

## EFFECTOS AERODINAMICOS DE HELICES PUSHER SOBRE LA CONFIGURACION AERODINAMICA DE UN FLAP EN CONDICIONES DE BAJO REYNOLDS

Savloff Nehuen<sup>a</sup>, Trochez Segura Juan M.<sup>a</sup>, Algozino Santiago<sup>a,b</sup>, Marañón Di Leo Julio<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>UIDET LaCLyFA - Departamento de Aeronáutica-Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata – calle 116 e/ 47 y 48, CP 1900, La Plata, Argentina

<sup>b</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Avda. Rivadavia 1917, CP C1033AAJ, Cdad. de Buenos Aires, Argentina

Email: jmaranon@ing.unlp.edu.ar

**Palabras clave:** Hélice pusher, flap simple, campo de presiones.

### INTRODUCCIÓN

Las hélices del tipo pusher se han transformado en una opción viable en el diseño de aeronaves a partir de la década del '90 [4]. Una gran variedad de diseños se han propuesto y construido considerando la posición de la hélice detrás del ala, detrás de fuselajes, o de empenajes de cola. En muchos casos la hélice pusher resulta tener mejor eficiencia aerodinámica que la hélice tractora, debido a la menor velocidad del flujo entrante sobre la hélice por influencia del cuerpo corriente arriba. Además, debido a la ubicación de la hélice se posee más flexibilidad a la hora de encontrar la posición del motor sobre la aeronave.

Por otro lado, el ala recibe el flujo sin perturbar por lo que teóricamente aumentaría su eficiencia, pero al estar inmerso en un flujo de bajo Reynolds, existirán efectos sobre el flujo aguas arriba debido a la presencia de la hélice, aunque esta se encuentre aguas abajo.

Por lo expresado anteriormente, es el objetivo de este trabajo evidenciar de qué manera la hélice perturba al flujo sobre el ala, particularmente sobre el comando de flap.

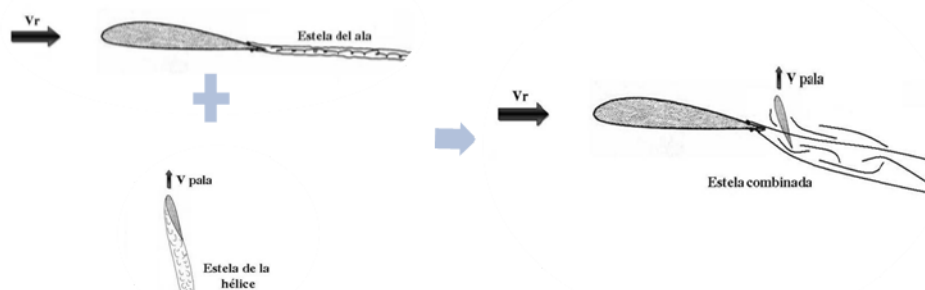


Figura 1. Esquema básico representativo del fenómeno en estudio.

En la Figura 1 se muestra un esquema básico del fenómeno particular en estudio, la misma muestra esquemáticamente que a priori dicha problemática está referida a la interacción del campo del flujo generado por la hélice interactuando con el campo del flujo generado por el ala.

En el presente trabajo se busca profundizar el análisis realizado hasta la fecha en [5] mediante la realización de nuevas mediciones en frecuencia del campo de presiones, con el objeto de determinar efectos de la fluctuación del campo de presiones en el tiempo teniendo como referencia los parámetros establecidos en trabajos previos en los cuales se evaluaron mediciones del campo de presiones sobre el flap para distintas configuraciones y combinaciones entre las revoluciones del motor (RPM), deflexiones del flap ( $\delta$ ) y posiciones relativas entre el ala y la hélice.

