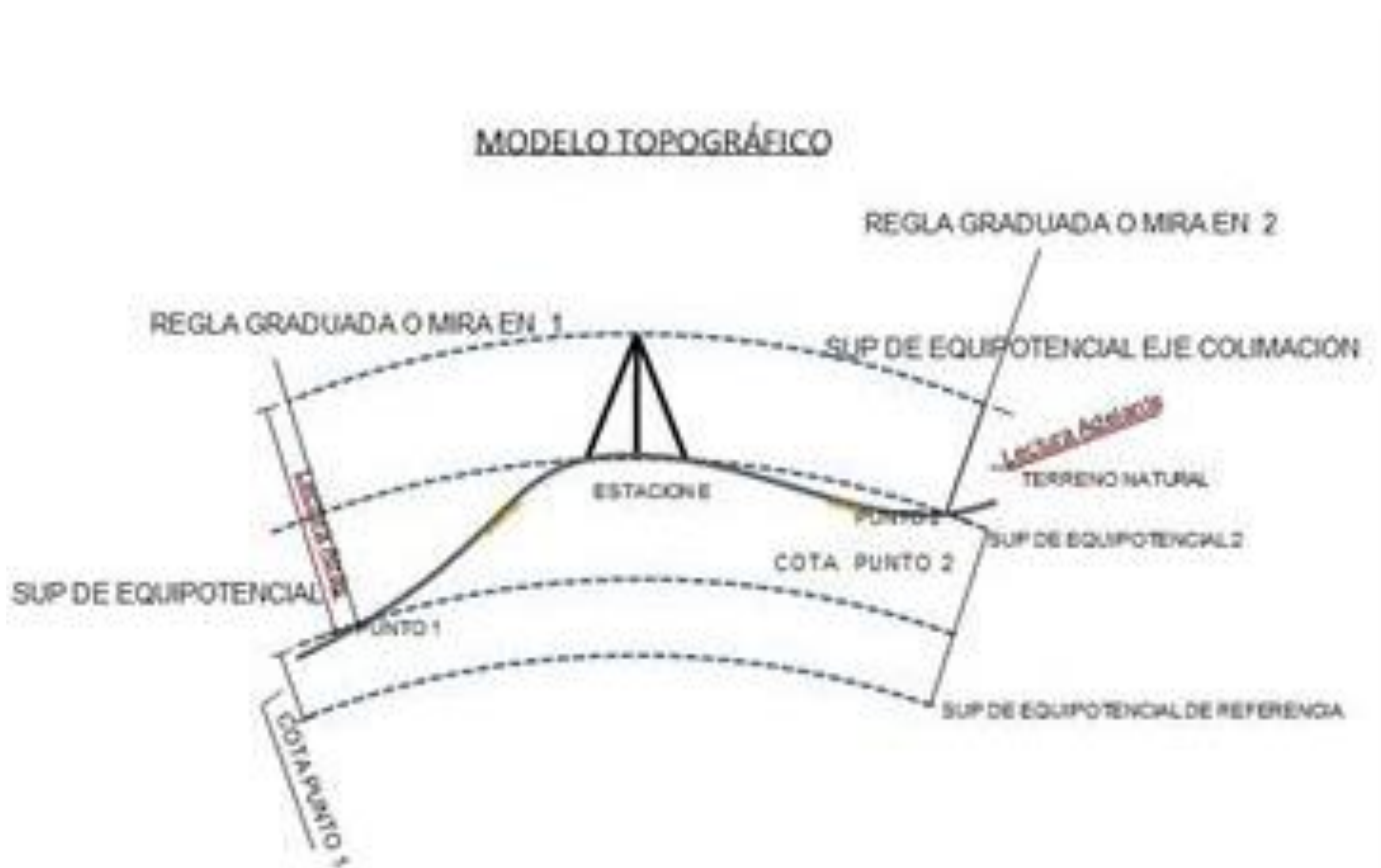
Justo Claudio Eduardo¹, Calandra María Valeria²

¹ Departamento de Agrimensura-GAMEFI, Facultad de Ingeniería, UNLP, claudio.justo@ing.unlp.edu.ar

² Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, mava_calandra@hotmail.com

Palabras claves: geoide, redes altimétricas, mínimos cuadrados, agrimensura, altimetría

Resumen: Se muestra la influencia de las ondulaciones geoidales en las alturas elipsoidales para una red altimétrica topográfica de reducida extensión. Al integrar observaciones de distintos sistemas de alturas, se verifica que estas ondulaciones puede alcanzar la misma magnitud que las causas de origen aleatorio típicas del el uso de instrumental topográfico,



Intentar resolver problemas de escurrimiento con sólo conceptos geométricos puede llevar a resultados inexactos. Esta falta de paralelismo hasta hace pocos años sólo podía evaluarse mediante observaciones directas comparando resultados entre los sistemas GNSS y los sistemas tradicionales de altimetría. Hoy en día gracias a herramientas institucionales como Web GEOIDE-Ar16 rápidamente se puede tomar conocimiento de las ondulaciones geoidales en forma puntual y así poder, evaluar la magnitud de estas variaciones con respecto a las incertidumbres esperadas o encontradas luego de un ajuste de observaciones en un sector de obra.

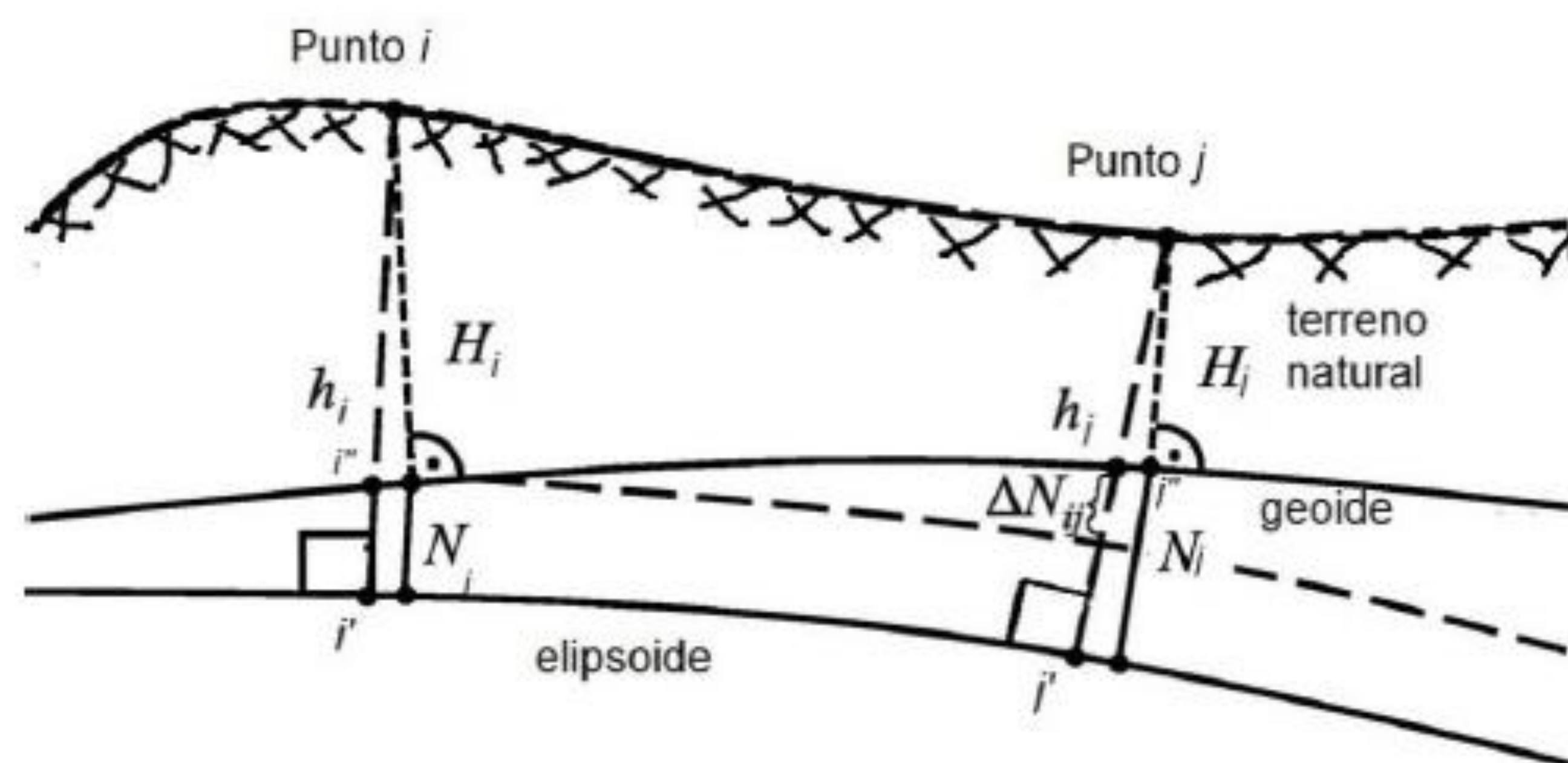


Tabla 1: Influencia de las ondulaciones en las alturas elipsoidales h

	Agrim.Vieja	Agrim.Nueva	Química 2	Decanato	Partenón
Alturas Ortométricas(H)	15.914	17.960	19.577	19.181	16.179
1 y 47 N ₁ =16.150	32.064	34.110	35.727	35.331	32.329
1 y 50 N ₂ =16.148	32.062	34.108	35.725	35.329	32.327
117 y 47 N ₃ =16.153	32.067	34.113	35.730	35.334	32.332
117 y 50 N ₄ =16.149	32.063	34.109	35.726	35.330	32.328
N promedio= 16.150	32.064	34.110	35.727	35.331	32.329

Determinación de incertidumbres en el Ajuste por Mínimos Cuadrados Ponderados

$$V(\hat{X}) = \sigma_{\hat{x}}^2 = \sigma^2 \cdot (A^t \cdot W \cdot A)^{-1} = \sigma^2 \cdot Q_{\hat{x}}$$
$$V(e) = \sigma_e^2 = \sigma^2 \cdot (W^{-1} - A \cdot (A^t \cdot W \cdot A)^{-1} \cdot A^t) = \sigma^2 \cdot Q_e$$
$$V(\hat{y}) = \sigma_{\hat{y}}^2 = \sigma^2 \cdot A \cdot (A^t \cdot W \cdot A)^{-1} \cdot A^t = \sigma^2 \cdot Q_{\hat{y}}$$

Conclusiones:

- La herramienta Web GEOIDE-Ar16 es un buen recurso para el conocimiento a priori del comportamiento geoidal en la zona y así prever la influencia de las ondulaciones geoidales en las alturas a determinar.
- El modelo de plano paralelo único representado por una única determinación de N muestra limitaciones cuando se realiza un estudio de errores discriminando, estos, entre sesgos e incertidumbres.
- La adopción de modelos más complejos pero representativos de las ondulaciones es posible mediante planos que pasen por tres valores de N en la zona de trabajo. Incluso con más puntos puede pensarse en la adopción de superficies curvas.
- La Tabla 1 muestra las implicancias directas de mantener en un levantamiento diferentes modelos de transformación.
- La estrategia de transformación entre alturas ortométricas H y geodésicas h debe estudiarse en forma conjunta con el diseño de las tareas de campo siempre que esté previsto este tipo de modalidad híbrida de levantamiento altimétrico.
- El estudio previo puede hacerse mediante la matriz de varianza covarianza de los parámetros estimados tomando como variable la varianza del ajuste

Autores:

P. Malvé *, V. Nadal Mora, S. Pezzotti y A. Di Bernardi

Grupo de Transporte Aéreo - GTA,

UIDET GTA- GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

E-mail: pablomalve27@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La industria aeronáutica experimentó un crecimiento exponencial en muchos aspectos conllevando innovaciones tecnológicas, y en el desarrollo y gestión de las infraestructuras aeroportuarias ante el incremento notable del tráfico aéreo, que a fines del año 2019, sufrió uno de los impactos más importante en su historia llegando a la frontera de una crisis sin precedentes. El advenimiento del COVID 19 y su posterior transformación en pandemia impactó y sigue impactando negativamente en todo el mundo y la industria aeronáutica no escapa a esta dura realidad más allá de que se vislumbra una recuperación en forma lenta y muy lejos de las proyecciones pensadas en el 2020.

Este trabajo presenta una perspectiva de los cambios requeridos en meteorología aeronáutica para hacer frente a este nuevo contexto de la industria, de la gestión del tráfico aéreo y en particular de la gestión aeroportuaria relacionado a los avances tecnológicos presentes.

II. DESARROLLO

De aquella evolución señalada precedentemente, citaremos solo algunos de los nuevos conceptos que se desarrollaron con la intención de optimizar la gestión del tránsito aéreo:

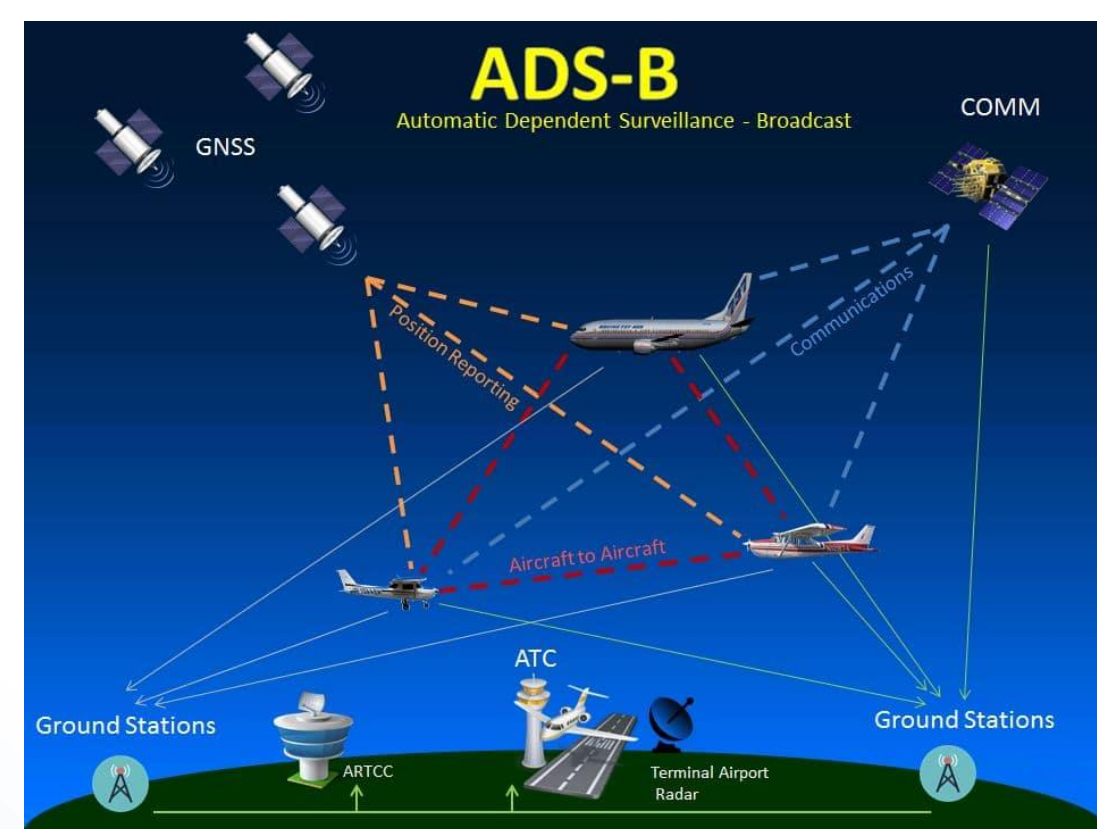
➤ Aumento de la capacidad del aeropuerto con llegadas basadas en tiempo TBS (Time Based Separation).

Nos permite modificar las separaciones entre aviones que se adaptan a las condiciones meteorológicas reinantes, con la particularidad de mantener constante un intervalo temporal, lográndose con ello la optimización de las capacidades operativas del aeropuerto.



➤ Utilización de la información emitida por los aviones y vehículos en tierra mediante el sistema ADS-B (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast).

Permite llegar a triplicar la capacidad y aumentar la seguridad en un factor de 10 utilizando la información emitida por los aviones y vehículos en tierra.



➤ Servicios de torres de control a distancia para aeropuertos pequeños

Supone una importante reducción de costos operativos para este tipo de aeropuertos, lo cual se traduce en una solución factible.



Que están generando nuevos usos aeronáuticos, los cuales van a exigir servicios de información meteorológica aeronáutica específicos.



Estos desafíos nos llevan a pensar que los servicios de información meteorológica aeronáutica deberán gestionarse a través de un nuevo concepto sistémico en el cual, no sólo la información meteorológica esté disponible, sino también definir qué tipo de información se debe considerar prioritaria para asegurar nuestras operaciones en función de los fenómenos meteorológicos severos que nos están afectando.

IV. CONCLUSIONES

- La era de los desarrollos tecnológicos, de la innovación en los procedimientos de navegación y en los procesos comunicación como así también la existencia de los RAPS son ya una realidad en un tiempo próximo se deberá trabajar intensamente en la normalización y regulación de manera mancomunada entre las autoridades de aviación de los estados que convergen en cada una de las regiones OACI en particular la que nos compete de manera directa, la región SAM.
- La meteorología aeronáutica deberá como reto afrontar el requerimiento de tener nuevos productos meteorológicos más adecuados a las necesidades de los usuarios aeronáuticos
- En concordancia con ello, se considera necesario generar conciencia sobre la importancia de la automatización de los servicios de información meteorológica aeronáutica por lo cual se hace conveniente y pertinente que esto sea tenido en cuenta en la planificación de las agendas de reuniones integradas por las organizaciones internacionales, los estados de la Región SAM, el ámbito académico universitario y las partes interesadas de la industria a los fines del intercambio en las mejores prácticas, lecciones aprendidas, material de investigación y desafíos relacionados la temática abordada en el presente trabajo.

III. DESAFÍOS y ANÁLISIS

Si tomamos estos tres casos que materializan una nueva mirada más eficiente para gestionar este tráfico aéreo, es evidente pensar que los servicios meteorológicos aeronáuticos deberán generar nuevas capacidades para el suministro de la información meteorológica aeronáutica para los proveedores de servicios ANS (Servicios de Navegación Aérea), concesionarios aeroportuarios, líneas aéreas y servicios complementarios.

Estas nuevas capacidades estarán relacionadas con nuevos productos de información meteorológica, no sólo para los servicios de navegación aérea, sino también para el personal operativo de las empresas aéreas comerciales, de plataformas, aeroportuarios y concesionarios de los aeropuertos.

Así del mismo modo, surgirán nuevas capacidades con el advenimiento de, no sólo nuevas tecnologías, sino también de nuevos requerimientos y servicios.

Tal es el caso de los RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems), donde su evolución transformada en UAM (Urban Air Mobility) o los AAM (Advanced Air Mobility).

BIBLIOGRAFÍA

- Anexo 3 de la OACI. "Servicios Meteorológicos para la Navegación Aérea Internacional".
- Anexo 11 de la OACI, "Servicios de Tránsito Aéreo"
- Anexo 15 de la OACI, "Servicio de Información Aeronáutica"
- Doc. 8126 de la OACI "Manual de los Servicios de Información Aeronáutica".
- Doc 9377 de la OACI "Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica.
- Doc 9854 de la OACI "Concepto Operacional de Gestión del Tránsito Aéreo Mundial"



EL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EN EL ENTORNO AEROPORTUARIO



Autores:

P. Malvé *, V. Nadal Mora y A. Di Bernardi

Grupo de Transporte Aéreo - GTA,

UIDET GTA- GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

E-mail: pablomalve27@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Partiendo del concepto que la Meteorología Aeronáutica es la rama de la meteorología orientada específicamente a las actividades aéreas, con especial atención la seguridad operacional. La información meteorológica en los procesos aeroportuarios, se ejecutan a través de un conjunto de procesos relacionados con el tratamiento de las aeronaves, de los pasajeros, de la carga, de los equipajes, entre los otros tantos que de manera natural se dan en la operación aeroportuaria.

Siendo el tiempo meteorológico uno de los factores que influyen significativamente la gestión de los procesos aeroportuarios, en particular en la programación diaria de movimientos, operación de aeronaves y las actividades operativas de los proveedores de servicios y las propias bajo responsabilidad de la Jefatura del aeropuerto.

Es por ello que las organizaciones necesitan disponer de información meteorológica, específica y actualizada con regularidad, para poder planificar con eficiencia y seguridad el desarrollo de todos los procesos que tienen lugar en el aeropuerto.

II. DESARROLLO

Partiendo de la premisa que, “todas las actividades dentro del aeropuerto son vulnerables a las condiciones meteorológicas extremas”, los eventos meteorológicos extremos traen aparejados problemas serios que generan actuaciones mediante procedimientos que permitan afrontar las “contingencias operacionales”. Sus efectos y los riesgos que conllevan estos eventos deben ser evaluados con la máxima celeridad posible en términos de Probabilidad e Intensidad. Evidentemente todo ello, nos lleva a desarrollar el concepto del “impacto aeronáutico”.

Impacto Meteorológico - Impacto Aeronáutico

Impacto meteorológico es “un fenómeno meteorológico potencialmente adverso para la aviación y a la actividad aeroportuaria”; mientras que el impacto aeronáutico es el efecto del impacto meteorológico, que genera una situación de modificaciones, cambios temporales y de alteración disruptiva en los entornos de gestión y operacionales aeroportuarios.

Sus consecuencias no sólo se traducen en situaciones en la GSO (Gestión de la Seguridad Operacional) y en el SMS (Safety Management System), sino también en la generación de una alteración del entorno económico, de infraestructura, de la actuación social y en el desarrollo normal de las actividades aeroportuarias, por la acción directa o indirecta de uno a varios fenómenos meteorológicos presentes.

Esta relación Impacto meteorológico - impacto aeronáutico generan derivaciones que producen retrasos, demoras en cargas de combustibles y servicios de rampas, operaciones frustradas de aeronaves en aterrizajes y/o despegues, aumento de gasto de combustibles de las aeronaves, congestión aeroportuaria, aumento del estrés operacional del personal aeroportuario en todas sus áreas de actuación entre otras igualmente importantes, tanto en el lado aire como en el lado tierra del sistema aeroportuario.

III. ANÁLISIS

¿Es posible a través de un modelo relacionar el impacto aeronáutico, con los fenómenos meteorológicos severos como precursores del impacto aeronáutico y las herramientas existentes para su detección / diagnóstico y posterior pronóstico del mismo?

La respuesta es sí, porque el desarrollo tecnológico actual nos permitiría optimizar en tiempo real las operaciones aeroportuarias de todos los actores intervinientes: jefaturas aeroportuarias, concesionarios aeroportuarios, empresas aéreas, proveedores de servicios ANS (Servicios de Navegación Aérea), de rampa, de plataforma, operadores aéreos, seguridad, entre otros.

Para entender estos conceptos vertidos y sus relaciones conceptuales vinculados con fenómenos meteorológicos severos y el impacto aeronáutico producido, los asociamos en la siguiente tabla que representa el impacto aeronáutico con sus correspondientes impactos y los fenómenos meteorológicos que son precursores de éstos.

Es menester señalar que, a los fines específicos de este trabajo de estudio, solamente se establecen aquellos fenómenos meteorológicos cuyo impacto aeronáutico tiene una incidencia directa en los aeropuertos y en su gestión operativa.

FENOMENO METEOROLOGICO	IMPACTO METEOROLOGICO	IMPACTO AERONAUTICO
➤ Nieblas ➤ Neblinas ➤ Lluvia ➤ Llovizna ➤ Nieve ➤ Bruma ➤ Humo ➤ Ventisca ➤ Tempestad de polvo o arena.	Visibilidad	✓ Visibilidad Reducida ✓ Cierre Operativo del Aeropuerto ✓ Incremento de consumo de combustible por desvíos de aeronaves. ✓ Implementación de los procedimientos LVP (Low Visibility Procedure)
➤ Sistema Mesoescala ➤ Frentes ➤ Líneas de Inestabilidad	Tormentas	✓ Visibilidad reducida ✓ Precipitaciones fuertes ✓ Actividad eléctrica intensa ✓ Granizo ✓ Cierre operativo del aeropuerto ✓ Incremento de consumo de combustible por desvíos aeronaves
➤ Frente Frio ➤ Línea de Inestabilidad ➤ Micro ráfagas	Cortantes de Viento	✓ Disminución de la capacidad operativa del aeropuerto. ✓ Reorganización del tráfico aéreo ✓ Vuelos demorados y reprogramados
➤ Frentes ➤ Líneas de Inestabilidad ➤ Sistema de Mesoescala	Vientos fuertes	✓ Visibilidad reducida ✓ Daños de importancia en infraestructura del aeropuerto y aeronaves estacionadas ✓ Cierre operativo del aeropuerto ✓ Incremento de consumo de combustible por desvíos aeronaves
➤ Erupciones Volcánicas	Cenizas Volcánicas	✓ Visibilidad Reducida ✓ Afectación de los motores de las aeronaves ✓ Cierre operativo del Aeropuerto

IV. CONCLUSIONES

La relación entre el impacto meteorológico y el impacto aeronáutico se traduce en potenciales afectaciones sobre la gestión de la seguridad operacional y en la generación de alteraciones en los entornos económicos, sociales, técnicos, ambientales y operacionales de la infraestructura aeroportuaria.

Esta relación, genera interrelaciones asociadas, en donde la identificación del peligro potencial presente conjugado con la incertidumbre propia de la toma de decisiones se transforma en vulnerabilidades del sistema.

En este contexto, para lograr una interrelación eficiente, y operativamente confiable, resulta necesario que todos los actores y los servicios intervinientes realicen con frecuencia simulacros de situaciones adversas con la intervención de todas las partes afectadas a través de modelaciones y de acciones sistémicas. En este contexto, para lograr una interrelación eficiente, y operativamente

confiable, resulta necesario que todos los actores y los servicios intervinientes realicen con frecuencia simulacros de situaciones adversas con la intervención de todas las partes afectadas a través de modelaciones y de acciones sistémicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Anexo 3 de la OACI. “Servicios Meteorológicos para la Navegación Aérea Internacional”.
- Anexo 11 de la OACI, “Servicios de Tránsito Aéreo”
- Anexo 19 de la OACI, “Gestión de la Seguridad Operacional”
- Doc. 9377 de la OACI “Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica”.

DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE PRESURIZACION DE UN VEHICULO LANZADOR

Mantelli, Pablo M., Berón Tomas V. y Delnero, Juan S.*

Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia: Laboratorio de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental. UIDET-LaClyFA, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, UNLP.
Calle 116 s/n entre 47 y 48, 1900, La Plata, Argentina. Email: iban.echapresto@ing.unlp.edu.ar

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CONICET. Av. Rivadavia 1917, C1033AAJ, CABA, Argentina.

Introducción

El sistema de presurización de un vehículo lanzador es el encargado de proporcionar las condiciones necesarias para que el suministro del combustible y oxidante sea el adecuado para generar y garantizar el empuje deseado en el propulsor permitiendo el despegue del vehículo de forma controlada y estable. Los sistemas de presurización para la propulsión del vehículo se rigen bajo el mismo concepto, poder establecer un flujo másico constante en las líneas que alimentan a la cámara de combustión conformando una mezcla particular para una condición.

La clasificación de estos sistemas deriva en la forma de energía suministrada, por ejemplo mediante la aplicación de gas a presión o la variación del volumen de los tanques o bien suministrando cantidad de movimiento a los fluidos de forma mecánica. De todas las variantes dos de los sistemas más utilizados son el sistema de alimentación de gas presurizado y el sistema de alimentación por bombas. En el sistema de alimentación de gas presurizado, se inyecta un gas inerte en los tanques de propelentes asegurando un valor de presión elevado. Esta presión es la que desplaza el combustible y oxidante y además garantiza el valor adecuado de presión en la entrada de la cámara de combustión. El otro sistema es el de alimentación por bomba. En esta configuración el desplazamiento de los propelentes es logrado mediante una bomba instalada aguas arriba de la cámara de combustión. Esta bomba eleva la presión del combustible y oxidante para que entre a los inyectores con los valores adecuados. En este caso el sistema de presurización solo debe garantizar una presión mínima en los tanques de propelentes de manera que a la entrada de la bomba exista un valor de presión mínima para evitar la cavitación de la misma.

Desarrollo y discusión

Se proponen 2 sistemas de presurización donde se plantea el diseño básico y un cálculo preliminar analítico de la cantidad de masa presurizante. En los esquemas siguientes se expondrán los unifilares conceptuales de ambos sistemas de presurización así como la descripción de su funcionamiento.

En el sistema presurizado sin bomba, el gas presurizado parte del tanque de compensación de helio, este se dirige hacia el regulador de presión el cual establece la presión requerida en la línea de LOX (Oxidante) y CH4 (Combustible). Aguas abajo de los tanque se puede distinguir un filtro, cuyo fin es retirar en última instancia, cualquier partícula invasiva no deseable que modifique la reacción de combustión. Por último, previo a ingresar el combustible en la cámara del motor, se observan dos válvulas que comandan el arranque del motor. En el caso de sistemas de presurización con bomba, los componentes que encontramos a medida que se recorre el circuito son los mismos, sin embargo la principal diferencia entre ambos son las presiones a las que se encuentran sometidos los tanques y por ende las válvulas filtros y reguladores de presión, ya que únicamente se requiere de una presión suficiente, en la entrada de la bomba, que le permita trabajar en una zona donde la cavitación se reduzca al mínimo aceptable para mantener la integridad de la misma.

Para el cálculo de la masa de gas presurizante se supone que el gas almacenado en el reservorio se encuentra a temperatura ambiente y se realizará una expansión adiabática del mismo, que se comporta como un gas ideal y se puede aplicar la conservación de energía. Dado que el tanque de propelentes a menudo tiene algo de aislamiento y que el funcionamiento de los motores cohete es corto, el proceso de expansión será cercano a uno adiabático. Además, se asume que no hay evaporación del propelente líquido, que el gas es inerte, no se disuelve en el propelente y no hay salpicaduras ni vórtices.

Supongamos que la condición inicial en el tanque del gas viene dada por el subíndice 0 y las condiciones instantáneas en el tanque del gas (reservorio de He) por el subíndice g y en el tanque del propelente por el subíndice p. La cantidad de masa de gas viene dada por la siguiente expresión [1]:

$$m_0 = \frac{p_g m_0}{p_0} + \frac{p_p V_p}{RT_0} k = \frac{p_p V_p}{RT_0} \left(\frac{k}{1 - p_g / p_0} \right)$$

El primer término de esta ecuación expresa la masa de gas necesaria para vaciar un tanque de propulsor completamente lleno si la temperatura del gas se mantiene a la temperatura de almacenamiento inicial T0. El segundo término expresa la disponibilidad del gas de almacenamiento en función de la relación de presión a través de la cual se expande el gas. Esta ecuación supone gas ideal, sin transferencia de calor y sin transferencia de masa. Pero para nuestro caso si es importante la transferencia de calor. Esto se debe a factores que aumentan la transferencia de calor entre el gas y la pared. Algunos de estos factores son, la alta presión en el tanque, la gran diferencia de temperatura entre el gas a presión "caliente" y el propelente frío y la pared del tanque, gran capacidad calorífica del tanque de propelente, debido a sus gruesos espesores y mamparos, diseñados para soportar las altas presiones. Teniendo en cuenta lo antes mencionado se corrige la masa de presurizante obtenida a partir del cálculo simplificado mediante un factor de colapso K el cual se obtiene experimentalmente ensayando el comportamiento de diferentes gases presurizantes sobre diferentes propelentes líquidos. El factor de colapso K se define como la relación entre la cantidad real de gas que fluye hacia el tanque de propelente “mu” y la cantidad ideal de gas necesaria. El valor K suele variar entre 1 y 3, en nuestro caso el valor utilizado es 2 obtenido de [4].

$$K \equiv \frac{(m_u)_{real}}{(m_u)_{ideal}}$$

Resultados

Como ejemplo de cálculo, para todos los casos la temperatura de He en el reservorio es de 20 °C. Con respecto a los propelentes la cantidad de oxidante LOX es de 300lts y la de combustible CH4 de 100lts. Para el caso sin bomba, la presión inicial en reservorio (P0) de He es de 200 Bar y la presión final en el mismo (Pg) es de 80 Bar. La presión en los tanques de propelentes (Pp) requerida para garantizar caudal y presión en la entrada de los inyectores es de 40 Bar. "Para el caso con turbobomba: Presión inicial en reservorio (P0) de He es de 200 Bar y la presión final en el mismo (Pg) es de 10 Bar. La presión en los tanques de propelentes (Pp) requerida para presión en la entrada de la bomba es de 3 Bar.

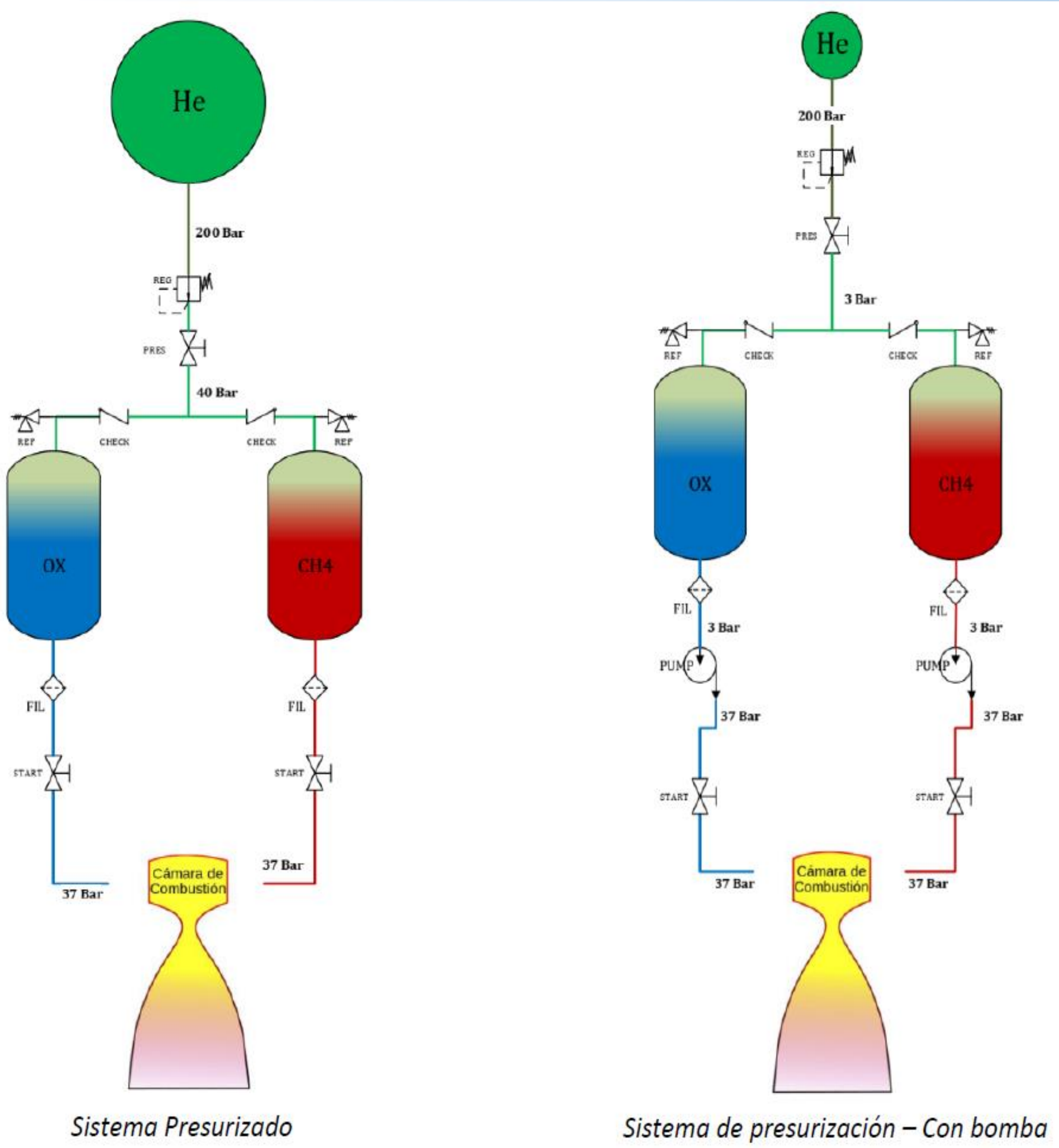
Conclusiones

Si bien el empuje del motor estará dado por la geometría de la tobera, el caudal másico y la presión de la cámara, la presión en los tanques estará dada por el sistema adoptado. En el caso con bombas la presión en los tanques es baja en comparación con sistemas presurizados donde la presión en el tanque será la requerida para obtener la presión de cámara adecuada. El análisis antes realizado deberá ser corregido de acuerdo a diferentes parámetros que nombra la bibliografía, llevándolo a condiciones más realistas o planificar los ensayos adecuados que nos permitan tener más precisión en los cálculos, Teniendo como premisa siempre afinar el cálculo para obtener siempre el menor peso posible.

Referencias

Bibliografía

- [1] Sutton, George P. & Biblarz, O. "Rocket Propulsion Elements"- Editorial : Wiley; 9a edición (Diciembre 2016)
- [2] Taylor Travis S. "Introduction to Rocket Science and Engineering"- Editorial: CRC Press; 1er edición (Febrero 2009).
- [3] Turner, Marti J.L. "Rocket and Spacecraft Propulsion: Principles, Practice and New Developments" - (Springer Praxis Books) 3rd Edición, 2008.
- [4] Rob Hermesen, Rob & Zandbergen, Barry "Pressurization system for a cryogenic propellant tank in a pressure-fed high-altitude rocket" 7th European Conference for Aeronautics and Aerospace Sciences (EUCASS) 2017.



Autores:

R. Mercedes, L. Sznajderman y A. Di Bernardi
Grupo de Transporte Aéreo - GTA,

UIDET GTA- GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

E-mail: leo09083@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

De las actividades realizadas en un aeropuerto, además de las operaciones de las aeronaves, están las operaciones de los vehículos de acceso al aeropuerto y la de los *vehículos de apoyo en tierra* a los que se denomina **GSE** (Ground Support Equipment), siendo estas las principales fuentes de emisión de contaminantes gaseosas.

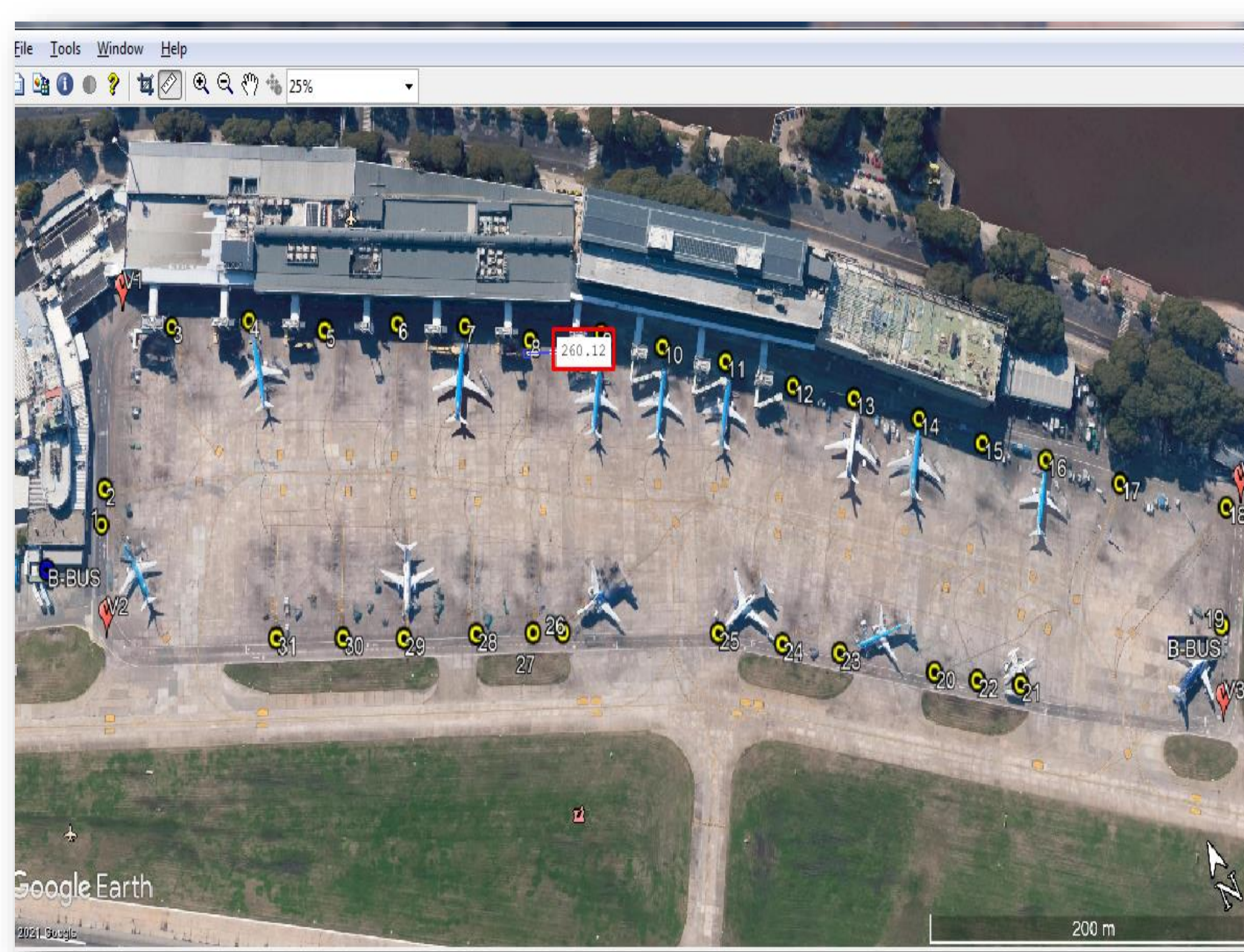
Este trabajo presenta un modelo matemático, desarrollado en Matlab, con el que es posible cuantificar las emisiones y optimizar el uso de una cantidad necesaria de vehículos de asistencia durante el servicio y la circulación, obteniendo la mejor distribución gracias a la simulación de ubicaciones de las bases de los GSE dentro del aeropuerto.

II. DESARROLLO

El modelo desarrollado necesita datos de entrada como horarios y tipos de operaciones, y la distribución de los puestos de estacionamiento de la aeronaves. En base a esto el flujo de trabajo es el siguiente:

➤ Tomar medidas de distancias entre puestos de estacionamiento.

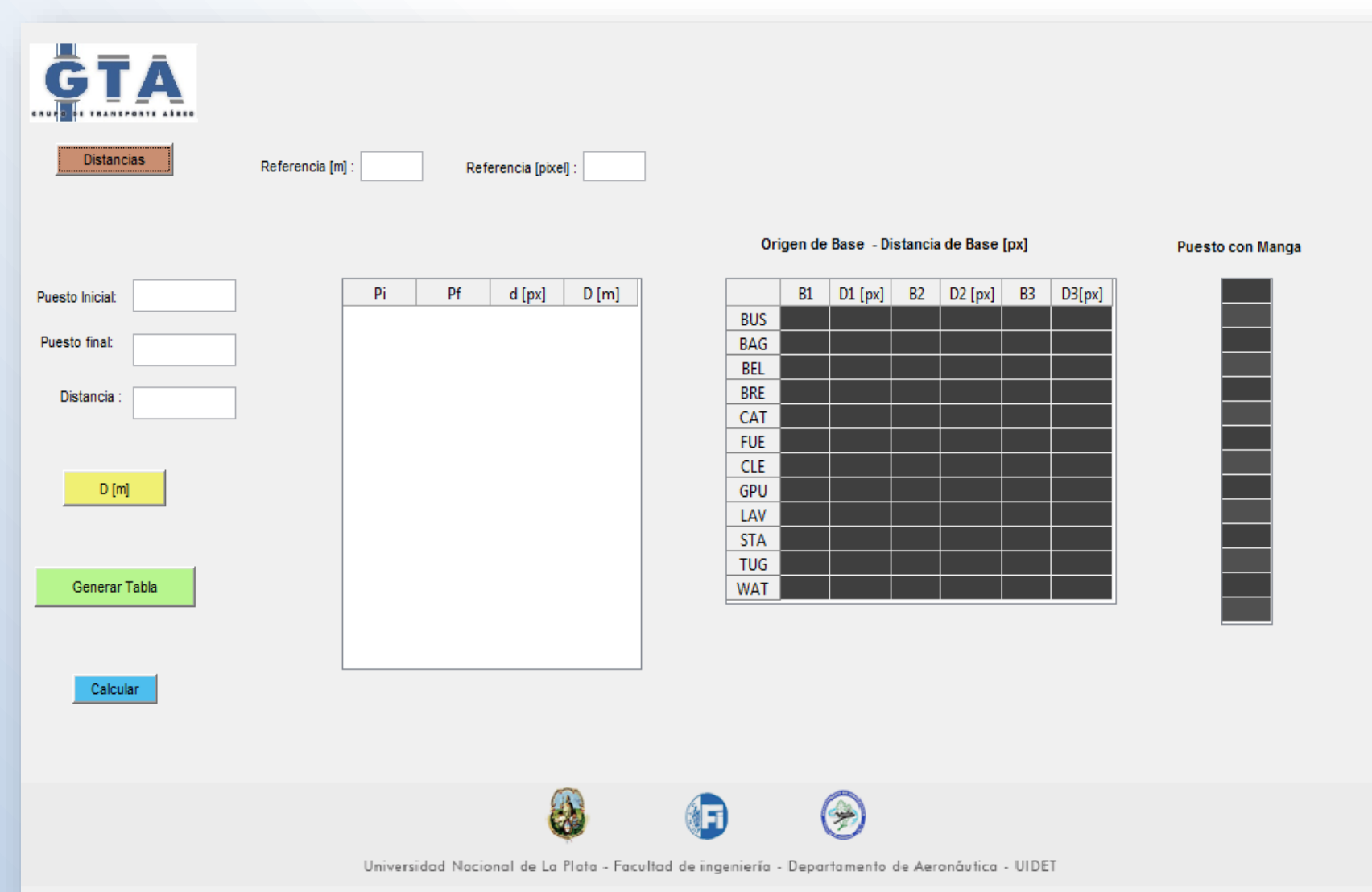
Con una imagen del aeropuerto editada que muestre la escala y los puestos marcados, se realiza las medidas de las distancias entre puestos de estacionamiento mediante el programa desarrollado. Estas indican el recorrido de cada GSE en plataforma.



➤ Representación virtual de la plataforma del aeropuerto.

Se agrega de forma manual los puestos existentes en plataforma y sus distancias, por otro lado se ingresa la ubicación de cada base de cada.

GSE junto a su distancia respecto al puesto mas cercano. A su vez, el modelo permite identificar los puestos que contengan mangas, permitiendo también agregar una puerta de embarque de pasajeros



III. ANÁLISIS

Con el diseño virtual de la plataforma, el modelo identifica cada operación, diferenciando el tipo y tamaño de aeronave que está operando. Debido a esto se define la cantidad de vehículos necesarios por aeronave, siendo estos: transporte de pasajeros, limpieza, catering, push tractor, GPU, equipaje, agua, combustible.

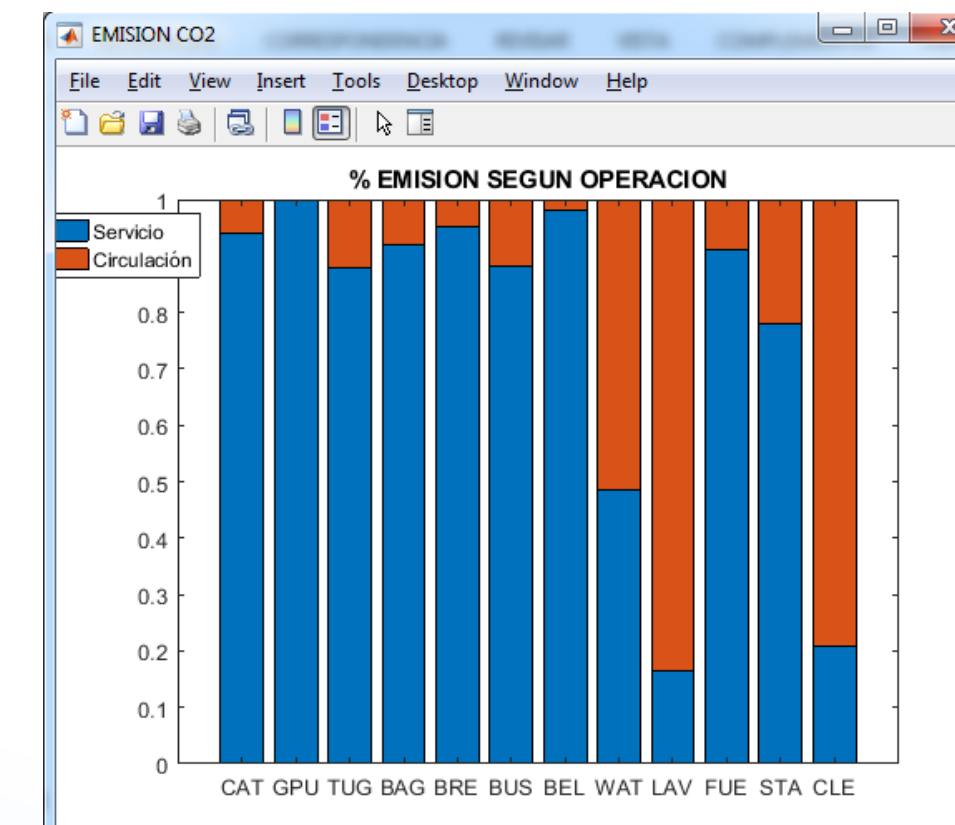
De la misma manera diferencia si es una operación de aterrizaje o despegue siendo esto importante ya que para el caso de los buses lleva pasajeros desde o hacia la puerta de embarque según sea el caso, pudiendo elegir así la distancia mas corta para realizar el servicio u optimizar el recorrido al retornar a la base mas cercana.

El modelo también es sensible a cambios en la velocidad de desplazamiento, a los tiempos de ejecución de actividad discriminando si se encuentra operando en servicio o en circulación.

Con base y ejecución de los parámetros anteriores, se puede obtener la cantidad optimizada de los GSE necesarios para la demanda ingresada, identificando a su vez las emisiones gaseosas (CO_2 , CO , HC , NO_x , SO_x , PM_{10}) por puesto y totales, y las distancias recorridas de cada uno.

IV. CONCLUSIONES - MITIGACIONES

- Ante distintas evaluaciones y aplicaciones del modelo para diferentes aeropuertos en estudio como Ezeiza, Aeroparque y el Palomar, se verifica que el contaminante con mayor proporción es el CO_2 .
- En cuanto a las emisiones por servicio se obtiene que son aproximadamente el 1% de las emisiones generadas por circulación.
- La principal propuesta de mitigación es la implementación de vehículos eléctricos, otra propuesta es la anulación de algunos GSE mediante la implementación de mangas.
- Es posible trabajar ampliamente con cualquier geometría de plataforma existente
- La aplicación de esta herramienta presenta permite realizar inventarios anuales de emisiones gaseosas producto de la actividad de los vehículos de transporte de pasajeros a las aeronaves que operaron puestos de plataforma remotos
- La visualización de resultados de las emisiones por puesto permite identificar cuáles son los críticos.
- dado que el modelo cuantifica las emisiones según los puestos, es posible visualizar aquellos que más emisiones asociadas en circulación poseen
- Teniendo en cuenta la distancia a la base, y la dificultad operativa debido a la estrategia respecto a cuestiones de capacidad, permite recomendar posibles redistribuciones de operaciones en mayor medida de los diversos puestos a otros más cercanos o viceversa.



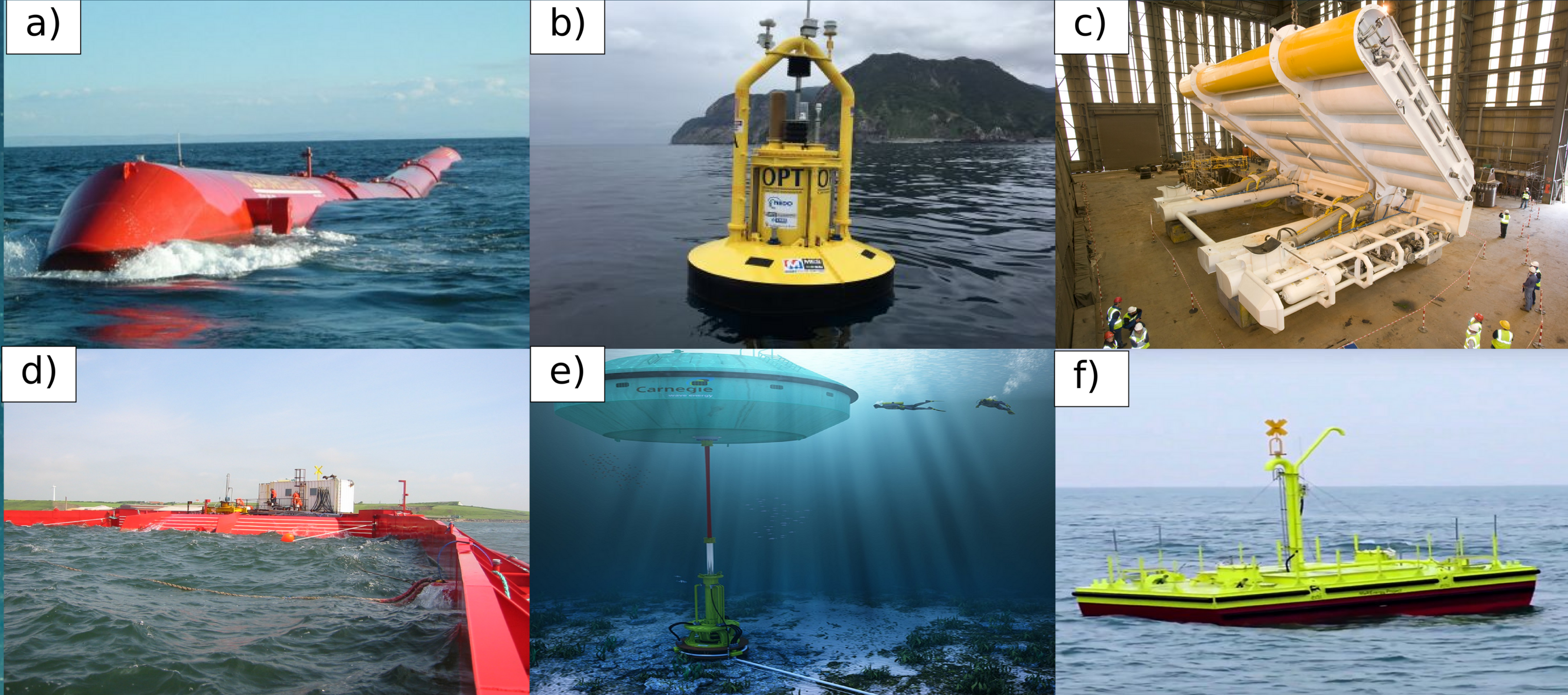
BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Health Organization, "WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide," Glob. Updat. 2005 Summ. risk Assess., 2005.
- [2] ICAO, Airport air quality manual, vol. 1. 2011.
- [3] Airport Cooperative Research Program, Airport Ground Support Equipment (GSE): Emission Reduction Strategies, Inventory, and Tutorial. 2012.
- [4] L. Sznajderman, "Cuantificación del aporte contaminante gaseoso producto de las operaciones de GSE en plataforma: metodología según tiempos operativos," CAIA V, pp. 1–11, 2018.
- [5] L. Sznajderman, G. Ram, and C. A. Di Bernardi, "Influence of the Apron Parking Stand Management Policy on Aircraft and Ground Support Equipment (GSE) Gaseous Emissions at Airports," MDPI, p. 25, 2021.
- [6] Y. L. Tan, "Differences in Ground Handling in the Global Market Yik Lun Tan," pp. 1–34, 2010.

Generación de energía a partir de las olas: un desafío interdisciplinario

F.D. MOSQUERA, C.A. EVANGELISTA, P.F. PULESTON

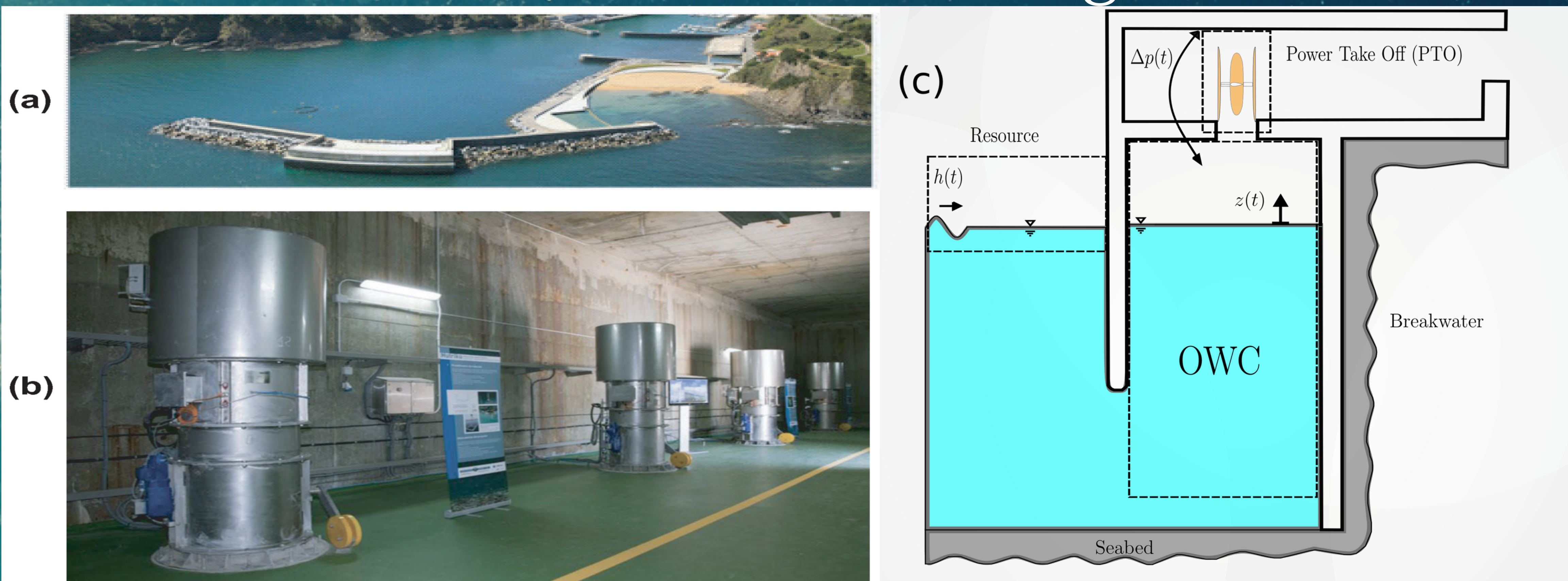
Convertidores de energía de ola



Existe una gran cantidad de prototipos, clasificados en función de su principio de funcionamiento y ubicación con respecto a la costa.

- a) Atenuador: Pleamis
- b) Absorbedor puntual: Ocean Power Technologies.
- c) Oscilador de empuje de ola: Oyster Wave Power.
- d) Colector de ola: Wave Dragon
- e) Diferenciador de presión sumergido: Ceto WEC.
- f) Masa rotante: ISWEC

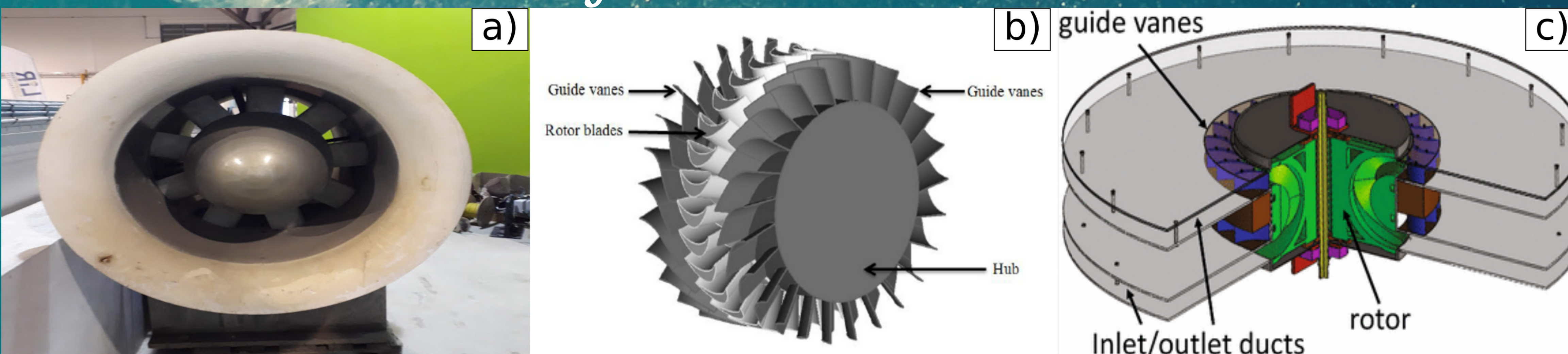
Convertidor basado en columna de agua oscilante



Es el convertidor de ola más estudiado, se trata de una estructura hueca con un orificio por debajo del agua y otro en la parte superior. Las olas entran a la cámara y comprimen el aire generando un flujo de aire bidireccional. Estos sistemas trabajan con turbinas autorrrectificantes.

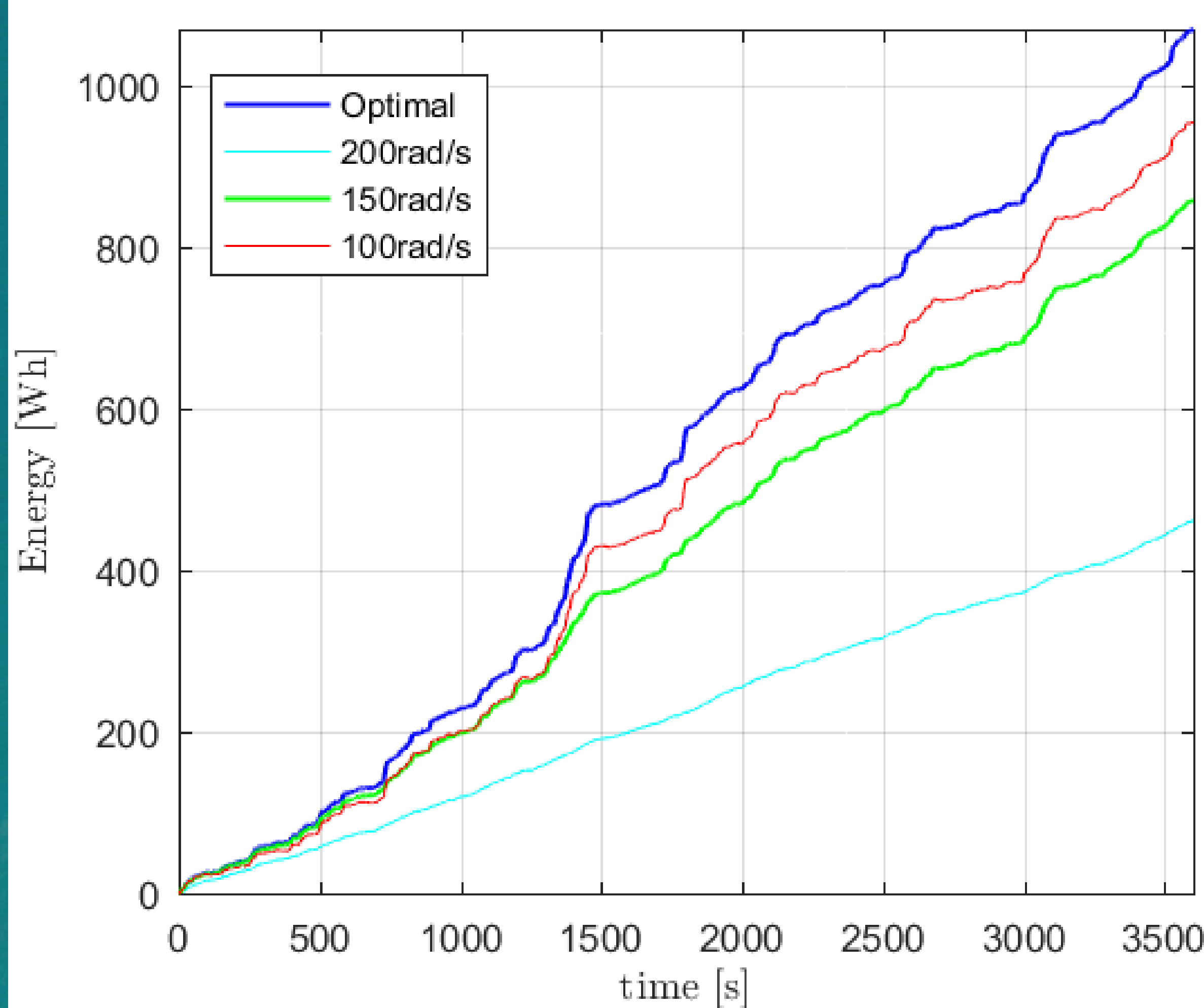
- a) y b) Planta de energía undimotriz en Mutriku.
- c) Esquema OWC - WEC

Turbinas autorrectificantes



Son turbinas que mantienen su sentido de giro independientemente de la dirección del flujo de aire.

- a) Wells
- b) Impulso
- c) Biradial



Extracción de energía

Se comparan varios controles a velocidad constante contra una propuesta de seguimiento de un punto óptimo de operación de una turbina Wells en un convertidor OWC.

¿Que buscaba este póster?

El objetivo era presentar las partes involucradas en el proceso de extracción de energía de sistemas undimotrices. Nuestra idea es motivar a estudiantes e ingenierxs a sumarse en la investigación y desarrollo de sistemas de extracción de energía de las olas.

Contacto: facundo.mosquera@ing.unlp.edu.ar



RESIDUOS Y DESARROLLO. NOTAS PARA EL DISEÑO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (GIRSU) EN EL AMBA

Autores:

Piechocki, Joaquín; Nadal Mora, Vicente J.; Pezzotti, Santiago

Grupo de ingeniería aplicada a la industria GIAI,

UIDET GTA- GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

E-mail: giai@ing.unlp.edu.ar



I. INTRODUCCIÓN

¿Cómo podría configurarse un sistema de gestión de residuos que promueva el desarrollo sostenible de las comunidades a la que sirve, en el contexto del estadio del sistema socio productivo que nos rige?

¿Qué lineamientos generales pueden concebirse para definir modos de funcionamiento que promuevan la creación de soluciones para nuestras poblaciones, periféricas en el sentido de organización geopolítica, y globalizadas en cuanto a la biopolítica?

Esta es una pregunta que supone un posicionamiento, que asumimos, que procura la mitigación de los daños del circuito de producción-consumo desde la elaboración de prácticas de factible implementación.

Desde esta perspectiva intentamos concebir rasgos de una estrategia general de gestión de residuos sólidos urbanos a nivel municipal, GIRSU , para urbes en Argentina, que puedan integrarse a transformaciones que puedan devenir.

Es necesario reconsiderar, en el sentido de la búsqueda de lineamientos de un sistema de GIRSU, el concepto de desarrollo y sostenibilidad.

Estos dos conceptos, los cuales se los suele nombrar agrupados, incluyen tensiones internas en su definición, vinculadas a la contradicción de sus objetivos: la sostenibilidad ambiental y social, y el desarrollo económico.

La generación de empleo representa un factor central del desarrollo en este sentido.

En Argentina la GIRSU se encuentra delegada a los municipios, mientras que la articulación productiva característica va más allá de la escala municipal.

Los municipios destinan a la GIRSU grandes porciones presupuestarias. Pero, suelen lograr un desempeño limitado en la recolección, traslado y disposición final de los residuos.

La problemática que plantea la tensión entre sostenibilidad y desarrollo resulta en una posibilidad de orientación en el desarrollo de modelos de aplicación de GIRSU.

La generación de saberes y conocimientos es condición necesaria para consolidar un modelo de desarrollo.

La asociación de estos modelos a la GIRSU implica pensar en una articulación que necesita incluir las políticas de ciencia y técnica, educativas, producción pública, entre otras.

Consecuentemente el papel de la gestión pública es central.

La GIRSU necesita de la formulación de un Plan Maestro local que establezca el diálogo necesario entre las instancias.

La perspectiva general de una planificación centralizada en este sentido debe incluir la búsqueda de cadenas de procesos y producciones dentro de las GIRSU tales que tiendan a la:

- minimización del impacto ambiental de la actividad de consumo humano,
- integración de los residuos a las cadenas de producción de valor, buscando la mayor valorización posible de los RSU y la mayor utilidad neta,
- búsqueda continua de reducción de costos en términos de sostenibilidad de la GIRSU.

Desde el punto de vista de la reconsideración cultural de la población general y las comunidades en torno a los residuos, es necesario impulsar un proceso de identificación con lo que genera nuestra forma de vida y la responsabilidad en torno a ella, que incluya la acción individual sin que signifique una delegación cínica: disminución del consumo, procesamiento doméstico, asociación con procesos derivados de las GIRSU.

En investigaciones que se vienen desarrollando desde la UIDET GTA-GIAI se evidenció que es posible reemplazar, al menos parcialmente, la disposición final de residuos sólidos, a partir de la reutilización, reciclado y valorización de los flujos residuales, con un impacto presupuestario, ambiental y social de gran magnitud.

IV. CONCLUSIONES

Desde distintas disciplinas se intenta recrear un camino que promueva el bienestar social.

El aparato de ciencia y técnica emerge como agente de relevancia por dos motivos principales: como generador de una distorsión económica necesaria para el desarrollo y como reformulación del sentido de la ciencia y técnica como bien público nacional.

La GIRSU representa una oportunidad concreta de articulación de una acción de este tipo, que promueva el desarrollo sostenible.

Los estudios realizados por la UIDET GTA-GIAI muestran alternativas de implementación de tratamiento de RSU a escala municipal y barrial.

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE QUERATINA MEDIANTE HIDROLISIS ALCALINA CON HIDRÓXIDO DE SODIO



Orjuela-Palacio Juliana M.¹, Zaritzky Noemí E.^{1,2}

¹Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CONICET, Facultad de Ciencias Exactas UNLP, CIC-PBA, Argentina), Calle 47 y 116 La Plata- Buenos Aires.

²Depto. de Ingeniería Química- Facultad de Ingeniería (Universidad Nacional de La Plata, Argentina), Calle 1 y 47 La Plata Buenos Aires. Dirección postal: 47 y 116 (CP: 1900).

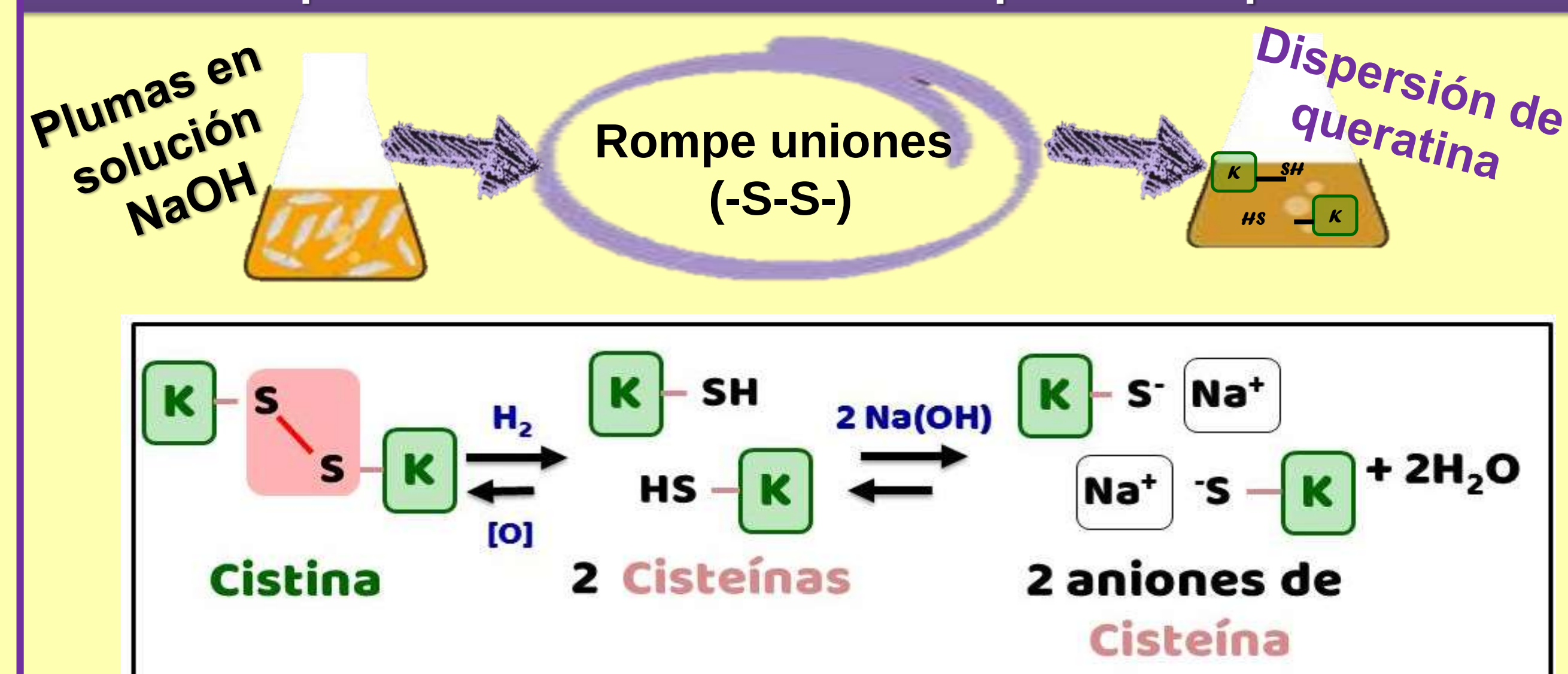
julianaorjuela11@gmail.com



INTRODUCCIÓN



El hidróxido de sodio puede ser empleado efectivamente en procesos de solubilización de plumas de pollo.



OBJETIVOS: aplicar y comparar diferentes condiciones del proceso de solubilización de plumas (temperatura, tiempo, concentración de los agentes reductores/oxidantes, entre otros) utilizando hidróxido de sodio (NaOH), un reactivo, menos tóxico para el manipulador, que los tradicionalmente empleados en los procesos de reducción de queratina.

MATERIALES Y MÉTODOS

plumas de pollos parrilleros líneas COBB y ROSS provistas por Domvil SA - Frigorífico Aveguay de Entre Ríos, Argentina.

Lavado 1: agua corriente y detergente con agitación constante.

Lavado 2: mezcla de agua destilada-etanol 96 % (50:50 v/v).

Secado 1: 24 h a 30 °C.

Desengrasado: éter de petróleo (10 mL/g de pluma seca) t= 4 h.

Filtrado y secado final: 24 h a 30 °C.

Adecuación

Proceso de solubilización de las plumas

Hidrólisis alcalina: Las plumas se sumergieron (relación 1:20 m/v) en soluciones de hidróxido de sodio con diferentes concentraciones (0,5, 1, 2, 3, 4 y 5 % m/v).

Condiciones de solubilización

a) 60 °C y 1 h; b) 40 °C y 2 h; c) 30 °C y 6 h; d) 20 °C y 24 h



Obtención de queratina en polvo

Se precipitó la proteína llevando el pH de las dispersiones de queratina a su punto isoeléctrico (pH= 4,2)

Centrifugación (10 °C a 3000 rpm, 10 min)

Los pellets obtenidos se liofilizaron (HETO Modelo FD 4)



Caracterización de hidrolizados de queratina

Rendimiento de extracción

Medición de pH

Determinación de proteína soluble (Método espectrofotométrico de Biuret)

Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) con Reflectancia total atenuada (ATR)

$\text{Sol}_{\text{pluma}} (\%) = ((P_p - P_s) / P_p) \times 100$
Donde P_s es el peso del residuo seco y P_p el peso de las plumas acondicionadas.

Análisis estadístico ANOVAS; las diferencias se compararon mediante el test de Tukey ($\alpha = 0.05$) (software Infostat v. 2013; Grupo InfoStat, FCA, Argentina),

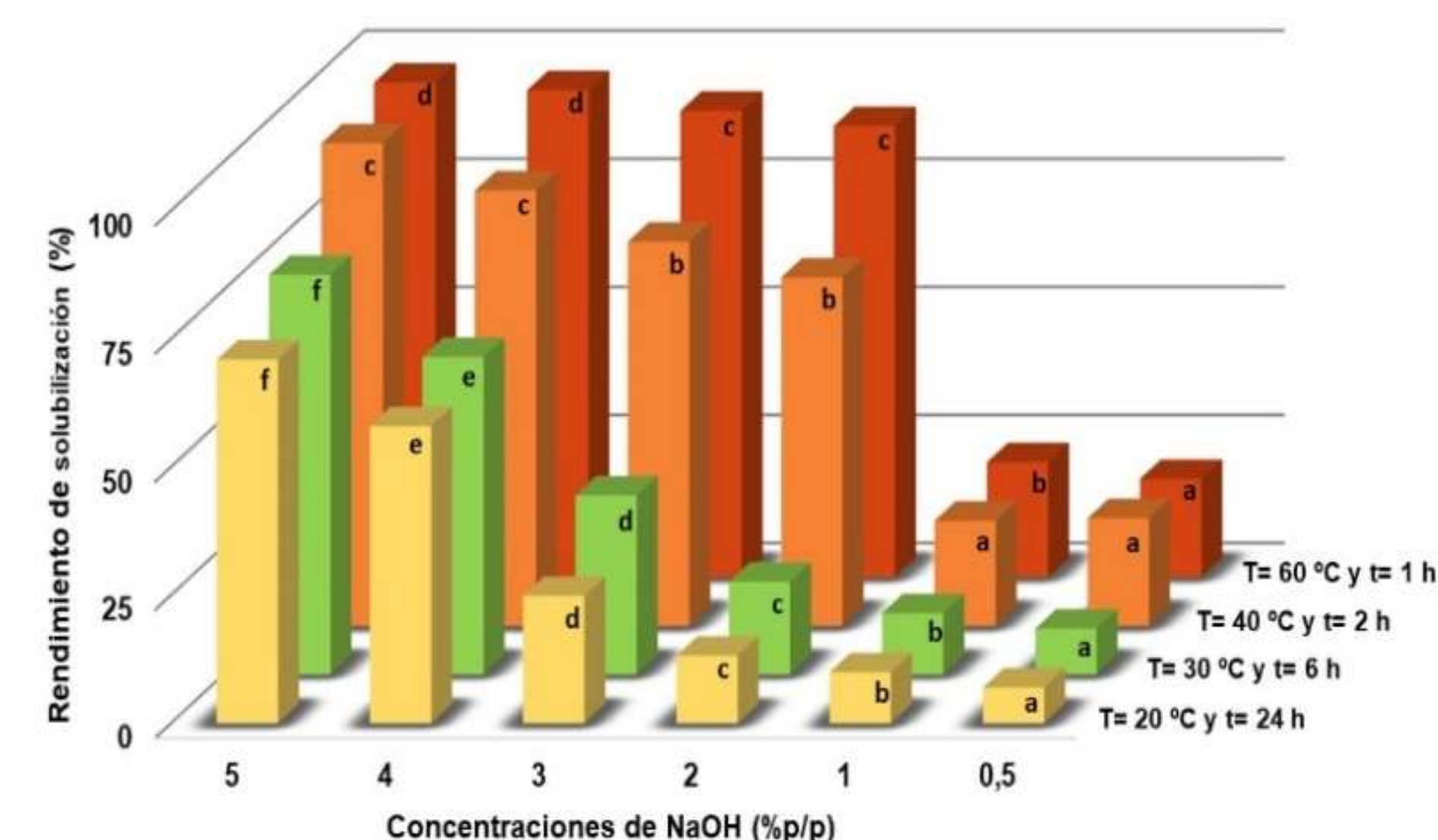
RESULTADOS

Mediante el proceso de solubilización por hidrólisis alcalina con NaOH, se logró disolver las plumas de pollo y obtener dispersiones de queratina

• Los % $\text{Sol}_{\text{pluma}}$ más altos se obtuvieron cuando se aplicó mayor temperatura y menor tiempo de reacción (Figura 1).

• A mayor concentración de NaOH mayor fue el rendimiento.

• Se observó un descenso ($p < 0,05$) del 68 % en el rendimiento del proceso cuando se usa NaOH < 2 % p/v.



Para cada tratamiento, las columnas con letras (a,b,c,d) distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 1. Rendimiento de solubilización de plumas de pollo mediante hidrólisis alcalina. a) 60 °C y 1 h; b) 40 °C y 2 h; c) 30 °C y 6 h; d) 20 °C y 24 h

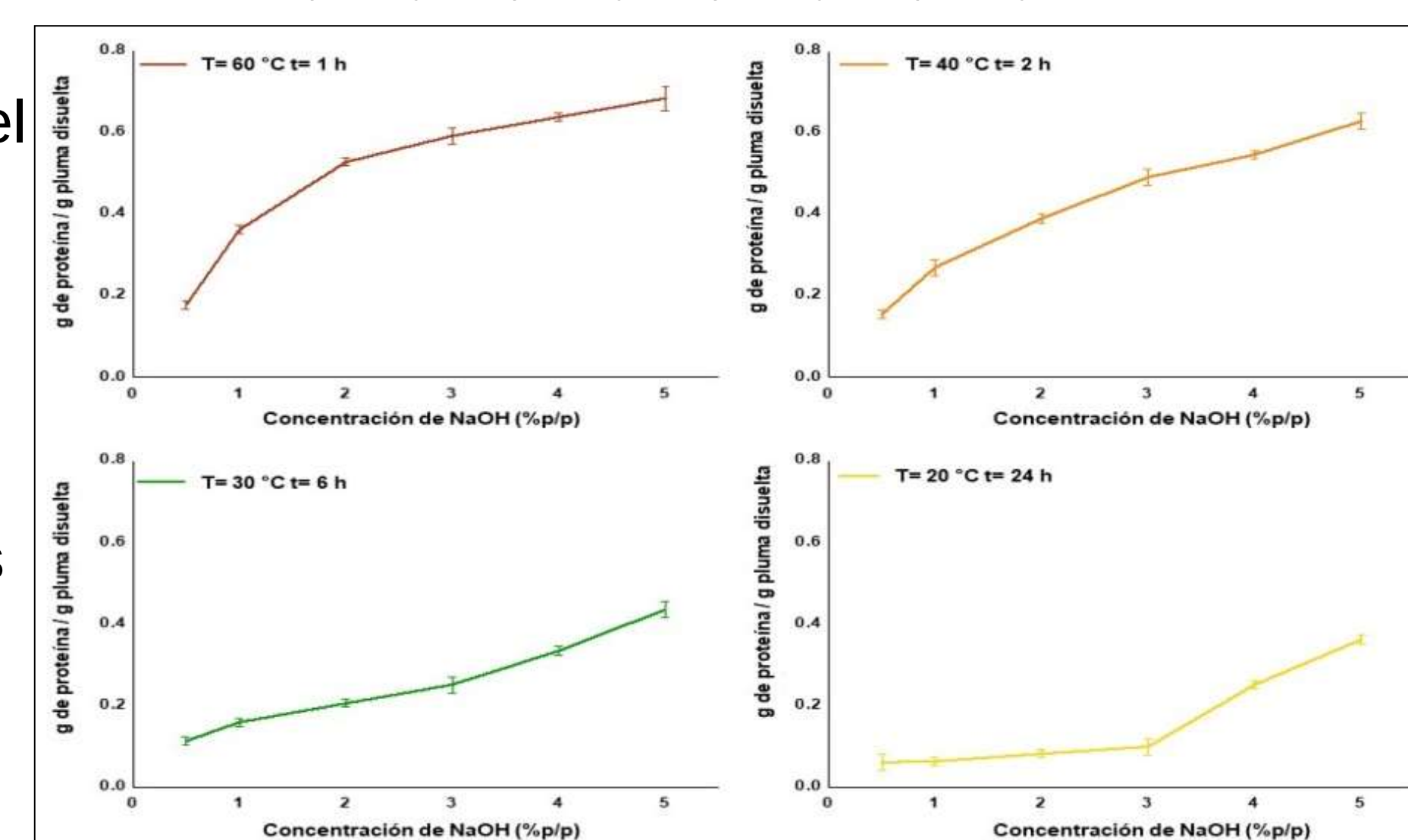


Figura 2. Proteína soluble de las dispersiones de queratina obtenidas mediante hidrólisis alcalina con diferentes relaciones de temperatura y tiempo de reacción.

Proteína soluble

• El aumento en el contenido de proteína soluble está directamente vinculado con el aumento de la concentración del NaOH (Figura 2).

• Los valores fueron significativamente ($p < 0,05$) mayores para procesos que aplican temperaturas más altas y tiempos menores de reacción.

• En las condiciones aplicadas no se generan la formación de agregados proteicos.

Espectroscopia FTIR- ATR

Se observaron las bandas **Amida A** (3312 cm⁻¹; asociada al estiramiento de NH correspondiente a la estructura α -hélice) y **Amida B** (3075 cm⁻¹). En la región 1700 a 400 cm⁻¹ se encontraron las bandas correspondientes a los enlaces peptídicos identificados como las Amidas I, II y III, a 1632, 1530 y 1239 cm⁻¹ respectivamente (Figura 3.A).

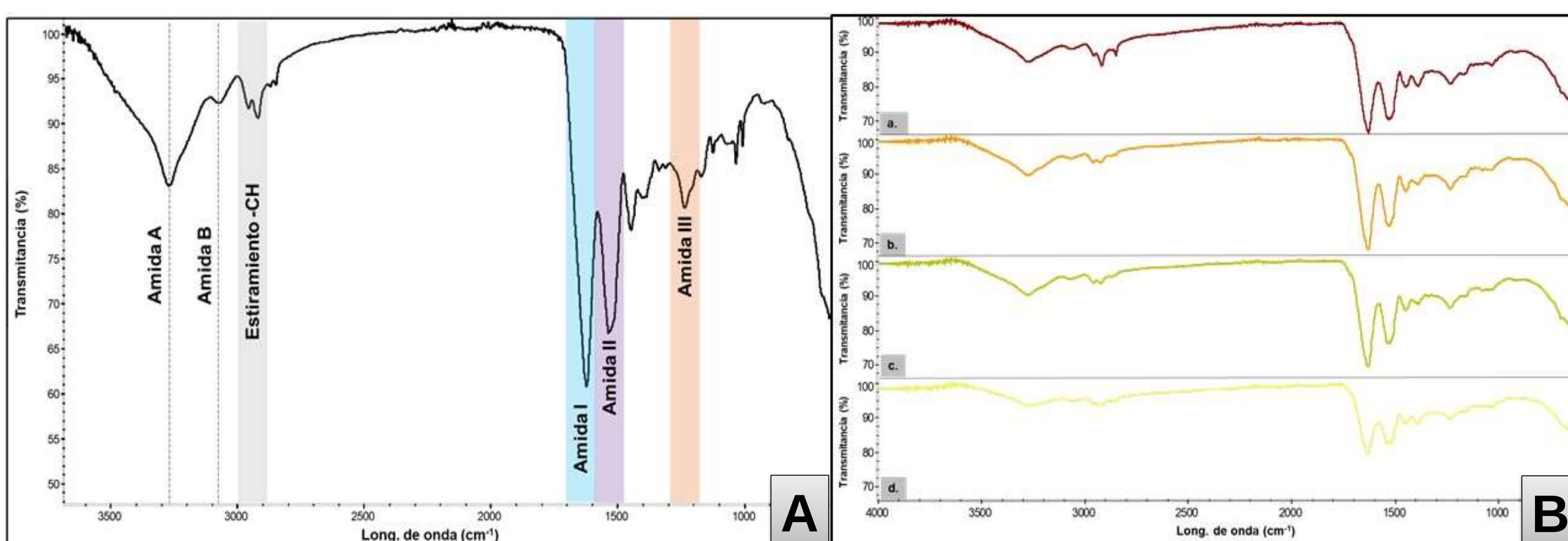


Figura 3. Espectros FTIR-ATR A, de plumas de pollo adecuadas. B, de queratina liofilizada obtenida mediante hidrólisis alcalina: a) NaOH (5 % p/v) a 60 °C, 1 h; b) NaOH (5 % p/v) a 40 °C, 3 h; c) NaOH (5 % p/v) a 30 °C, 6 h; d) NaOH (5 % p/v) a 20 °C, 24 h.

En los espectros 3.B(a- d) se evidencia la presencia de las bandas representativas correspondientes a la queratina presente en las plumas de pollo, confirmando que para las condiciones de proceso evaluadas se obtienen derivados de queratina que conservan la estructura original de la proteína.

CONCLUSIONES

- El proceso de obtención de queratina a partir de las plumas de pollo mediante la hidrólisis con soluciones de NaOH es una alternativa viable para la obtención de queratina a nivel industrial, reemplazando los agentes reductores tradicionales por uno menos contaminante, más económico y con altos rendimientos de solubilización.
- El rendimiento del proceso depende de las condiciones, los %Sol (pluma) y proteína soluble más altos se lograron a 3-5% p/v NaOH, 60 °C y 1 h.
- El análisis FTIR-ATR de la queratina obtenida, confirmó la presencia de los señales características de la proteína en su forma nativa (Amida A, I, II, III) asociados a la fracción de α -hélice y hoja β -plana, indicando que en las condiciones aplicadas se logró extraer queratina sin degradarla totalmente.

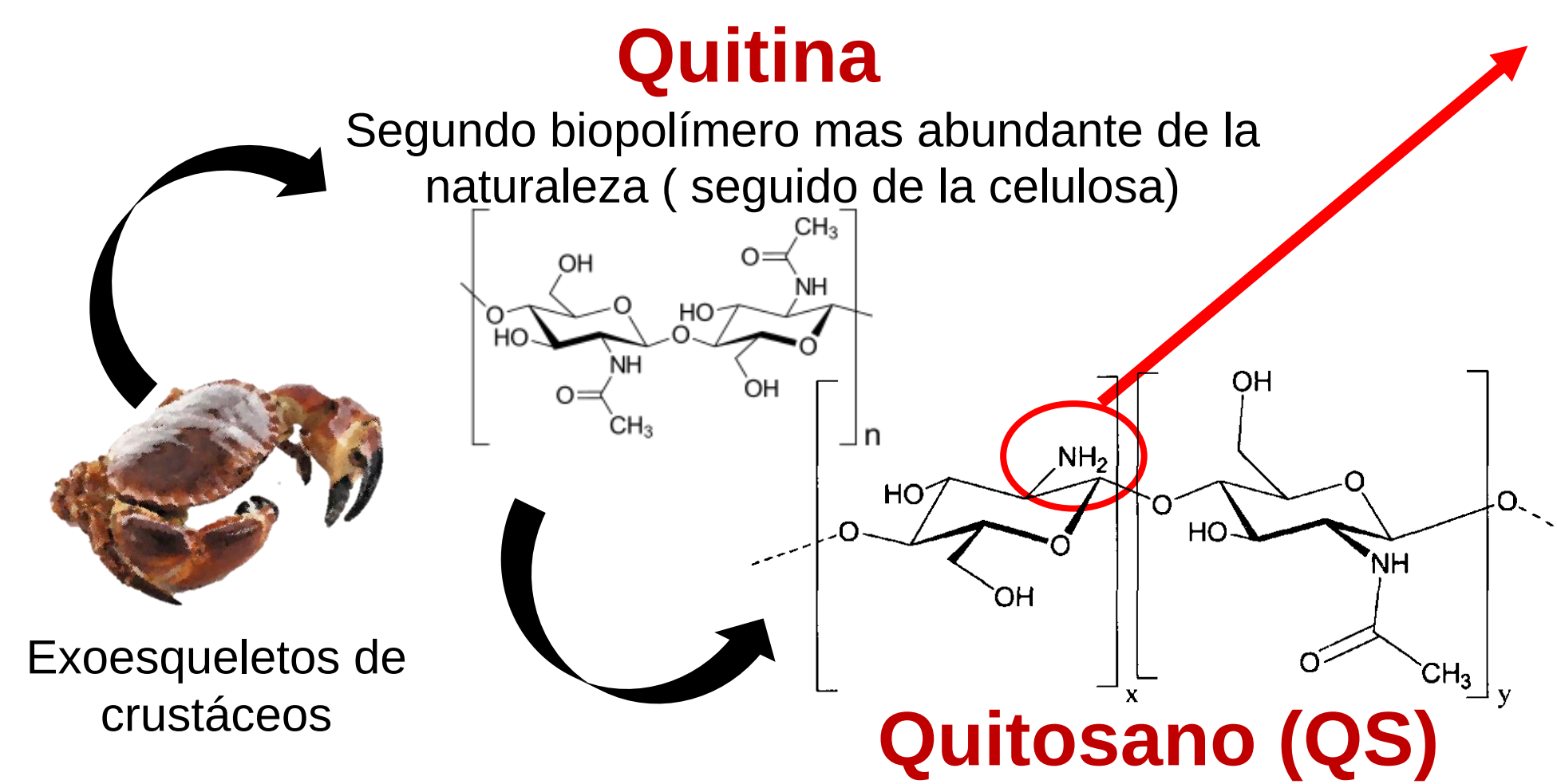
ENSAYOS DINÁMICOS DE ADSORCIÓN USANDO UNA MATRIZ DE QUITOSANO/PELLET CERÁMICO PARA LA REMOCIÓN DE AZO-COLORANTES

Pérez-Calderón, John¹; Scian, Alberto²; Ducos, Martin³; Santos, Victoria³; Noemí Zaritzky^{1,4}

¹ Centro de I&D en Criotecnología de Alimentos, CONICET, CIC-PBA. ² Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica, CONICET- CIC-PBA. ³ Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales, CONICET-Universidad Nacional del Comahue. ⁴ Depto. de Ingeniería Química- Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

e-mail: lic.john.pecal@gmail.com

INTRODUCCIÓN

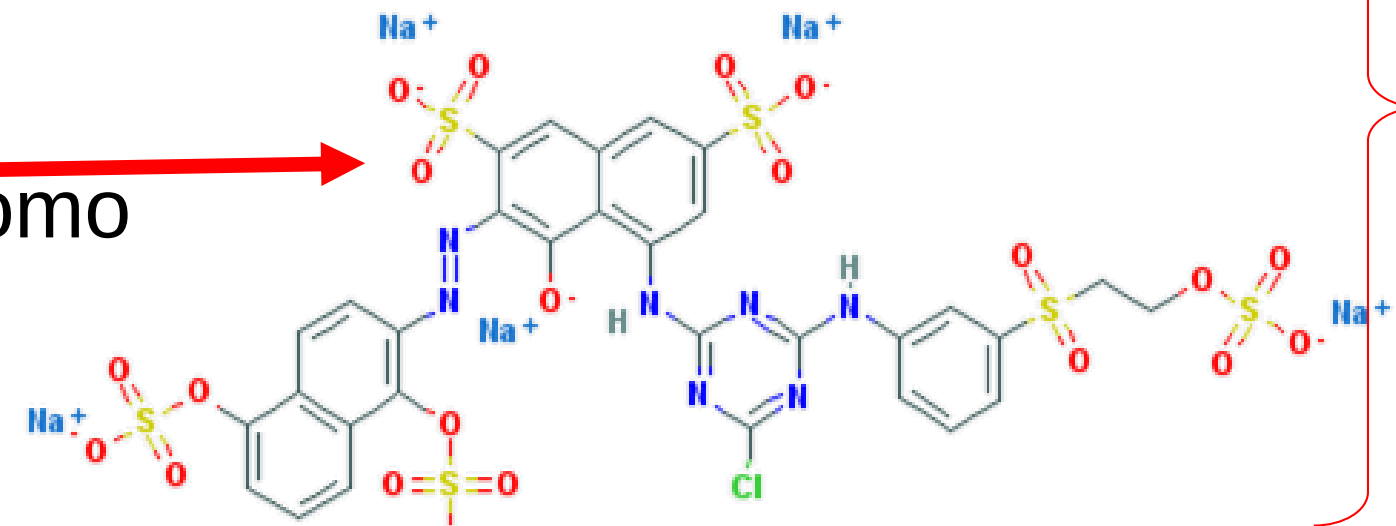


- Grupos amino libres** que lo convierten en un polielectrolito catiónico natural
- En medio ácido los grupos amino se encuentran protonados ($-\text{NH}_3^+$), $\text{pKa}=6.5$
- Material **adsorbente de especies aniónicas contaminantes**
- Biopolímero **biodegradable y no tóxico**

Características del QS trabajado:

- QS $\text{PM}=2.83 \times 10^5 \text{ g.mol}^{-1}$ medido por viscosimetría capilar utilizando la ecuación de Mark-Houwink
- %DD=75.3±1.1% mediante FTIR (Brugnerotto et al.,2001)

Colorantes sintéticos



Remoción

Ensayos de adsorción en sistemas en batch

Ensayos de adsorción en **sistemas dinámicos**

Uso de **columnas de lecho** → Estudio de los procesos de remoción en sistemas continuos.

Ventaja: Generaran una visión tecnológica que permite el escalado industrial.



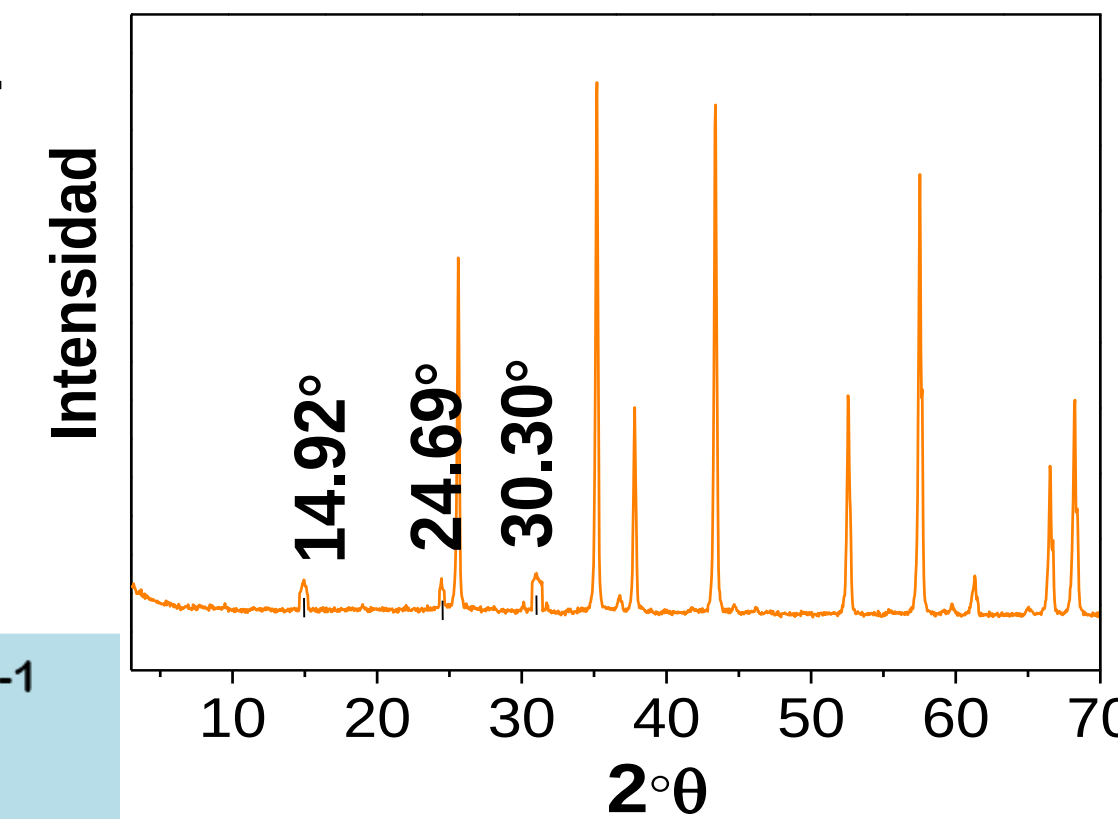
OBJETIVOS

- Usar una matriz biocompuesta de **pellets cerámicos de alúmina/QS reticulado iónicamente con ácido oxálico (PQO)** como material adsorbente en una columna del lecho fijo para la remoción del colorante RR195.
- Evaluar diferentes parámetros operacionales tales como variación de concentración de alimentación de colorante, cantidad de adsorbente (altura de empaquetamiento) y caudal volumétrico de alimentación del effluente para caracterizar la eficiencia del material adsorbente.
- A partir de modelos de isothermas de adsorción determinar los parámetros de éstos y compararlos con los resultados obtenidos de los ensayos tipo batch

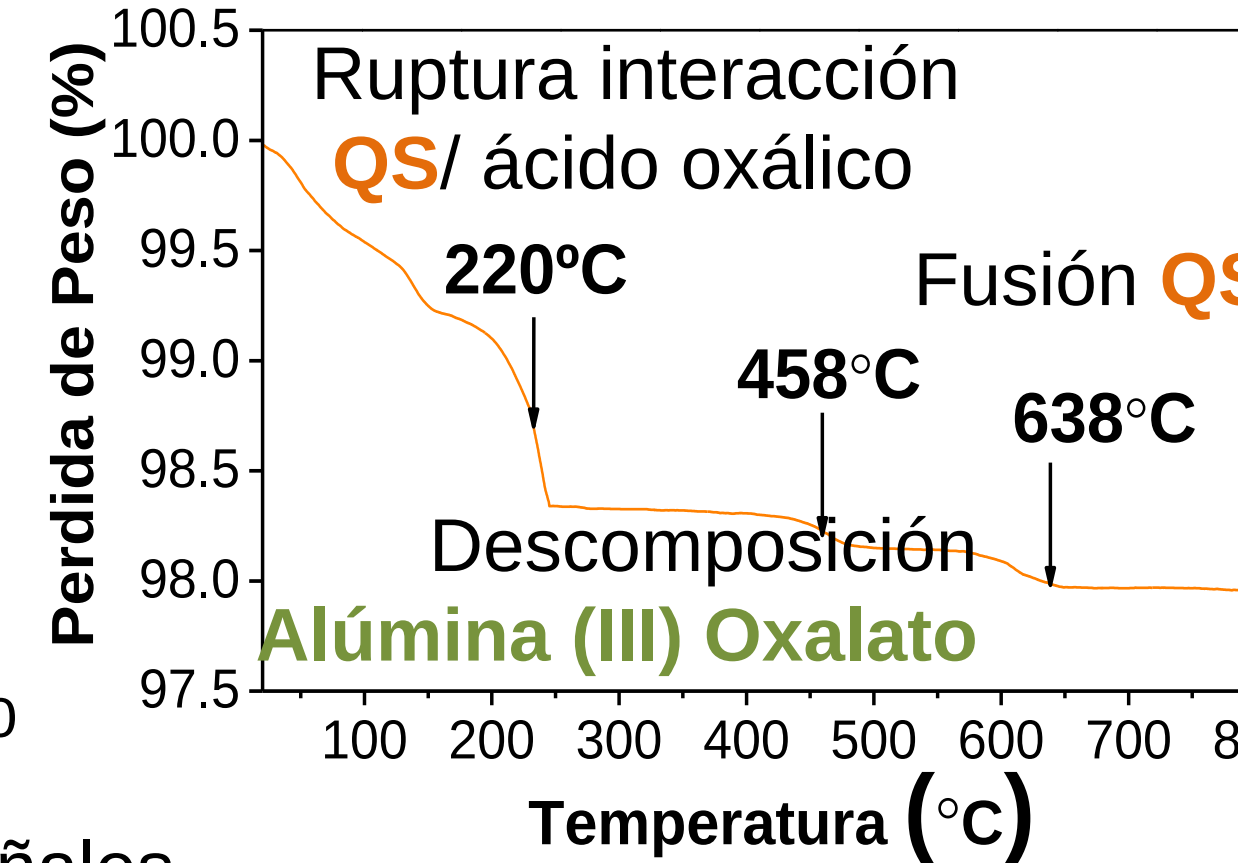
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PQO



DRX

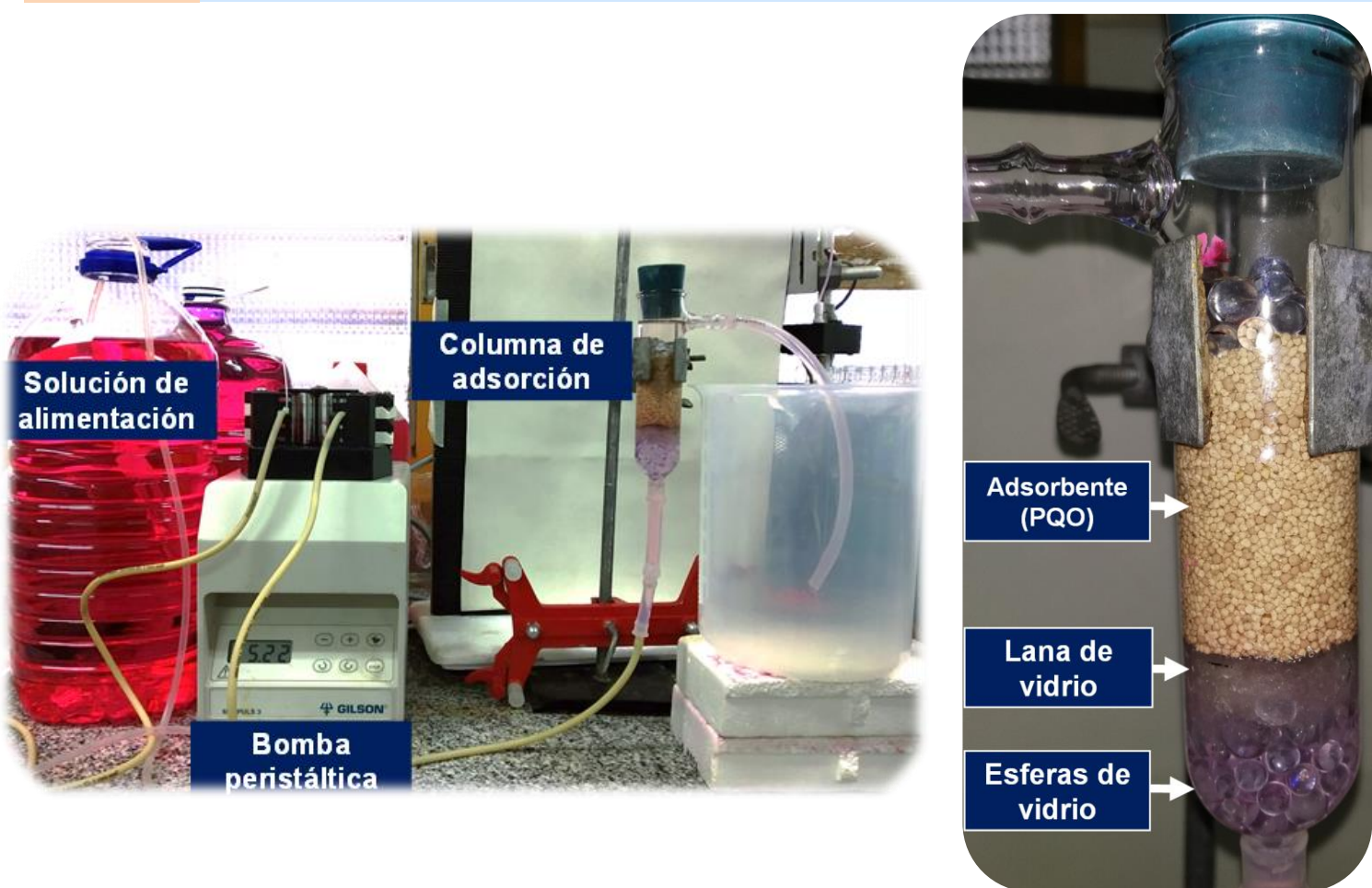


TGA



RESULTADOS

1 Esquema de empaquetamiento de la PQO en la columna de adsorción



Variación de parámetro Experimentales

Z (cm)	F (mL.min ⁻¹)	C ₀ (mg. L ⁻¹)
1.0	3.0	10
2.5	3.0	10
5.0	3.0	10
5.0	3.0	15
5.0	3.0	25
5.0	6.0	10
5.0	9.0	10

Z=Altura del empaquetamiento
F=Caudal volumétrico
C₀= Concentración de alimentación