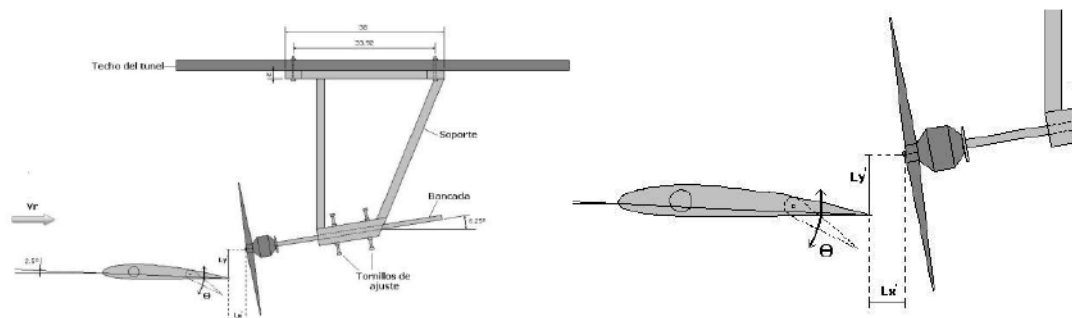


Figura 2. Configuración del sistema en estudio para los ensayos.

En los ensayos experimentales se utilizaron las siguientes posiciones relativas (Tabla 1) entre el flap y la hélice.

Posiciones relativas e/ flap y hélice	P0	P1
Lx' [m]	0,021	0,035
Ly' [m]	0,047	0,056

Tabla 1. Posiciones relativas entre flap y hélice.

Referido a la Figura 2 Los parámetros a combinar fueron:

Posiciones relativas e/ flap y hélice	P0	P2		
Deflexión del flap, $\delta$	0°	10°	20°	30°
RPM del motor	0	4000	6000	

Tabla 2. Parámetros a combinar en las mediciones

### Adquisición de presiones

Para la adquisición de presiones se utilizaron los módulos Scanivalve DSA3217 – 16px. El comando de flap presenta 18 tomas de presión estática (9 en el intradós y 9 en el extradós) como se muestra en la Figura 3. La adquisición de datos se realizó de manera simultánea para las 18 tomas con una frecuencia de 500 Hz.

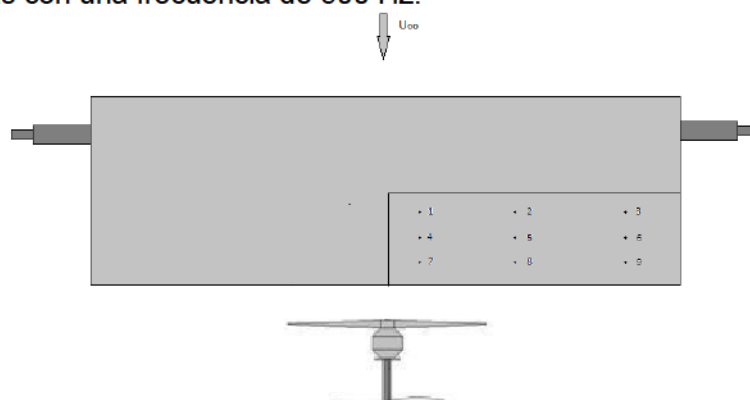


Figura 3. Disposición de las tomas de presión sobre el flap.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron las presiones adquiridas sobre el extradós e intradós del flap para poder analizar dicha influencia, en primer lugar se analizó la evolución temporal de la presión comparando los casos a distintas velocidades de hélice para una misma deflexión de flap y posición de la hélice. Estos valores para las tomas de presión 1, 4 y 7 (referencias

en la Figura 3 3) se muestran en la Figura . En este caso solo se muestran los primeros 0,2 segundos para poder observar las variaciones en frecuencia.

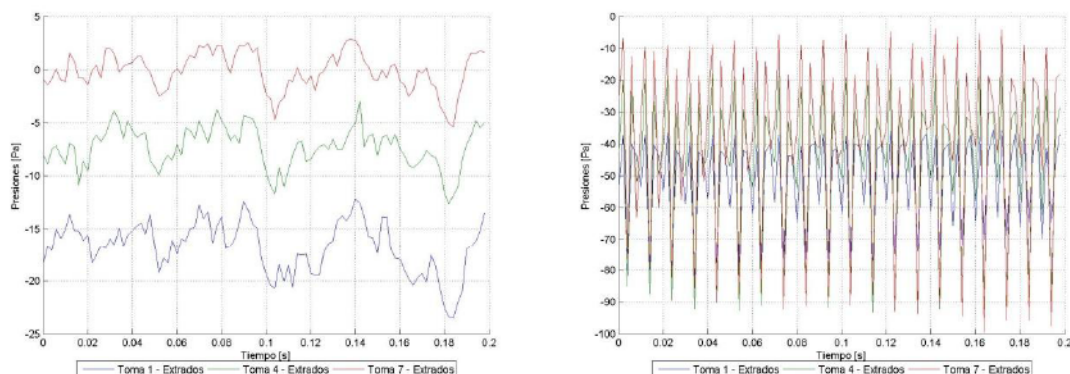
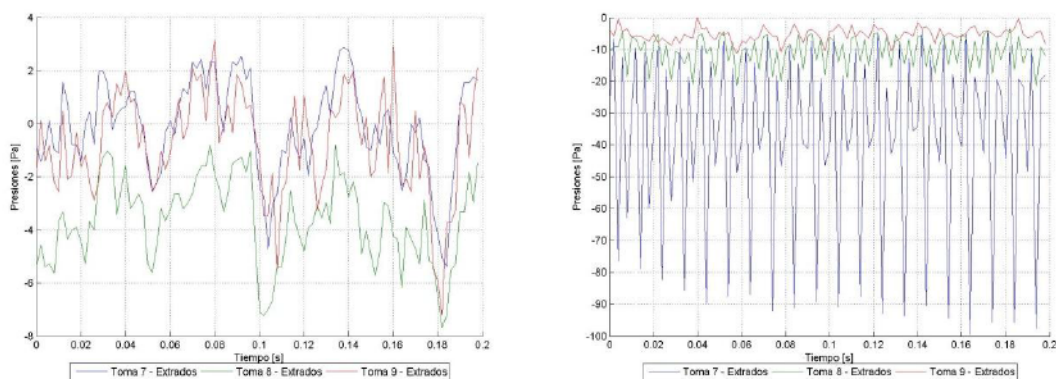


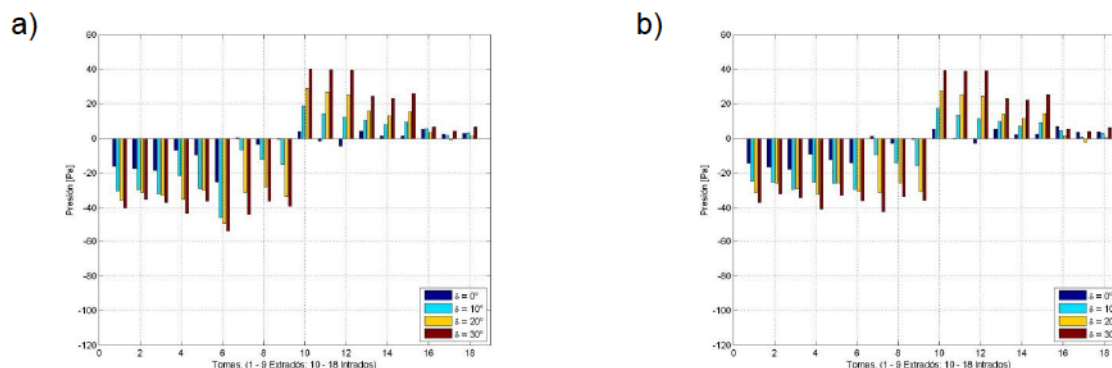
Figura 4. Valores de la presión en función del tiempo para las tomas 1, 4 y 7 del extradós para los distintos casos de estudio. a) RPM = 0, b) RPM = 6000. Posición P0, sin deflexión de



flap.

Figura 5. Valores de la presión en función del tiempo para las tomas 1, 7 y 9 del extradós para los distintos casos de estudio. a) RPM = 0, b) RPM = 6000. Posición P0, sin deflexión de flap.

En la figura 5 se puede observar el mismo estudio que en la Figura , considerando en estalas tomas del borde de fuga del flap (7, 8 y 9). En este caso es destacable como la toma 7 (la más cercana a la hélice) ve un rango de presiones más grande, y ese rango va disminuyendo conforme nos alejamos de la hélice, situación que no se observaba de forma considerable en las tomas 1, 4 y 7 (distribución a lo largo de la cuerda del flap).