Los resultados experimentales permitieron calcular

$$J_t = \frac{F}{1000} \int_{t=0}^{t_{\text{total}}} C_{\text{ad}} dt$$

$$W = \frac{C_0 F t_{\text{total}}}{1000}$$

$$q_e = \frac{J_t}{M}$$

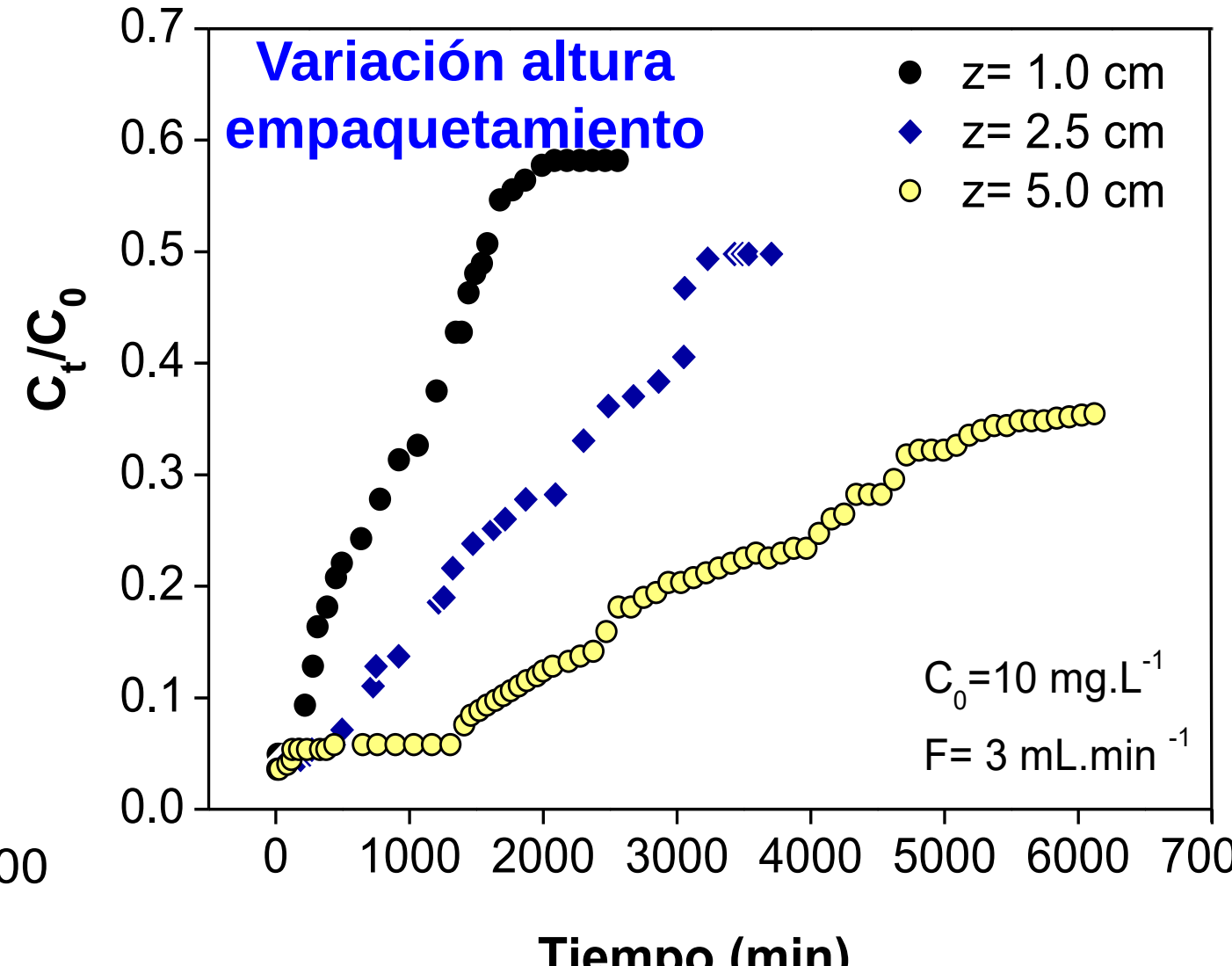
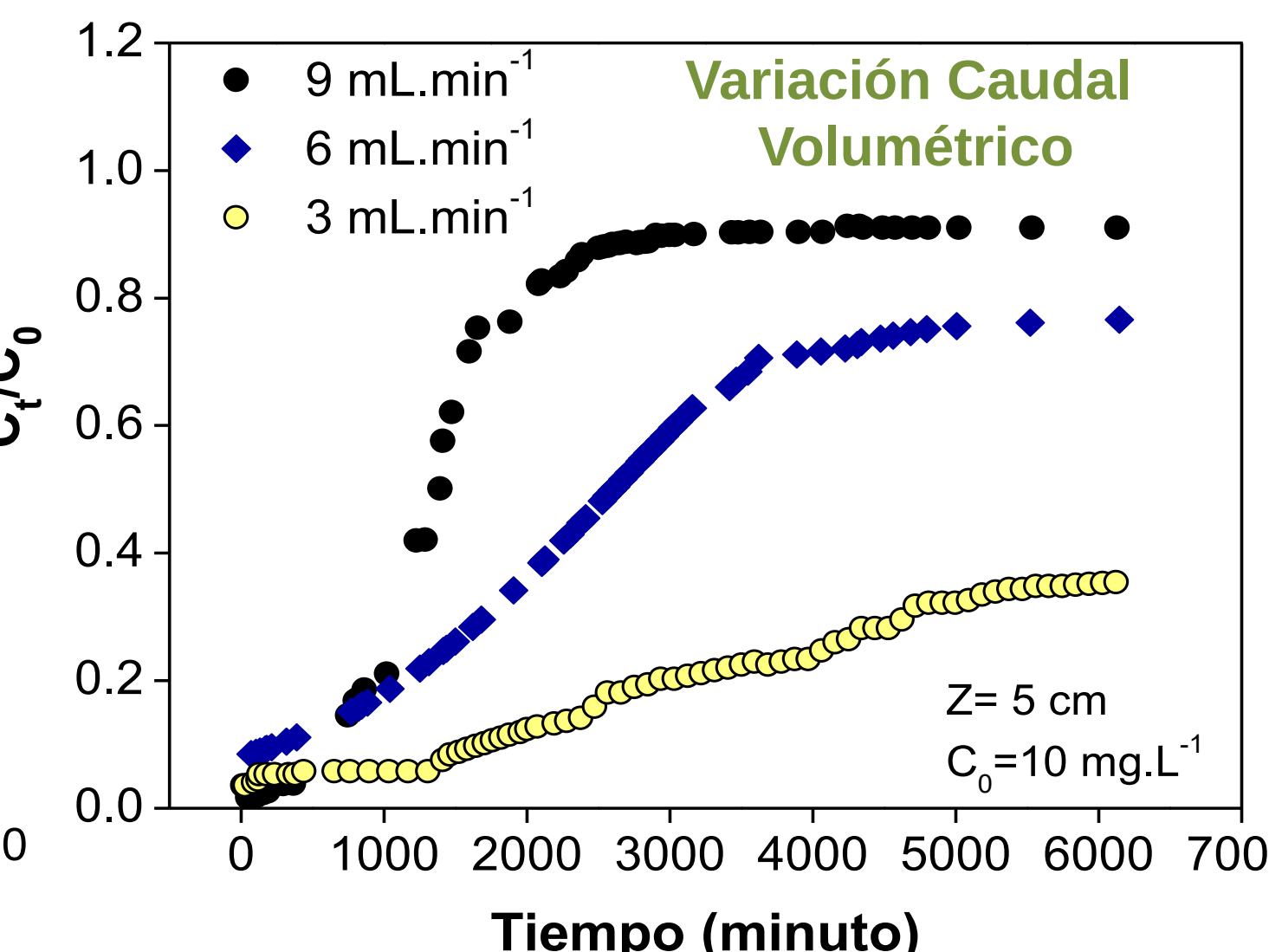
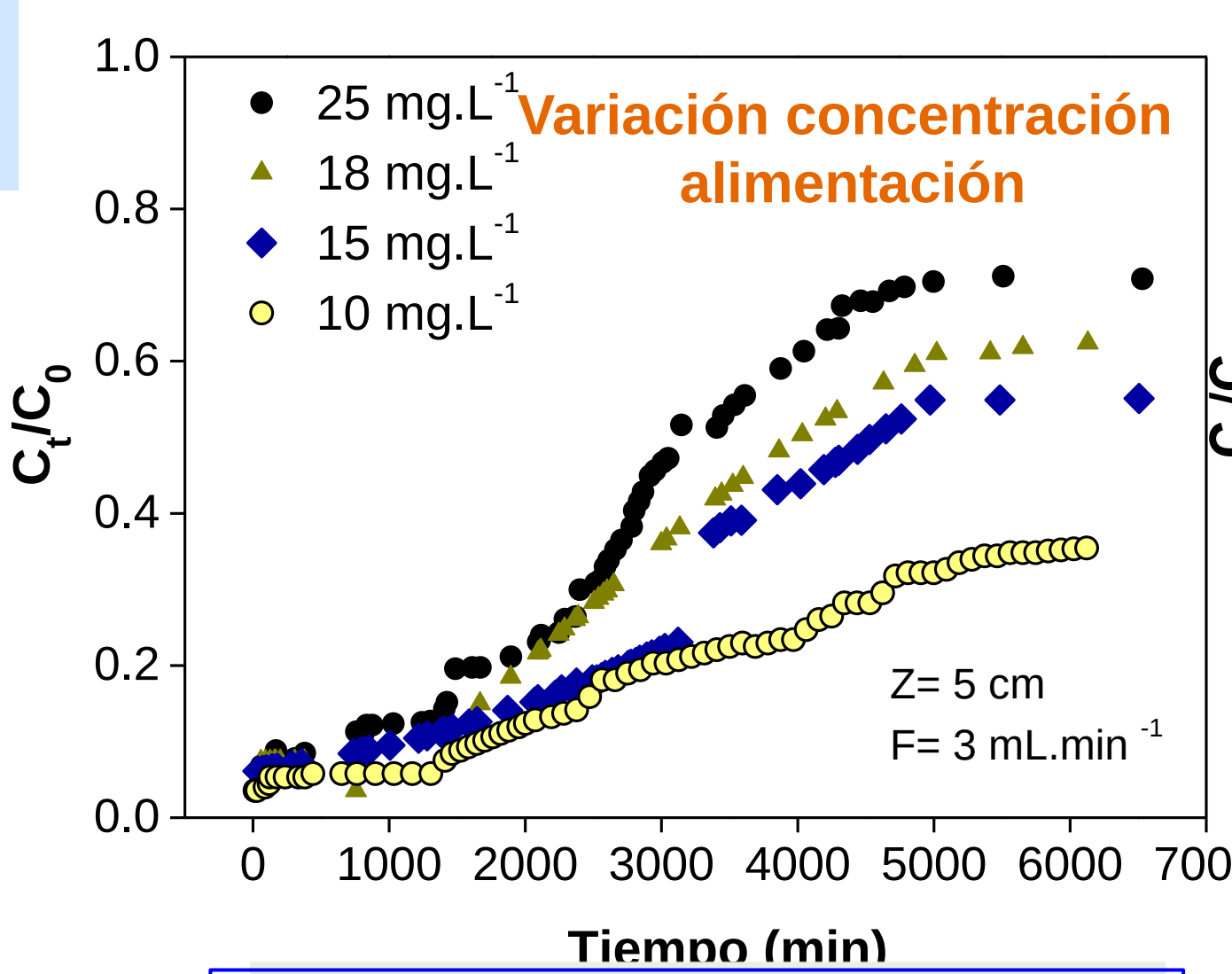
$$\% \text{RM}_c = \frac{J_t}{W} \times 100$$

Se determino la Concentración en el equilibrio (C_e)

$$C_e = \frac{W - J_t}{V_{\text{Total}}} \times 1000$$

se usó los **modelos Langmuir**

Freundlich



Parámetros de la isoterma de adsorción en ensayos dinámicos

Langmuir				Freundlich			
Q _m	K _L	R ²	%e	K _F	n	R ²	%e
331 (41)	0.55 (0.045)	0.97	31 %	158 (19)	3.91 (0.2)	0.87	272 %

Unidades de parámetros de cada modelo

Q_{max} [mg/g] K_L [L/mg] K_F [(mg/g)(mg.L⁻¹)^{-1/n}]

Q_m ensayos **batch=334 mg/g**

3 Modelo de tiempo de servicio de altura de lecho (BDST)

A partir de las curvas de ruptura obtenidas de los ensayos dinámicos (Fig.2) y estableciendo una concentración determinada de adsorbato a la salida de la columna (C_b), se puede definir el tiempo de ruptura (t_b) → tiempo determinado para alcanzar dicha C_b.

$$t_{b,0.5} = \frac{N_{0.5}}{C_0 u} Z = a_{0.5} Z$$

Este modelo muestra una relación lineal entre el t_b y una dada relación de C_t/C₀ a una altura específica del lecho de la columna (Z).

Z (cm)	t _{b0.5} (min) Experimental	t _{b0.5} (min) Predicho	%e
1.0	1444.4	1308.4 (81.7)	9.42
2.5	3429.1	3270.9 (204.4)	4.61

Thomas

$$\ln \left(\frac{C_0}{C_t} - 1 \right) = \frac{k_T q_{0T} M}{F} - k_T C_0 t$$

Yan

$$\frac{C_t}{C_0} = 1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{F \cdot t}{b_Y} \right)^{a_Y}} \rightarrow q_{0Y} = \frac{b_Y C_0}{M}$$

Parámetros modelos:
Modelo Thomas **k_T** es el coeficiente Modelo thomas (mL.min⁻¹.mg⁻¹)
q_{0T} es la capacidad de adsorción de la columna en equilibrio (mg.g⁻¹)

Modelo de Yan **b_Y** (L) Volumen máximo de rendimiento que produce una respuesta en el proceso de adsorción
a_Y es el coeficiente de la ecuación.

A partir de **b_Y** se calcula la capacidad de adsorción (q_{0Y}).

Los resultados de los diferentes modelos se evaluaron analizando el **coeficiente de determinación (R²)** y el **error porcentual absoluto medio (%e)**.

Condiciones Experimentales					Modelo Thomas				Modelo Yan				
C ₀	Z	F	J _t	q _e	q _{0T}	k _T	R ²	%e	q _{0Y}	b x 10 ³	a	R ²	%e
10	1.0	3	46.71	265.22	305	0.134	0.87	5.23	286	5	1.11	0.98	5.88
10	2.5	3	79.46	220.73	271	0.090	0.95	1.71	312	11	1.29	0.98	16.80
10	5.0	3	147.28	182.96	247	0.045	0.96	0.30	357	28	1.23	0.97	0.22
15	5.0	3	198.67	197.27	274	0.039	0.96	1.04	271	14	2.03	0.92	19.15
18	5.0	3	211.70	232.51	250	0.031	0.96	28.11	243	12	1.83	16.96	16.96
25	5.0	3	269.46	292.48	346	0.029	0.96	2.80	326	10	2.11	0.96	0.29
10	5.0	6	158.70	197.27	216	0.073	0.94	1.60	190	15	1.80	0.97	31.73
10	5.0	9	116.53	144.52	201	0.117	0.71	37.88	150	12	2.90	0.98	8.59

Z [cm] F [mL.min⁻¹] C₀ [mg.L⁻¹] q_e, q_{0Y} / q_{0T} [mg.g⁻¹] k_T [mL.min⁻¹.mg⁻¹] b [L]

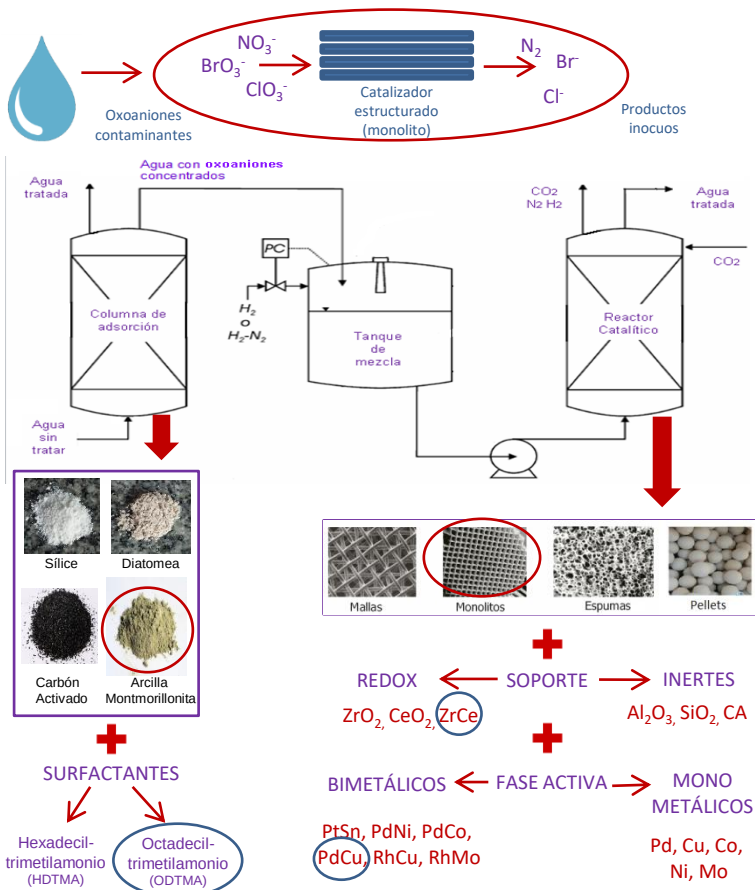
CONCLUSIONES

- La matriz bio-compuesta (PQO) es un excelente material para la remoción de colorantes con implicancias tecnológicas. PQO puede utilizarse en columnas de adsorción de lecho fijo.
- A partir de las curvas de ruptura fue posible analizar las isothermas en el equilibrio de adsorción siendo el modelo de Langmuir el que mejor representa los resultados experimentales.
- El modelo de Yan presentó buena concordancia entre los valores experimentales y predichos.
- Se aplicó el modelo BDST permitiendo realizar predicciones de los sistemas bajo condiciones operativas diferentes a las testeadas, lo cual resulta útil para el diseño de columnas en condiciones industriales.



Remediación de aguas empleando catalizadores para el desarrollo de un sistema integrado para la potabilización de aguas contaminadas con oxoaniones

Peroni, Belén; Biderredipe, Hernán; Casella, Mónica; Jaworski, María



Autores:

Pezzotti, Santiago; Nadal Mora, Vicente J.; Sanchez, Hadrian; Piechocki, Joaquín

Grupo de ingeniería aplicada a la industria GIAI,

UIDET GTA- GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

E-mail: giai@ing.unlp.edu.ar

I. INTRODUCCIÓN

El efecto Magnus es un fenómeno físico en el que un cuerpo en rotación sumergido en una corriente de fluido experimenta una fuerza de sustentación, además de la fuerza de la fuerza de resistencia aerodinámica. La fuerza de sustentación es perpendicular al eje de rotación del eje y a la dirección de la velocidad de la corriente libre.

A lo largo de los años diversos autores han publicado trabajos relacionados con el efecto Magnus, debido a la gran importancia por sus aplicaciones. El efecto Magnus puede afectar significativamente la trayectoria de un cuerpo en rotación moviéndose en un fluido. Es la causa de la desviación en la trayectoria de proyectiles giratorios y pelotas deportivas, como balones de fútbol, pelotas de golf, pelotas de béisbol, etc.

Así mismo, ha sido estudiado para cuerpos en vuelo libre afectados por el viento donde su trayectoria se ve modificada, producto de la rotación. En la UIDET GTA-GIAI estudiamos el efecto Magnus desde el año 2009.

El presente trabajo comprende el estudio experimental del efecto Magnus en un túnel de viento sobre 3 cilindros circulares en rotación, provistos de aletas de diferentes tamaños; allí se midieron fuerzas de sustentación y resistencia aerodinámicas generadas por los cilindros, así como también se realizaron visualizaciones del flujo en el entorno de los modelos.

II. DESARROLLO

ENSAYOS EXPERIMENTALES: → TÚNEL DE VIENTO → ENSAYO DE MEDICIÓN DE FUERZAS (SUSTENTACIÓN (L) Y RESISTENCIA (D)) → DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES AERODINÁMICOS (C_L Y C_D)

→ ENSAYO DE VISUALIZACIÓN DE FLUJO EN EL ENTORNO DE LOS CUERPOS

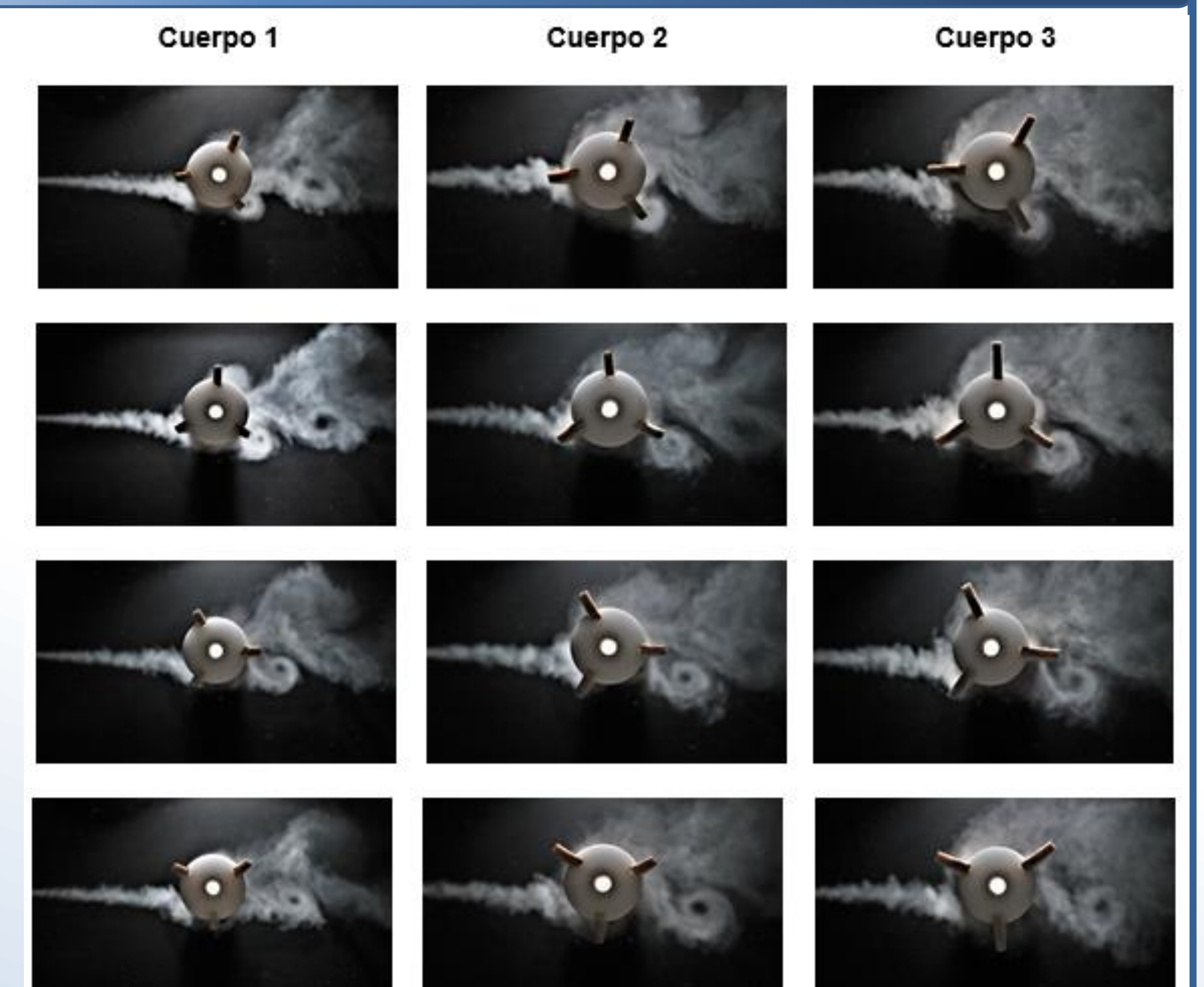
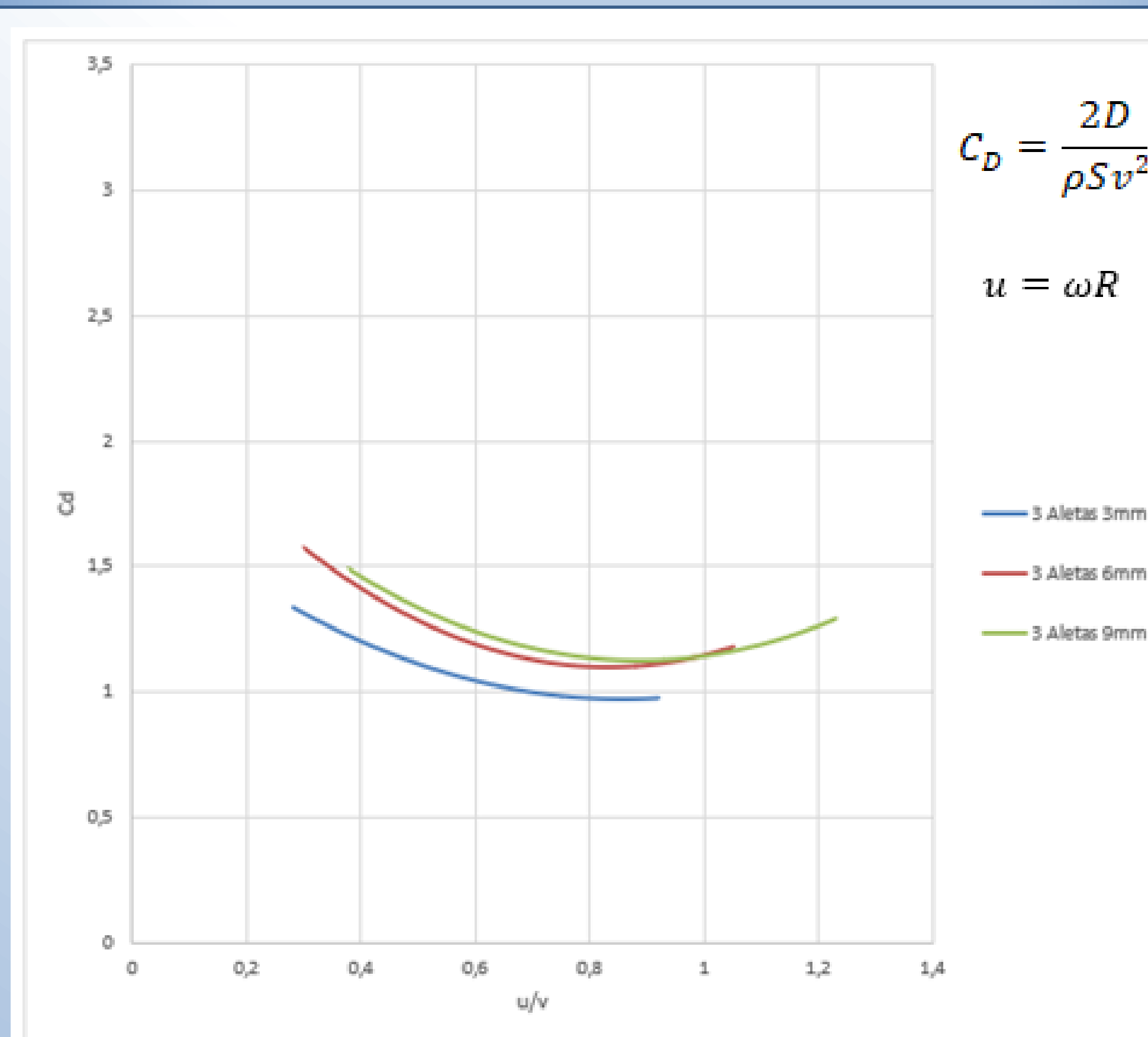
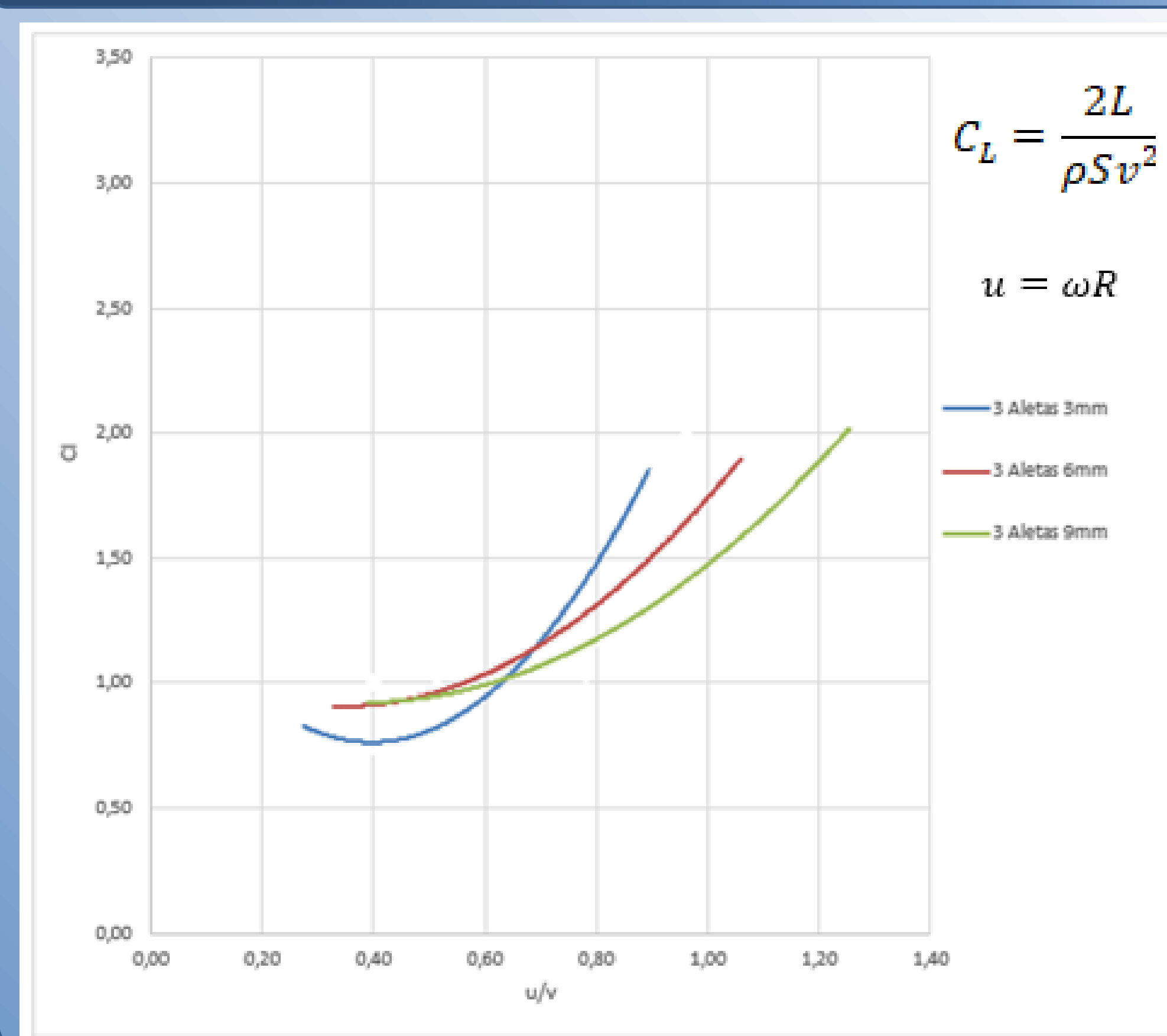
Los ensayos se realizaron a las velocidades de rotación (ω) de los cuerpos de 1950, 2310, 2520 y 2725 rpm; para las velocidades de la corriente de aire (u) de 5, 8, 10 y 12 m/s.

MODELOS:

- El largo de los 4 cuerpos es de 180 mm
- Diámetro del cilindro: 26mm
- Espesor de las aletas: 3mm
- Cuerda de aletas:
 - Cuerpo 1: 3mm
 - Cuerpo 2: 6mm
 - Cuerpo 3: 9mm



III. RESULTADOS



IV. CONCLUSIONES

Al aumentar el tamaño de las aletas se obtuvo un valor similar de C_L para los 3 cuerpos, pero para mayor relación de velocidades u/v . Es decir, que para obtener un mismo valor de C_L se requirió mayor velocidad de rotación cuando se aumentó el tamaño de las aletas respecto al cuerpo con aletas más pequeñas.

Los valores de C_D para los cuerpos con aletas de 6 y 9 mm son similares, mientras que el cuerpo con aletas de 3 mm presenta valores de C_D inferiores.

El tamaño de los remolinos y su localización diferencian el patrón de flujo entre todos los cuerpos. Mientras más largas son las aletas, más grandes son los remolinos y más ancha la estela, esto explica el aumento de la resistencia aerodinámica. En todos los casos, el remolino inferior está claramente definido y su tamaño aumenta con el tamaño de la aleta y con la relación de velocidad, lo que explica la ganancia de sustentación entre los cuerpos. Con el aumento de la relación de velocidad, la estela se desvía más hacia la parte superior, lo que evidencia el fenómeno de generación de sustentación.

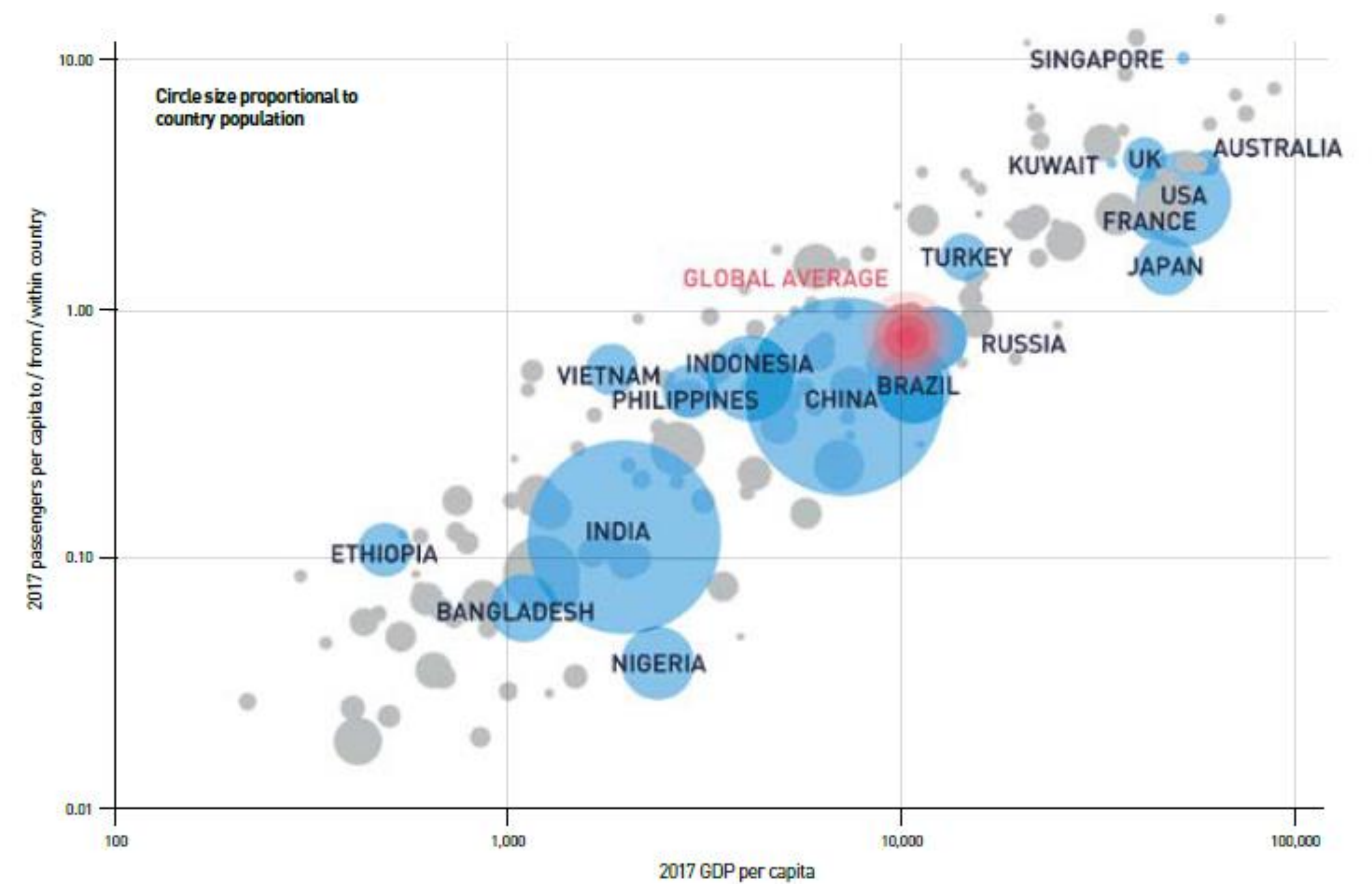
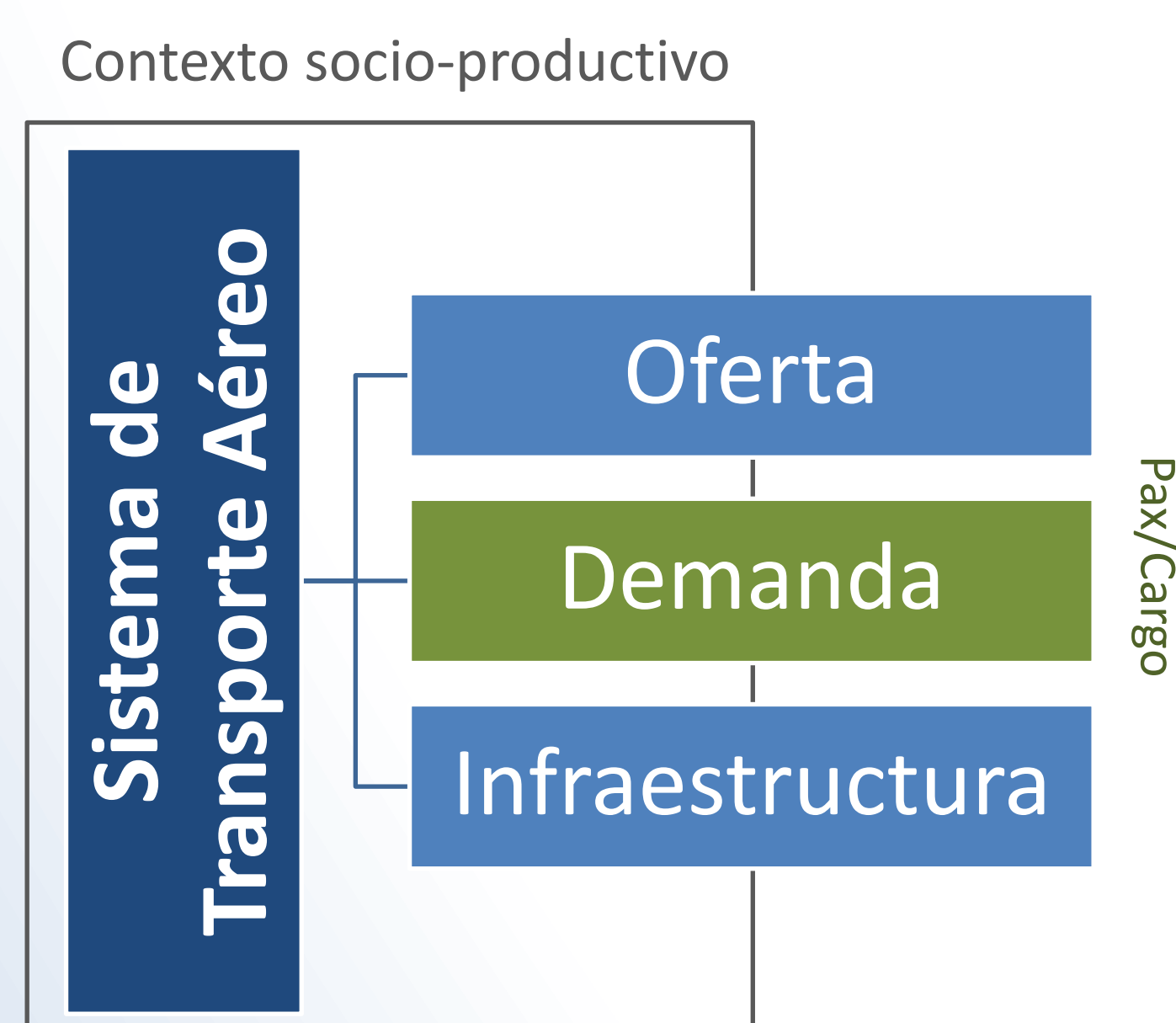
¿Es posible pensar en el transporte aéreo como vía inductora del desarrollo sostenible?

¿Qué aspectos de diseño debería recoger un instrumento dedicado a este fin en Argentina?

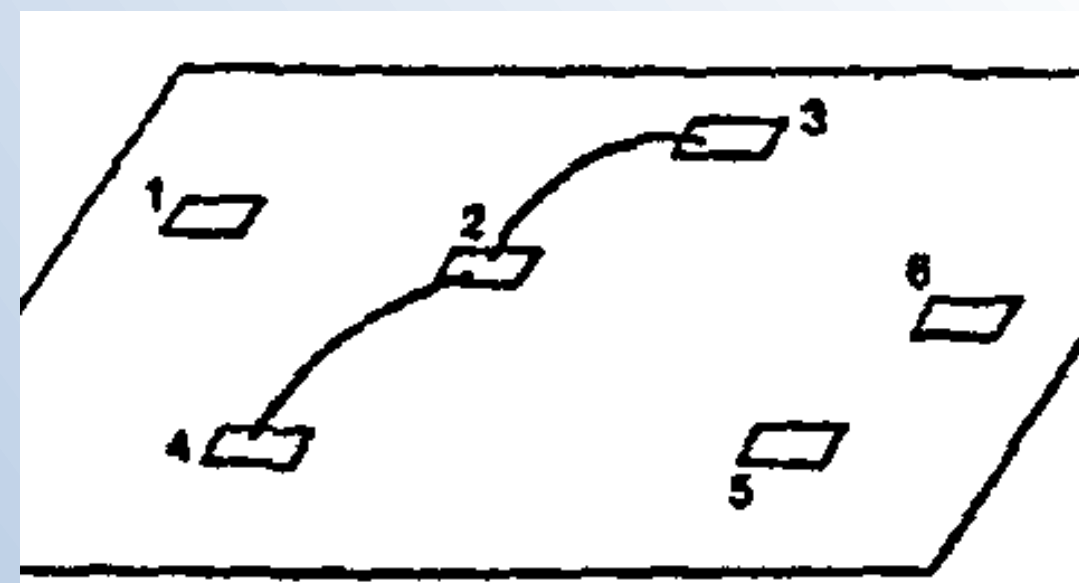
Desarrollo sustentable y Transporte Aéreo

- + Apalancamiento e integración de cadenas de valor
- + Circulación y producción de conocimiento (Greenwald & Stiglitz, 2013)

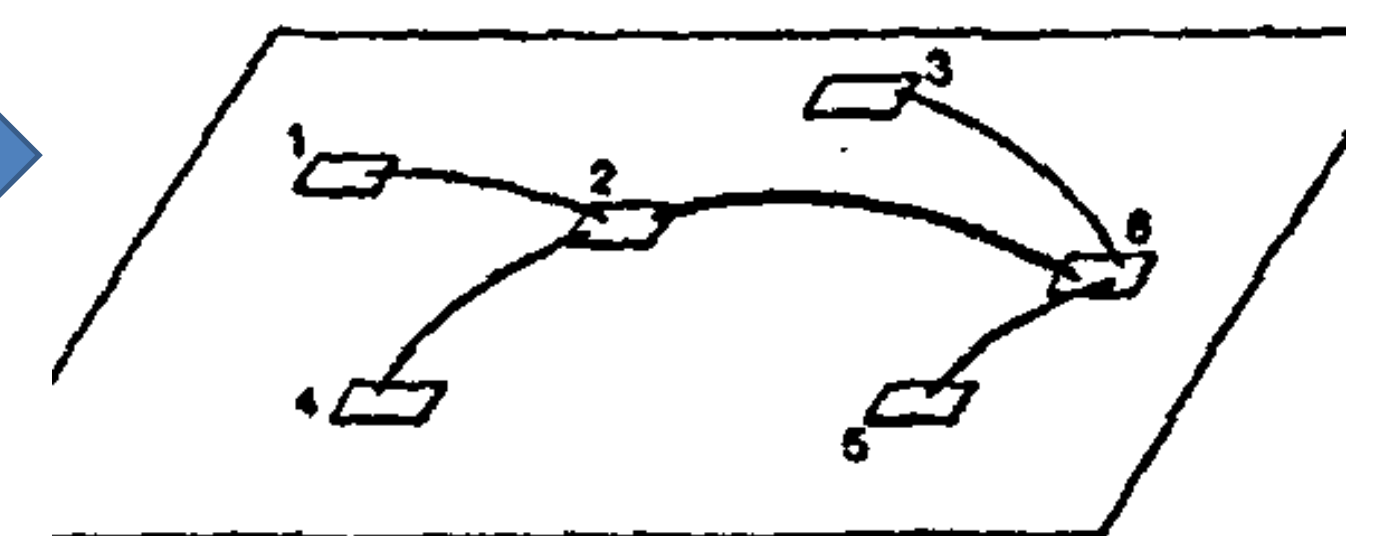
Políticas de Promoción



Mecanismos del desarrollo de rutas



redes logísticas y comunicaciones – multimodalidad – influencia territorial



Aerolínea

- Cadenas de valor industrial (Turismo + ...)
- Organización territorial (Municipios, Provincia, Nación)
- Sistema del transporte aéreo
- Políticas públicas - penetración

Valor & Captura

Instrumento: (i+D) aerolínea/agencia especializada en desarrollo

IV. CONCLUSIONES

- Agente especializado: agencia/aerolínea dedicada al desarrollo, de gestión centralizada de proyectos de intervención.
- Diseño de intervención: promoción e integración del transporte durante un tiempo de transición (proyectos de promoción) a partir de articulaciones múltiples, simultáneas y en distintos puntos de la red.
- Función integrada de expansión de los subsistemas técnicos (físicos, y de información) y de financiamiento
- Gestión del conocimiento
- Configuración operativa adaptada

BIBLIOGRAFÍA

- Auerbach, S., & Koch, B. (2007). Cooperative approaches to managing air traffic efficiently—the airline perspective. *Journal of Air Transport Management*, vol. 13, no 1, p. 37-44.
- Bradley, N. C. (2006). Managing airport positioning dynamics in the private sector. *Journal of Airport Management*, 38-58.
- Bråthen, S. (2016). *Air transport provision in remoter regions*. Routledge.
- Christodoulou, G. e. (2009). The Route Development Fund (RDF)—can we sustain air transport in the regions. *Proceedings of the European Transport Conference*.
- Fageda, X. S.-A. (2019). Air transport connectivity of remote regions: the impacts of public policies. *Regional Studies*.
- Goodovitch, T. (1996). A theory of air transport development. *Transportation Planning and Technology*, 1-13.
- Greenwald, B., & Stiglitz, J. E. (2013). Industrial policies, the creation of a learning society, and economic development. *The Industrial Policy Revolution* Palgrave Macmillan UK.
- Halpern, N. &. (2015). Airport route development: A survey of current practice. *Tourism Management*, 213-221.
- Halpern, N. G. (2016). Factors affecting airport route development activity and performance. *JATM*.
- Ishutkina, M. A. (2011). Analysis of the interaction between air transportation and economic activity: a worldwide perspective. *ICAT*.
- Lohmann, G. &. (2016). Air route suspension: The role of stakeholder engagement and aviation and non-aviation factors. *Journal of Air Transport Management*, 199-210.
- Martin, S. C. (2009). *Passenger air service development techniques*. ACRP Report, USA.
- Metraass-Mendes, A. &. (2010). Air transportation policy for small communities: lessons from the US experience. *ATRS World Conference Proceedings*. Oporto, Portugal.
- Pender, L. (1999). European aviation: the emergence of franchised airline operations. *Tourism Management*, vol. 20, no 5.
- Smyth, A. C. (2012). Is air transport a necessity for social inclusion and economic development? *Journal of Air Transport Management*.

LIOFILIZACIÓN DE FRUTILLAS. MODELADO MATEMÁTICO DEL PERÍODO DE SECADO PRIMARIO O DE SUBLIMACIÓN

Víctor Adrián Reale^{1,2} (victor.adrian.reale@gmail.com); **Sergio A. Giner^{1, 2, 3}**

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), CONICET-CIC-UNLP, La Plata, Argentina.

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina.

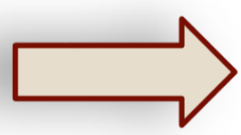
³ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.



INTRODUCCIÓN

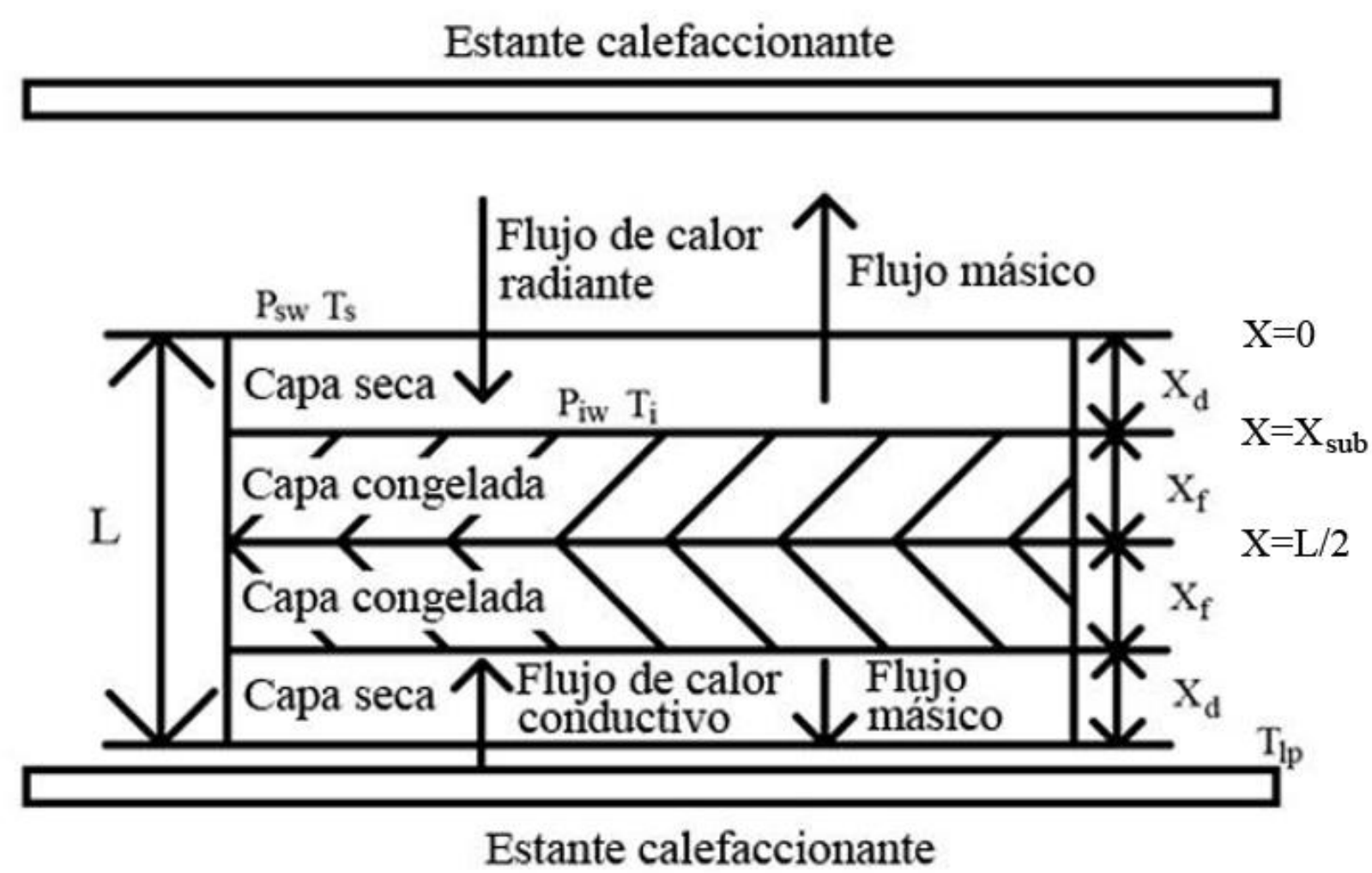
La liofilización es un proceso físico que consiste en la eliminación del agua de un producto -previamente congelado- mediante una etapa de secado por sublimación, denominada secado primario, y luego por una etapa de secado por desorción, denominada secado secundario. Los productos liofilizados se caracterizan por presentar la mayor calidad en cuanto a preservación de atributos sensoriales y de los componentes bioactivos. Por ello resulta útil el modelado matemático del proceso de liofilización, ya sea con el objetivo de predecir y comprender lo que ocurre con las variables fisicoquímicas y parámetros de calidad de las muestras durante el proceso, o bien para contribuir a recolectar información útil que permita el diseño óptimo de equipos. Este trabajo tiene como objetivos modelar el período de secado primario durante la liofilización frutilla empleando el método numérico de diferencias finitas; determinar del coeficiente de difusión de vapor de agua a través de la capa seca creciente; los perfiles de temperatura y presión de vapor de agua dentro del producto, y contenido de humedad promedio; y estimar el tiempo mínimo de proceso de la etapa de sublimación.

MATERIALES Y MÉTODOS



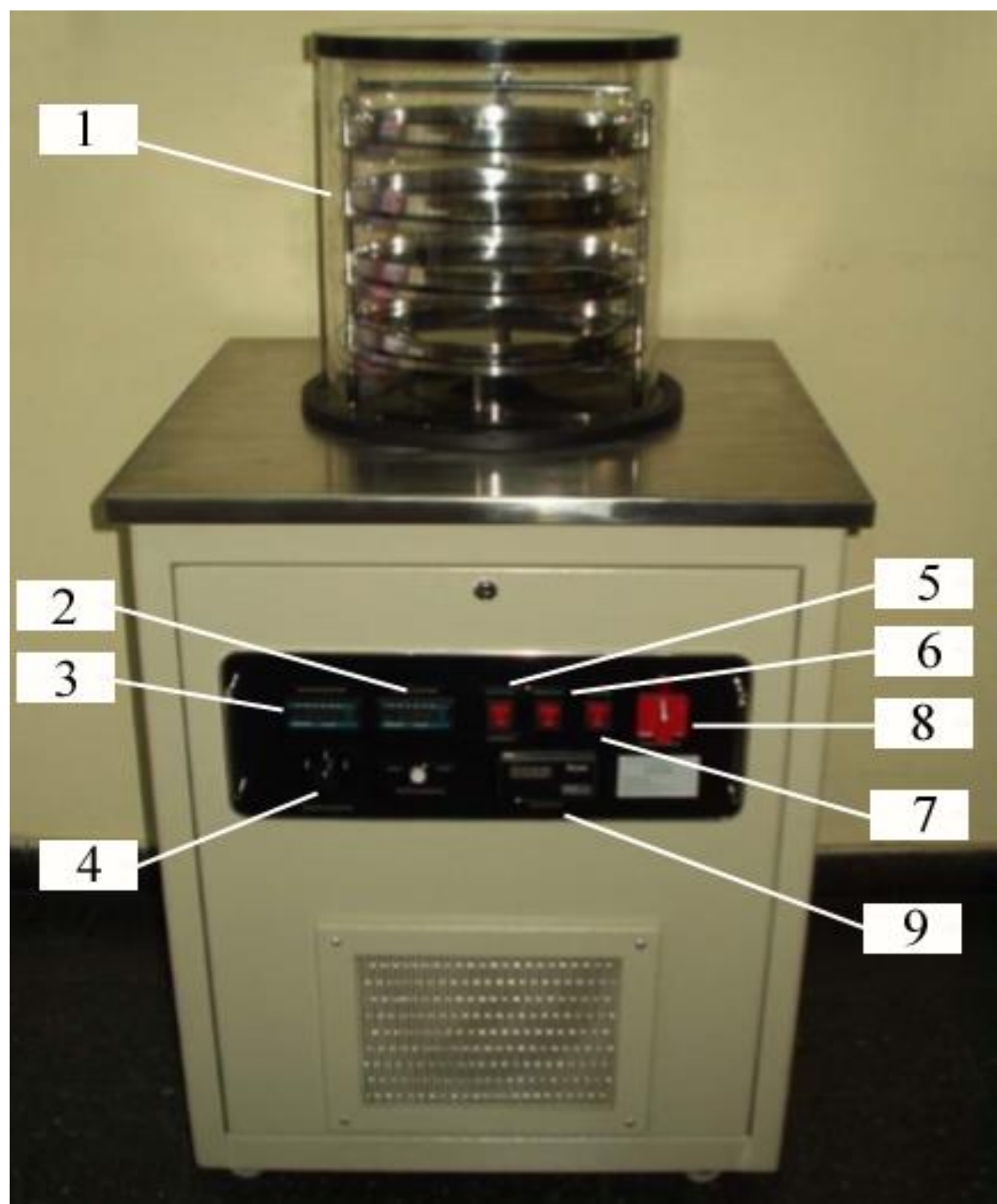
Corte en rodajas de 0,01 m de espesor

Liofilización (temperatura de estante de 40°C y presión absoluta de 30 Pa)



Perfil de la muestra durante la sublimación:

Equipo: Liofilizador Rifcor® L-A-B4-C (Argentina)



1. Cámara de vacío;
2. Control de temperatura de estante;
3. Visor de temperatura de estante-producto-condensador;
4. Selector de temperaturas: estante-producto-condensador;
5. Interruptor del condensador y del medidor de temperatura;
6. Interruptor de la bomba de vacío y del medidor de presión;
7. Interruptor de calefacción;
8. Interruptor general del equipo;
9. Indicador de presión.

La cinética de secado se registró por triplicado. La humedad se determinó por el método AOAC 934.06.

Ecuaciones para el cálculo del perfil de presión de vapor

Capa seca

$$\frac{\partial P_v}{\partial t} = D_{sp} \frac{\partial^2 P_v}{\partial x^2}$$

Condiciones de contorno

$$D_{sp} \frac{\partial P_v}{\partial x} = k_m (P_v - P_v^{amb}) \quad x = L/2$$

Transferencia de vapor por difusión en el interior, y convectiva en el exterior

$$P_v = P_v^{sat}(T) \quad x = x_{sub} \quad \text{Flujo nulo de vapor en el centro}$$

Ecuaciones para el cálculo del perfil de temperatura

Capa seca

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha_d \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad \alpha_d = \frac{k_d}{\rho_d C_{pd}}$$

Capa congelada

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha_f \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad \alpha_f = \frac{k_f}{\rho_f C_{pf}}$$

Condiciones iniciales y de contorno

$$T = T_0 \quad t = 0 \quad 0 < x < L/2$$

Temperatura uniforme al inicio

$$-k_d \frac{\partial T}{\partial x} = h_T (T_{amb} - T) \quad t > 0 \quad x = 0$$

$$h_T = h_{rad} + h_{conv} = \sigma \varepsilon F (T_{amb}^2 - T^2) (T_{amb} - T) + h_{conv}$$

Transferencia de calor radiante y convectiva desde el exterior, y conductiva en el interior de la rodaja

$$G \Delta H_{sub} = -k_d \frac{\partial T}{\partial x} \bigg|_{x_{sub}} + k_f \frac{\partial T}{\partial x} \bigg|_{x_{sub}} \quad t > 0 \quad x = x_{sub}$$

Interfase de sublimación

$$-k_f \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad t > 0 \quad x = \frac{L}{2}$$

Flujo nulo de calor en el centro

Cálculo del flujo de vapor sublimado

$$G = \frac{k_m}{R_g} \left(\frac{P_v}{T} \bigg|_{x=0} - \frac{P_v^{amb}}{T^{amb}} \right)$$

Cálculo del espesor de la capa seca

$$x_d^{actual} = x_d^{previo} + \frac{G \Delta t}{\rho_d (m_0 - m_e)}$$

Cálculo de la fracción de hielo

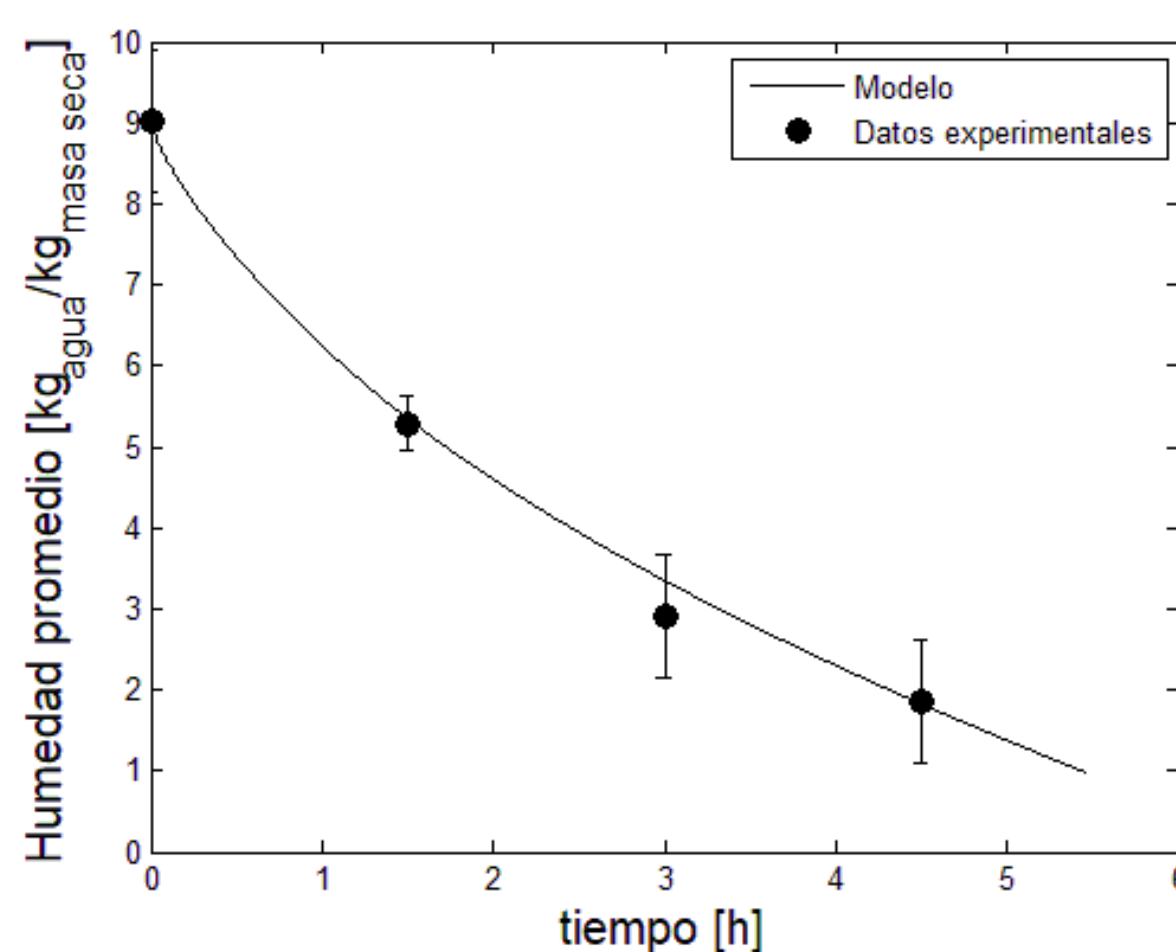
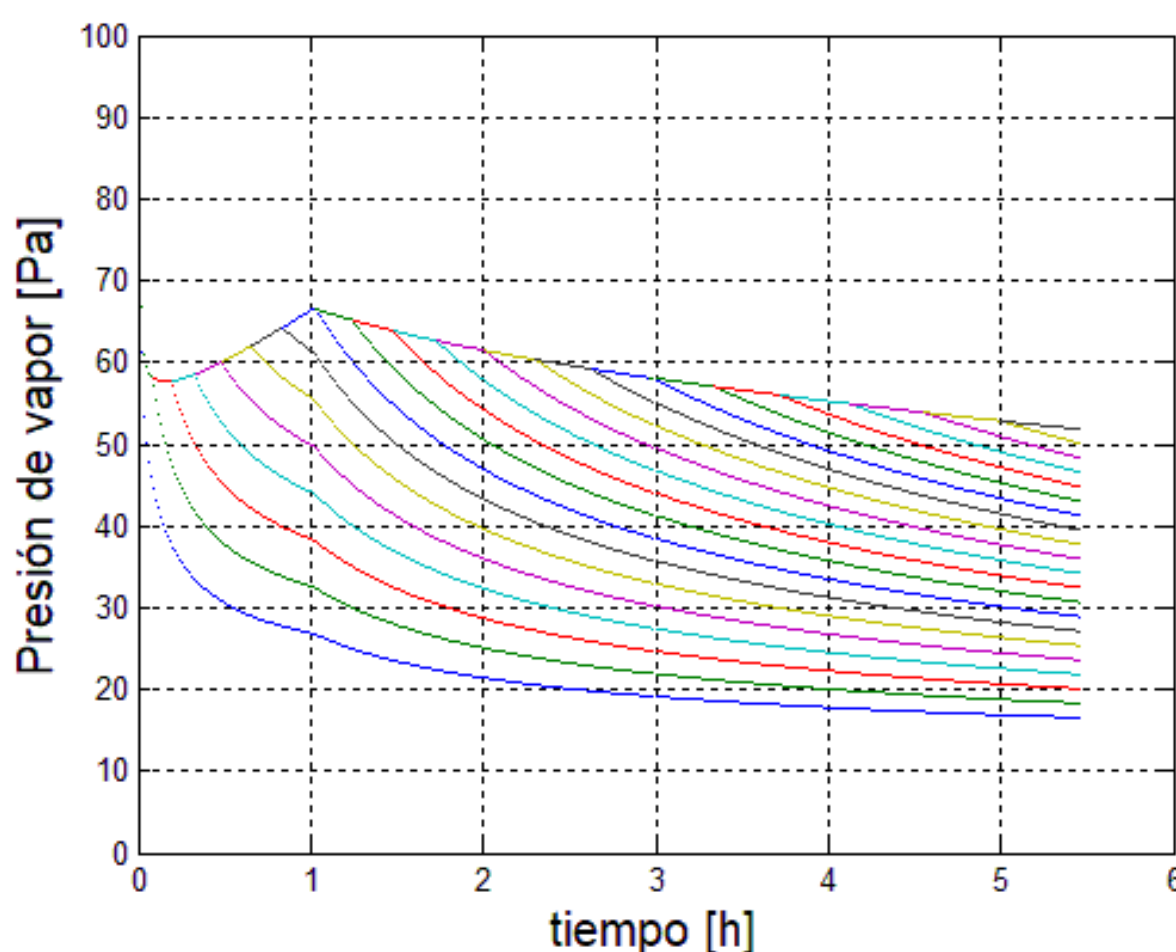
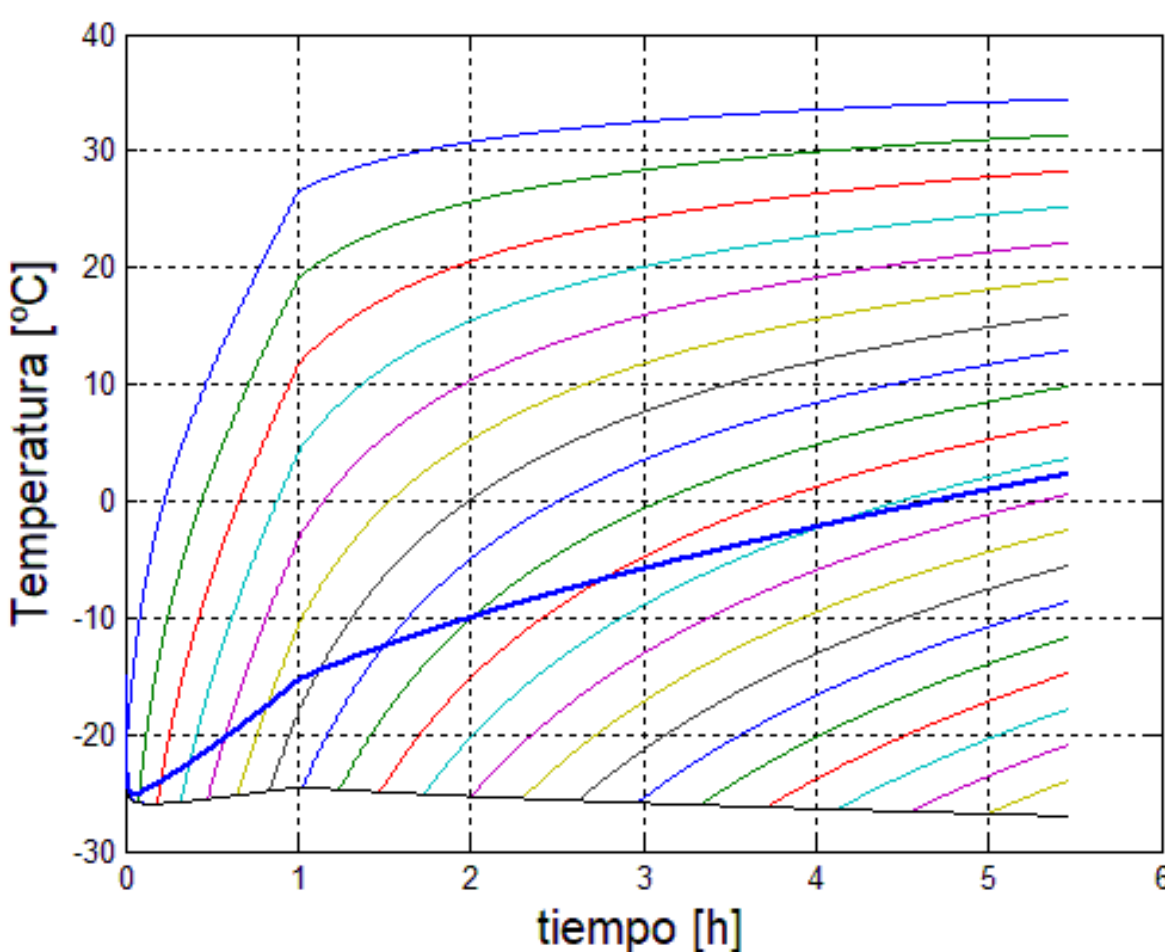
$$F_{ice} = \frac{1.105}{1 + \frac{0.7138}{\ln(T_f - T_{af} + 1)}}$$

Ecuaciones para el cálculo del contenido de humedad promedio

$$m_e = m_0 (1 - F_{ice}) \quad \text{Contenido de humedad no congelada}$$

$$m_{prom} = m_e + \left(1 - \frac{x_d}{L/2} \right) (m_0 - m_e) \quad \text{Contenido de humedad promedio}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Humedad inicial [kg agua/kg materia seca]	9,021
Humedad al final de la sublimación [kg agua/kg materia seca]	0,9814
Duración de la etapa de sublimación [h]	5,5
Coefficiente de difusión de vapor efectivo D [m²/s]	1,576x10 ⁻³
Coefficiente de transferencia de masa convectiva k _m [m/s]	2,438
Coefficiente de transferencia de energía radiante y convectivo h _T [W/(m² K)]	78.615
Coefficiente de determinación r²	0,951

CONCLUSIONES

Los modelos aplicados predicen un comportamiento razonable para los perfiles de temperatura de producto y presión de vapor de agua dentro de la capa seca. El contenido de humedad predicho se ajusta muy bien a los datos experimentales de humedad en función del tiempo durante la etapa de sublimación. El coeficiente de difusión obtenido por ajuste fue similar a los reportados por otros autores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Khalloufi, S., Robert, J. L. & Ratti, C. (2004). Solid foods freeze-drying simulation and experimental data. Journal of Food Process Engineering, 28, 107 – 132.
- Hua, T. C., Liu, B. L. & Zhang, H. (2010). Freeze-Drying of pharmaceutical and food products. Science Press, 3, 74–86.

UIDET SENyT, Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de la Plata, Calle 116 s/n, B1900, La Plata, Argentina.
Contacto: santiago.rodriguez@ing.unlp.edu.ar

En este trabajo, se presenta la implementación y las pruebas de funcionamiento parciales de un receptor GNSS apto para su uso en satélites con factor de forma compatible con los denominados cubesats. El receptor posee dos entradas de antena y es capaz de operar en las bandas L1 y L2 de GPS y L1 de GLONASS. Entre las aplicaciones donde es de interés el uso de un receptor GNSS multibanda pueden destacarse: seguimiento de órbita precisa (POD), aplicaciones de toma de imágenes, y aplicaciones basadas en arquitecturas segmentadas, donde varios satélites operan en conjunto con un fin en común (ej. SAR). Un receptor GNSS multibanda permite, en principio, resolver posición y velocidad con mayor precisión que uno monobanda, por lo que se hizo énfasis en este aspecto al momento de proponer el diseño de nuestro receptor.

PC-104 BUS

FPGA

SRAM

RF FE

USB

ANT IN

Figure 10 displays position and velocity errors for two navigation systems: ECEF (Left Column) and RTN (Right Column). The top three rows show position errors (Δr_x , Δr_y , Δr_z) in meters for ECEF, and the bottom three rows show velocity errors (Δv_R , Δv_T , Δv_N) in mm/s for RTN. The x-axis for all plots is Time [h], ranging from 0 to 3. The y-axis for position errors ranges from -10 to 10 m, and for velocity errors, it ranges from -0.4 to 0.4 mm/s. The ECEF plots show position errors with a blue line representing the estimated error and red asterisks representing the true error. The RTN plots show position errors with a blue line representing the estimated error and red asterisks representing the true error. The velocity errors are shown as blue lines representing the estimated error and red asterisks representing the true error. The RTN plots include a legend box with the following information: $\mu_R = -0.637$ [cm], $RMSE_R = 1.52$ [cm]; $\mu_T = -1.06$ [cm], $RMSE_T = 1.41$ [cm]; $\mu_N = 0.0794$ [cm], $RMSE_N = 0.795$ [cm].

Se presentó el diseño, construcción y validación parcial de un receptor GNSS doble antena y multifrecuencia orientado a CubeSats. Los ensayos realizados hasta el momento permitieron validar el diseño propuesto y verificar su correcto funcionamiento bajo la dinámica a la que se vería sometido en un satélite en órbita. El análisis de calidad de mediciones permite afirmar la aptitud del receptor para su uso en misiones satelitales con requerimientos de alta precisión.

Obtención de una bomba impulsora en dos aleaciones de aluminio AA356 y AA206 por el método de colada por gravedad.

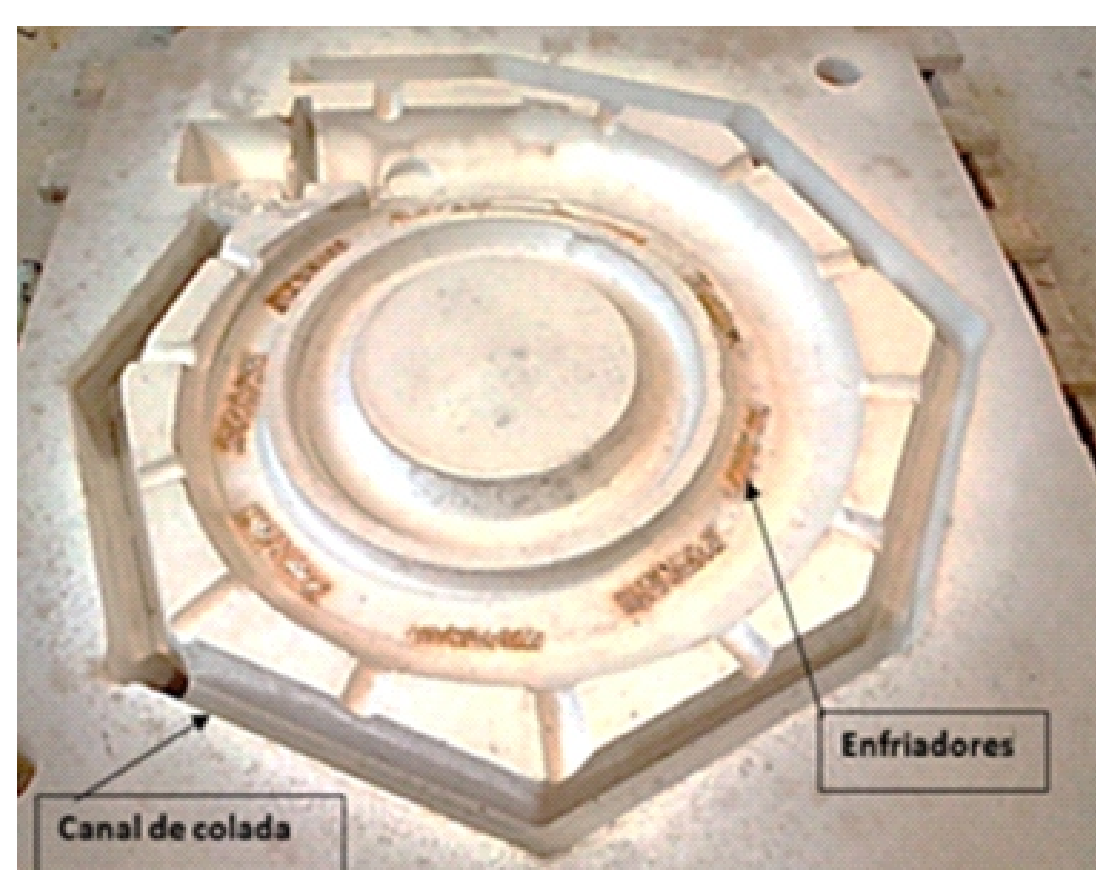
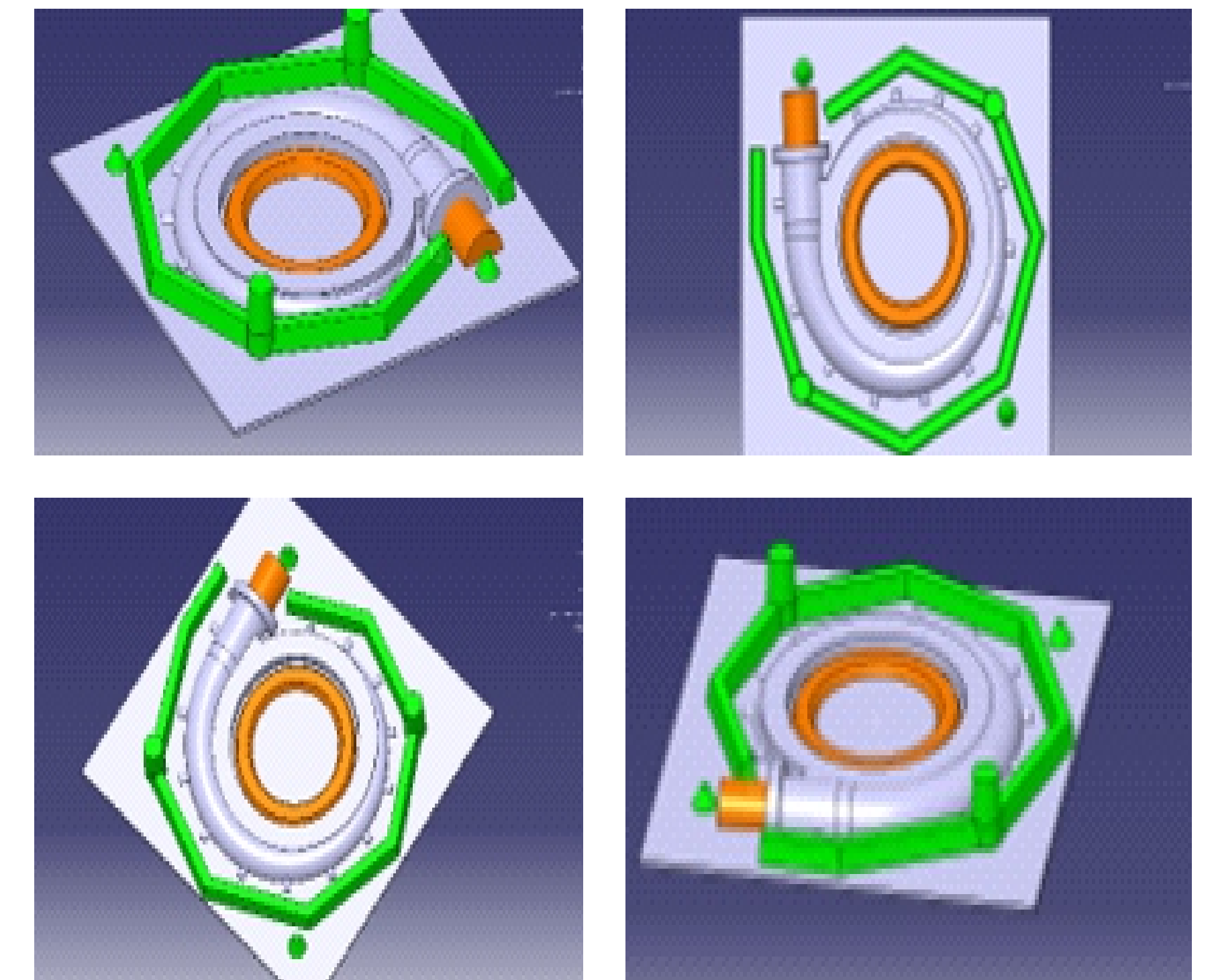
F. Ruiz Díaz⁽¹⁾, J. Lacoste⁽¹⁾, L. Feloy⁽¹⁾, A. L. Cozzarín⁽¹⁾, D. Tovio⁽¹⁾, E. Maffia⁽¹⁾
(1) PROINTEC, Departamento de Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata.

Introducción

Los materiales mas utilizados para la fabricación de las bombas impulsoras son las aleaciones de aluminio. Estas aleaciones presentan una serie de ventajas con respecto a otras como su fabricabilidad (métodos convencionales de fusión y colada) y su relación resistencia/peso uno de los puntos fundamentales para la fabricación de piezas empleadas en el campo aeronáutico y aeroespacial, particularmente porque permite un ahorro de combustible al realizar diseños que conlleven una disminución del peso del componente.

Objetivo

Obtención de las bombas impulsoras a partir de dos aleaciones AA356 y AA 206, trabajando sobre la colabilidad de las aleaciones y mejorando el diseño de los moldes sabiendo que una de las variables para evaluar la colabilidad, es la fluidez.



Los factores que pueden influir en la fluidez del líquido son el rango de temperatura de solidificación, la viscosidad, la tensión superficial de la masa fundida y la cantidad de inclusión presente en el líquido.

El desarrollo experimental se realizó en las instalaciones de la **UIDET ProInTec I&D** de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Pruebas de llenado sobre estos mismos moldes habían arrojado resultados negativos, uno de los inconvenientes era que debido a la baja colabilidad de las aleaciones, los alabes estatóricos de la voluta de combustible salían incompletos.

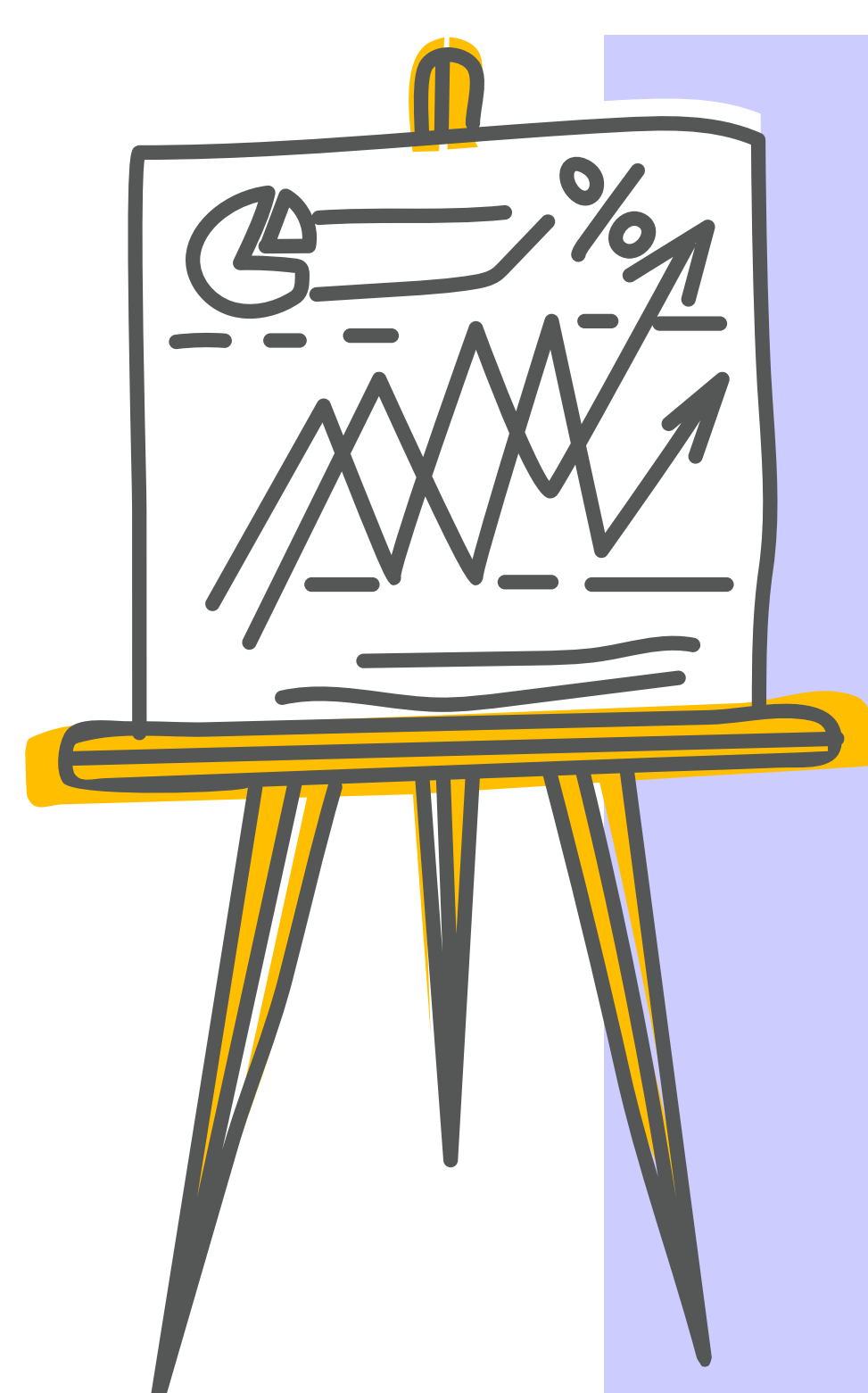
Teniendo en cuenta que los alabes son uno de los puntos claves en la obtención del rotor, se procedió a la observación a partir de una sonda boroscópica, en la pieza colada y solidificada, para encontrar posibles fallas de llenado o defectos superficiales.

El recorrido con la sonda por el interior del impulsor arrojó resultados positivos con respecto a la sanidad de los alabes y paredes interiores, esto es el resultado de aumentar la temperatura para mejorar la colabilidad de las aleaciones y poder llenar aquellos lugares complicados antes que solidifique la aleación. Sin embargo, en la cara superior del impulsor, se observaron restos de inclusiones de arena, esto se debe al barrido de partículas de arena, producto de la alta temperatura del metal líquido.



Conclusiones

- Si bien el aumento de temperatura aumenta la colabilidad, hubo que implementar una solución de compromiso pues el aumento de temperatura aumenta el porcentaje de solubilidad de gas en el metal líquido, y además promueve la aparición de inclusiones en la pieza final.
- Si bien la aleación AA206 posee una resistencia mecánica superior a las AA356, al tener menor colabilidad obliga a aumentar la temperatura de colada afectando la sanidad de la aleación.
- El magnesio juega un rol fundamental en la fluidez de las aleaciones, pero la misma puede ser contrarrestada con el aumento del gradiente de temperatura.



SIMULADOR DE SEÑAL L1 DEL SISTEMA GPS EN MATLAB

López García, Ignacio - Lorenzen, Lautaro - Sanz, Lucas - López, Ernesto M. - García, Javier G.
UIDET Sistemas Electrónicos de Navegación y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata
sanz.lucas@alu.ing.unlp.edu.ar

1. Introducción

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) consta de 31 satélites, los cuales transmiten información temporal y orbital a partir de la cual el receptor calcula su posición. Para ello se requiere la información de al menos 4 satélites, calculándose la distancia a la que se encuentra cada uno de ellos en base al tiempo de viaje de la señal. En este trabajo se aborda el desarrollo de un generador de señal GPS L1 implementado en Matlab.

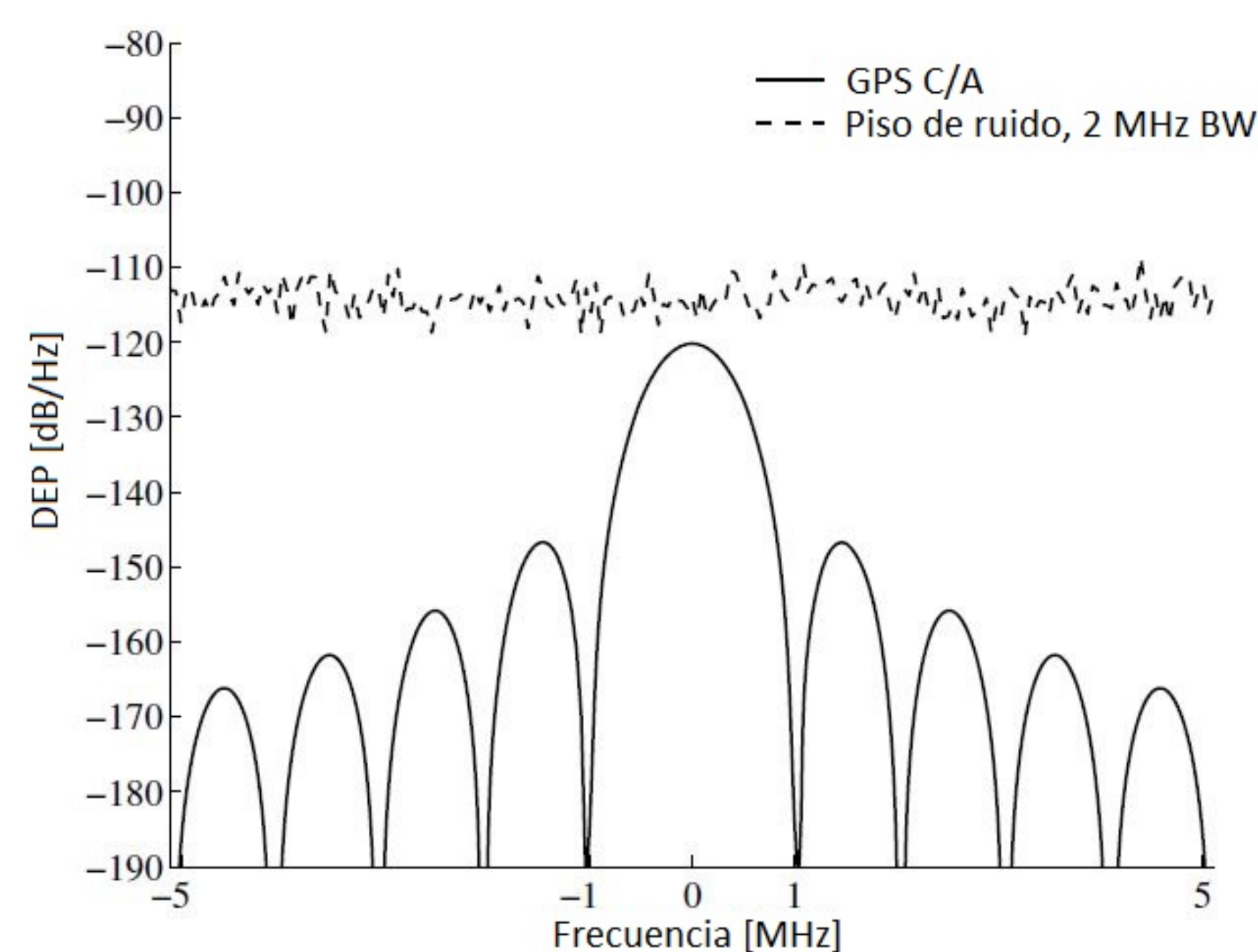
2. Modelo de señal

Para describir la señal GPS se utiliza un modelo que contempla únicamente la transmisión de la portadora L1 a una frecuencia $f_{L1} = 1575,42 \text{ MHz}$. Además, se considera la modulación con la secuencia denominada *Código de adquisición gruesa* (Coarse Acquisition o C/A, en inglés). De manera que la señal transmitida por un satélite k resulta:

$$s^k(t) = \sqrt{2P_C}(C^k(t) \oplus D^k(t)) \cos(2\pi f_{L1}t)$$

donde P_C es la potencia de señal. C^k es el código de adquisición gruesa para el satélite k y D^k son los bits de datos que transmite el satélite k . El código C/A identifica unívocamente a cada satélite y se transmite con una tasa de $1,023 \text{ MHz}$.

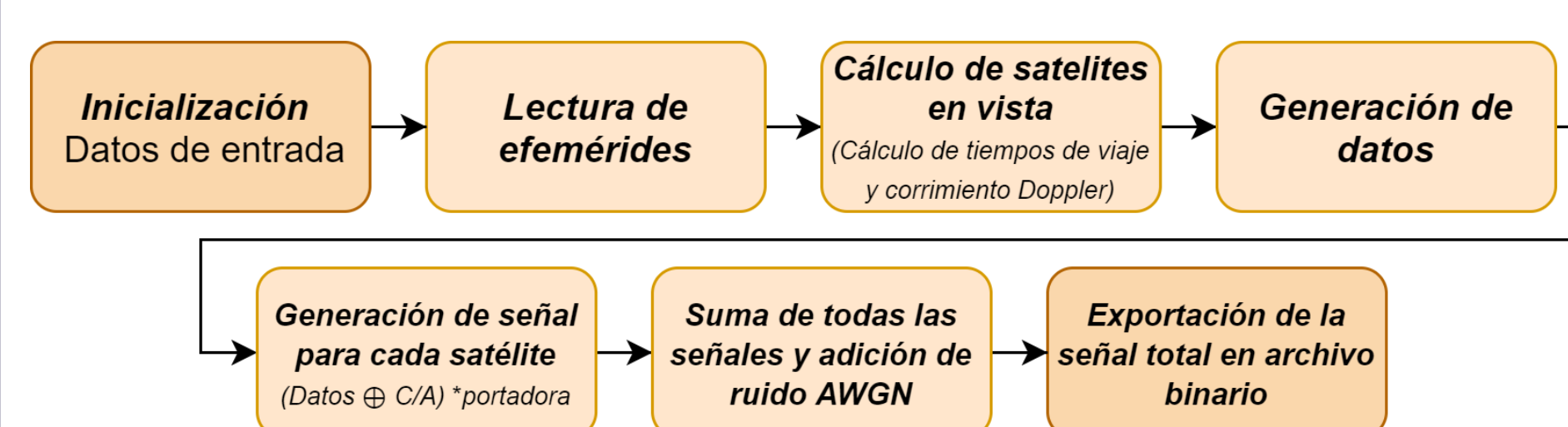
El espectro de esta señal se puede modelar como se ve en la siguiente imagen



3. Diseño del Simulador

El diagrama en bloques de la figura esquematiza la secuencia de operaciones que realiza el simulador.

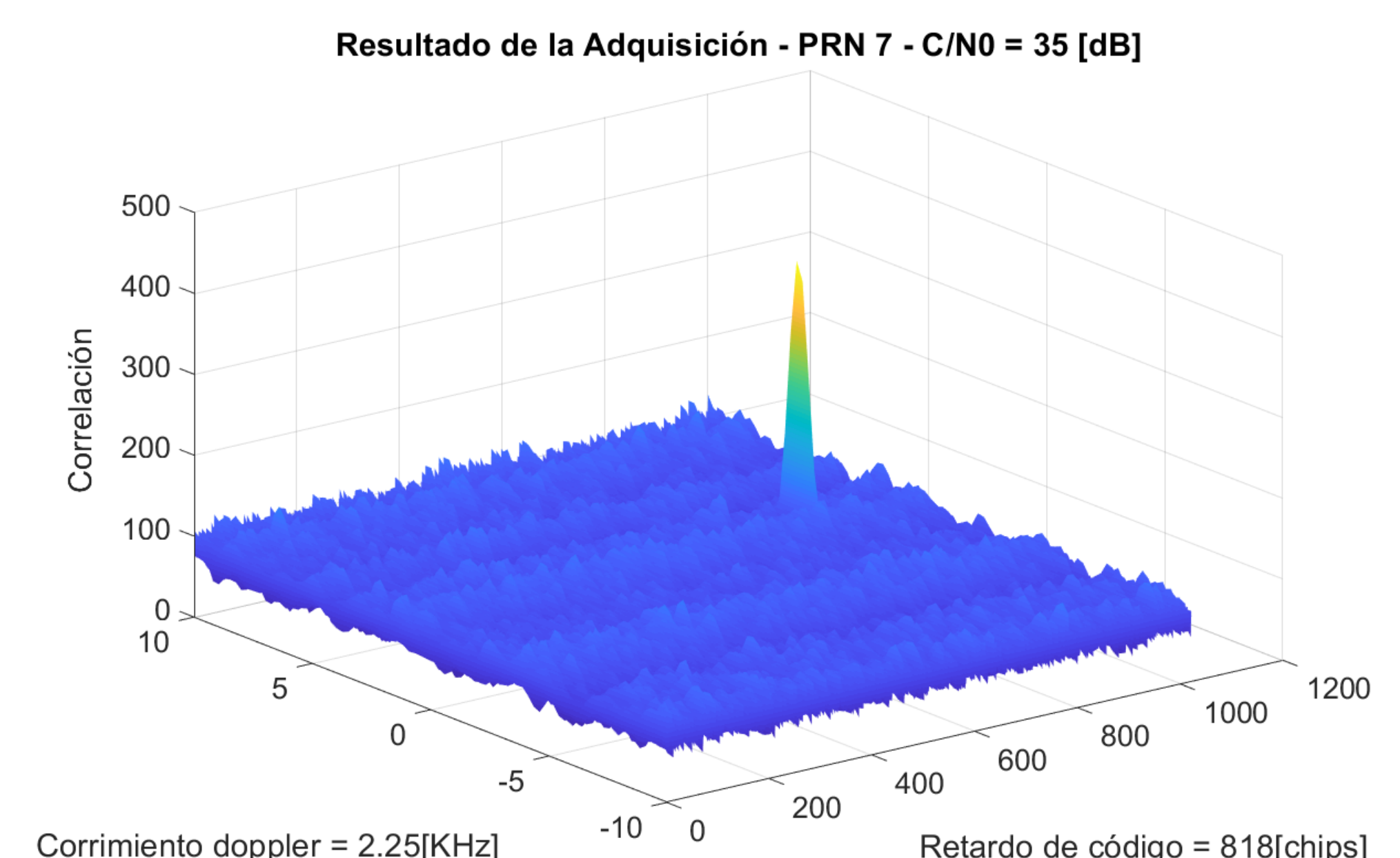
Para simular la señal captada por un receptor correspondiente al conjunto de los satélites GPS de manera fidedigna, se parte de una posición y un tiempo de receptor conocidos en base a los cuáles, y junto con las efemérides vinculadas a los satélites, es posible determinar la posición y velocidad de los mismos, y con ello, aquellos visibles para el receptor y su distancia.



Se contemplan además efectos como el **corrimiento Doppler**, el **efecto Sagnac** y **correcciones por efecto relativista**, entre otros. Calculados los parámetros que permiten modelar apropiadamente la señal, se generan las señales para cada satélite con sus respectivos datos, se las suma y añade ruido AWGN. La señal así generada es finalmente exportada a un formato legible por receptores implementados en software.

4. Preprocesamiento

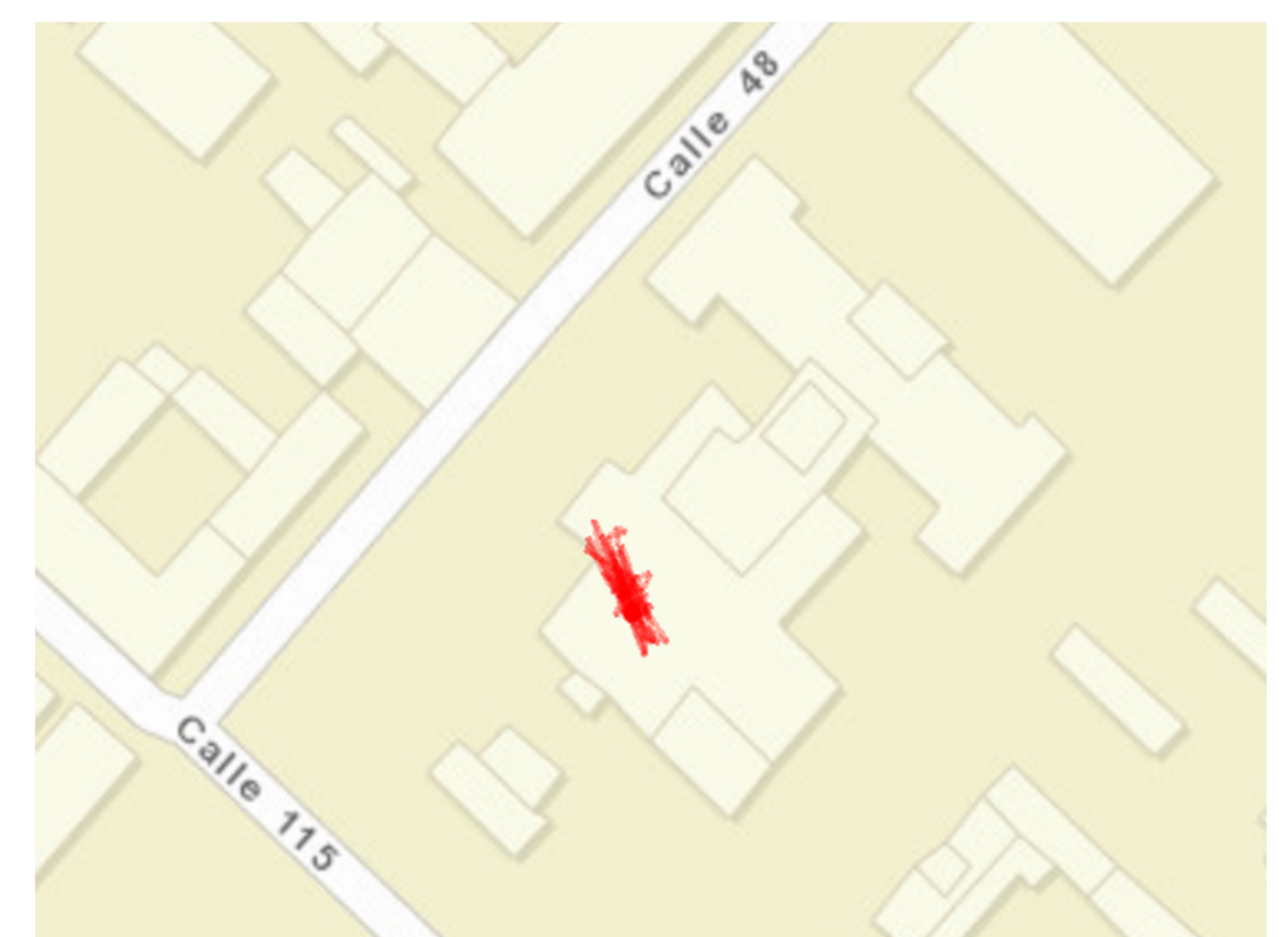
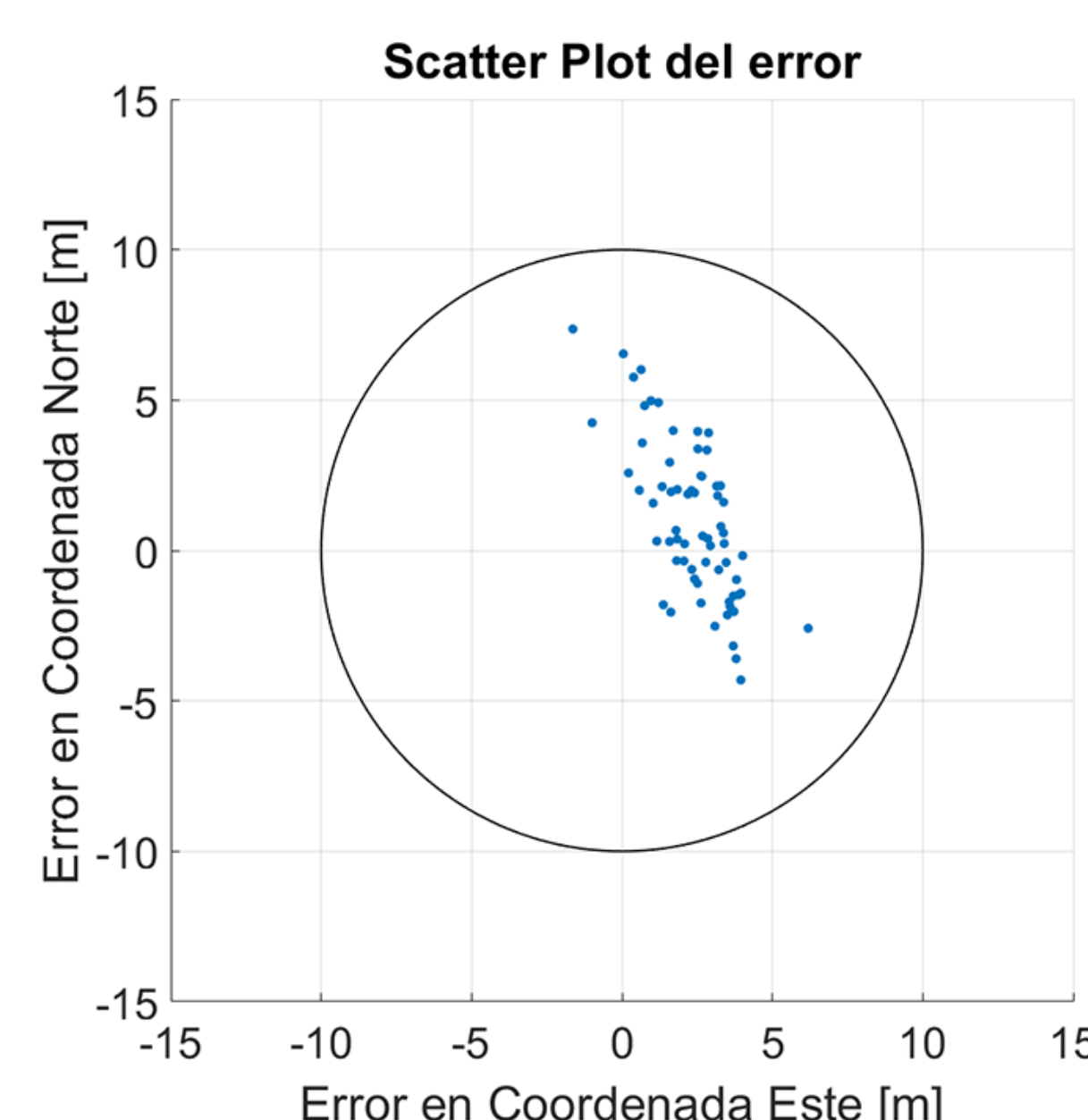
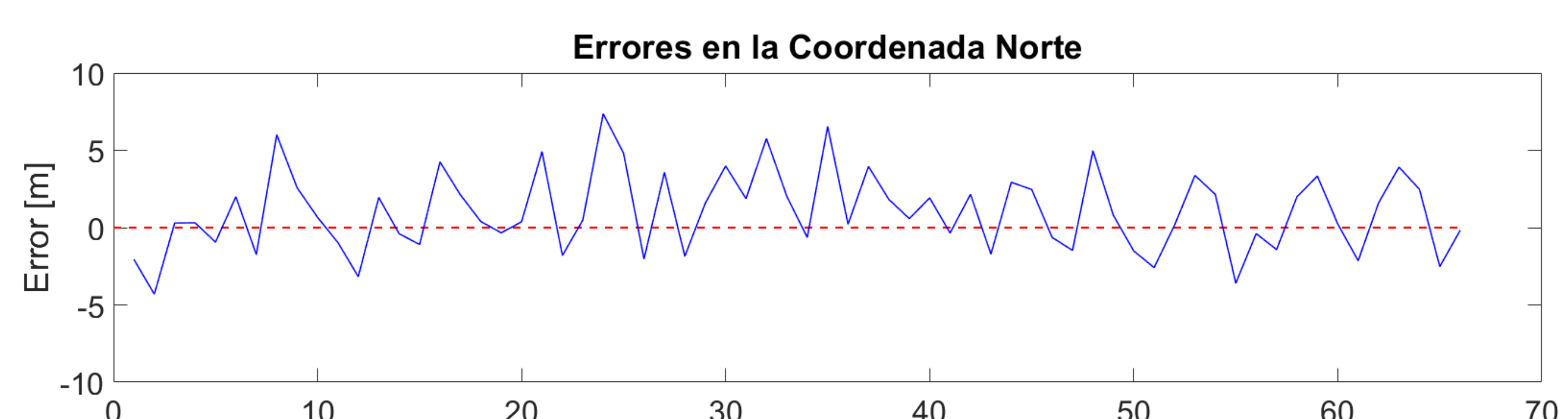
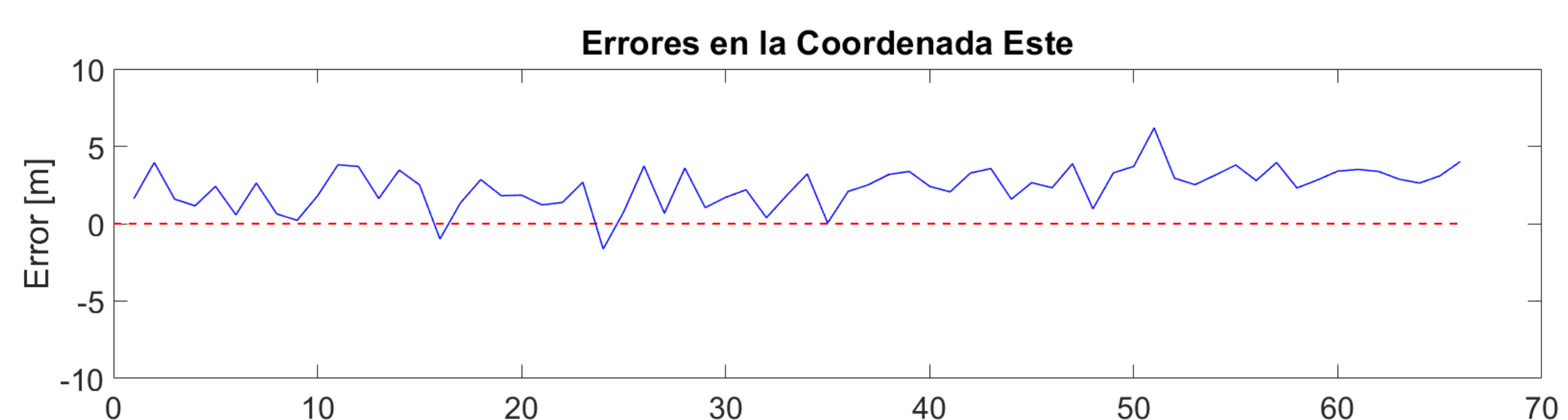
A la hora de comprobar si se encuentran satélites en vista, el receptor realiza una serie de operaciones que, en su conjunto, son conocidas como *adquisición*. La adquisición consiste en encontrar un pico de correlación para un determinado satélite a una determinada frecuencia, a partir de la cual se puede inferir el corrimiento Doppler y la fase de código de la señal. En este caso, con la señal generada, el resultado es el de la figura, en el que puede verse que la adquisición tiene un pico para el satélite con PRN 7, el corrimiento Doppler es de $2,25 \text{ KHz}$ y la fase de código de 818 chips.