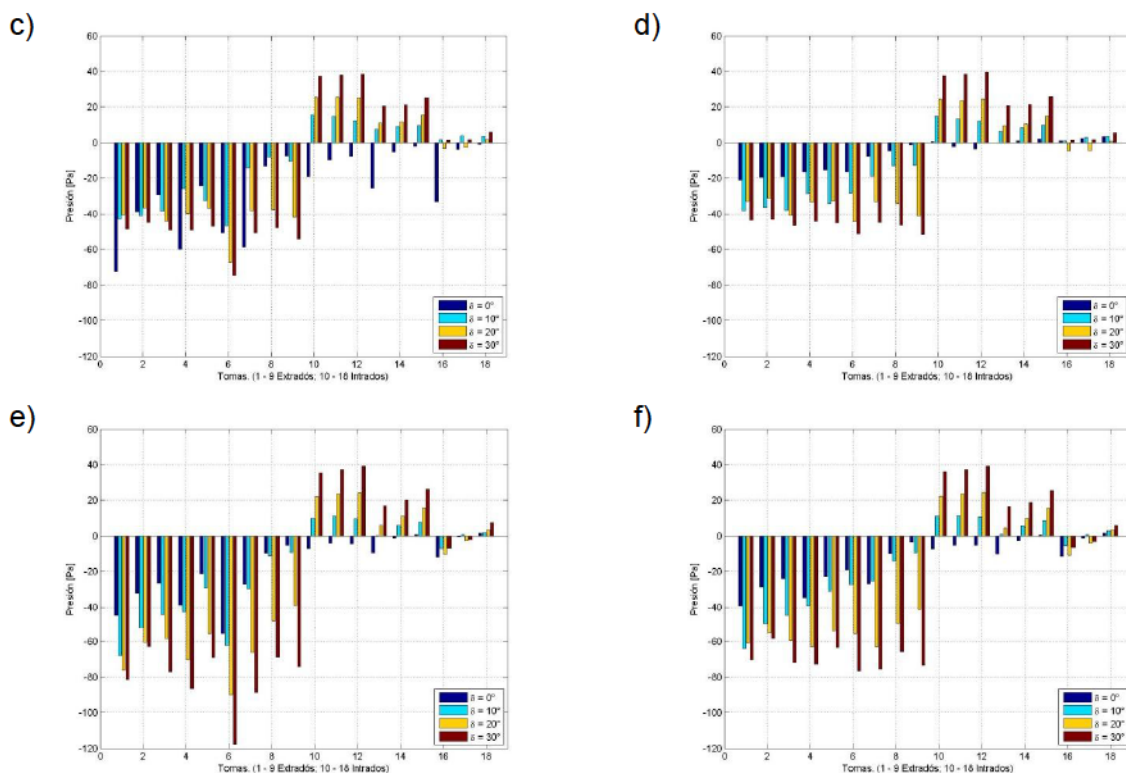


Figura 6. Comparación de las medianas de la presión por toma (1-9 extradós; 10-18 intradós) a) P0 y RPM = 0, b) P2 y RPM = 0, c) P0 y RPM = 4000, d) P2 y RPM = 4000, e) P0 y RPM = 6000 y f) P2 y RPM = 60000.

En figura 6, en el eje de abscisas tenemos la identificación de la toma, y se puede observar que en el intradós (tomas 10 a 18) no se presentan grandes cambios conforme cambian las rpm y la posición de la hélice, pero si se ven cambios considerables en el extradós. Cabe destacar la disminución del valor de la mediana conforme se aleja la hélice (P2 respecto a P0), lo cual indica que la posición de la hélice tiene una influencia considerable sobre las presiones del flap, considerando hélice en funcionamiento.

Para tener una mejor comprensión de los fenómenos periódicos que están ocurriendo sobre el flap, se analizaron las autocorrelaciones de las tomas de presión. A partir de este análisis se determinaron, por medio del criterio del corte en 0, escalas temporales para cada toma de presión sobre el extradós. Estos resultados se muestran en la Figura 74 747 y Figura 858.