5. Resultados obtenidos

Las soluciones PVT (Posición, Velocidad y Tiempo) dadas por el GNSS-SDR (software utilizado para el procesamiento de la señal generada por el simulador) se convirtieron al sistema coordenado LTP (por sus siglas en inglés *Local Tangent Plane*).

Teniendo presente que el origen del marco LTP definido es la posición de simulación deseada, se observaron diferencias cuyas desviaciones resultaron $\sigma_{Norte} = 2,6028 \text{ m}$, y $\sigma_{Este} = 1,3247 \text{ m}$. Es importante notar que distintas simulaciones en distintos puntos geográficos dieron lugar a desviaciones del mismo orden en metros.



6. Conclusiones

En este trabajo se diseñó e implementó un simulador de la señal L1 del sistema GPS que fue validado exitosamente utilizando el software GNSS-SDR. Esto lo convierte en una herramienta de gran utilidad para el estudio y validación de sistemas GPS tanto en la modulación como en la demodulación de datos, dado que no resulta laborioso modificar las características de la señal ni diseccionarla de una forma concreta.



EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE POR REFUERZO PARA LA ADAPTACIÓN DE CONTROLADORES DE PÁNCREAS ARTIFICIAL

María Cecilia Serafini^{1,2}, Nicolás Rosales¹, Fabricio Garelli¹

¹Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI (UNLP-CONICET), La Plata, Argentina;

²Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires, CICpBA, La Plata, Argentina

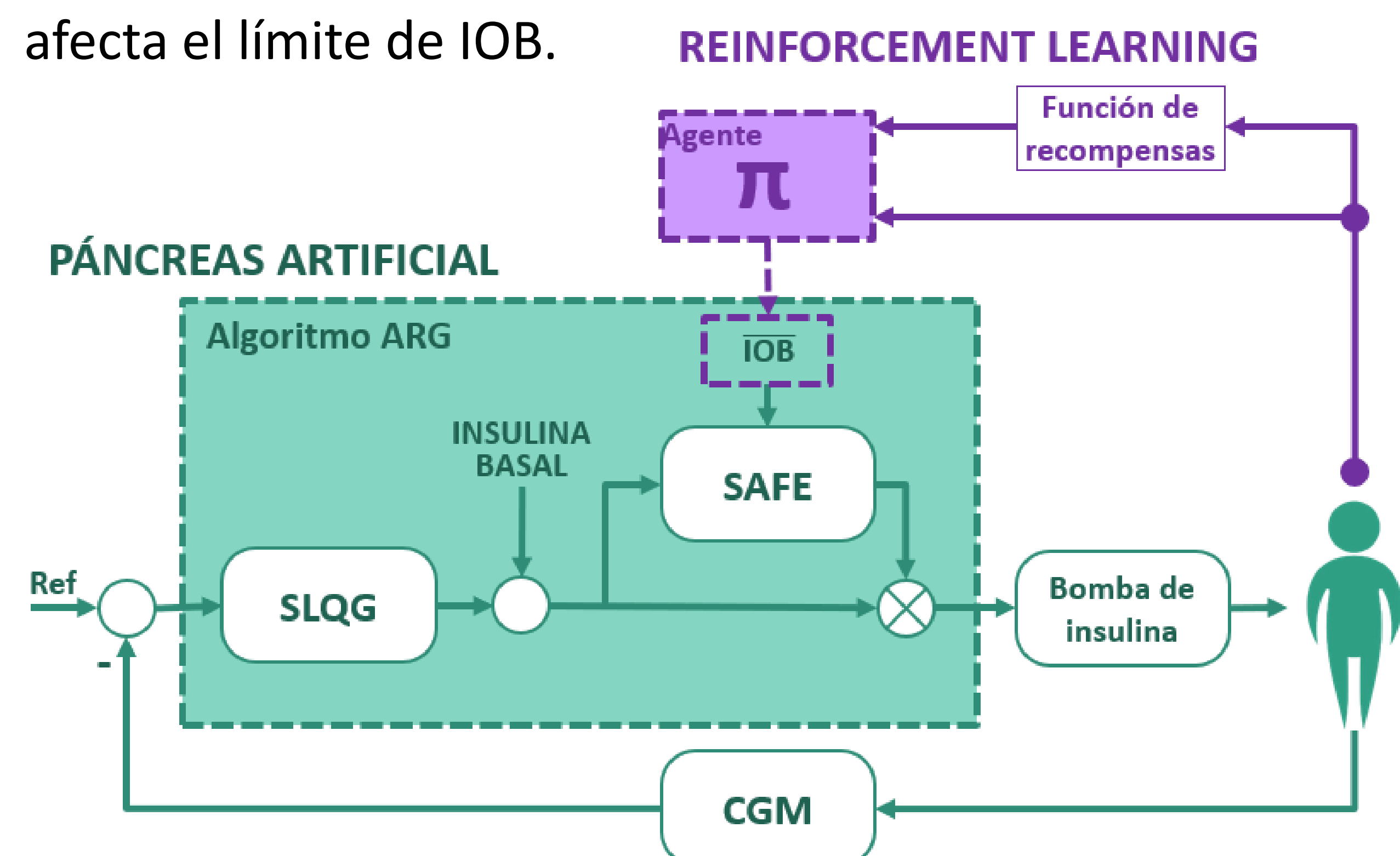


RESUMEN

El control a lazo cerrado de glucemia en personas con diabetes se ha convertido en un problema emblemático de control automático en la última década. Si bien predominan los sistemas de control híbrido en los que el sistema realimentado se combina con una acción feed-forward para la compensación de ingestas, existen auspiciosos resultados utilizando controladores de lazo cerrado puro. Tal es el caso del controlador ARG que ha sido evaluado en ensayos clínicos en nuestro país. En cualquier caso, el diseño y la evaluación de los controladores se ha centrado en el desempeño de corto plazo, principalmente post-prandial. En este trabajo, se evalúa el potencial de las herramientas de aprendizaje por refuerzo (RL por sus siglas en inglés) para la adaptación de mediano y largo plazo de los controladores glucémicos. En particular, se propone una adaptación basada en Q-learning, una de las técnicas más desarrolladas de aprendizaje por refuerzo sin modelo. La estrategia de adaptación resultante se ilustra en primer lugar sobre un ejemplo sencillo, y luego se aplica a la adaptación del límite de IOB (Insulina a Bordo) del controlador ARG. Los resultados obtenidos, aunque todavía preliminares, permiten concluir que las herramientas de aprendizaje por refuerzo pueden ser de gran utilidad tanto para la adaptación de controladores de lazo cerrado como para su aplicación en sistemas de soporte de decisiones terapéuticas.

ESTRATEGIA PROPUESTA

- Un agente de RL se utiliza para modificar el límite de IOB a través de una ganancia proporcional K.
- La ganancia se inicializa aleatoriamente en cada episodio.
- El agente fue entrenado usando los 10 pacientes adultos del simulador UVA/Padova.
- Cada episodio equivale a 3 pasos.
- Cada paso es un período de 24hs que incluye 3 comidas de 200 gCHO en total: desayuno a las 7am, almuerzo a las 12 y cena a las 8pm con 60,80 y 60 gCHO respectivamente.
- Observaciones: Tiempo en hipo e hiperglucemia en las 24hs pasadas, discretizado.
- Acciones: Cambios porcentuales sobre la ganancia K que afecta el límite de IOB.



RESULTADOS

K inicial	Persona	Hipo inicial	Hipo final				Episodios			
			Policy	±10 %	±20 %	±50 %	Policy	±10 %	±20 %	±50 %
1.64	adult#01	20.47	0	0	0	0	2	3	2	3
	adult#02	21.1	0	0	0	0	2	4	3	2
	adult#03	13.67	0	0	0	0	2	3	2	3
	adult#04	25	0	0	0	0	2	5	3	8
	adult#05	25	0	0	0	25	3	4	17	>20
	adult#06	18.6	0	0	18.6	18.95	2	>20	>20	>20
	adult#07	25	0	0	19.78	25	4	>20	>20	>20
	adult#08	25	0	5.69	0	0	2	>20	>20	>20
	adult#09	25	0	0	19.57	25	2	>20	>20	>20
	adult#10	22.97	0	1.39	0	0	2	4	4	2

Tabla: Comparación entre resultados de sintonización del límite de IOB vía RL y un esquema manual. Tiempos en hiper e hipo glucemia antes y después de la sintonización y número de episodios necesarios para alcanzarla.

El agente de RL logra eliminar las hipoglucemias por completo para todos los pacientes, mientras que los esquemas manuales ni siquiera logran alcanzar un valor estable de la ganancia K, en muchos casos.

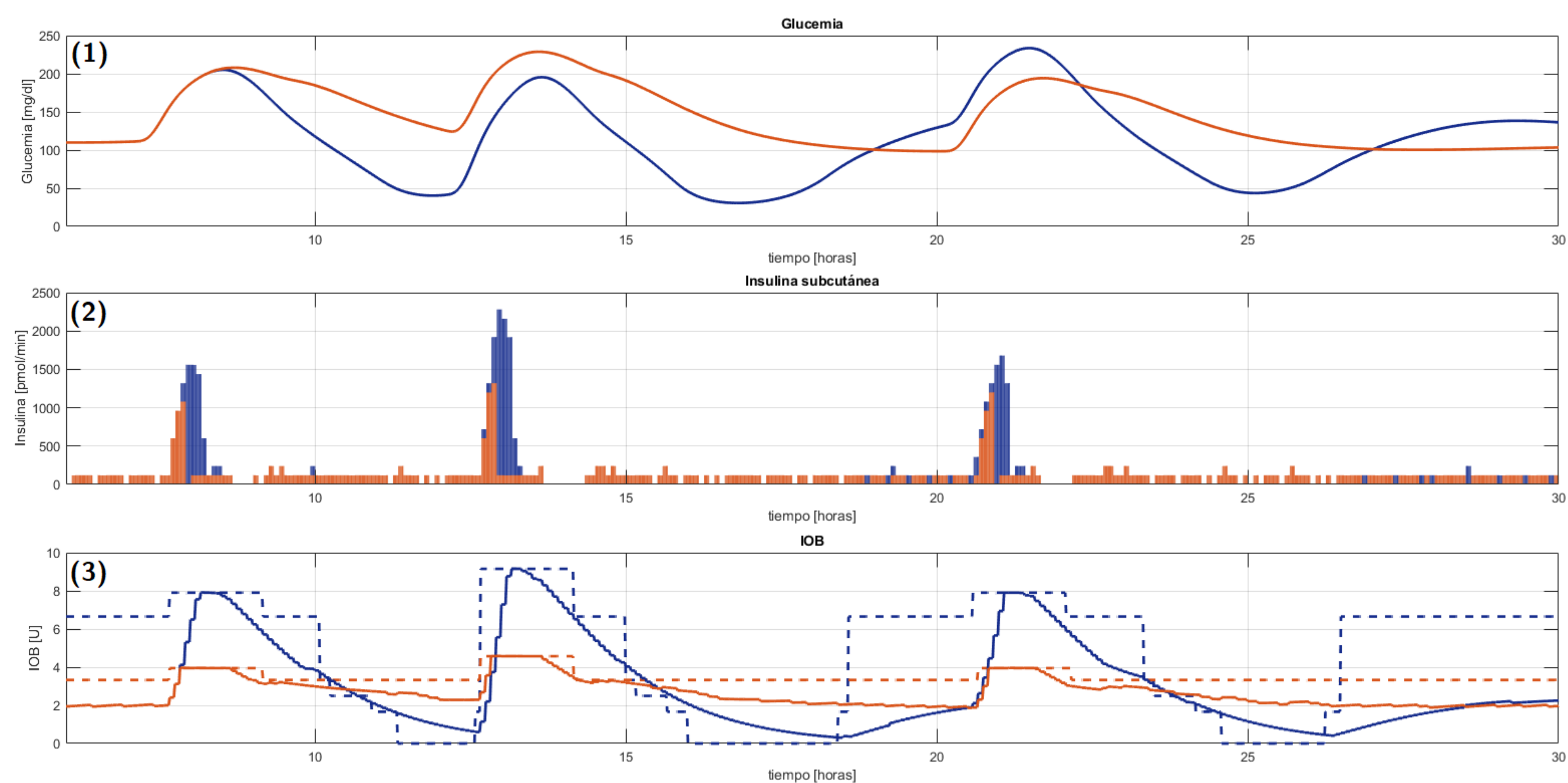


Figura: Evolución de la excursión de glucosa (1), infusión de insulina (2) y IOB (3) para el Adulto#04 del simulador UVA/Padova, utilizando el algoritmo ARG con (naranja) y sin (violeta) sintonización RL. Abajo: IOB (línea sólida) y límite de IOB (línea punteada)

Se puede ver que la infusión de insulina posprandial se limita de una forma que evita los episodios hipoglucémicos a la vez que reduce la excursión glucémica, sin incrementar significativamente los valores máximos.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se analizaron los alcances y limitaciones de la técnica de Q-Learning para su aplicación en la adaptación de controladores de un sistema de páncreas artificial. Los resultados muestran que es una herramienta con gran potencial, ya que el control glucémico se trata de un problema que requiere limitaciones fuertes sobre determinadas condiciones (como por ejemplo, evitar hipoglucemias severas).

Como trabajo futuro se podría considerar la adaptación de otros parámetros del controlador (ej. Ganancias agresiva y conservativa), su utilización en sistemas de soporte de decisión para pacientes con terapia MDI o con bomba de insulina a lazo abierto, entre otras aplicaciones. Asimismo, se espera poder explorar el efecto de la definición de recompensas para un balance más equilibrado entre hipo e hiperglucemia

sin comprometer la excursión glucémica y considerar esquemas de discretización incremental o estados/acciones continuas de manera de poder graduar la agresividad y los pasos de la adaptación

Referencias:

- [1] P. Colmegna, F. Garelli, H. D. Battista y R. Sánchez-Peña, «Automatic regulatory control in type 1 diabetes without carbohydrate counting,» Control Eng Pract, nº 74, pp. 22-32, 2018.
- [2] R. S. Sutton and A. G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, 1st ed. MIT Press, 1998.
- [3] M. De Paula, L. O. Ávila et al., «Controlling blood glucose variability under uncertainty using reinforcement learning and Gaussian processes,» Appl. Soft Comput. J., vol. 35, p. 310, 2015.

RELEVAMIENTO MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA E IMPRESIÓN 3D DE UNA PIEZA MECÁNICA

Speroni, L.- Lopresti, L. - Gavino, S. - Fuertes, L. - Defranco, G.

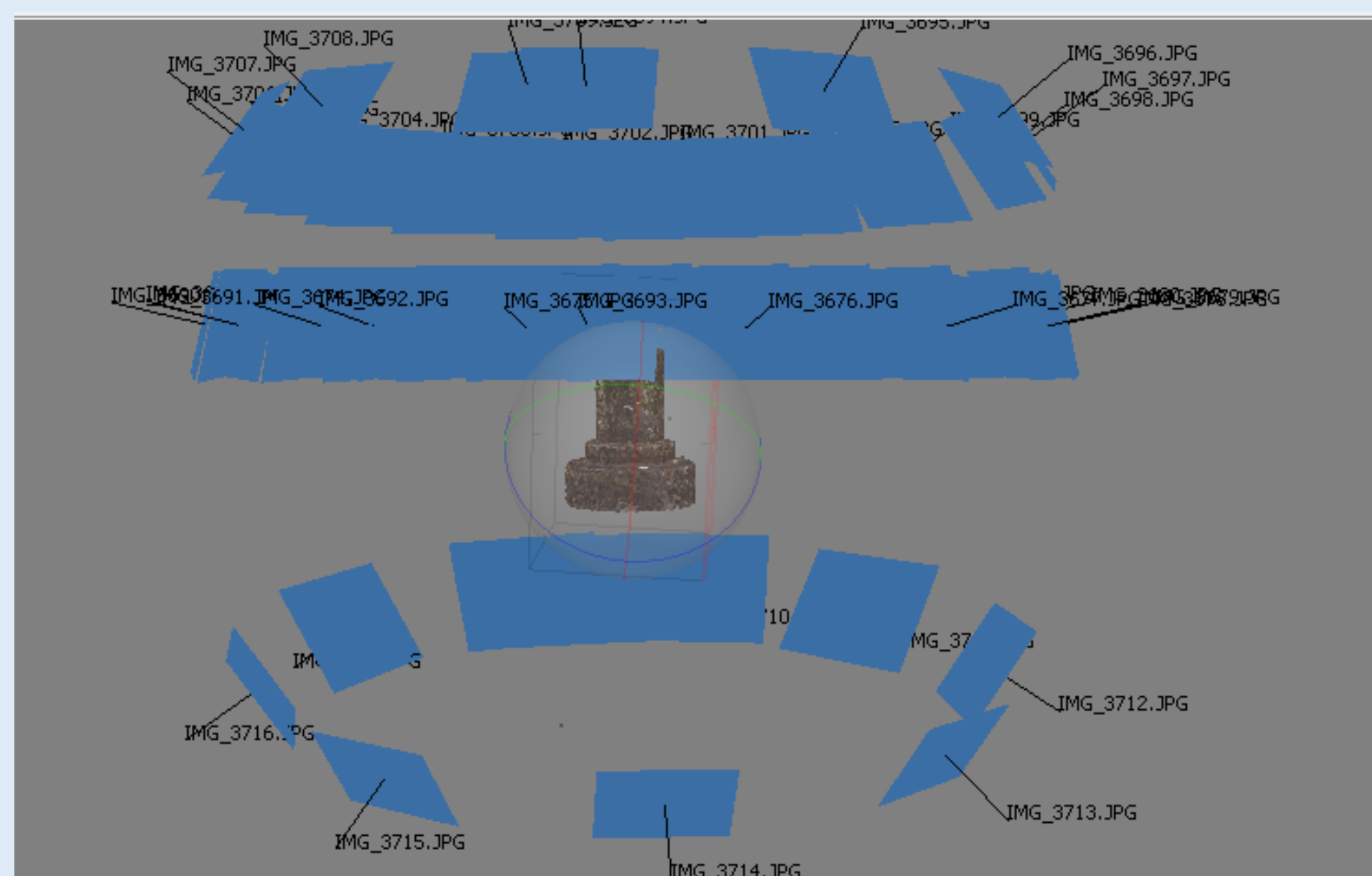
Ingeniería inversa de una pieza mecánica mediante fotogrametría utilizando equipos de bajo costo. Se realiza una serie de capturas fotográficas del objeto, la cuales son procesadas para generar un modelo 3D que puede ser utilizado para: realizar mediciones sobre él mismo, dibujar un nuevo modelo paramétrico o replicar mediante tecnologías de fabricación digital.

CAPTURA DE FOTOGRAFÍAS

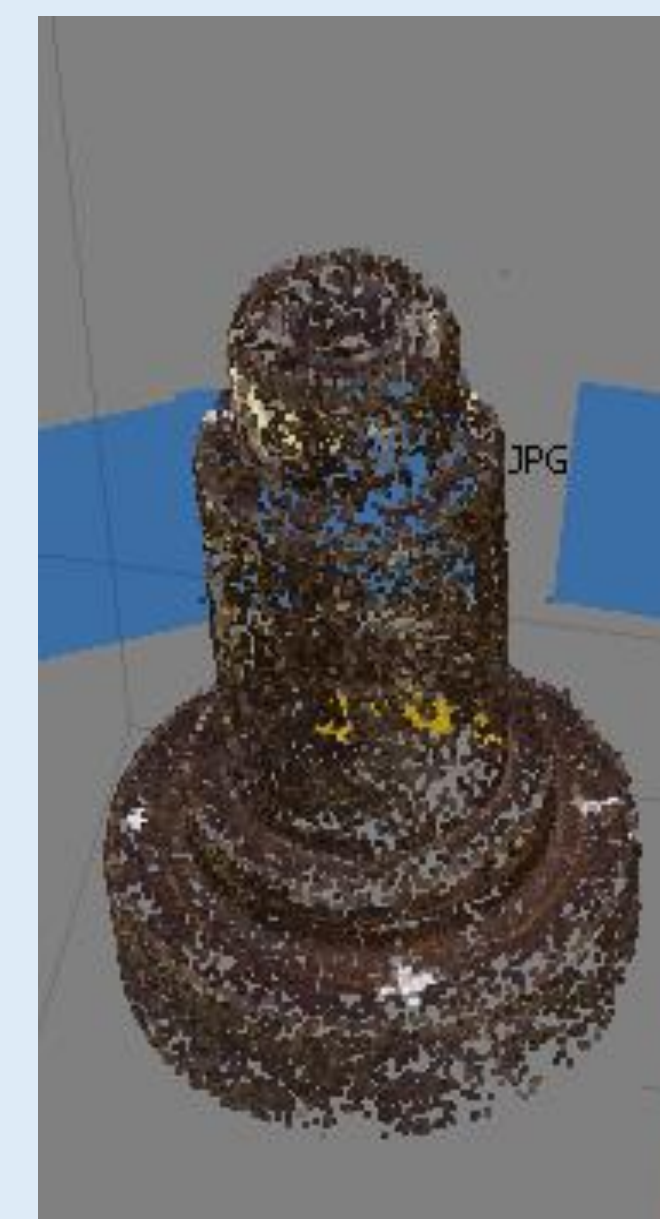
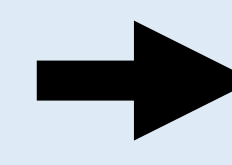
- Rotación 360° del objeto
- 50 fotografías en tres etapas con distintos ángulos de incidencia de lente
- Cámara: Canon Rebel eos T5I
- ISO: 400
- Apertura: f/16
- Vel. de obturación: 1/13 s
- Distancia focal: 35 mm
- Resolución: 5184 x 3456



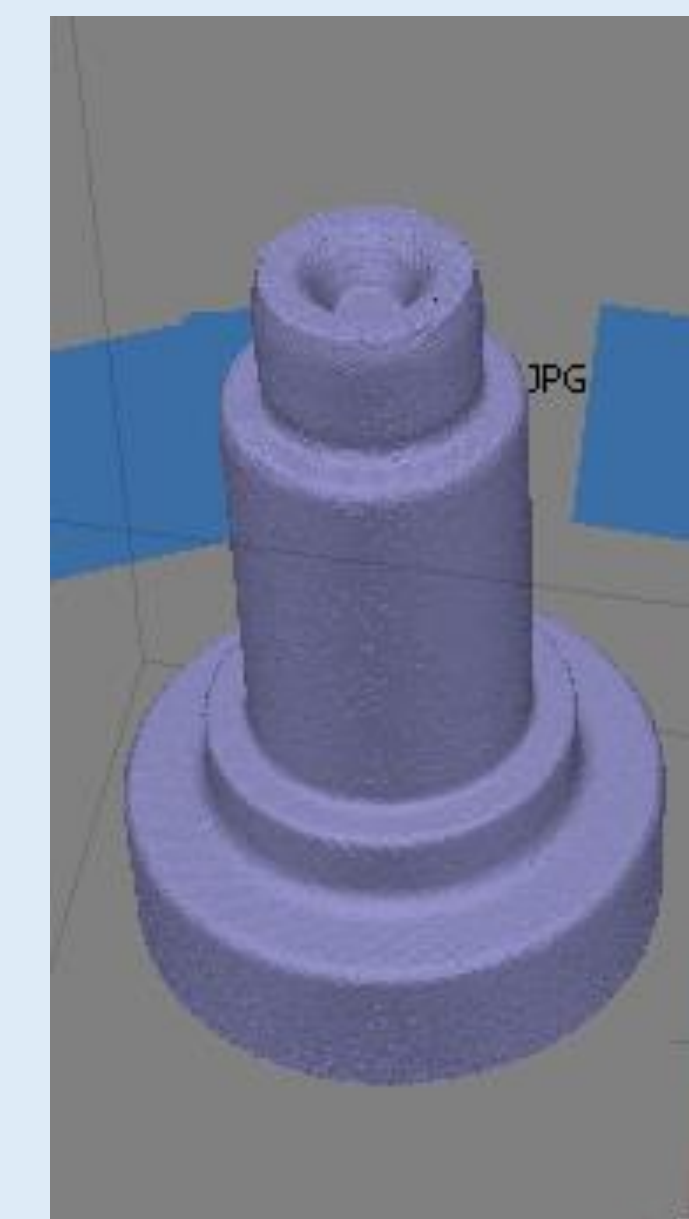
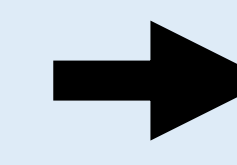
PROCESAMIENTO



Alineación de imágenes



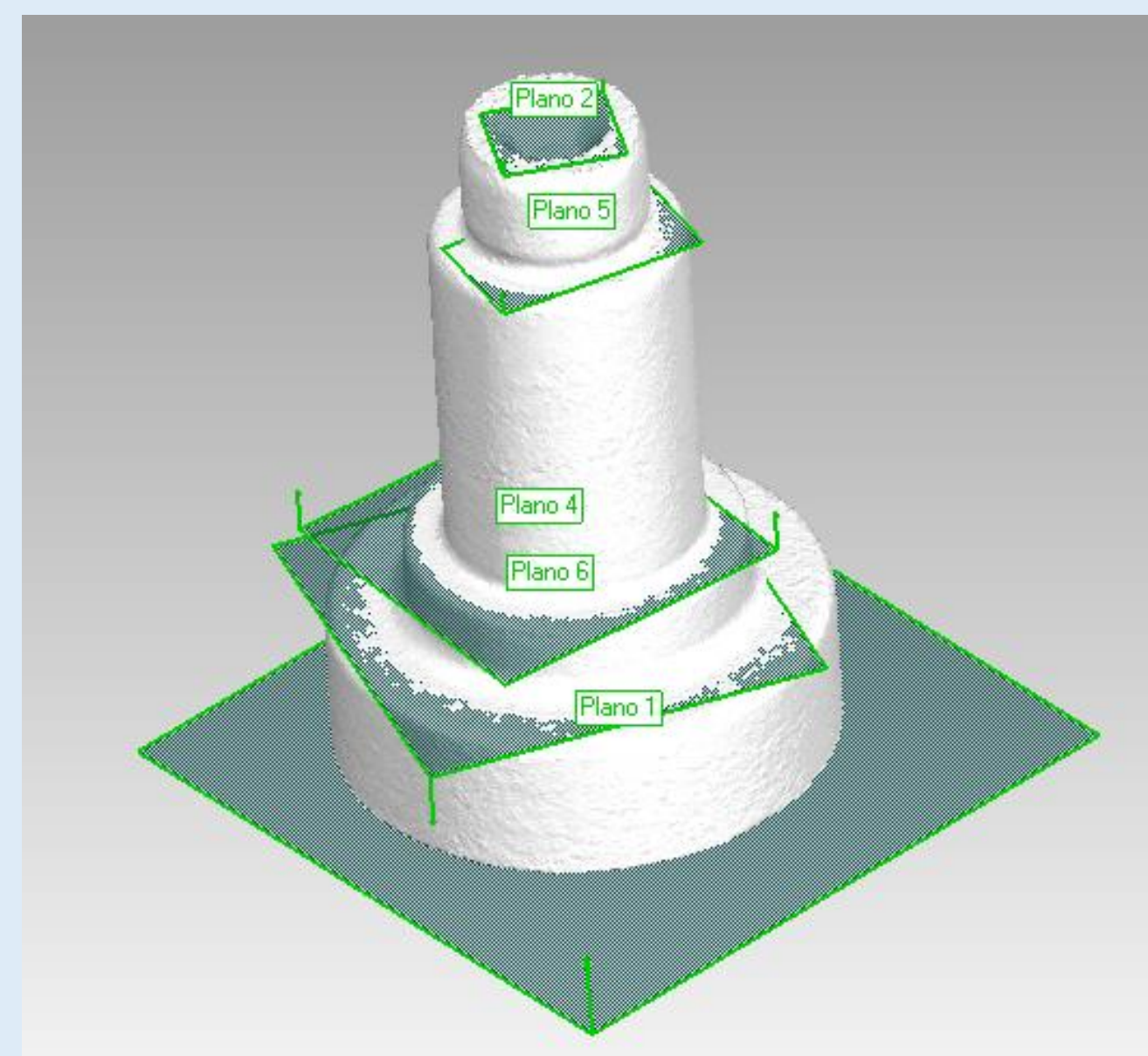
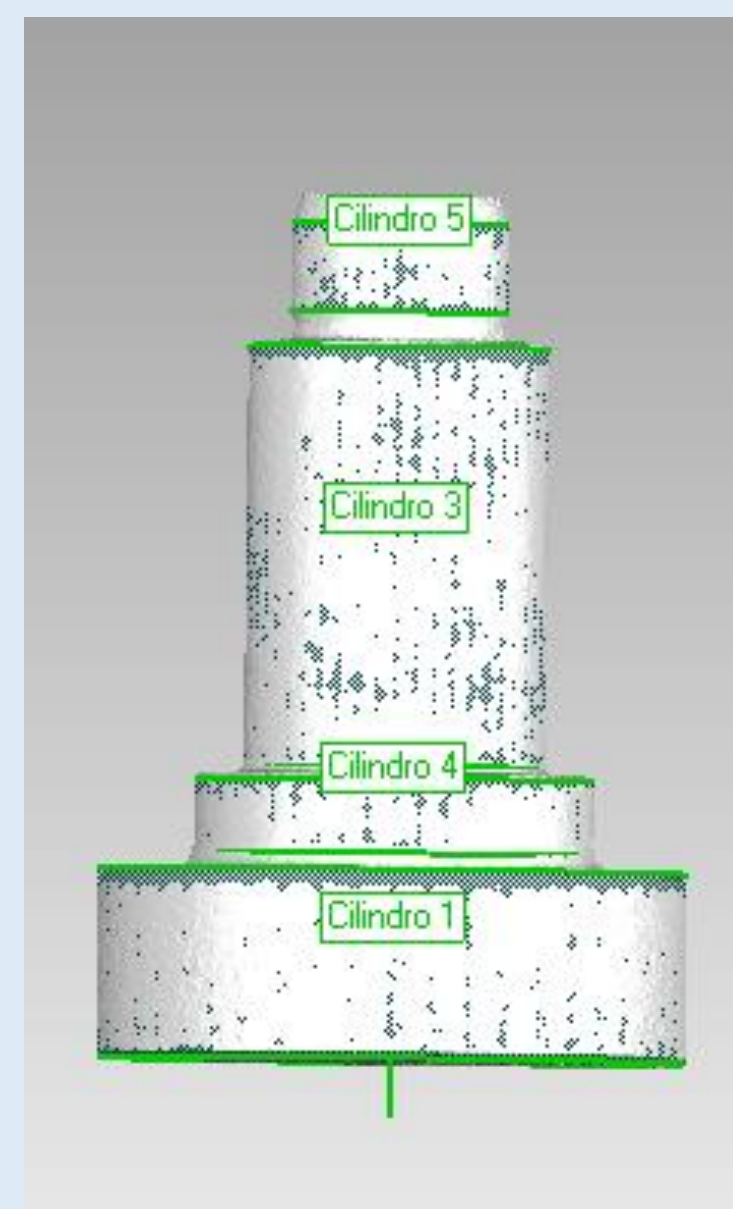
Nube de puntos



Malla

GENERACIÓN DE RASGOS GEOMÉTRICOS

- Relevamiento dimensional
- Obtención de cuerpos y superficies para generar modelo paramétrico



TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN DIGITAL



- Réplicas
- Maquetas
- Prototipos

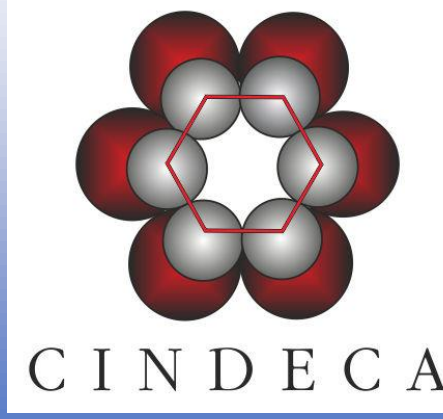
PREDICCIÓN DEL FACTOR DE EFECTIVIDAD EN MONOLITOS DE MATRIZ METÁLICA CON RECUBRIMIENTO CATALÍTICO NO UNIFORME

Taulamet María J., Mariani Néstor J., Martínez Osvaldo M., Barreto Guillermo F.



Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina,

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. J. J. Ronco" (CINDECA)
CONICET - CIC - UNLP - CCT La Plata, Calle 47 No. 257, CP B1900AJK, La Plata, Argentina



OBJETIVO

Emplear el **modelo de dos zonas (1D-2Z)** para predecir la velocidad de reacción efectiva en monolitos de matriz metálica y sección transversal sinusoidal con distintos grados de no uniformidad en el recubrimiento catalítico (*washcoat*), empleando diferentes expresiones cinéticas.

Tres expresiones cinéticas

$r = Y$	(primer orden irreversible isotérmica)
$r = 36 Y / (1 + 5 Y)^2$	(LHHW1)
$r = 81 Y / (1 + 8 Y)^2$	(LHHW2)

BALANCE DE CONSERVACIÓN PARA LA PASTILLA 3D

$$\nabla^2(Y) = \phi^2 r(Y) \quad \text{en } V_p^*$$

$Y=1$ sobre S_p^*

Módulo de Thiele: $\phi = \ell (r_{A,S} / C_{A,S} D_A)^{1/2}$

Factor de efectividad: $\eta = \int_{V_p^*} r(Y) dV^*$

Hipótesis: reacción única, composición uniforme sobre la superficie de la pastilla, difusión isotrópica, actividad uniforme.

$Y = C_A / C_{A,S}$ $r = r_A / r_{A,S}$
 $\ell = V_p / S_p$: longitud característica de difusión

V_p^* y S_p^* : volumen y superficie externa adimensional de la pastilla

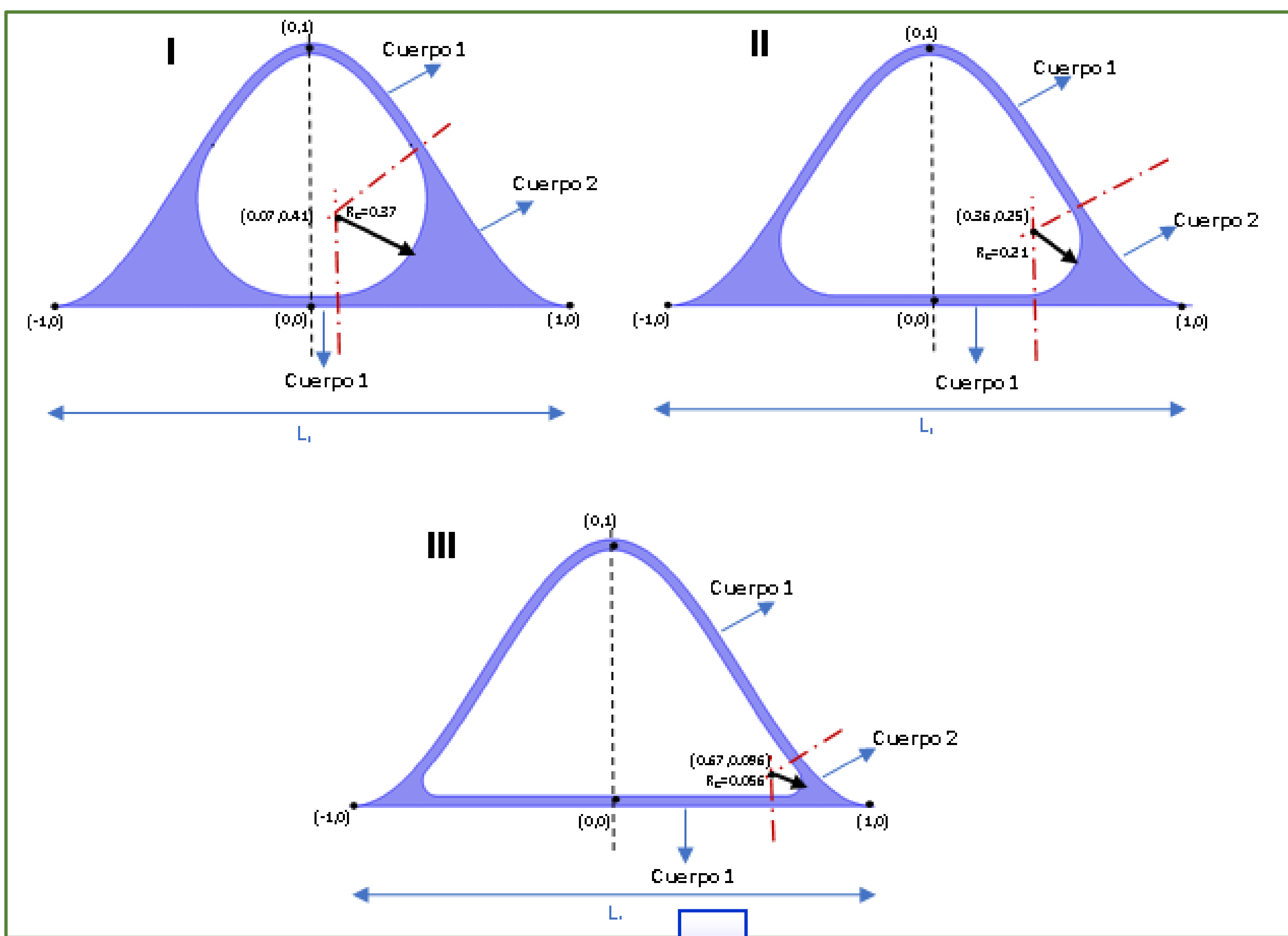
D_A : coeficiente de difusión de la especie A
s: evaluado en la superficie del *washcoat*

En monolitos normalmente $L \gg d_h$

Difusión axial despreciable

Problema 2D

El *washcoat* presenta un espesor no uniforme (acumulación de material activo en las esquinas).

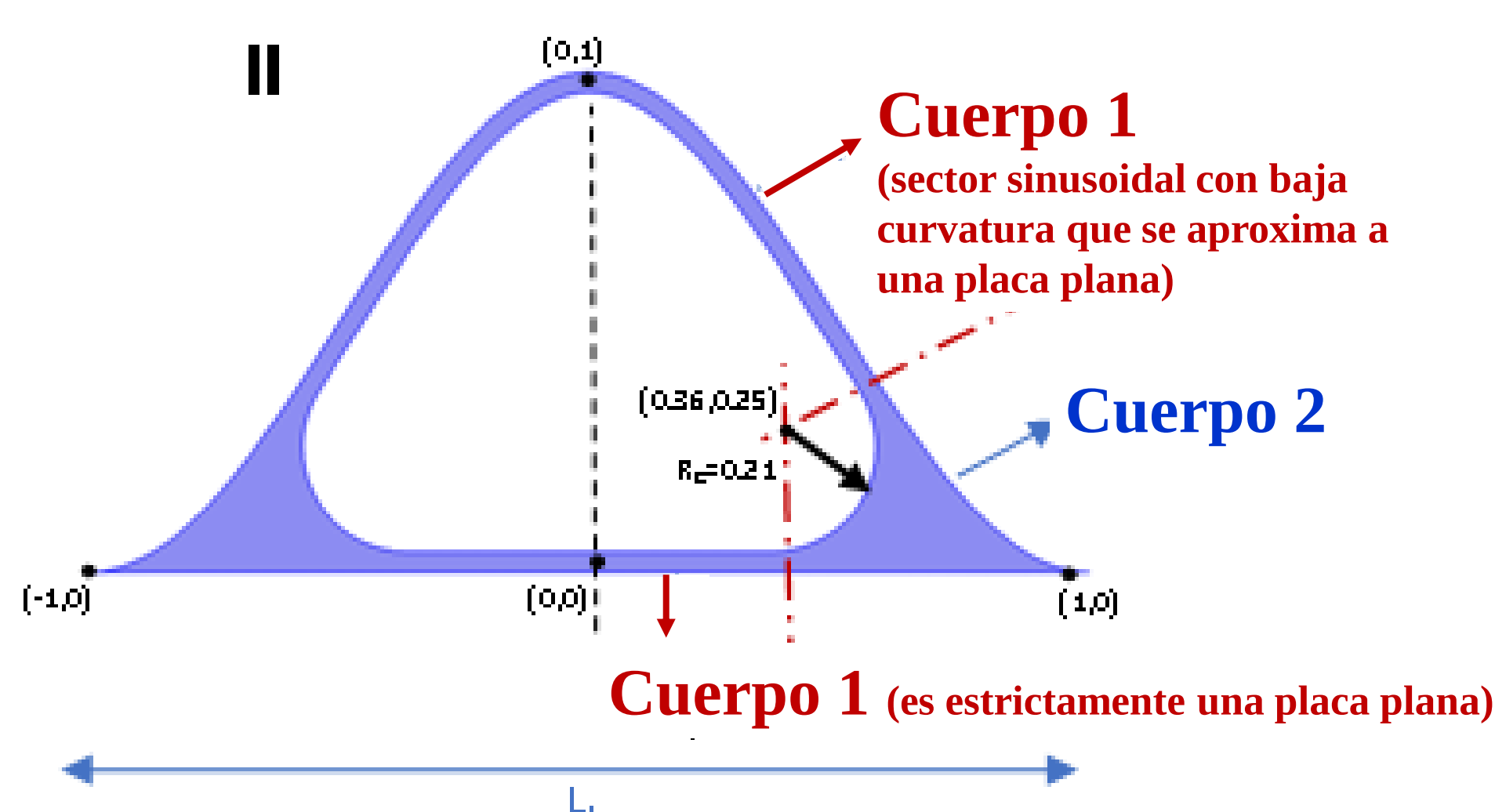


MODELO DE DOS ZONAS (1D-2Z)

Se divide el *washcoat* en dos regiones (se modelan como dos cuerpos con difusión y reacción independiente, en una única dirección y con actividad unitaria):

- **Cuerpo 1:** Placa plana
- **Cuerpo 2:** Modelo 1D-DV (Mocciaro y col., 2011)

$$\eta = \frac{\eta_1 V_{c1} + \eta_2 V_{c2}}{V_{c1} + V_{c2}}$$

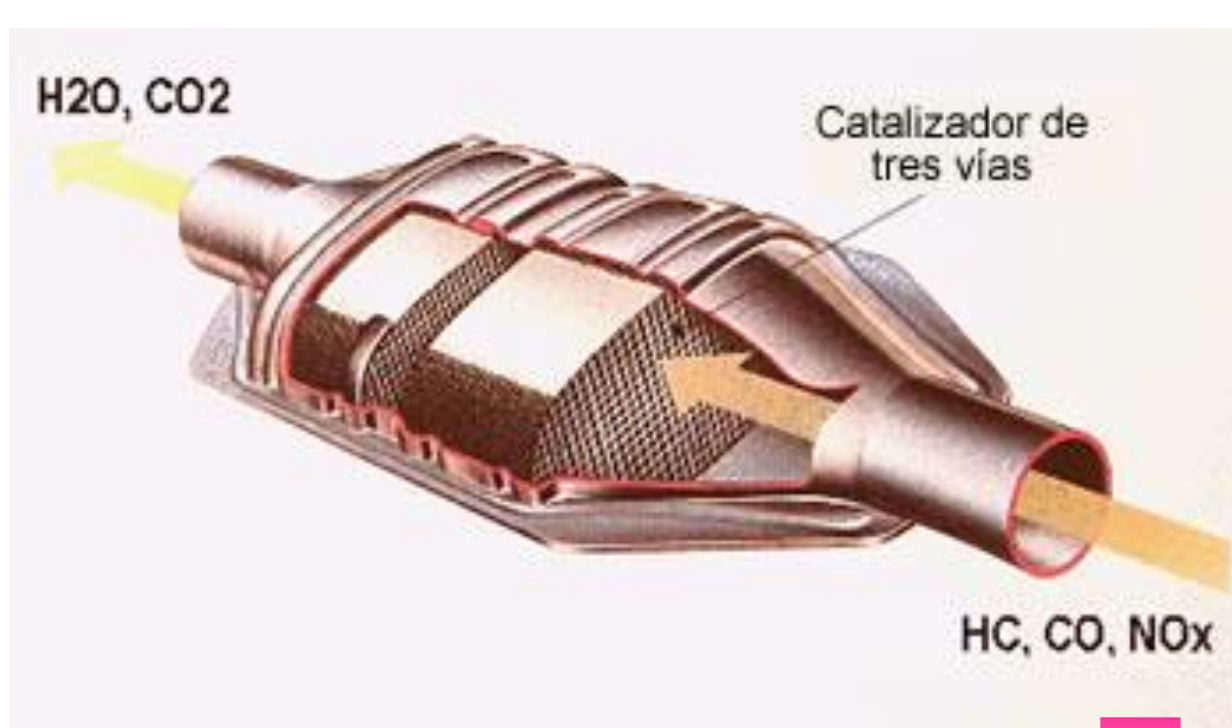


El modelo 1D-2Z fue aplicado previamente a monolitos cerámicos con sección transversal cuadrada y triangular y distintos espesores de *washcoat* no uniforme, para distintas expresiones cinéticas con una precisión aceptable (Taulamet y col., 2021).

INTRODUCCIÓN

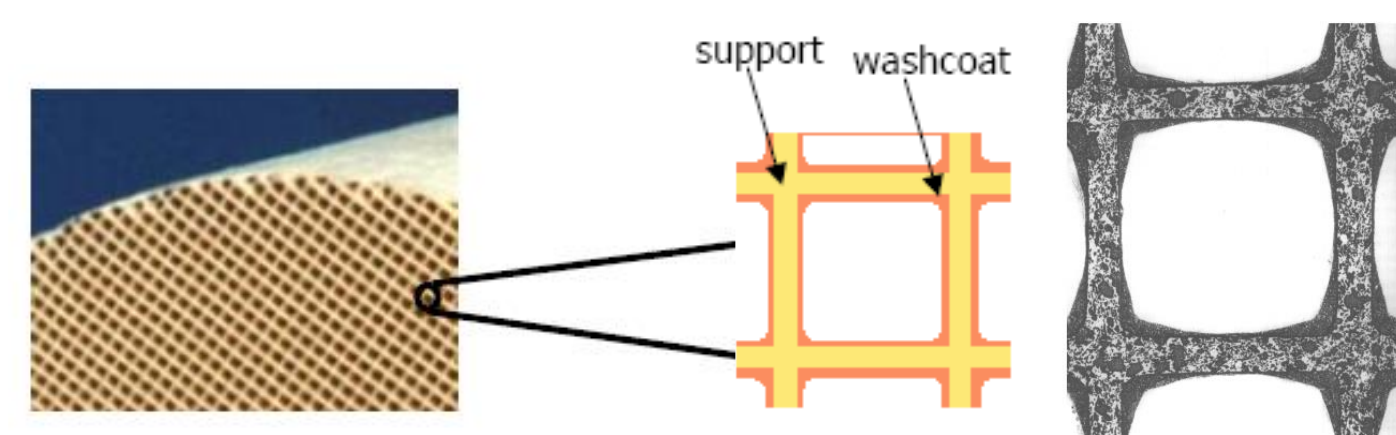
MONOLITOS

Reactores estructurados del tipo de canales rectilíneos.



APLICACIÓN PRINCIPAL

Tratamiento catalítico de corrientes gaseosas. Eliminación de contaminantes (e.g., escapes catalíticos de vehículos).



PROBLEMÁTICA

Caso general: problema de **reacción-difusión** en canales de monolitos **2D** ($L \gg d_h$ con L : largo, d_h : diámetro hidráulico de la sección transversal) $\Rightarrow$ resolución numérica.

- Complejidad moderada para casos sencillos (reacción única / cálculos no recurrentes)
- Inviabile para casos prácticos (simulación recurrente en optimización o diseño de una planta de procesos, múltiples reacciones, etc.).

Alternativa: empleo de modelos que reduzcan la dimensión espacial del problema

RESULTADOS

$$\varepsilon = \frac{(\eta_{1D-2Z} - \eta)}{\eta} 100$$

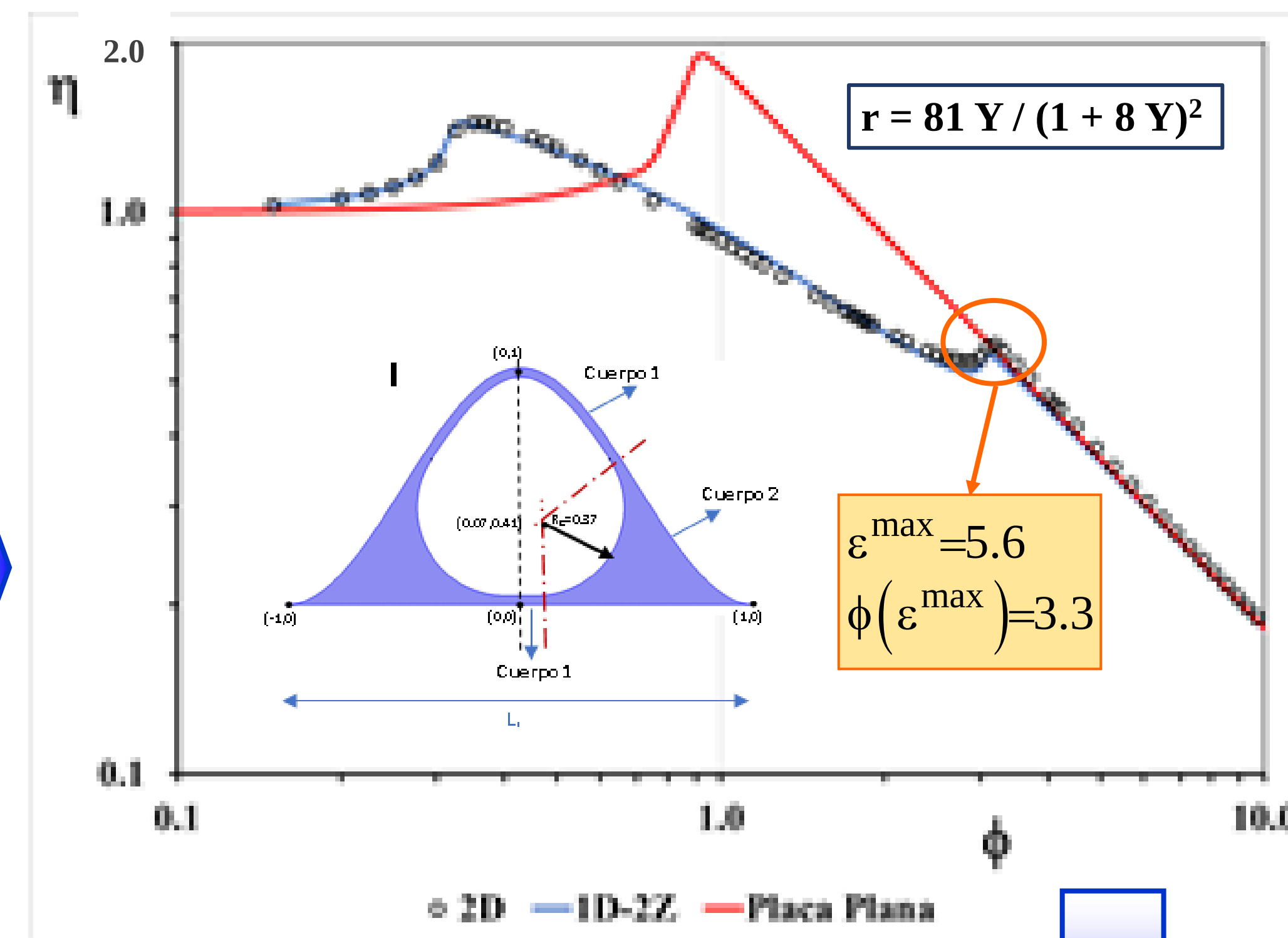
η_{1D-2Z} : factor de efectividad para el modelo 1D-2Z
 η : factor de efectividad para el monolito real

Geometría	Primer orden	LHHW1	LHHW2
Sinusoide I	3.4	5.0	5.6
Sinusoide II	1.7	2.6	3.4
Sinusoide III	0.8	1.1	5.6

$\varepsilon^{\max}$ aumenta con la cantidad de depósito no uniforme (cuerpo 2)

La complejidad de la cinética asociada al mayor peso de la contribución de la región considerada una placa plana, hacen que se ponga de manifiesto el haber ignorado la curvatura del sector que comprende la sinusoide.

$\varepsilon^{\max}$ aumenta con la complejidad de la expresión cinética



Los mayores errores se presentan a valores intermedios de ϕ

El modelo logra reproducir apropiadamente la forma de la curva real de η para el rango completo de ϕ , capturando los dos máximos que se generan.