Si se analiza la Figura 74 747, se observan las características de una señal turbulenta para la figura a, mientras que en los casos b y c se observa una curva característica de una señal forzada (por la energía que entrega al flujo la hélice), correspondiéndose las diferencias temporales entre picos con la frecuencia de rotación de la hélice (en revoluciones por segundo).

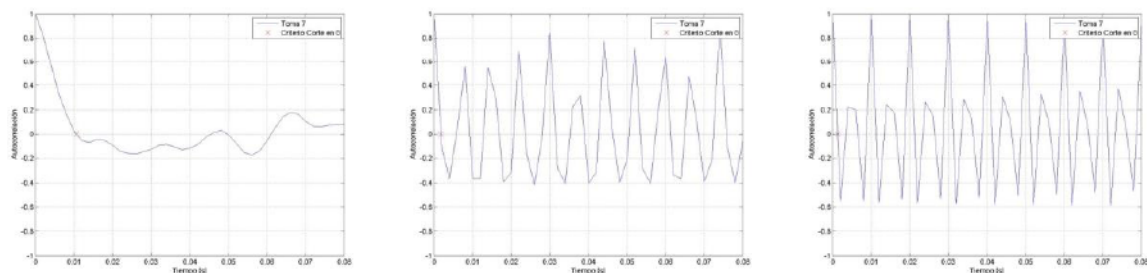
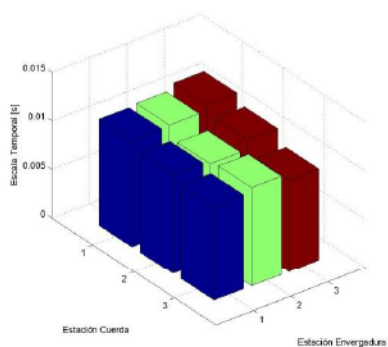


Figura 74. Autocorrelación y Criterio de corte en 0 para la toma 7 sin deflexión de flap y P0 a diferentes RPM. a) 0 RPM, b) 4000 RPM y c) 6000 RPM.

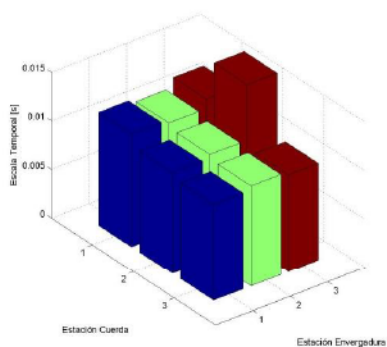
Al analizar la Figura 85 858 se observan escalas temporales menores cuando hay rotación de la hélice. Y la mayor influencia se observa sobre las tomas 1, 4, 7, 8 y 9, donde las 3 primeras están a lo largo de la cuerda sobre el 75% de la envergadura de la pala, y las otras sobre el borde de fuga, alejándose de la pala. Cabe destacar la diferencia de escalas entre las Figura 858 c y d, es decir, una comparación entre las mismas RPM pero a diferentes distancias. Aquí se puede observar como el alejar la hélice del comando presenta menor influencia sobre el flujo.

Otro punto a destacar es la poca influencia que genera la hélice sobre las tomas más cercanas al borde de ala (tomas 3, 6 y 9). En todos los casos mostrados en la Figura 85 858 no se observan cambios. Esta situación puede estar dada por la presencia del vórtice de punta de ala y la influencia que este pueda generar con la interacción con el flujo generado por la hélice.