CONCLUSIONES

El modelo 1D-2Z puede ser utilizado con una precisión completamente adecuada en monolitos metálicos con sección transversal sinusoidal para las cinéticas analizadas:

- $|\varepsilon^{\max}| \leq 3.4 \%$ para la cinética de primer orden irreversible isotérmica
- $|\varepsilon^{\max}| \leq 5.6 \%$ para la cinética tipo LHHW2

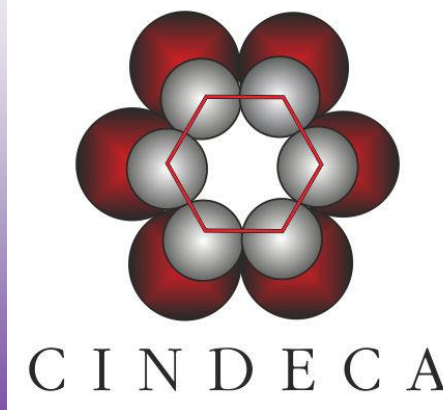
EFFECTO DE LA DIFUSION NO ISOTROPICA SOBRE LAS VELOCIDADES DE REACCIÓN EFECTIVAS EN CATALIZADORES GRANULARES

Taulamet María J., Mariani Néstor J., Martínez Osvaldo M., Barreto Guillermo F.



Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina,

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. J. J. Ronco" (CINDECA)
CONICET - CIC - UNLP - CCT La Plata, Calle 47 No. 257, CP B1900AJK, La Plata, Argentina



OBJETIVO

Proponer la utilización del **modelo unidimensional del Cilindro Generalizado (1D-CGF)** para calcular el factor de efectividad en el caso de difusión anisotrópica en pastillas cilíndricas con cualquier tipo de sección transversal y un conjunto de expresiones cinéticas.

Tres expresiones cinéticas

- $r = Y$ (Primer orden irreversible isotérmica)
- $r = 1$ (Orden cero)
- $r = 81 Y / (1 + 8 Y)^2$ (LHHW)

INTRODUCCIÓN

CATALIZADORES EXTRUDADOS
con el empleo de matrices de distinta sección transversal.

CATALIZADORES POR PRENSADO (PELETS)
de un polvo seco.



Tanto en las pastillas peletizadas como en los extrudados puede aparecer **anisotropía** como consecuencia del proceso de fabricación

PROBLEMÁTICA

Caso general: problema de **reacción-difusión** en pastillas **3D** $\Rightarrow$ resolución numérica.

- Complejidad moderada para casos sencillos (reacción única / cálculos no recurrentes)
- Inviabile para casos prácticos (simulación recurrente en optimización o diseño de una planta de procesos, múltiples reacciones, etc.).

Alternativa: empleo de modelos que reduzcan la dimensión espacial del problema

BALANCE DE CONSERVACIÓN PARA LA PASTILLA 3D

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial Y}{\partial r} + \frac{\partial^2 Y}{\partial z^2} = \frac{\phi^2}{\ell^2} r(Y) \text{ en } V_p^*$$

$Y=1$ sobre S_p^*

$D_{A,r}$: difusividad efectiva radial
 $D_{A,z}$: difusividad efectiva axial

$$\kappa = D_{A,z} / D_{A,r}$$

Módulo de Thiele:
 $\phi = \ell (r_{A,S} / C_{A,S} D_A)^{1/2}$
Factor de efectividad:
 $\eta = \int_{V_p^*} r(Y) dV^*$

Hipótesis: reacción única, composición uniforme sobre la superficie de la pastilla, actividad uniforme, simetría angular y difusividades efectivas, D_A y $D_{A,z}$, constantes independientes de la posición para las direcciones r y z .

$Y = C_A / C_{A,S}$ $r = r_A / r_{A,S}$
 $\ell = V_p / S_p$: longitud característica de difusión
 V_p^* y S_p^* : volumen y superficie externa adimensional de la pastilla
 s : evaluado en la superficie de la pastilla

Altos ϕ : $\eta_{asin} = \frac{\mathcal{I}_1}{\phi} + \frac{\mathcal{I}_1 R}{\phi^2} r + \dots$
(Keegan y col. 2005)

Γ : Parámetro de forma que caracteriza el comportamiento catalítico de una pastilla a altos valores de ϕ y depende de la geometría de la misma
Presenta una débil dependencia con $r(Y)$

¿Cómo se calcula Γ para la "pastilla 3D equivalente isotrópica"?

Expresión estrictamente válida para una cinética de primer orden (puede emplearse para otras cinética con precisión aceptable)
(Mariani y col. 2008)

$$\Gamma = \frac{\Gamma_\infty + \frac{16}{\pi} \ell_\infty / H'}{(1 + 2 \ell_\infty / H')^2}$$

Altura de la "pastilla equivalente isotrópica" (con la misma sección transversal que la pastilla real)

$$H' = H / \kappa^{1/2}$$

MODELO UNIDIMENSIONAL DEL CILINDRO GENERALIZADO (1D-CGF)

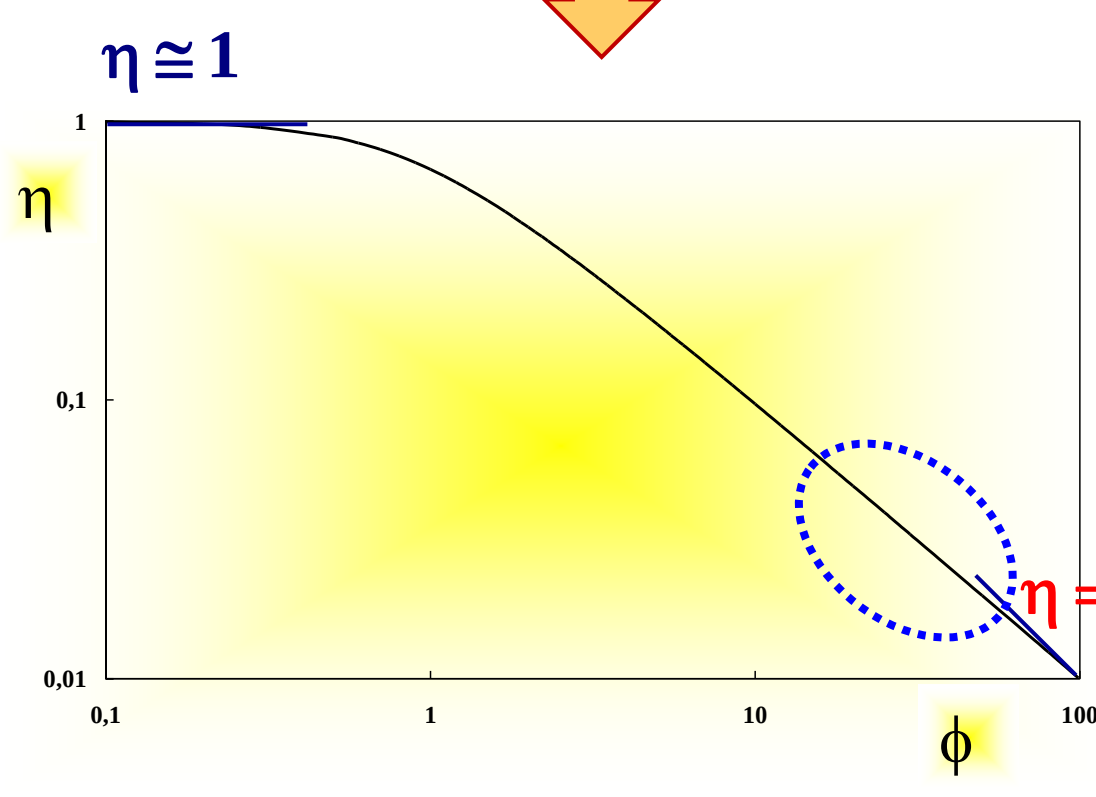
Balance de masa para la especie A
 $\Rightarrow$ Flujo difusivo unidimensional (en la coordenada x)

$$x^{-\sigma} \frac{d}{dx} \left(z^\sigma \frac{dY}{dx} \right) = (1 + \sigma)^2 \phi^2 r(Y)$$

$Y=1$, en $x=0$
 $dY/dz=0$, en $x=1$

σ exponente de forma (ajutable) del modelo 1D-CGF

$\sigma=0$ placa plana
 $\sigma=1$ cilindro infinito
 $\sigma=2$ esfera



$$\eta_{asin}^{1D-CGF} = \frac{\mathcal{I}_1}{\phi} + \frac{\mathcal{I}_1 R}{\phi^2} \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \right)$$

(Mariani y col., 2008)

$$\eta_{asin}^{1D-CGF} = \eta_{asin} \quad \sigma = \frac{\Gamma}{1 - \Gamma}$$

RESULTADOS

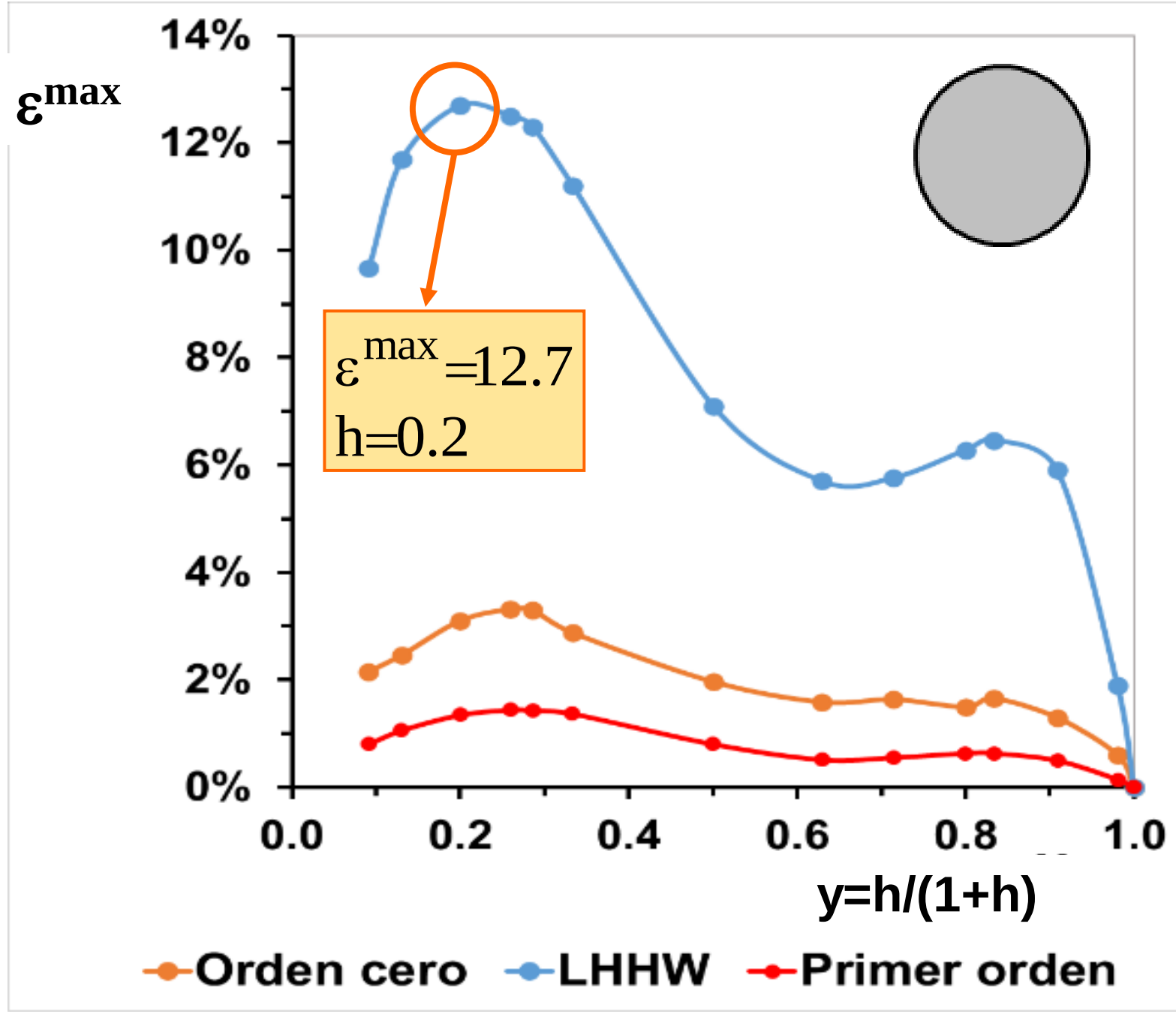
$$\varepsilon^{\max} = \max_{\phi, H'} |\varepsilon|$$

$$\varepsilon = \frac{(\eta_{1D-CGF} - \eta)}{\eta} 100$$

η_{1D-CGF} : factor de efectividad para el modelo 1D-CGF
 η : factor de efectividad para el monolito real

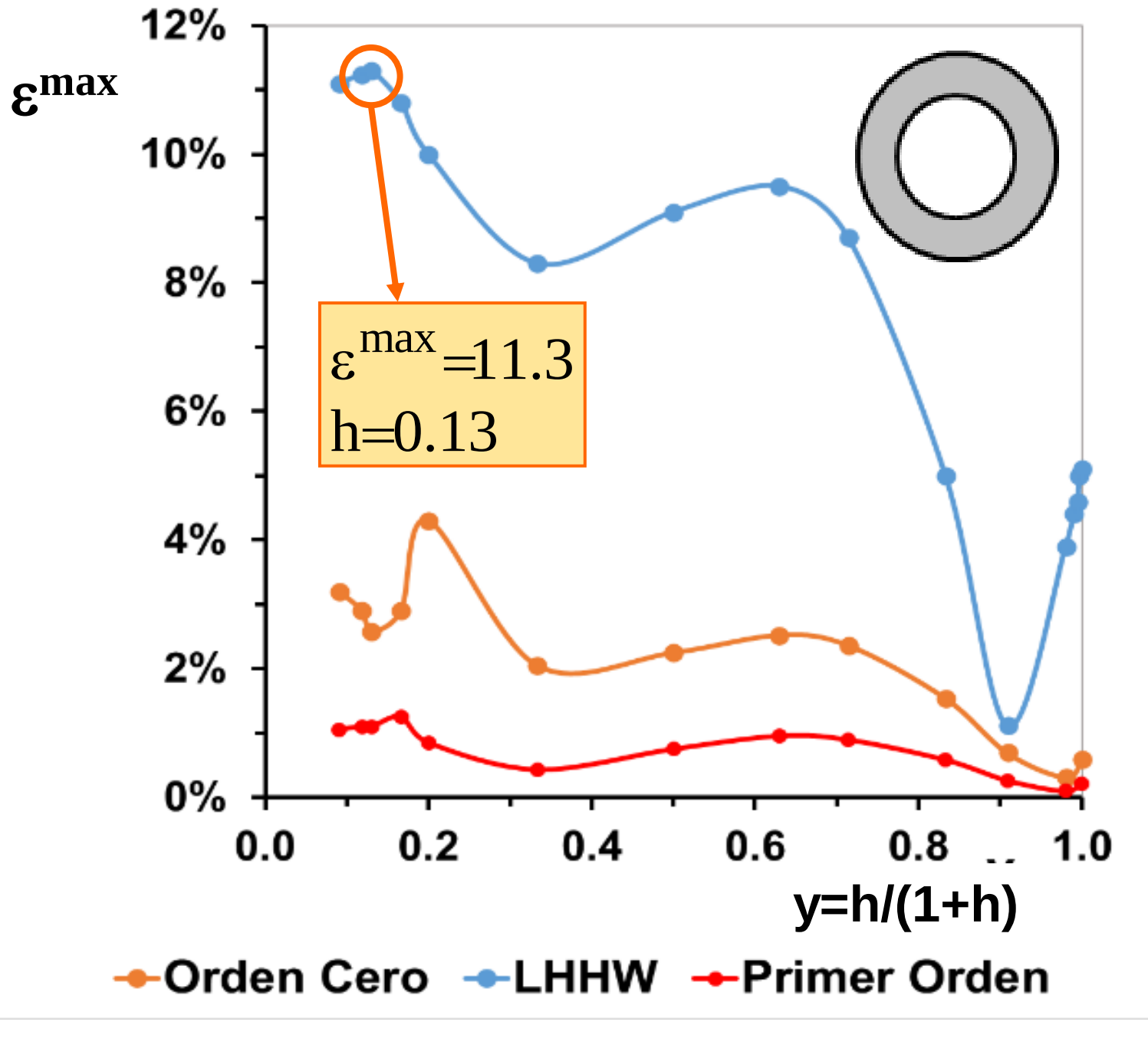
Geometría	$\kappa \neq 0$ ($h=H'/b$ finito), $r=Y$				
	Cilindro Sólido	Anillo Raschig	Paralelepípedo	3-lóbulos	4-lóbulos
Sección transversal					
Dimensiones de la sección transversal	$b=1$	$b=1$ $a=0.5$	$a=b=1$	$a=1$ $b=1.155$	$a=1$ $b=1.414$
$\varepsilon^{\max}$	1.4	1.3	1.6	1.3	1.4
$h=H'/b$	0.35	0.2	0.2	0.43	0.35

Geometría	$\kappa = 0$ ($h=H'/b \rightarrow \infty$), $r=Y$			
	8-lóbulos	Estrella	4-agujeros	10-agujeros
Sección transversal				
Dimensiones de la sección transversal	$a=1$ $b=2.613$	$b=1$ $a=0.292$	$b=1$ $a=2.727$ $c=0.833 a$	$b=1$ $a=0.125$ $c_1=1.6 a$ $c_2=2.4 a$ $d=2 a$
$\varepsilon^{\max}$	4.8	5.3	4.9	5.9



El error se anula cuando $\kappa \rightarrow 0$ ($h \rightarrow \infty$)

Difusión preponderante en dirección radial



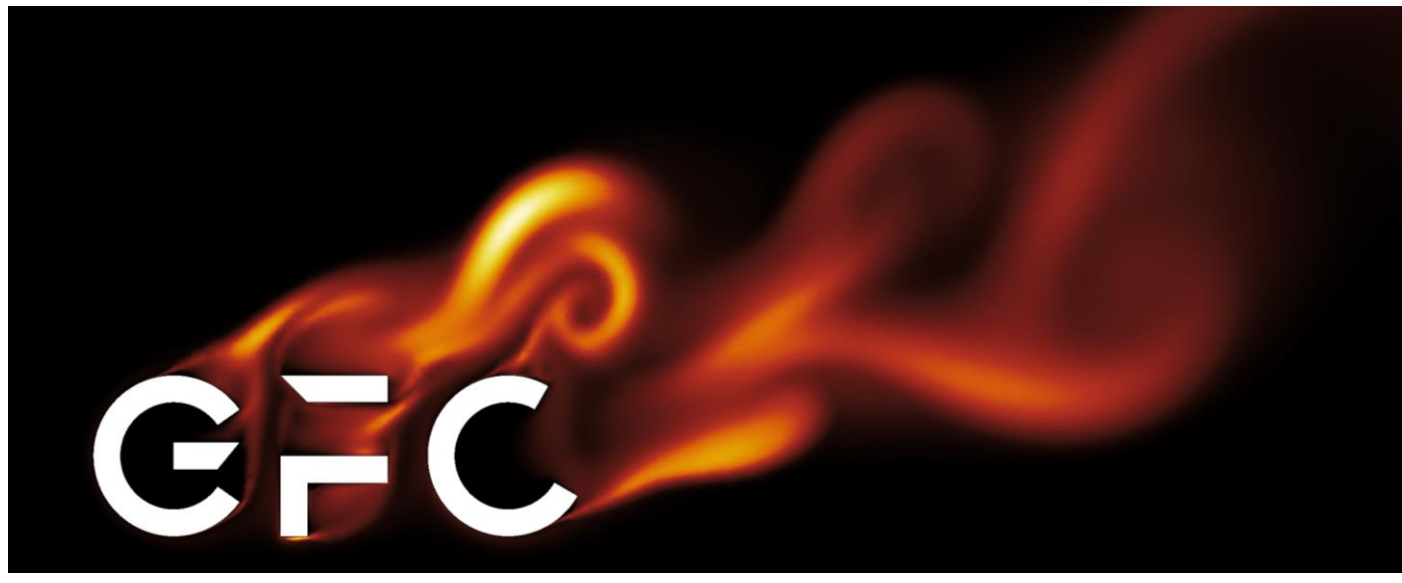
Presenta un error residual cuando $\kappa \rightarrow 0$ ($h \rightarrow \infty$)

Inferior al error máximo en todos los casos

CONCLUSIONES

El modelo 1D-CGF puede ser utilizado con una precisión aceptable en pastillas de catalizador 3D con difusión anisotrópica para las cinéticas analizadas:

- $|\varepsilon^{\max}| \leq 6 \%$ para la cinética de primer orden irreversible isotérmica
- $|\varepsilon^{\max}| \leq 12.7 \%$ para la cinética tipo LHHW



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



6° Jornadas
ITEE 2021



MADEXA

APLICACIÓN INDUSTRIAL DE MODELOS NUMÉRICOS DE EXTRUSIÓN DE ALUMINIO

Juan M. Torres Zanardi*, Ana Scarabino*, Federico Bacchi* y Luciano Principi †

*Grupo de Fluidodinámica Computacional - GFC, Universidad Nacional de La Plata

† MADEXA S.A

Aplicaciones de perfiles de aluminio

Por su versatilidad, resistencia, bajo peso y resistencia a la corrosión, los perfiles de aluminio tienen numerosas aplicaciones:



Construcción



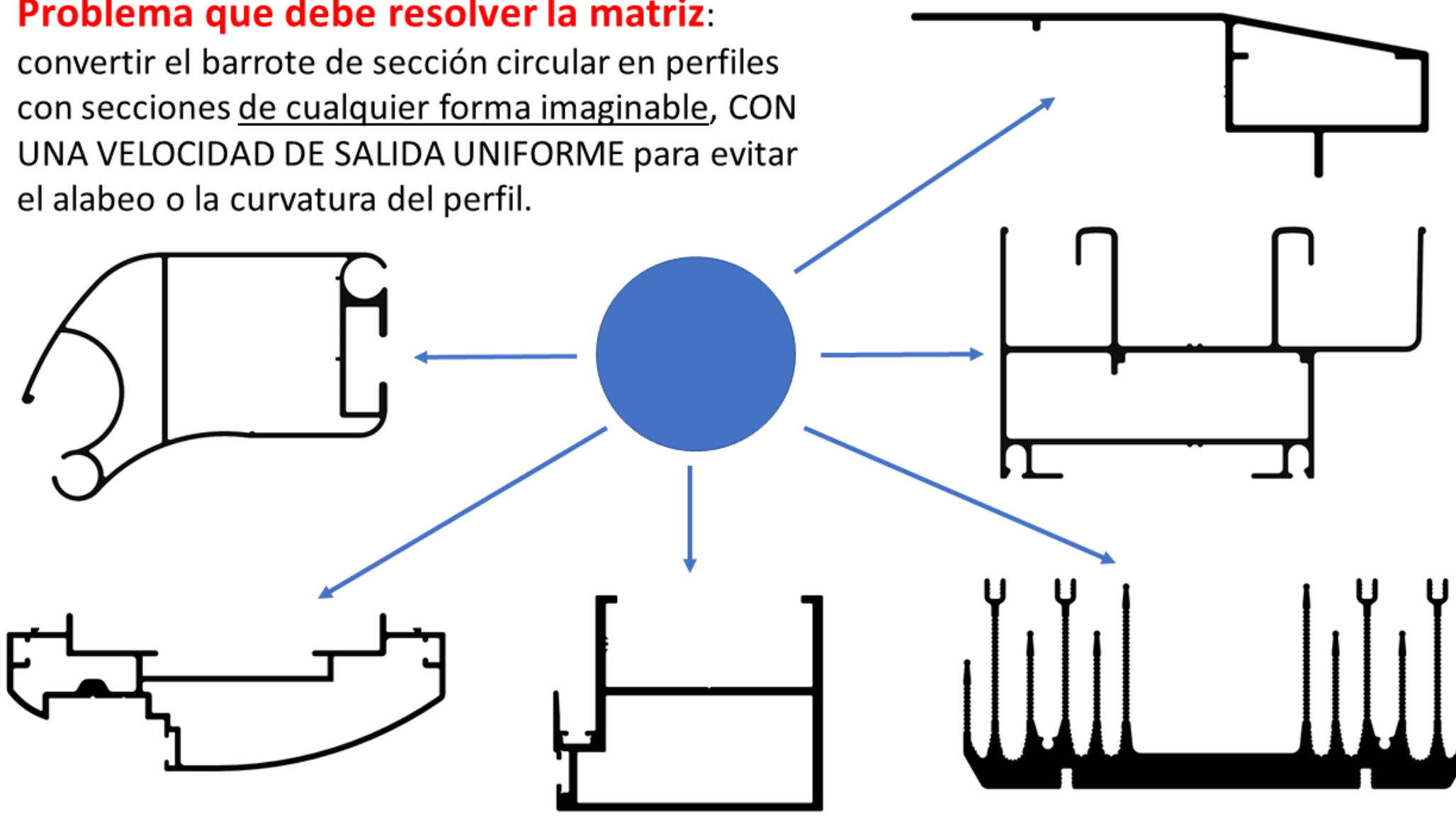
Rieles para cortinas, cerramientos, iluminación



Puertas, cortinas, ventanas

Problema que debe resolver la matriz:

convertir el barrote de sección circular en perfiles con secciones de cualquier forma imaginable, CON UNA VELOCIDAD DE SALIDA UNIFORME para evitar el alabeo o la curvatura del perfil.



Metodología: Modelo matemático, material viscoplástico.

Flujo de Stokes, fluido no newtoniano. Tensiones isotrópicas pero con variación no lineal con la velocidad de deformación y la temperatura del material.

Cons. de masa $\nabla \cdot \mathbf{V} = 0$

Cantidad de Movimiento $\nabla \cdot (-P\mathbf{I} + \boldsymbol{\sigma}(\dot{\gamma}, T)) = 0$

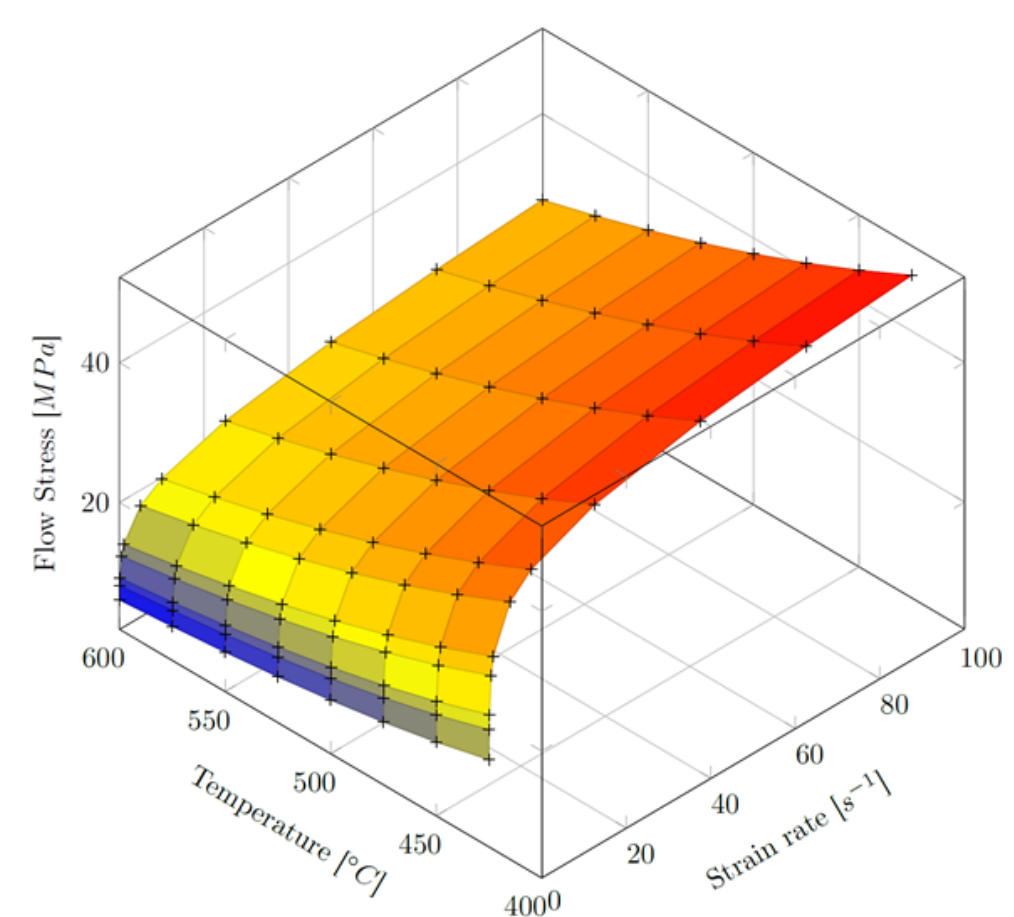
Energía $\rho C_p(T) \frac{\partial T}{\partial t} = -\rho(\mathbf{V} \cdot \nabla)T + \nabla \cdot (k \nabla T) + \boldsymbol{\sigma}(\dot{\gamma}, T) : \mathbf{D}$

Con $\dot{\gamma} = \left(\frac{2}{3} D_{ij} D_{ij} \right)^{1/2}$, con $\mathbf{D} = \frac{1}{2}(\nabla \mathbf{V} + \nabla \mathbf{V}^T)$

Existe un fuerte acoplamiento de la ecuación de conservación de energía con las de cantidad de movimiento.

Planteo por Elementos Finitos con formulación ALE (Arbitrary Lagrangean – Eulerian).

Relación tensión – velocidad de deformación – temperatura



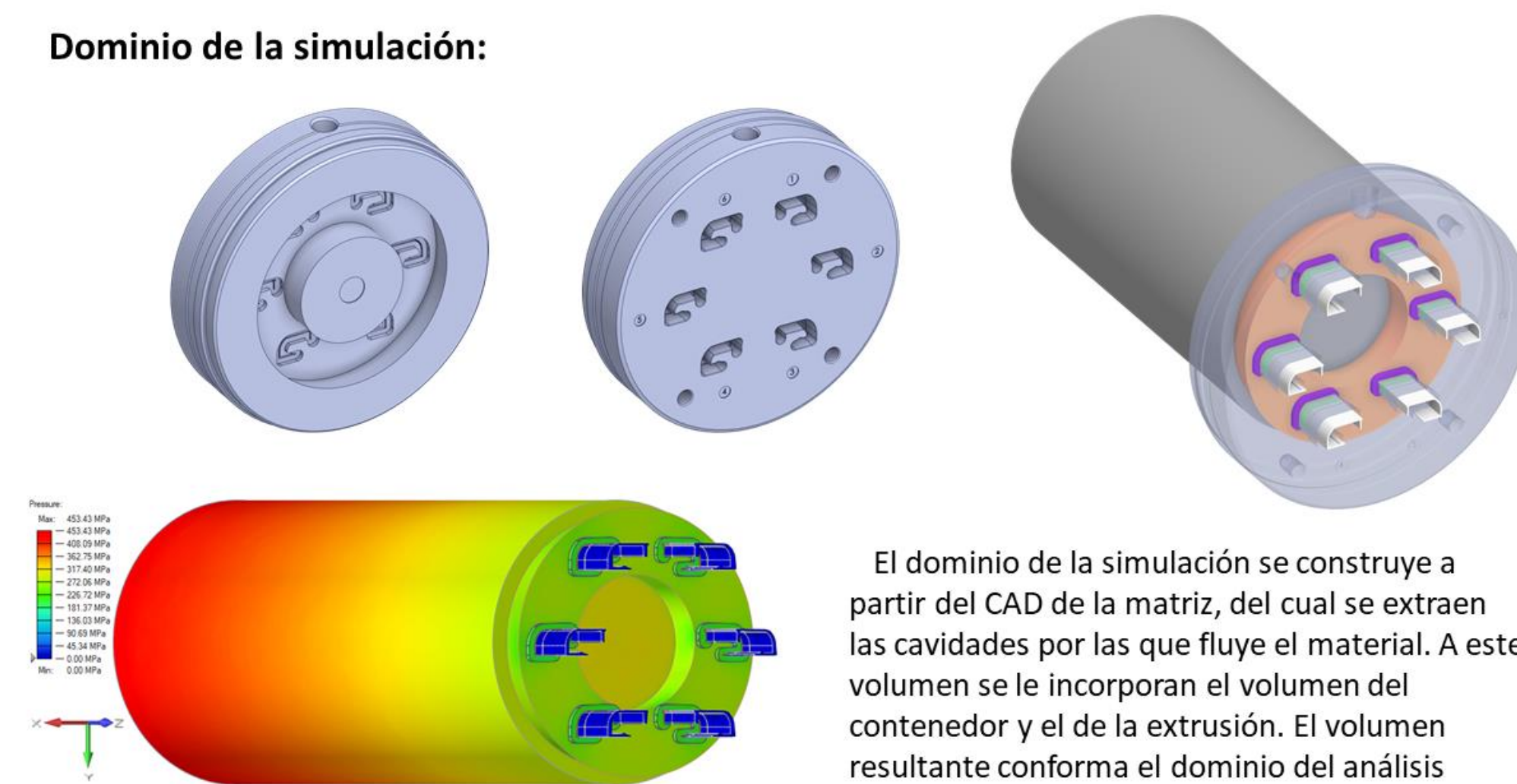
Modelo "Arcoseno hiperbólico" (Zener-Hollomon)

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{\alpha} \sinh^{-1} \left[\left(\frac{1}{A} \dot{\gamma} e^{\frac{Q}{RT}} \right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

A , α , y n son constantes del material, Q la energía de activación, R es la constante universal de los gases, y T es la temperatura local de la deformación.

Modelos más sofisticados incluyen la dependencia (menor) de las tensiones con la deformación (viscoelastoplásticos), pero los modelos viscoplásticos como el presentado tienen amplia utilización.

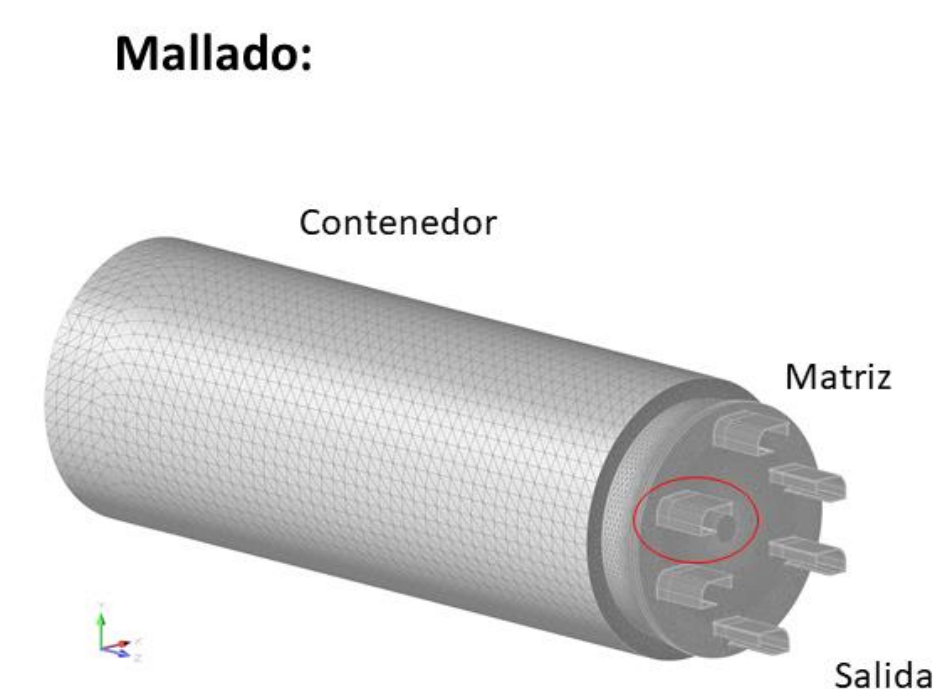
Dominio de la simulación:



El dominio de la simulación se construye a partir del CAD de la matriz, del cual se extraen las cavidades por las que fluye el material. A este volumen se le incorporan el volumen del contenedor y el de la extrusión. El volumen resultante conforma el dominio del análisis numérico realizado.

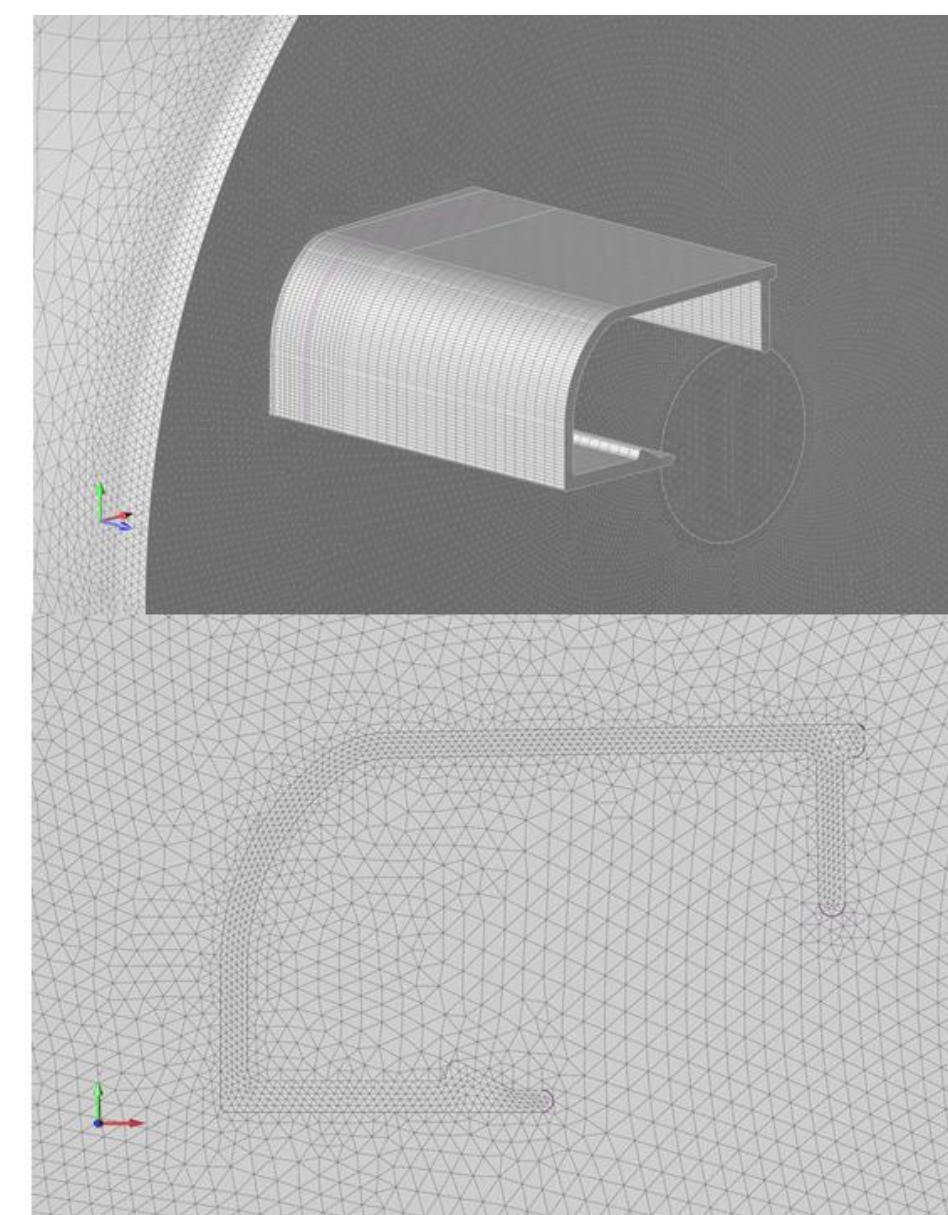
CB: Velocidad del pistón en entrada – Presión atm. en salida

Mallado:



Malla híbrida con elementos tetraédricos, excepto en la salida del perfil, donde se utilizan prismas alineados con la dirección de extrusión.

Típicamente 2-3 E6 elementos.

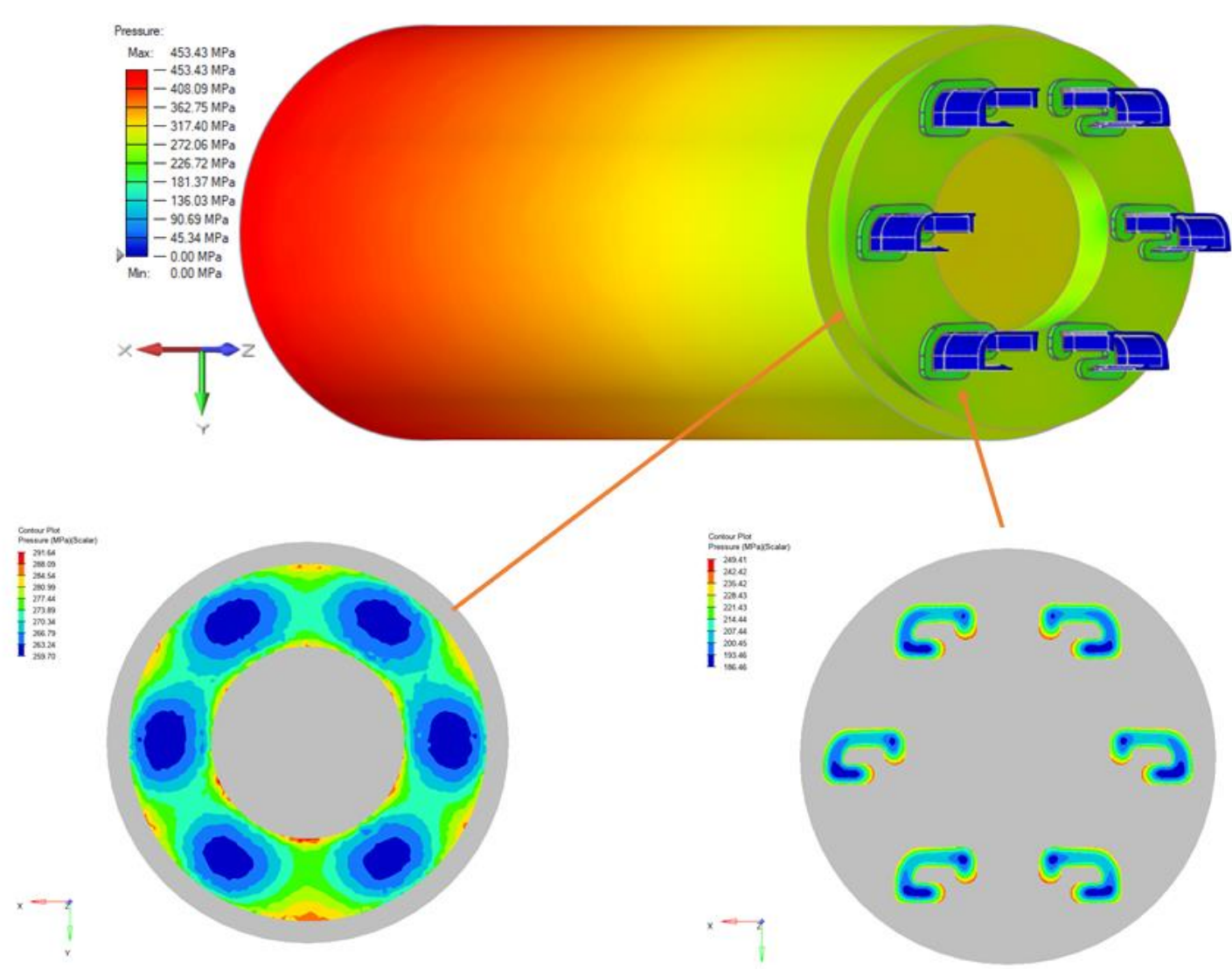


Resultados:

Los resultados incluyen todo el campo de presiones, temperaturas, velocidad de fluencia del material, tensiones locales, etc.

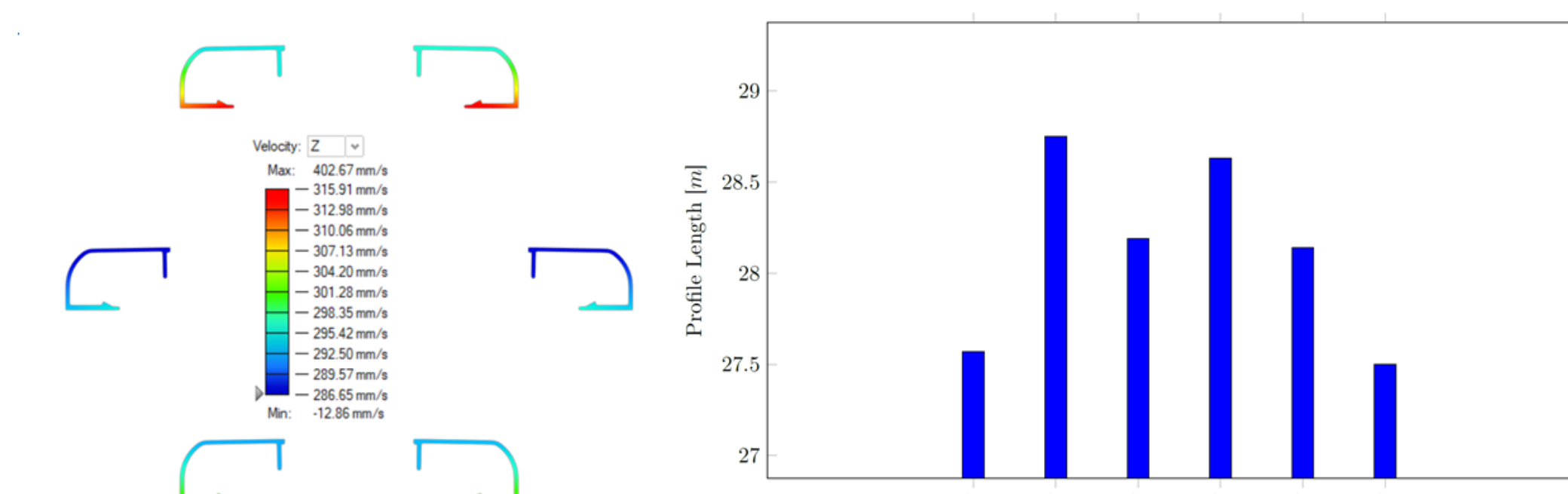
Ej. Distribución de presiones en distintas secciones del dominio

Si se impone como CB la velocidad de desplazamiento del pistón, se obtiene como resultado la fuerza ejercida por la prensa, y viceversa



Resultados:

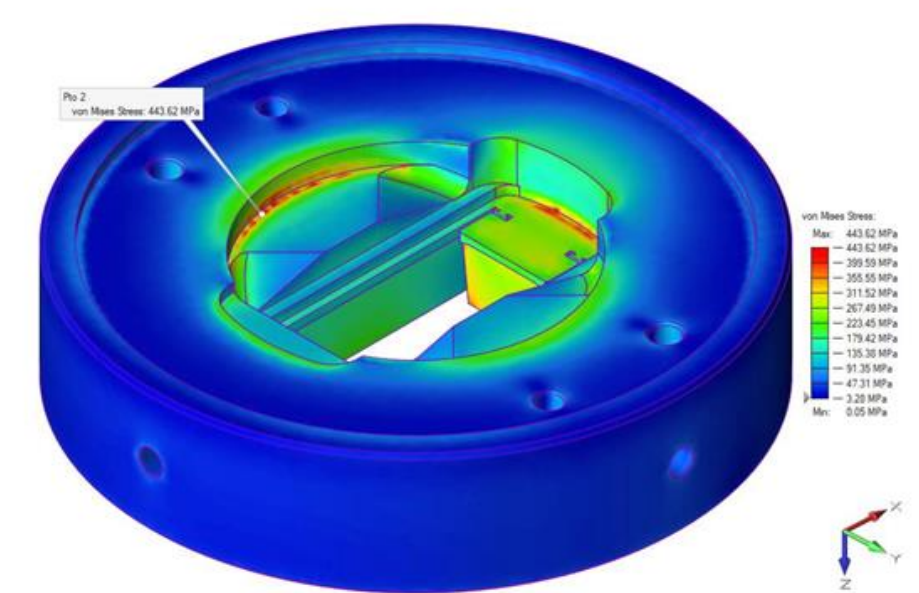
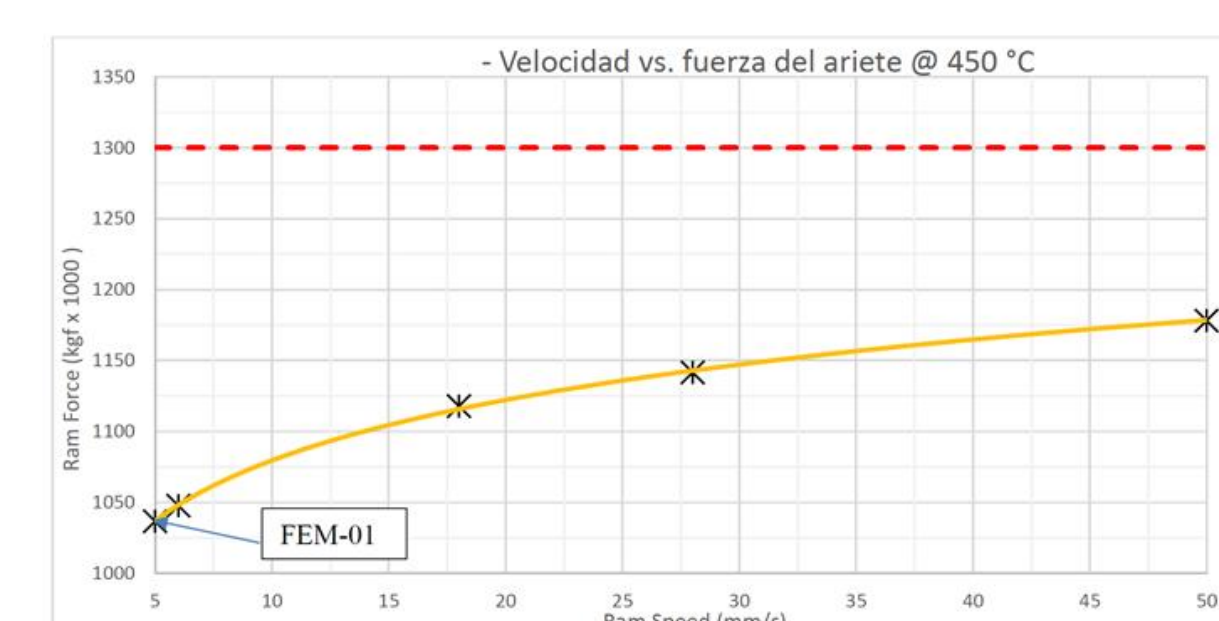
En el caso de matrices para múltiples perfiles, puede calcularse la longitud final de cada uno de ellos (diferencias debidas a variaciones en las velocidades de salida)



Resultados:

Otros resultados de interés en el diseño de la matriz:

Análisis de tensiones y deformaciones en la matriz:

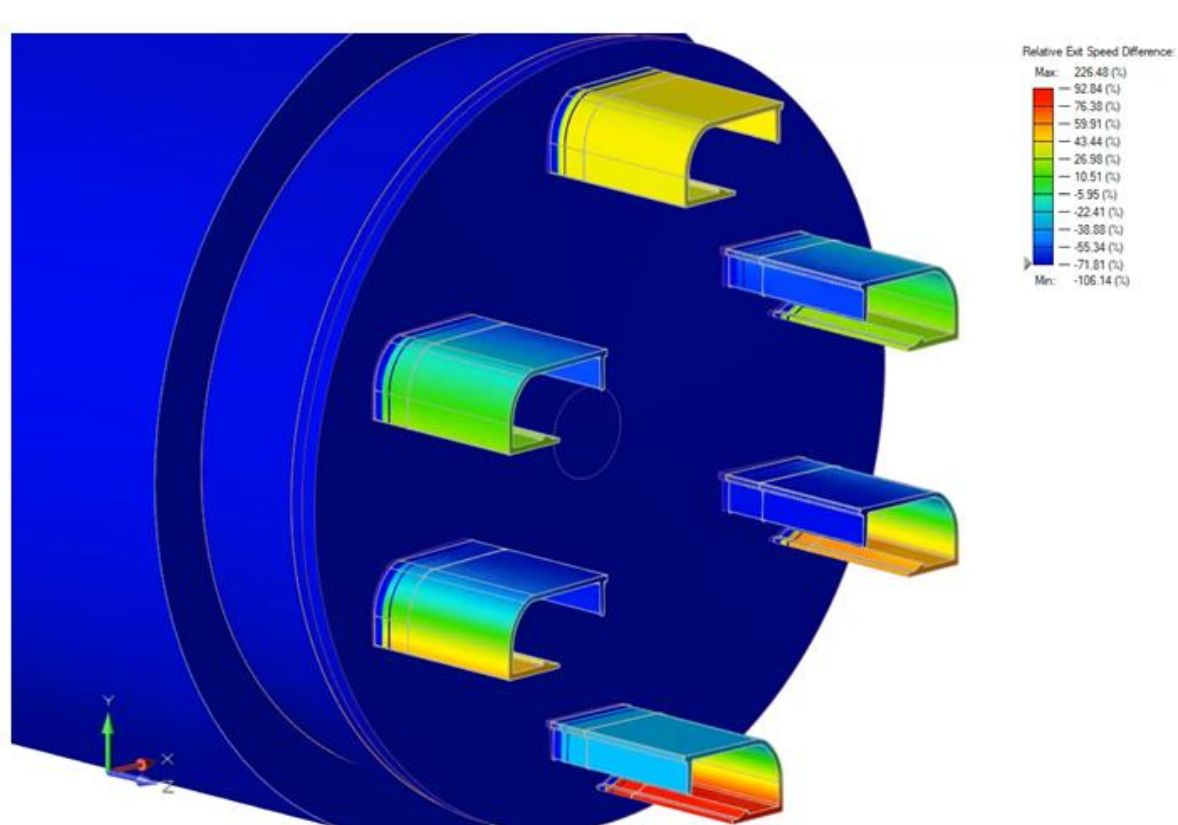


Variación de la fuerza de la prensa con la velocidad de avance, para distintas temperaturas del material

Resultados:

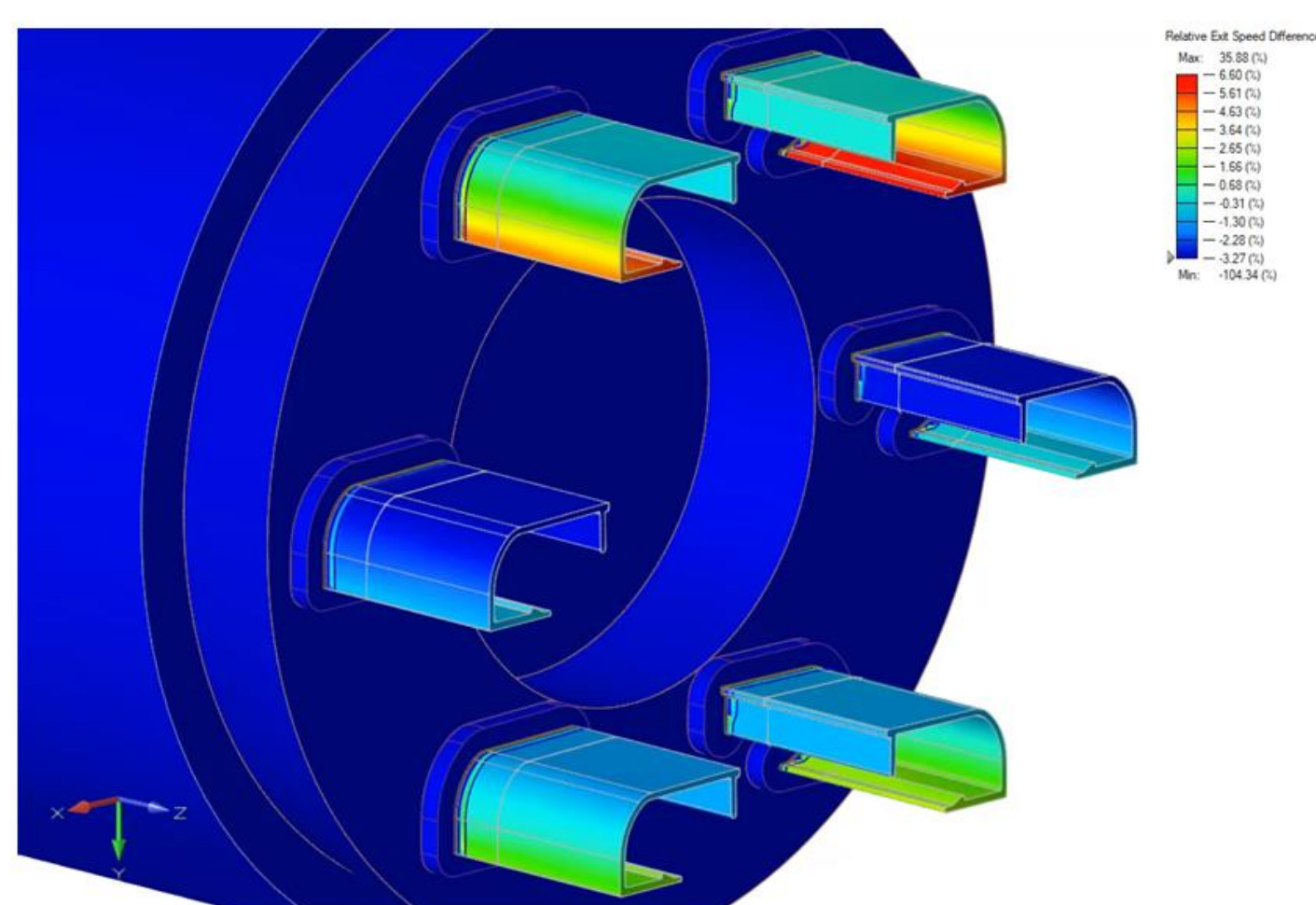
A partir de la distribución de velocidades en la salida, se puede predecir la deformación que sufrirá cada perfil:

Diseño preliminar: grandes variaciones locales de velocidad (70%) producen deformaciones importantes:



Resultados:

Un rediseño de la matriz en función de los resultados previos redujo las variaciones de velocidad a -3% / +6%



Conclusiones:

- Se ha descrito el proceso de simulación numérica de la extrusión de perfiles de aluminio, con las complejidades matemáticas del modelado del metal sometido a grandes deformaciones viscoplásticas.
- Se han mostrado algunas de las posibilidades de análisis que permiten las herramientas de la Mecánica de Fluidos Computacional y el análisis numérico estructural para estos problemas.
- Se presentó un caso real para el cual, en función de los resultados numéricos, fue posible rediseñar una matriz que mejoró significativamente la calidad de los perfiles producidos con ella.
- La utilización de herramientas numéricas para la evaluación y el rediseño de matrices ha probado en la práctica ser rentable para una Pyme local, al reducir los costos y tiempos asociados a la construcción, entrega, prueba y recuperación de una matriz que requiere rediseño.
- Adicionalmente, el diferencial en la calidad de sus productos obtenido gracias a la simulación redunda en una mayor satisfacción de los clientes y contribuye a una imagen empresarial innovadora.

SISTEMA SATELITAL ARGENTINO DE RECOLECCION DE DATOS

PROTOCOLOS DE ACCESO

Uriona Hugo N. ⁽¹⁾

huriona@ing.unlp.edu.ar

⁽¹⁾ Departamento de Ciencias Básicas

Facultad de Ingeniería - UNLP

Sager Gerardo E. ⁽²⁾

ger@ing.unlp.edu.ar

⁽²⁾ Grupo de Investigación y Desarrollo en Comunicaciones Digitales (GrIDComD)

Departamento de Electrotecnia - Facultad de Ingeniería - UNLP

INTRODUCCION

El sistema DCS Argentino, puede verse desde el punto de vista de las redes de comunicaciones, como un enrutador de mensajes del tipo conocido como “Store and Forward”, en efecto, los mensajes recibidos por el receptor ubicado en el satélite se almacenan en una memoria a bordo y luego son descargados durante los contactos que se establecen con las estaciones terrenas. Se toma como referencia la Misión SAC-D/Aquarius, donde fue embarcado un receptor DCS que estuvo operativo exitosamente entre agosto de 2011 y junio de 2015.

El sistema esta diseñado para que sea compatible con los sistemas ARGOS (Franco Estadounidense) y SCD (Brasileño), operando en frecuencias similares y utilizando el mismo formato de mensajes. Se puede pensar que cada vez que el satélite tiene a la vista un grupo de estaciones transmisoras, se configura una red ad-hoc, con una duración limitada por el tiempo en que los transmisores están a la vista. Esta red, que puede asimilarse a una capa de acceso al medio (Enlace de Datos) en el modelo estándar ISO-OSI, se modifica a medida que el satélite deja de tener en vista unas estaciones y comienza a recibir mensajes de otras que ahora aparecen en su campo de visibilidad. Como no existe coordinación temporal en el inicio de las transmisiones, se cumplen las condiciones para caracterizar el acceso al medio como un sistema ALOHA.

Como existe movimiento relativo entre transmisores y receptores, se produce un corrimiento doppler en la comunicación, introduciendo una nueva dimensión al problema. Este trabajo, analiza el comportamiento del sistema, de acuerdo con los resultados conocidos para ALOHA en una condición cuasi estática, e introduce el corrimiento doppler y su efecto en la capacidad del sistema.

DESCRIPCION Y ANALISIS

Análisis del acceso al medio en DCS

La eficiencia S de un sistema ALOHA está dada por $S = Ge^{-2G} = Ge^{-2G}$ que es máxima cuando $G=1/2$ y llega a 18%.

Donde $G = \lambda_t \tau$ es la carga total normalizada, λ_t es la tasa de generación de mensajes, $\tau = l_t / f_b$ es la duración de los mensajes, l_t es la longitud de los mensajes en bits y f_b la frecuencia de bit.

En el sistema DCS las longitudes totales de mensaje pueden variar entre 152 y 376 bits transmitidos a 400 bps, entonces para obtener $G=1/2$ y considerando mensajes de igual longitud emitidos a la misma tasa por n estaciones $n = G f_b / \lambda_t l_t$

Puede observarse que se mantiene la eficiencia al aumentar la longitud de los mensajes, si a la vez se disminuye su tasa de repetición ($\lambda_t l_t$ constante)

Efecto del Corrimiento Doppler

El valor obtenido de n , corresponde a la máxima cantidad de estaciones que pueden estar presentes en el canal, pero el corrimiento doppler en la comunicación hace que haya estaciones en la línea de vista del satélite cuyo desplazamiento de frecuencia es tal, que aun cuando transmitan simultáneamente con el resto no provocarán colisiones, porque su espectro está desplazado, como se muestra en la (Fig.1).

Teniendo en cuenta que la señalización es Manchester, el ancho de banda donde se encuentra el 90% de la potencia útil es de aproximadamente $1,5f_b$ y como la modulación es BPSK con portadora residual, las señales con corrimiento mayor a $\pm 1200\text{Hz}$, no colisionaran con las que tienen corrimiento nulo.

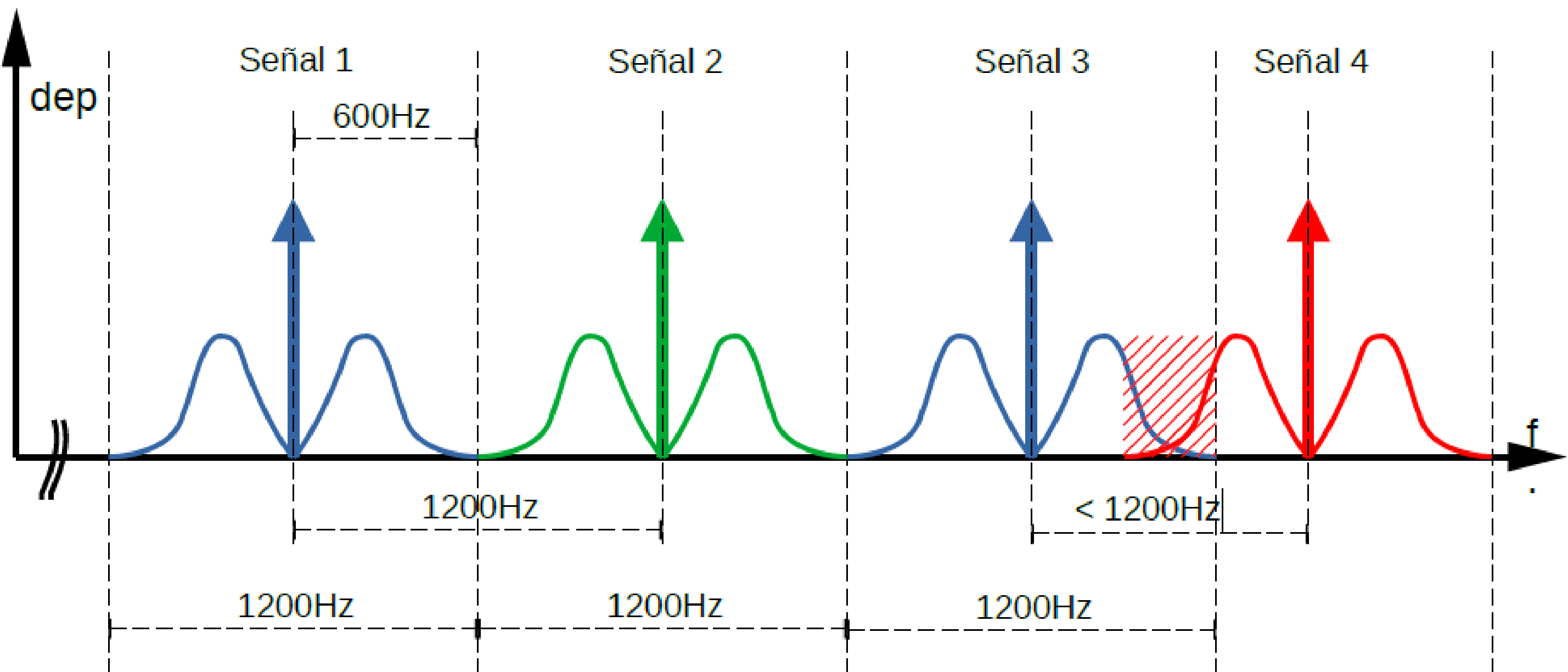


Figura 1

RESULTADOS

Análisis de distintos escenarios

Para obtener una base de comparación se analizaron dos casos:

Caso a)

Tasa de repetición mas alta. Se analiza como varia n con l_t para $f_b=400\text{bps}$; $G=1/2$; $\lambda_t = 1/30\text{seg}$ (Fig. 2)

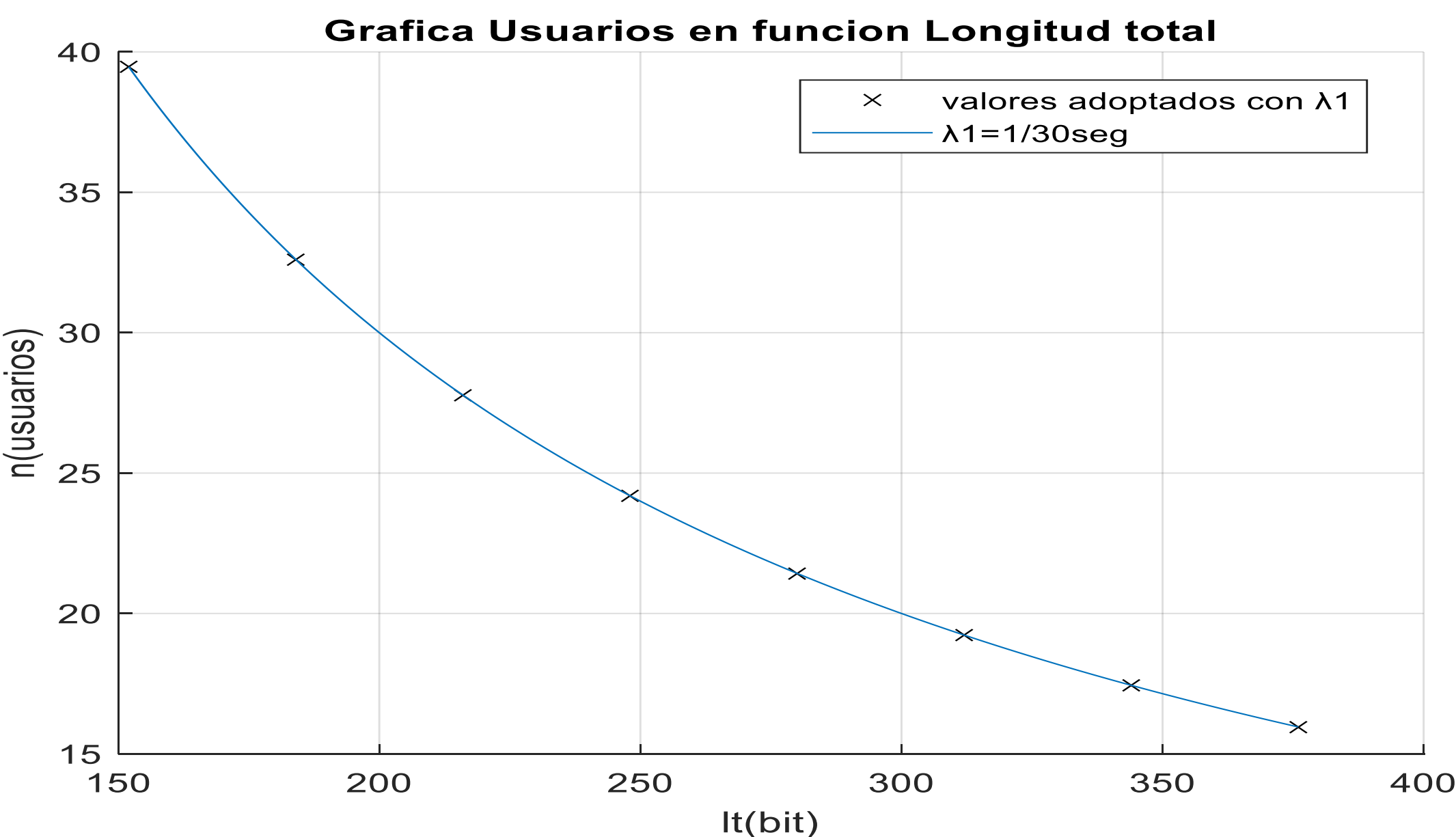


Figura 2

Caso b)

Distintas tasas de repetición y longitud de mensajes. Se analiza como varia n con l_t y con λ_t para $f_b=400\text{bps}$, se obtiene una familia de curvas $n = f(l_t)$ con parámetro λ_t que se muestra en la (Fig.3). Puede apreciarse claramente que para una cantidad de usuarios constante, se puede intercambiar longitud de mensaje con tasa de repetición.

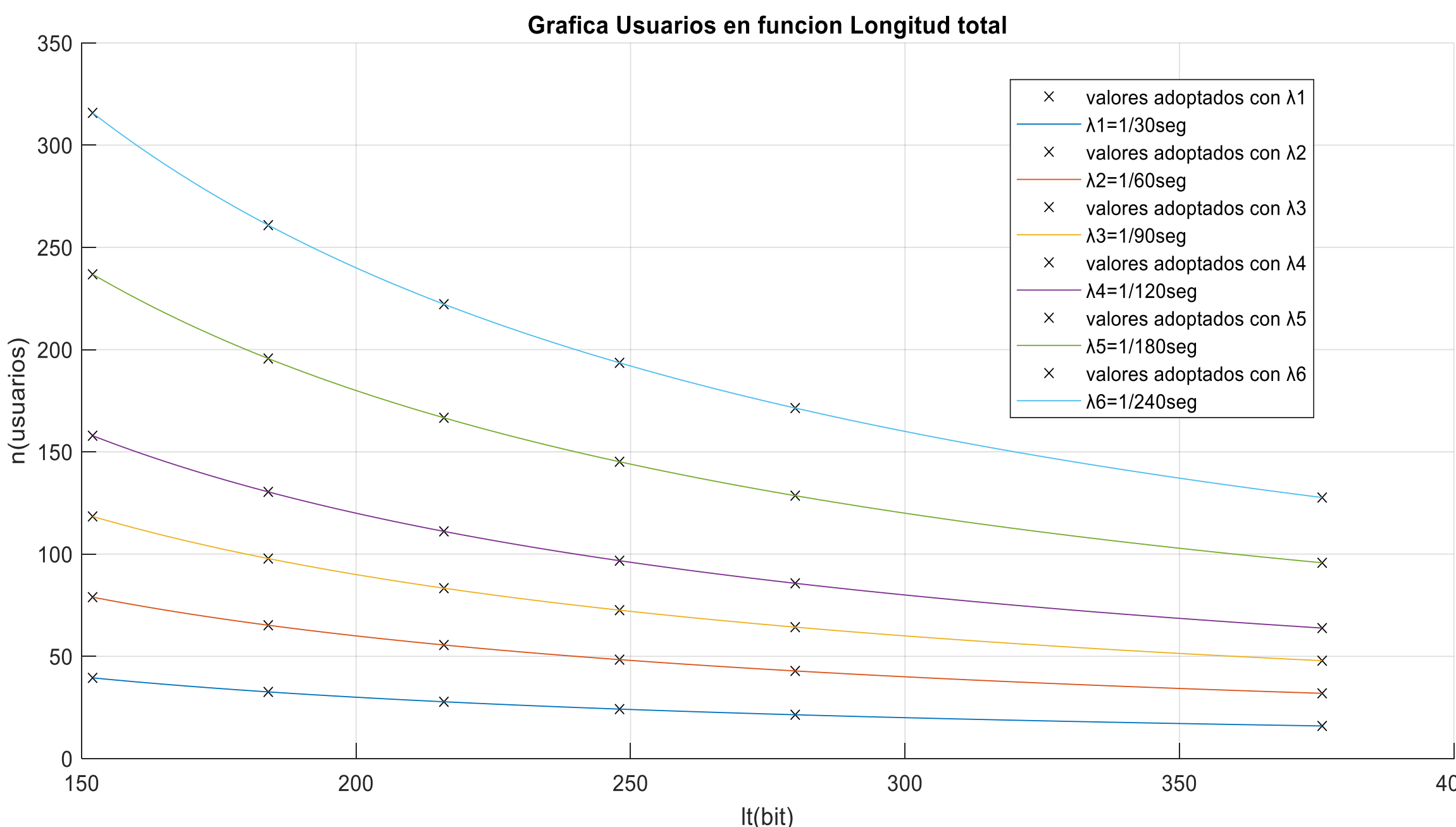


Figura 3

CONCLUSIONES

En este trabajo se propuso analizar el comportamiento del protocolo de acceso al medio utilizado por el sistema DCS. Se pone en evidencia la simplicidad del protocolo al momento de implementarlo, que trae como consecuencia bajo costo por el tipo de datos que se envían, donde unas pocas mediciones son suficientes. Por otra parte se observa en cada uno de los casos estudiados lo siguiente.

•**Caso a)** La cantidad de usuarios disminuye a medida que aumenta el tamaño de la longitud de la trama para una misma tasa de repetición de mensajes.

•**Caso b)** El numero posible de usuarios se incrementa tanto si se disminuye la longitud de la trama como si se disminuye la tasa de repetición

Por último, se avanza en la idea de identificar las zonas donde el corrimiento doppler es mayor que el ancho de banda de la señal, y como se distribuyen siguiendo la traza del satélite, esto permitiría tener un instrumento de planificación del despliegue de estaciones

La cinética de la síntesis de solketal sobre Zr-S-400 puede modelarse con una cinética simple pseudo-homogénea

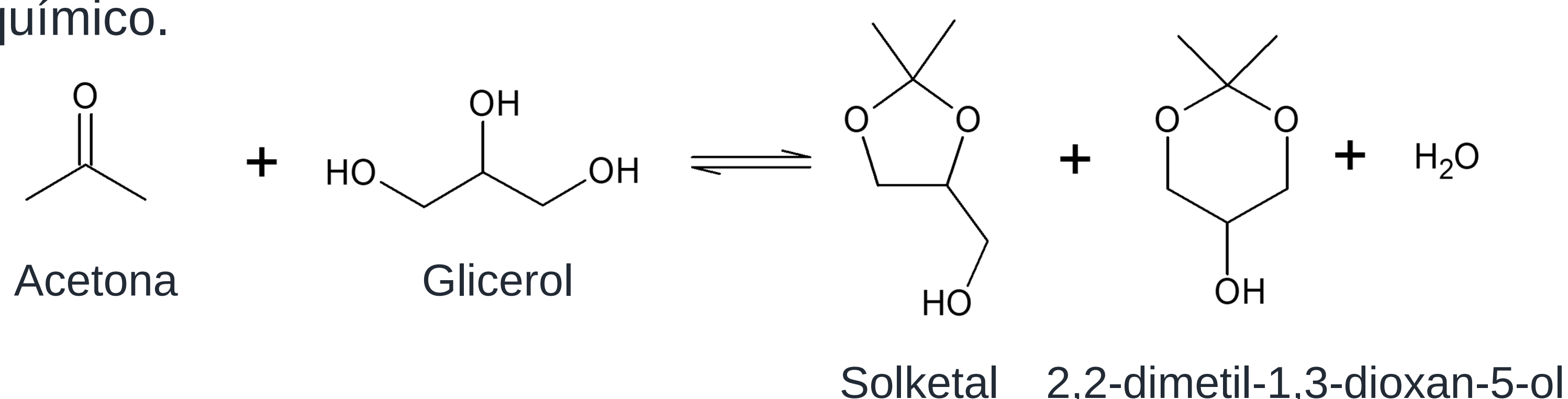
CINÉTICA DE LA KETALIZACIÓN DE GLICEROL CON ACETONA SOBRE ZIRCONIA SULFATADA

Vannucci, Julián A^{1*}, Nichio, Nora N.¹, Pompeo Francisco¹

*julian.vannucci@ing.unlp.edu.ar

La valorización de glicerol mediante procesos catalíticos como la condensación de glicerol con acetona para la síntesis de solketal ha resultado de gran interés por la gran cantidad de aplicaciones de este producto.

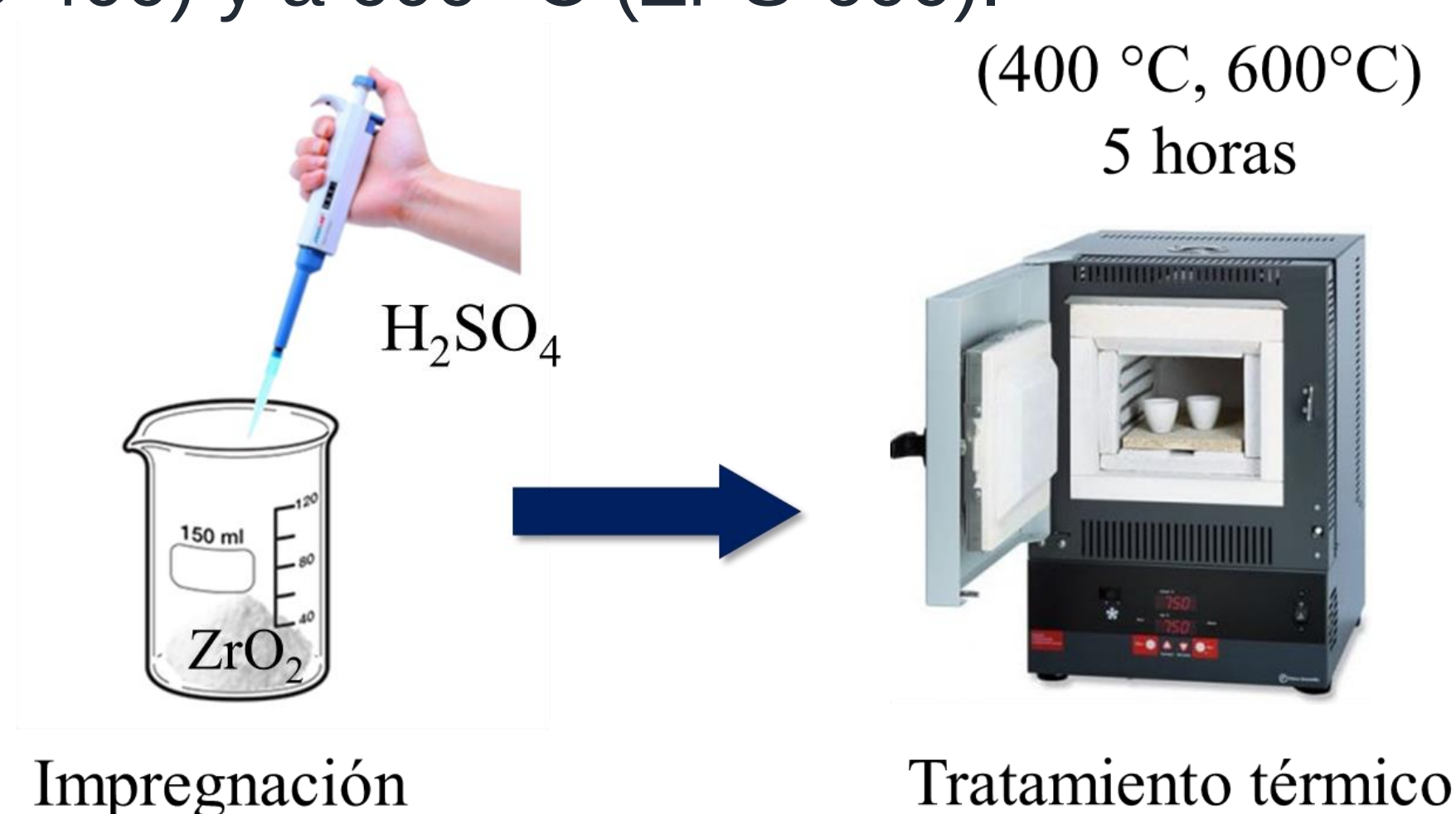
La síntesis de solketal se suele llevar a cabo empleando un catalizador con propiedades ácidas, y en exceso de acetona para mejorar la solubilidad de los reactivos, y desplazar el equilibrio químico.



Este trabajo tiene como objetivo desarrollar un catalizador eficiente para la síntesis de solketal, y determinar los parámetros termodinámicos y cinéticos de la reacción.

Síntesis del catalizador

Un óxido comercial de zirconio (Zr), se sometió a tratamiento térmico por 5 horas resultando en la muestra Zr₆₀₀. Ambos materiales Zr y Zr₆₀₀ fueron modificados con una cantidad apropiada de una solución 0,5M de H₂SO₄, y luego fue tratado térmicamente en aire a 400°C (Zr-S-400, Zr₆₀₀-S-400) y a 600 °C (Zr-S-600).



Evaluación de actividad

Los resultados de actividad catalítica muestran que el material precalcinado y sulfatado Zr₆₀₀-S-400 presenta dos tercios de la actividad catalítica del material Zr-S-400.

Muestra	Velocidad de reacción inicial (mol.min ⁻¹ .g ⁻¹)
Zr-S-400	0,0497
Zr-S-600	0,0075
Zr ₆₀₀ -S-400	0,0361

- El agregado de grupos sulfatos genera sitios ácidos de tipo Brönsted sobre el ZrO₂, que resultan activos para la síntesis de solketal.

Caracterización

Muestra	Superficie BET (m ² .g ⁻¹)	Volumen de poro (cm ³ .g ⁻¹)	Diámetro de poro (nm)	Titulación potenciométrica	
				E ₀ (mV)	meq n-butilamina.g ⁻¹
Zr	105	0,34	5,1	63	0,20
Zr ₆₀₀	49	0,30	12,3	134	0,15
Zr-S-400	58	0,23	5,8	560	0,75
Zr-S-600	86	0,29	5,9	310	0,52
Zr ₆₀₀ -S-400	24	0,13	11	510	0,52

Los resultados de caracterización, muestran una mayor densidad de sitios ácidos y fuerza ácida en los materiales calcinados a menor temperatura.

Por medio de FTIR con adsorción de piridina, se pudo determinar que el proceso de impregnación de especies sulfato permite generar sitios ácidos de Brönsted sobre el material.

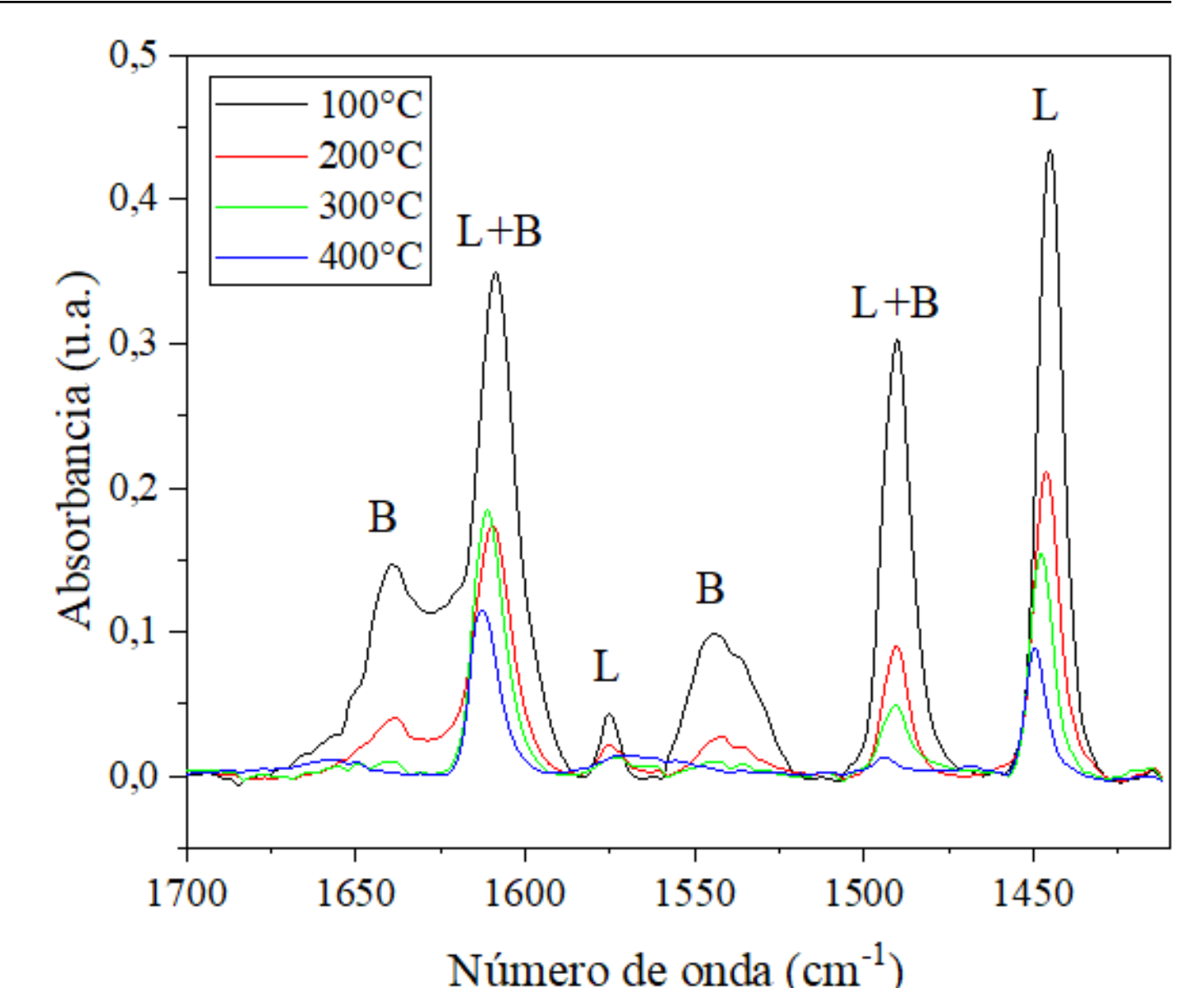


Fig. 1: Espectro FTIR de piridina sobre Zr-S-400. L = Lewis; B = Brönsted.

Estudio termodinámico y cinético

Los parámetros termodinámicos de la reacción se determinaron calculando las constantes de equilibrio a distintas temperaturas según:

$$K_{eq} = \frac{a_{Solk} \cdot a_W}{a_{Gly} \cdot a_{Ac}}$$
$$a_i = \gamma_i \cdot x_i$$

A partir de la linealización $\ln(K_{eq}) = 1397 \frac{1}{T} - 6304$, se estimaron valores de ΔH^0 y ΔG^0 en $-11,6 \pm 1,1$ kJ.mol⁻¹, y $4,0 \pm 0,1$ kJ.mol⁻¹ respectivamente.

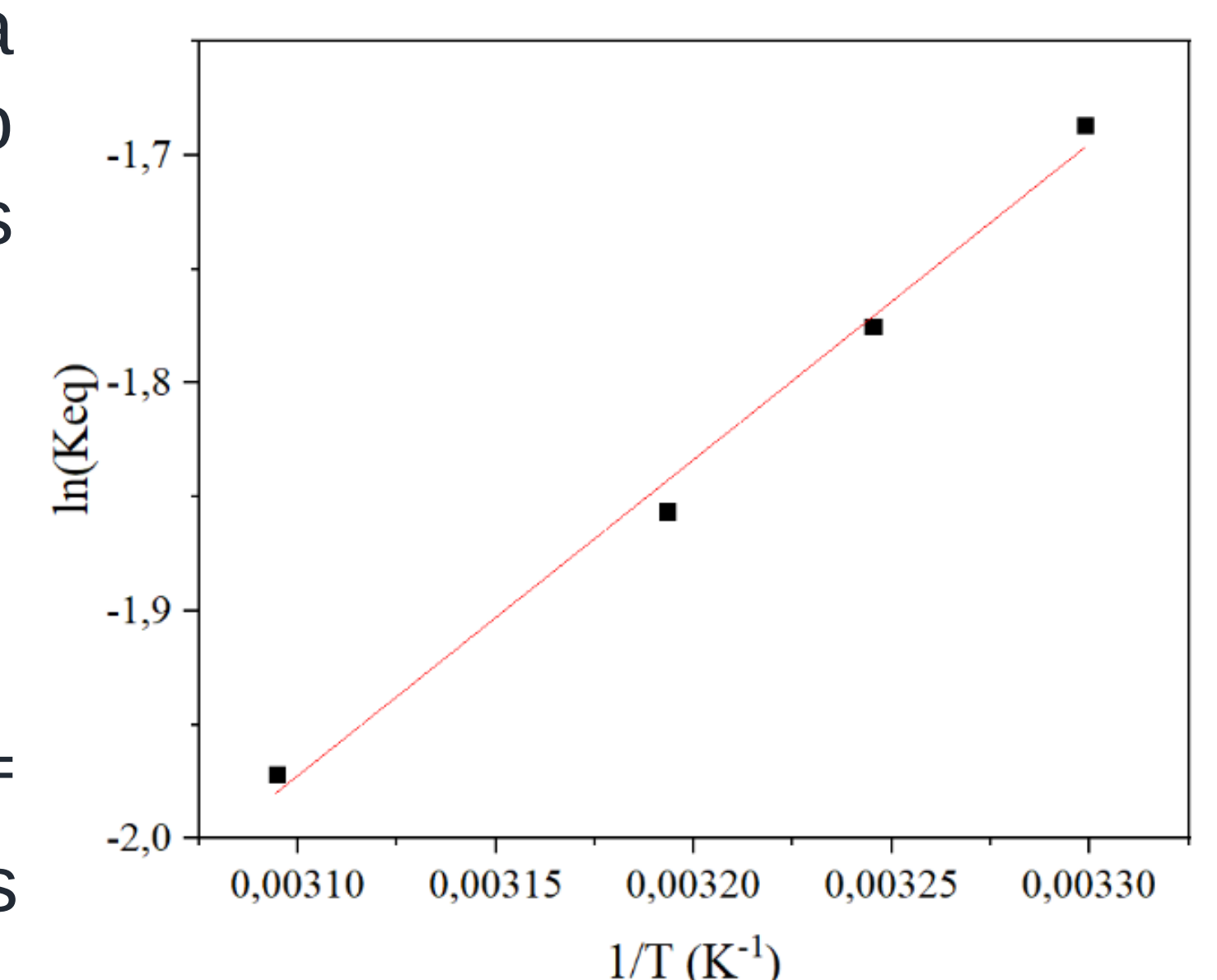


Fig. 2: Linealización de ln(Keq) vs 1/T

Para el estudio cinético, se desarrolló un modelo de tipo LHHW, el cual incluye la adsorción de los reactivos en la superficie del catalizador, seguido de tres reacciones consecutivas, y la desorción final de los productos, y se consideró que ninguno de los componentes se adsorbe fuertemente en la superficie.

$$r = k \left(a_{Gly} \cdot a_{Ac} - \frac{a_{Solk} \cdot a_W}{K_{eq}} \right)$$

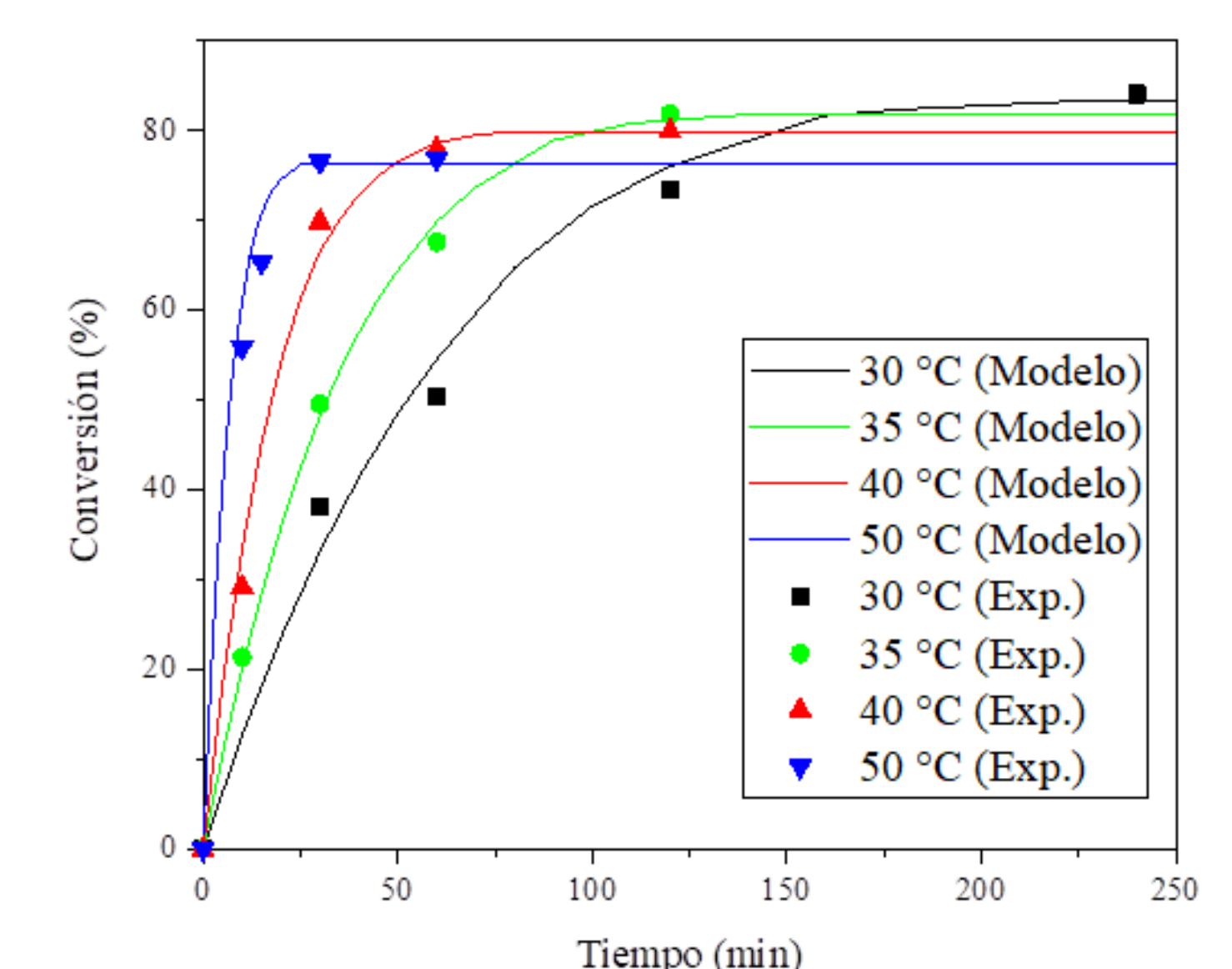
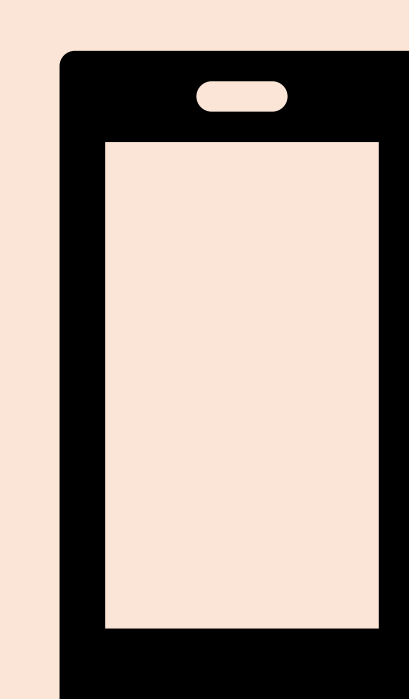


Fig. 3: Comparación modelo vs datos experimentales

A partir del ajuste de los datos, se determinó una energía de activación (Ea) de $88,1 \pm 8,9$ kJ.mol⁻¹.

Conclusiones

- La reacción puede ser modelada con un modelo simple pseudo-homogéneo.
- La energía de activación del material Zr-S-400 es de $88,1$ kJ.mol⁻¹.



Scan Me!

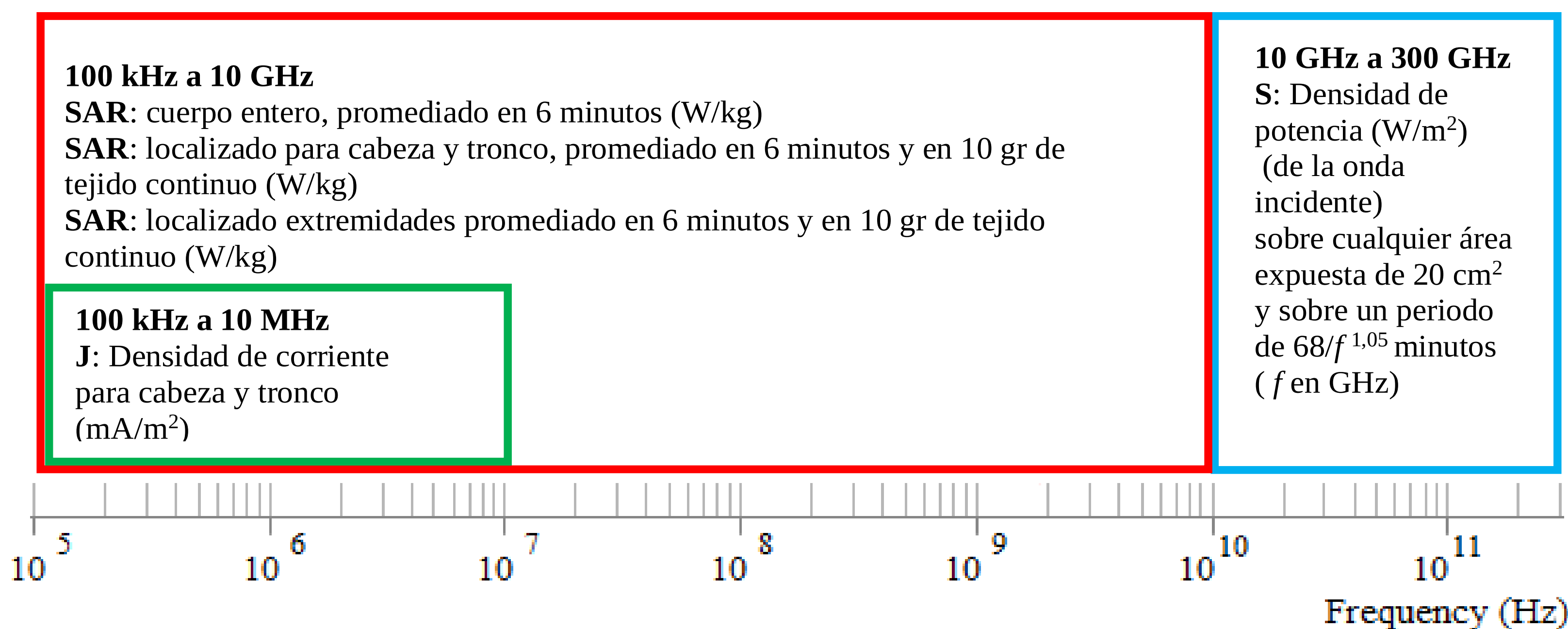


INTRODUCCIÓN

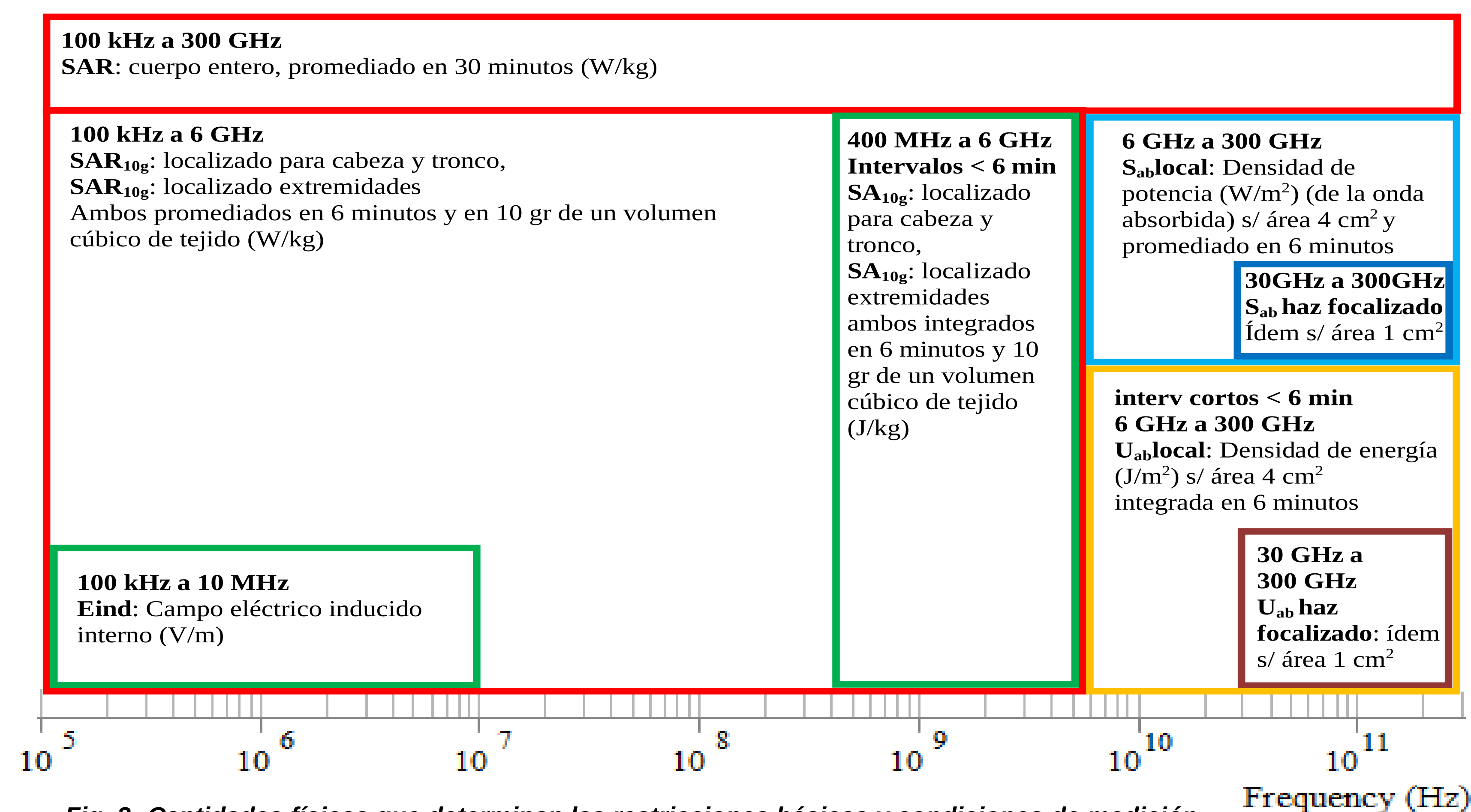
La Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) es una comisión científica independiente creada en el año 1992 para fomentar la protección contra la radiación no ionizante (RNI) en beneficio de las personas y del medio ambiente. En el año 1998 publicó las Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz) [2]. En el año 2010 la ICNIRP actualizó dichas pautas en la banda de frecuencias extremadamente bajas, de 1 Hz a 100 kHz [3] y, finalmente, en mayo de 2020, se actualizó el resto del espectro que cubrían las pautas de 1998, es decir de 100 kHz a 300 GHz [1]. Son estas últimas pautas, *Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields, 100 kHz to 300 GHz*, las que constituyen nuestro objeto de análisis. Las mismas serán comparadas con las pautas de 1998.