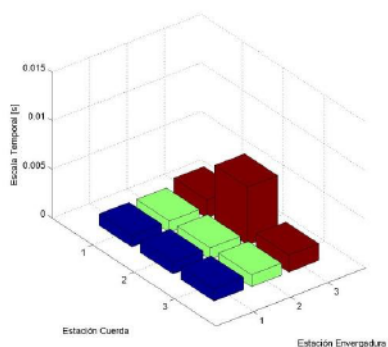
a)



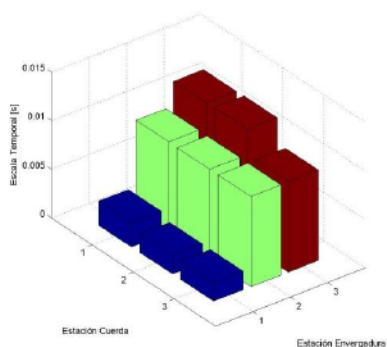
b)



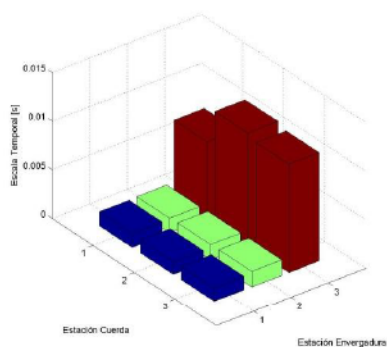
c)



d)



e)



f)

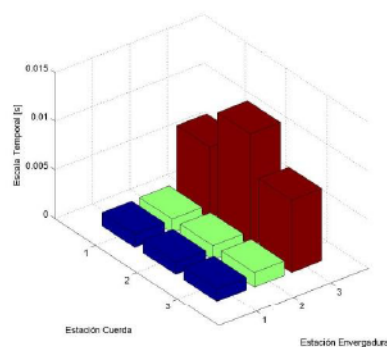


Figura 85. Escalas temporales a partir del criterio de corte en 0 de la autocorrelación para las tomas del extradós. a) 0RPM – P0, b) 0RPM – P2, c) 4000RPM – P0, d) 4000RPM – P2, e) 6000RPM – P0 y f) 6000RPM – P2.

## CONCLUSIONES

Se pudo comprobar, hasta la fecha con las mediciones realizadas, la gran influencia de la hélice sobre el flujo de aire, generando un cambio sobre la distribución de presiones conforme se aumentan las RPM. En los ensayos de presión realizados se pudo comprobar y cuantificar la gran influencia generada por la hélice sobre la distribución de presión del flap, la cual presenta diferentes comportamientos dependiendo tanto de la velocidad de referencia, RPM del motor, de los ángulos de deflexión del flap y también de la posición entre el ala y la hélice.

Los resultados muestran como la influencia de la hélice fuerza a pegarse el fluido sobre el ala, obteniéndose escalas de flujo menores conforme aumentan las RPM de la hélice. Además se evidencia la disminución del efecto de la hélice con el alejamiento a lo largo de la envergadura, pero no se observa esta disminución cuando nos desplazamos a lo largo de la cuerda.

Las autocorrelaciones nos muestran la influencia del paso de la hélice sobre el campo de presiones, como era de esperarse, ya que se observa un delta de tiempo similar al del pasaje de las palas sobre el flap. Además se observa que las presiones se encuentran moduladas a una frecuencia mucho menor. Este fenómeno merece un estudio más profundo para poder caracterizar los fenómenos físicos que lo producen, ya que pueden estar dados por los desprendimientos de flujo generados en el borde de fuga, o desprendimientos en la punta del ala, o por la influencia de las paredes del túnel de viento que hagan rebotar ondas de presión y estas afecten en la medición.

## REFERENCIAS

1. D. P. Raymer: "Aircraft Design - A Conceptual Approach", 1992, AIAA Education Series.
2. F.M. Catalano: "On the effects of an installed propeller slipstream on wing aerodynamic characteristics", 2004, ActaPolytechnica Vol. 44 No. 3.
3. C.A. Sandahl: "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, 1945.
4. P.T. Sodermanandd W.C. Clifton: "Acoustic and Aerodynamic Study of a Pusher-Propeller Aircraft Model" - Naca technical paper 3040, 1990.
5. Corsaro J., Hernandez C. S., Marañón Di Leo J., Rimoldi C., "Efectos Fluidodinámicos sobre un ala debido a una configuración pusher" –Acta de Congreso - XII Reunión sobre Recientes Avances en Física de Fluidos y sus Aplicaciones. 5 al 7 de Noviembre de 2012. Buenos Aires - Argentina.