RESTRICCIONES BÁSICAS - CATEGORÍAS

ICNIRP 1998

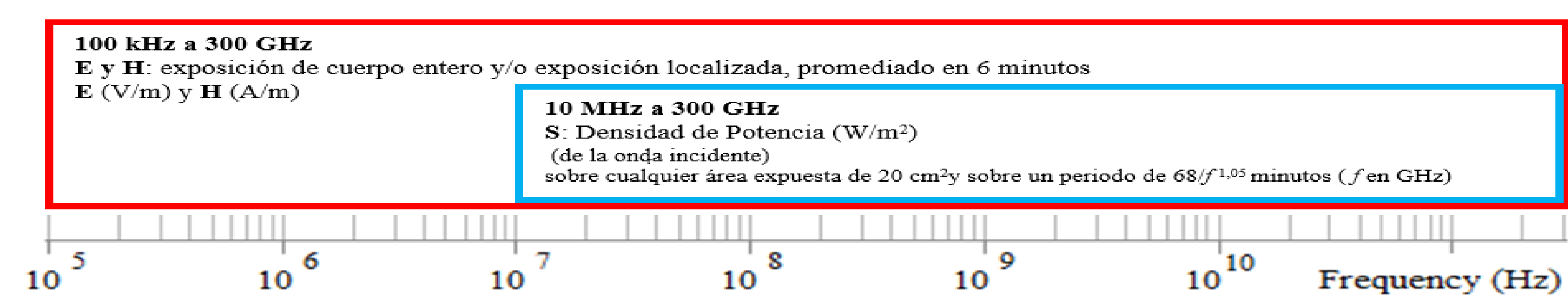


ICNIRP 2020

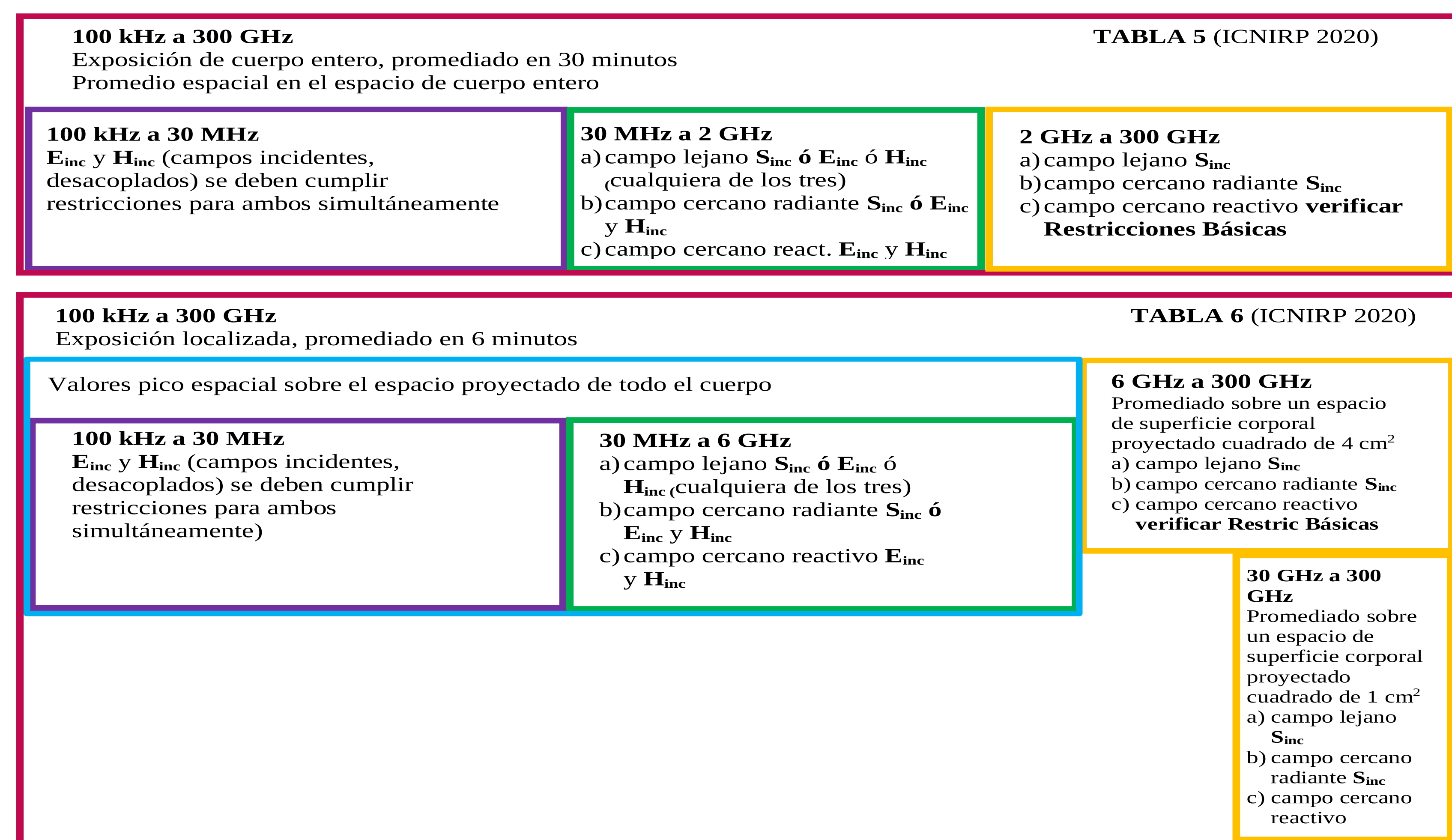


NIVELES DE REFERENCIA - CATEGORÍAS

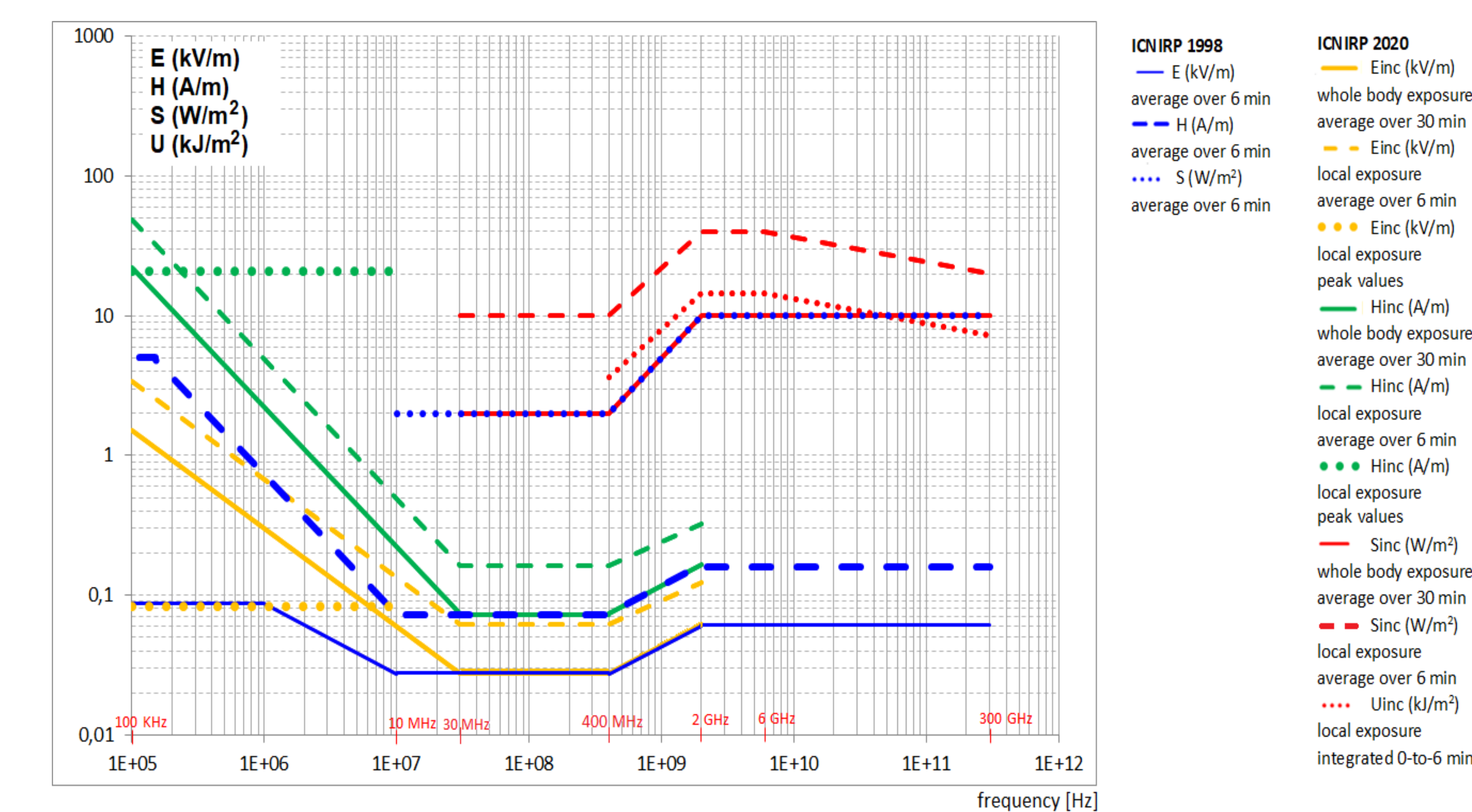
ICNIRP 1998



ICNIRP 2020



COMPARACIÓN DE NIVELES DE REFERENCIA (1998 vs 2020)



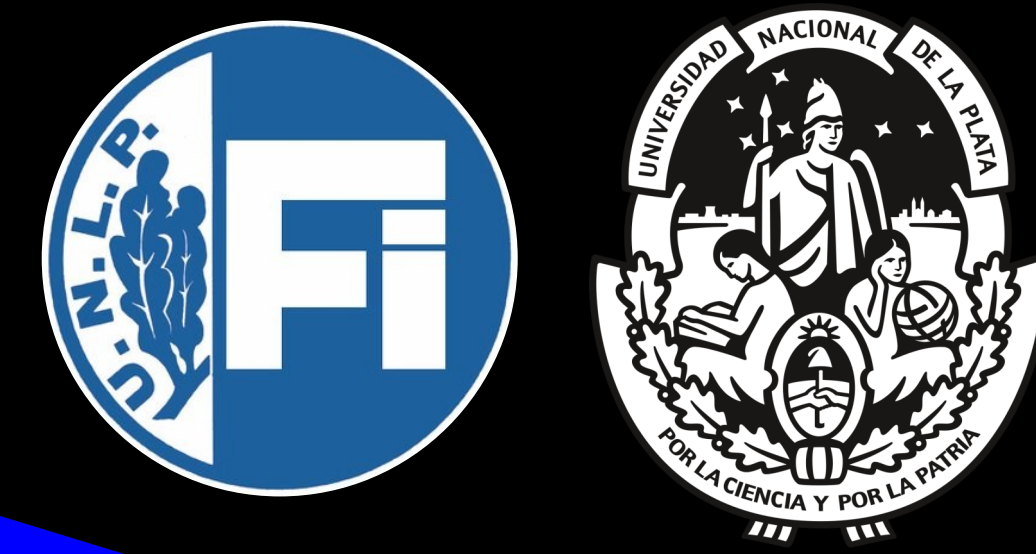
CONCLUSIONES

Las pautas de ICNIRP 1998 quedaron completamente reemplazadas por las pautas ICNIRP 2010 en la banda de 1 Hz a 100 kHz y la recientemente publicada ICNIRP 2020 para las frecuencias de 100kHz a 300 GHz. Las nuevas pautas ICNIRP 2020 limitan la exposición en frecuencias utilizadas por varias aplicaciones como tecnologías Wifi, Bluetooth, teléfonos móviles y estaciones base. Las pautas ICNIRP 2020, presentan un mayor grado de complejidad en su aplicación, al discriminar entre condiciones de exposición de cuerpo entero, localizada, local por haces altamente focalizados y exposición breve para campos discontinuos, así como por la observación de diferentes reglas, según se trate de exposición en campo lejano, campo cercano radiante o campo cercano reactivo. En lo que respecta a los valores límites en sí, es importante aclarar que aun cuando ambas pautas (1998 y 2020) indiquen un mismo valor de nivel de referencia, éste puede resultar en un diferente grado de exposición de las personas, dada las diferentes condiciones de exposición que ambas directrices fijan.

REFERENCIAS

- [1] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys 118 (5):483-524; 2020.
- [2] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying Electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74 (4):494-522; 1998.
- [3] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 hz to 100 kHz) Health Physics 99(6):818-836; 2010.
- [4] ICNIRP. "Difference between the 1998 and 2020 RF EMF Guidelines" <<https://www.icnirp.org/en/differences.html>>
- [5] Vernieri J.Z., Gross P.M, Ciafardini J.P. Modificaciones y nuevas categorías en los valores límites de exposición a RNI. Congreso IEEE ARGENCON 2020 Argentina, 1 al 4 de diciembre 2020.

RESPUESTA AL IMPACTO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS



Vivas, Juan C. y Zerbino, Raúl L.
CONICET, LEMIT - Facultad de Ingeniería UNLP, La Plata, Argentina.
juancarlos.vivas@ext.ing.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN 1

El Hormigón Reforzado con Fibras (HRF) resulta particularmente apto para sobrellevar cargas de impacto pero no existe un método de ensayo de aplicación generalizada. En la FI-UNLP y el LEMIT se diseñó un método que permite caracterizar ante impactos HRF y en que se valora la resistencia a la fisuración y el desempeño del material en estado fisurado. Hasta ahora se ha validado el ensayo, se compararon los resultados de esta prueba con los del método más difundido hasta ahora (del comité 544 del ACI), se llevó a cabo un estudio paramétrico para determinar la influencia de la geometría de la probeta y otras variables del ensayo, se realizaron ensayos instrumentados y modelos numéricos.

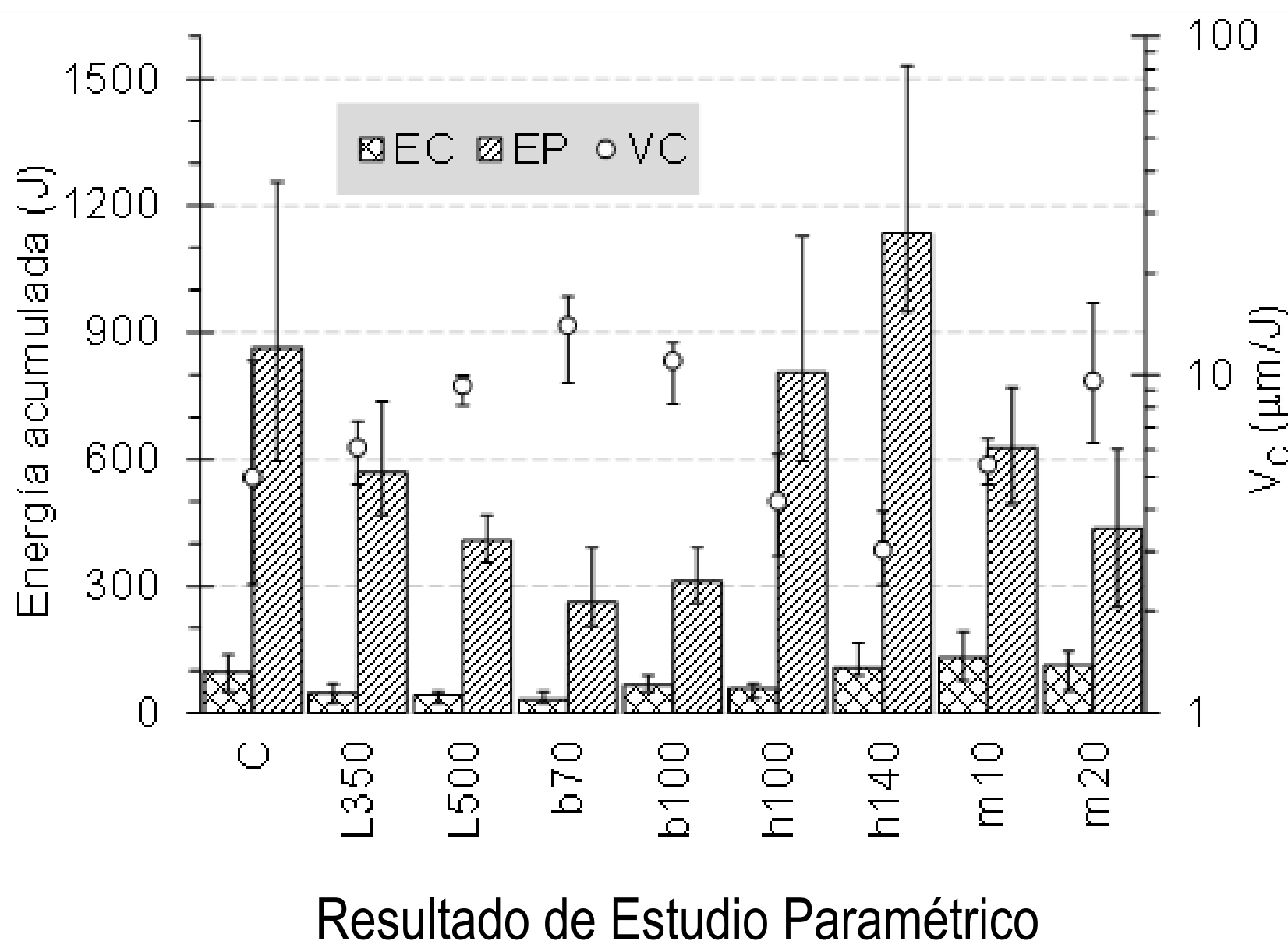
- OBJETIVOS**
- ◆ Presentar síntesis de los avances obtenidos en la investigación
 - ◆ Discutir los resultados más reveladores
 - ◆ Resumir los aspectos a abordar en el futuro

INFLUENCIA DE LA GEOMETRÍA DE LA PROBETA 3

MEZCLA
HRF 30 kg/m³ fibras A | $f_c = 54$ MPa | $f_{R1} = 4,68$ y $f_{R3} = 5,44$ (MPa)

Serie	Id	b (mm)	h _{sp} = h-e (mm)	L (mm)	m (kg)
Control	C	150	125	240	5
Base	b100	100	125	240	5
	b70	70	125	240	5
Altura	h100	150	100	240	5
	h140	150	140	240	5
Luz	L350	150	125	350	5
	L500	150	125	500	5
Masa	m10	150	125	240	10
	m20	150	125	240	20

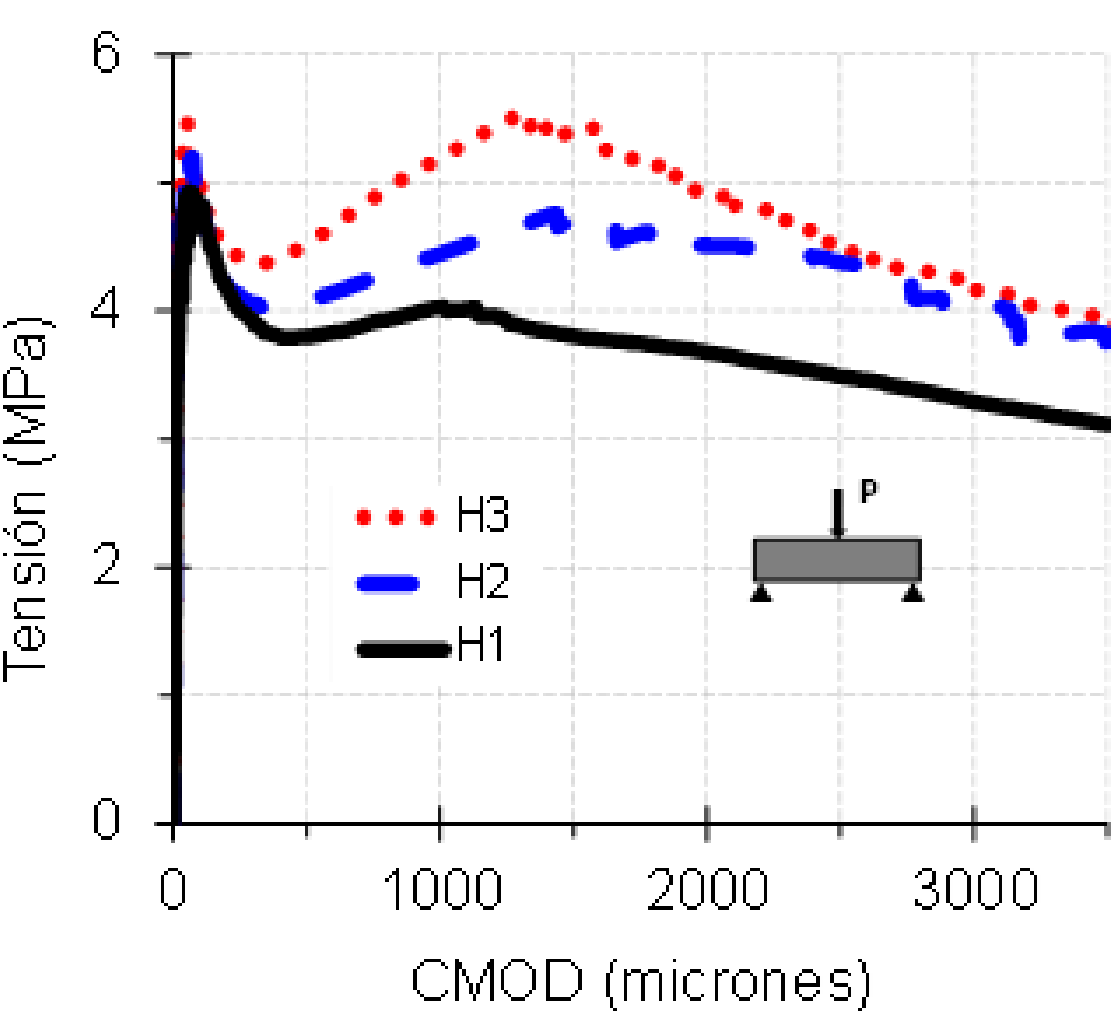
Configuración de series de ensayo



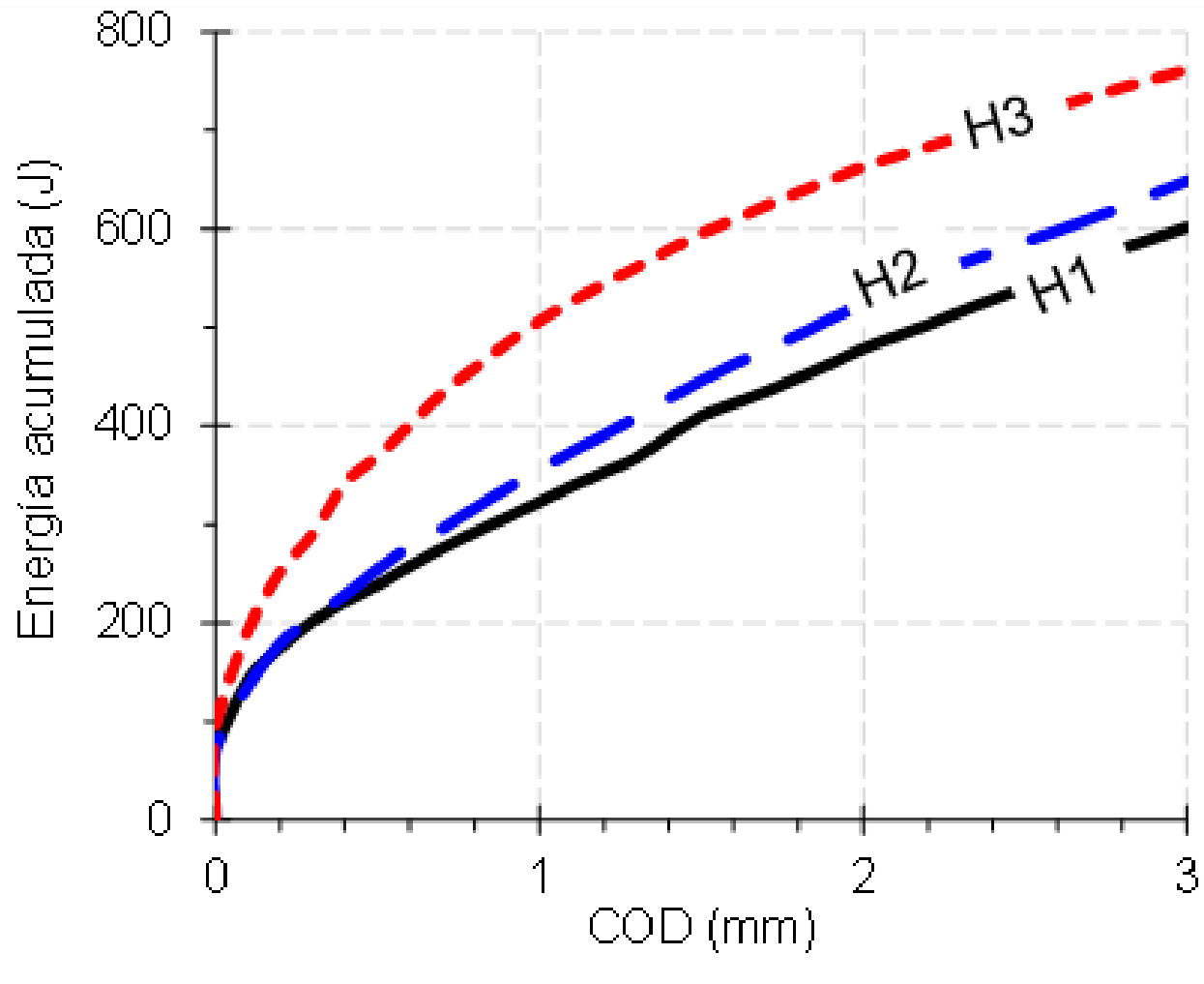
Resultado de Estudio Paramétrico

INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA 5

MEZCLAS
ID = Agua:Cemento:Arena fina:Piedra 19mm^{en kg} (f_c en MPa)
H1=165:280:955:978(44) + 30 kg/m³ fibras A
H2=165:330:955:978(55) + 30 kg/m³ fibras A
H3=165:380:955:978(67) + 30 kg/m³ fibras A



Curvas de flexión estática

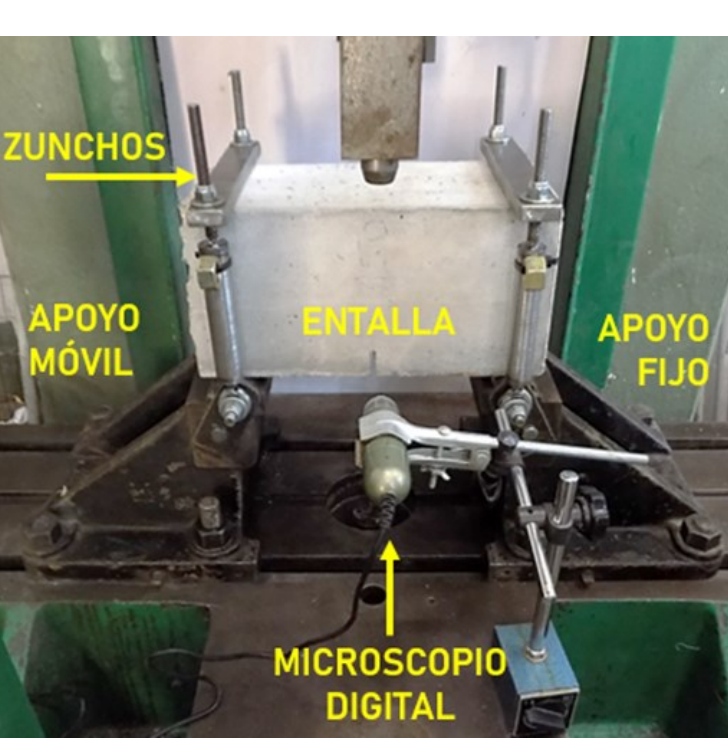
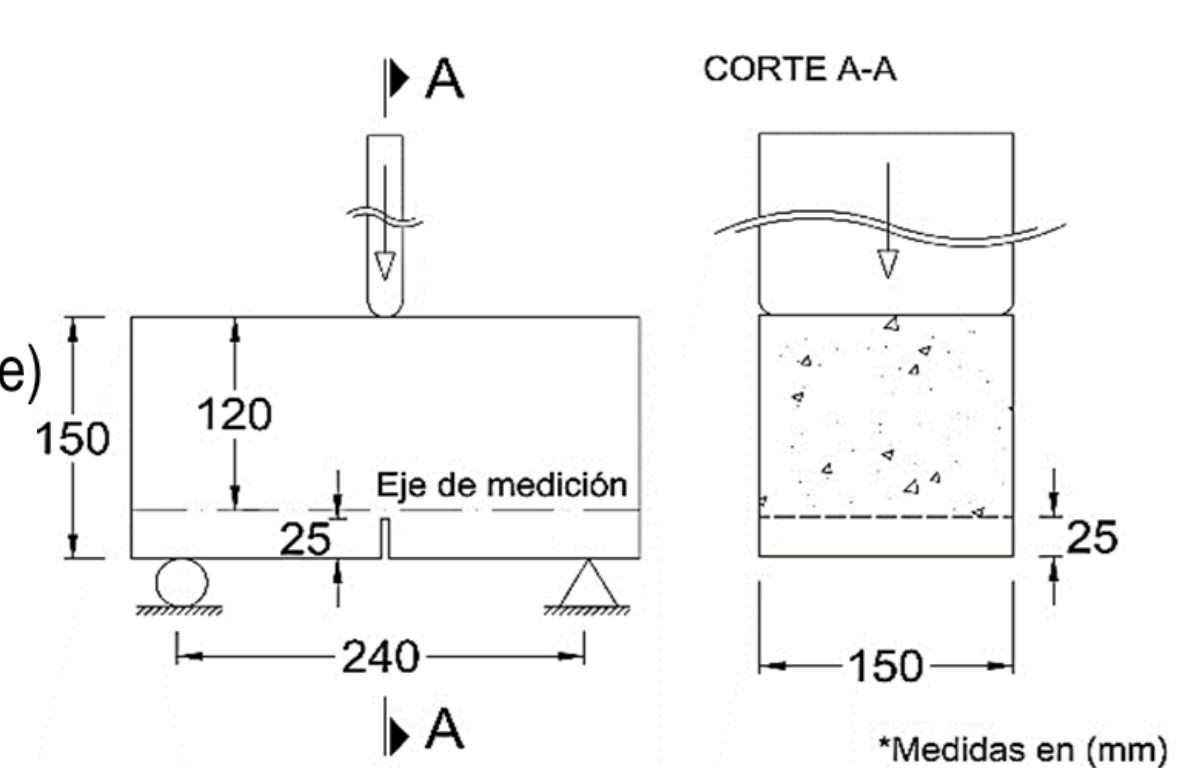


Curvas de impacto

ENSAYO DE IMPACTO 2

PROBETA Y MEDICIÓN

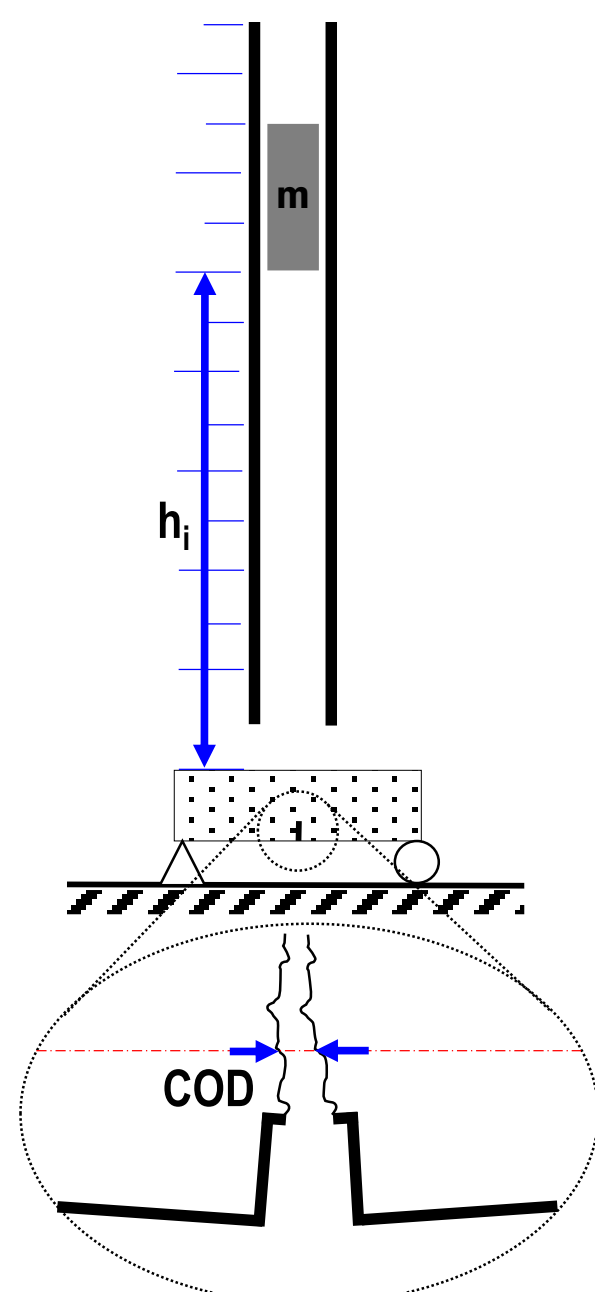
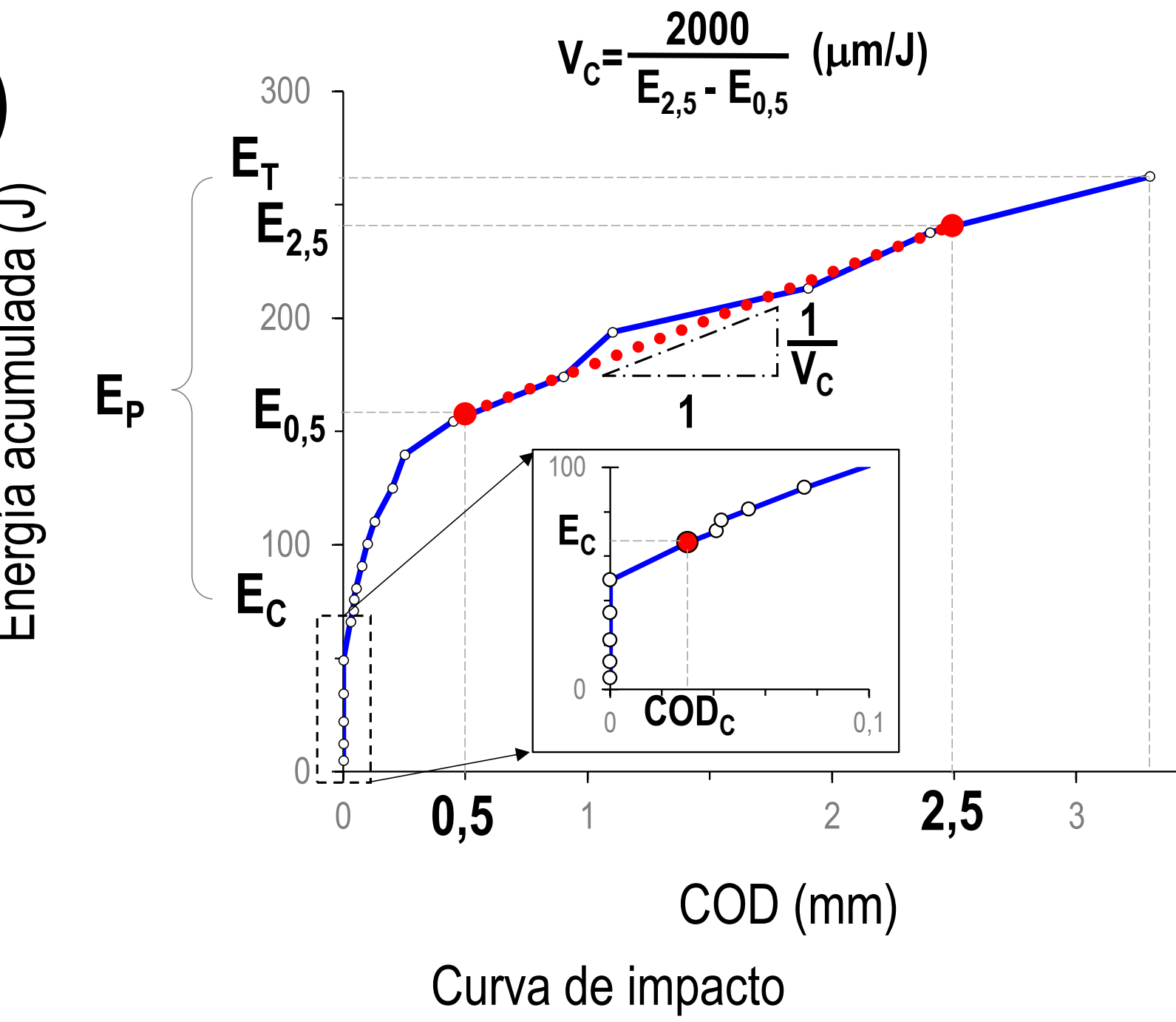
Prismas 150x150x300 mm³
Entalla 25 mm
Zunchos de fijación
Simplemente apoyada
Eje de medición (120 mm bajo el tope)
Microscopio digital



PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

Caída "libre"
Impactos repetidos
Alturas crecientes (2 Fases)
 $E = m \cdot g \cdot h$

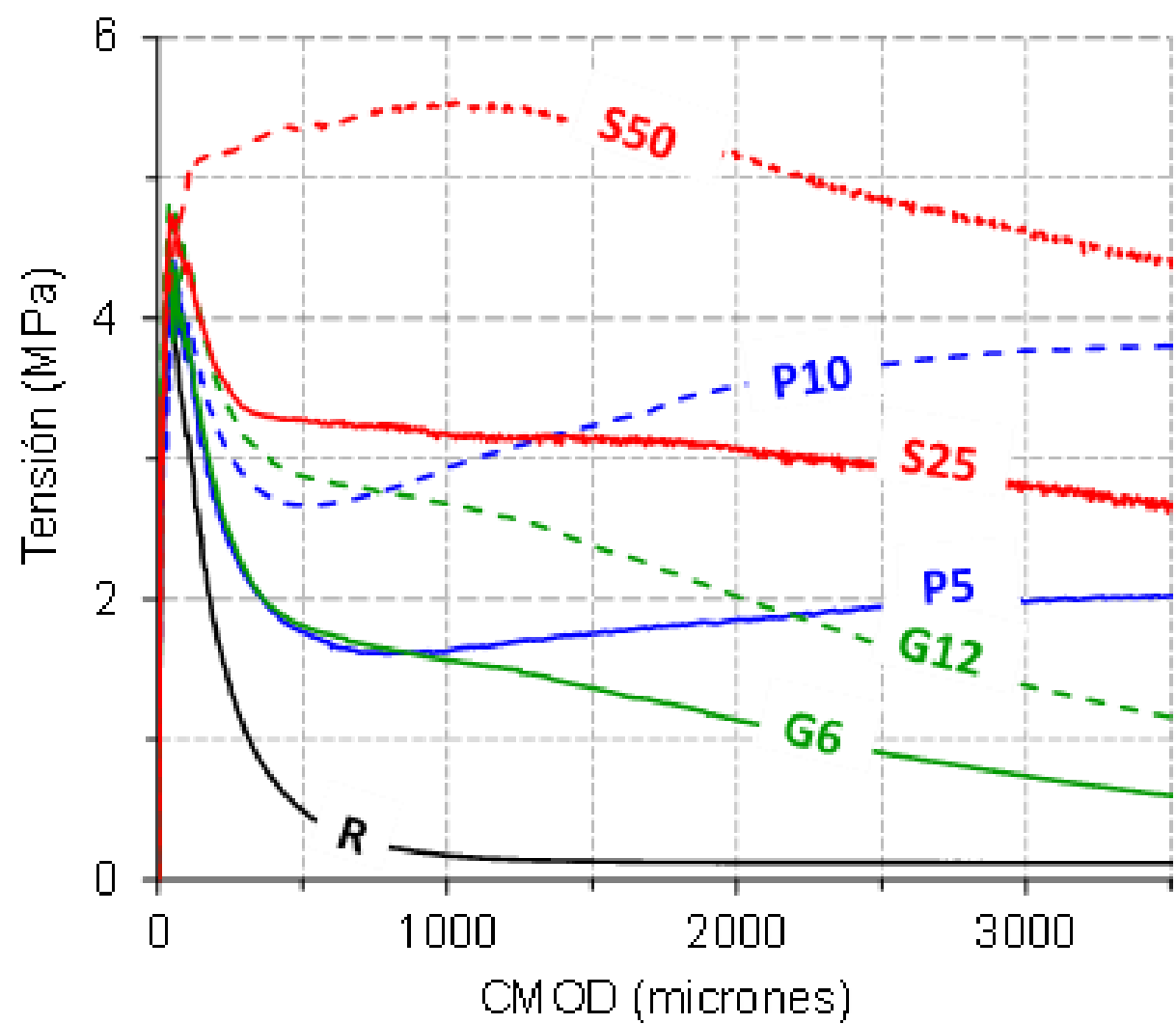
	h_0 (mm)	Δh_0 (mm)	N	Fin	Resultado
Fase 1	100	50	1	Fisura	E_c, COD_c
Fase 2		100	3	$COD \geq 3$ mm	E_p, E_T, V_c



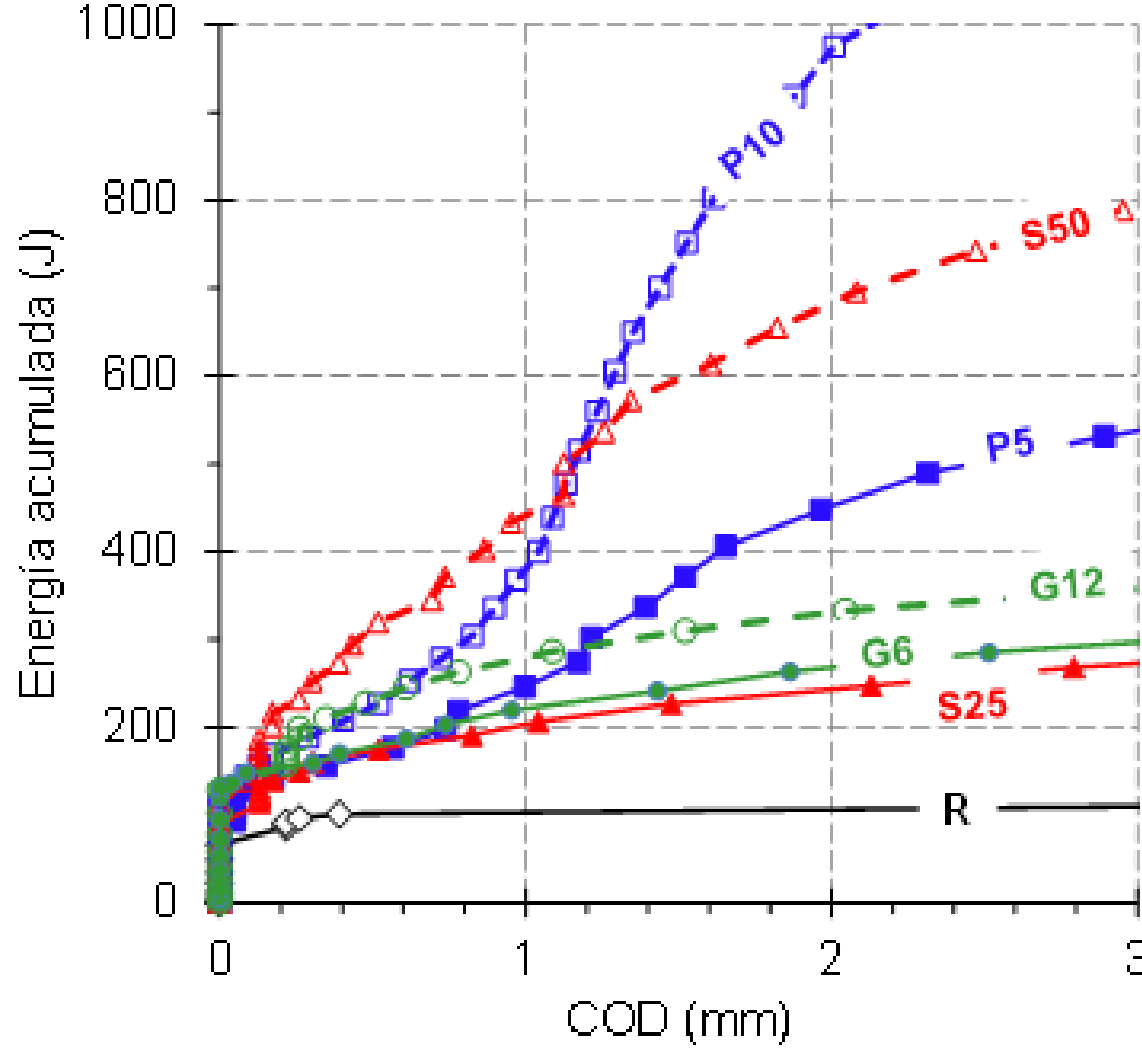
LEYENDA:
 E_c : energía acumulada en la fisuración
 COD_c : abertura inicial de la fisura
 E_p : energía acumulada post-fisuración
 E_T : energía acumulada total ($E_c + E_p$)
 V_c : tasa de apertura de fisura

INFLUENCIA DEL TIPO Y DOSIS DE FIBRA 4

MEZCLAS
R: (mezcla base) 390:880:845 (Cemento:Arena fina:Piedra 6-12^{en kg})
S25: R + 25 kg/m³ fibras A S50: R + 50 kg/m³ fibras A
P5: R + 5 kg/m³ fibras P P10: R + 10 kg/m³ fibras P
G6: R + 6 kg/m³ fibras V G12: R + 12 kg/m³ fibras V



Curvas de flexión estática



Curvas de impacto

CONCLUSIONES 6

- ◆ El método de ensayo no requiere de equipos sofisticados, es fácil y de rápida ejecución. Permite la evaluación de probetas prismáticas con las dimensiones típicas utilizadas para la caracterización estática, permitiendo la incorporación de diferentes tipos y dosis de fibras y tamaños de agregados. El criterio de aplicación de carga permite la evaluación de hormigones dentro de un amplio rango de resistencias y los parámetros de evaluación propuestos son representativos tanto en la resistencia a la fisuración como del efecto de las fibras en estado fisurado.
- ◆ La incorporación de fibras en el hormigón mejora su desempeño ante impactos, principalmente en estado fisurado.
- ◆ Tanto el tipo y dosis de fibra, como la resistencia a la compresión del hormigón afectan la resistencia al impacto, pero no es posible establecer una correlación directa de estas variables o con los parámetros de tenacidad obtenidos en ensayos estáticos, por lo que es necesario evaluar la respuesta del compuesto frente a impacto en cada ocasión que la aplicación lo requiera.
- ◆ Si bien se han alcanzado conclusiones novedosas e interesantes, hay que aclarar que es un tema con muchas vacancias y que esta es una investigación que aún se encuentra en desarrollo.

ESTUDIOS FUTUROS

En cooperación con personal del Instituto de Estructuras de la FACET-UNT se está realizando estudio del ensayo a través de modelos numéricos, evaluando tanto la etapa prefisuración (rango elástico) como el comportamiento posterior a la fisura.

ESTUDIO COMPARATIVO DE MODELOS NO LINEALES PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO DE FISURACIÓN EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN



Zappitelli, María Paula^{1*}, Villa, Ignacio¹, Rocco, Claudio¹

¹ Departamento de Construcciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 48 y 115 s/n

* E-mail: paulazappitelli@ing.unlp.edu.ar

I. INTRODUCCIÓN

Para el estudio numérico del proceso de fisuración en estructuras de hormigón es necesario utilizar modelos no lineales que permitan determinar tanto la edad de fisuración, como la localización de dichas fisuras.

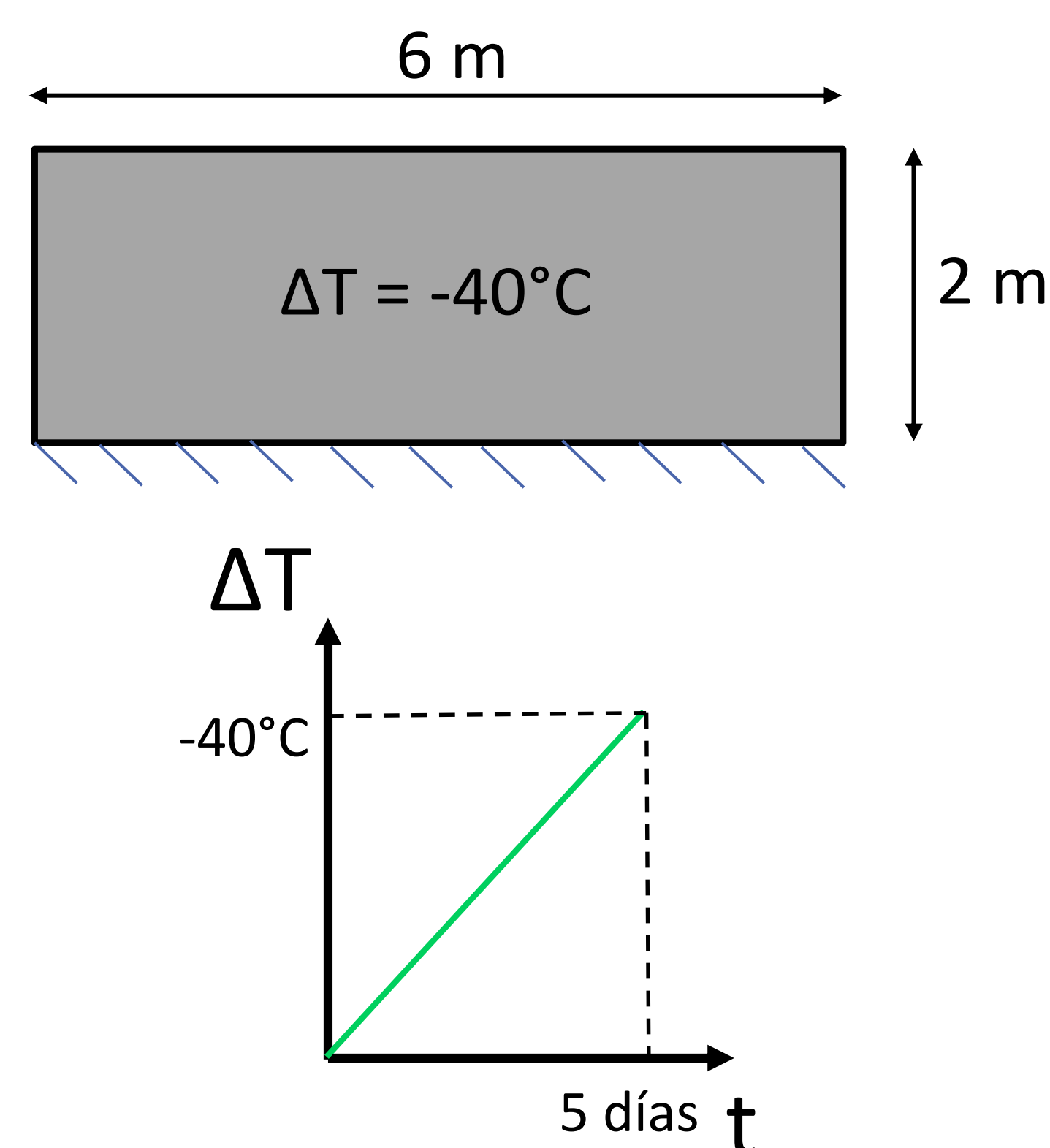
En este trabajo se propone comparar los resultados obtenidos con el Modelo de fisuración cohesiva, un modelo de plasticidad con daño y el Método de los elementos finitos extendido (XFEM), para determinar cuál de éstos es el más adecuado para simular el proceso de fisuración en una estructura de hormigón sin presencia previa de defectos y sometidas a un estado tensional uniforme.

II. MODELOS ESTUDIADOS

- ★ **Modelo de fisuración cohesiva (MFC):** Considera la existencia de una fisura ficticia capaz de transmitir tensiones a través de sus caras. La tensión transferida a través de la fisura es función de su apertura y constituye una característica del material denominada función de ablandamiento.
- ★ **Modelo de plasticidad con daño:** La combinación de plasticidad y mecánica de daño continuo permiten modelar en forma adecuada el comportamiento no lineal del hormigón, ya que en este caso se tienen en cuenta las deformaciones irreversibles luego del proceso de descarga (modelos de plasticidad) y la degradación de la rigidez (mecánica de daño).
- ★ **Método de los elementos finitos extendido (XFEM):** Con este método el crecimiento de las fisuras puede modelarse sin remallado y las mismas se representan a través de funciones de enriquecimiento. XFEM representa una extensión del Método de los elementos finitos convencional basado en el concepto de partición de la unidad.

III. CASO ESTUDIADO

Para comparar el funcionamiento de los modelos estudiados se propone analizar el proceso de fisuración de un elemento masivo de hormigón intacto sometido a una contracción uniforme representada mediante una variación de temperatura de -40°C a lo largo de 5 días.

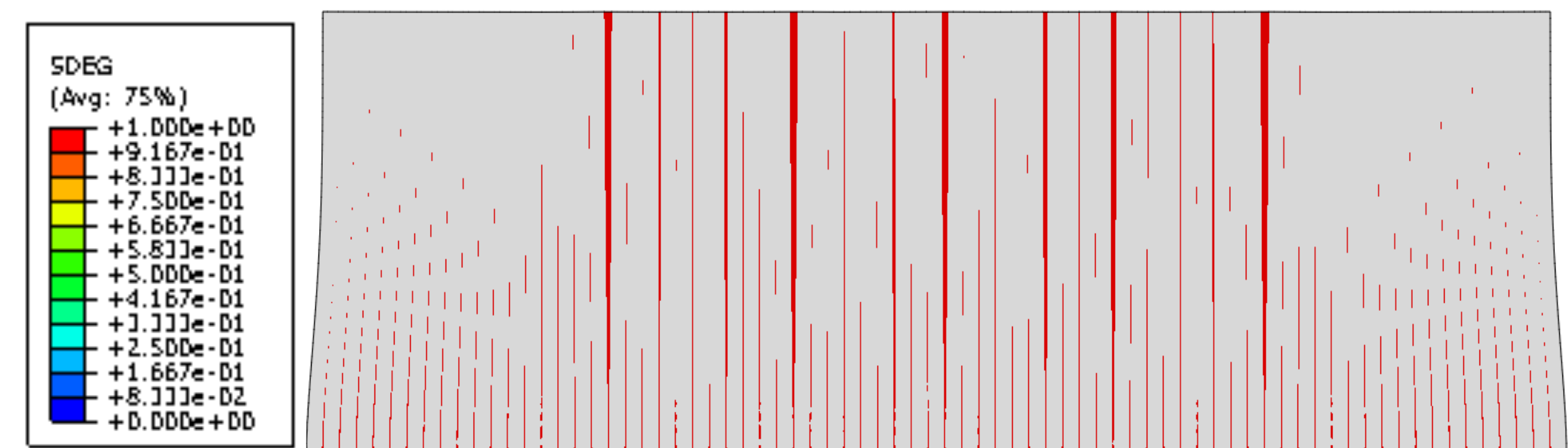


Propiedades Mecánicas del hormigón	
f_{c28}	38 MPa
f_{ct28}	2.9 MPa
E_{28}	34000 MPa
α	$1e-5 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$
ν	0.2
δ	$2.45e-5 \text{ Kg/m}^3$
w_c	0.0655 mm

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

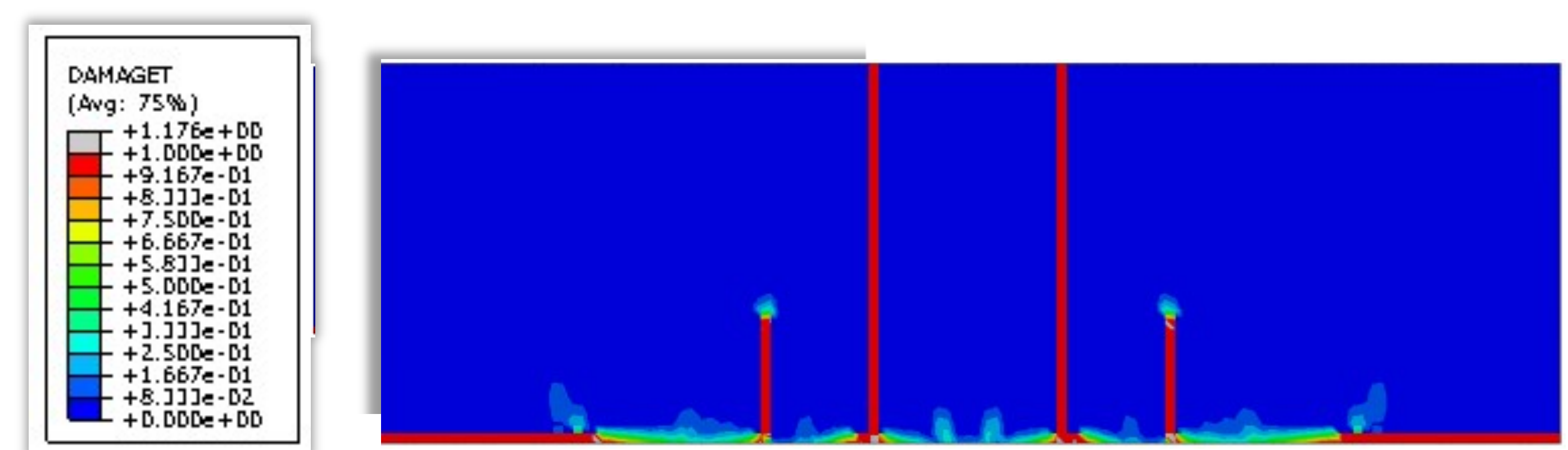
Modelo de fisuración cohesiva

En este problema la cantidad de zonas fisuradas depende de la cantidad de elementos cohesivos.



Modelo de plasticidad con daño

Se observan zonas dañadas que progresan hacia el interior del bloque, alcanzando el lado superior del mismo.



Método de los elementos finitos extendido

La implementación de XFEM en ABAQUS solo permite la aparición de una fisura por enriquecimiento. Por lo que en el problema que se analizó no podrán evidenciarse otras fisuras, además de las generadas en los extremos del empotramiento.



V. CONCLUSIONES

Según este análisis el modelo más adecuado para estudiar el fenómeno de fisuración por contracción en estructuras de hormigón inicialmente sin defectos y sometidas a estados tensionales uniformes es el modelo de plasticidad con daño, ya que los resultados no dependen de un único enriquecimiento (XFEM) ni de la cantidad de interfaces con elementos cohesivos utilizadas (MFC).