

ANÁLISIS DE OBSTÁCULOS EN AEROPUERTOS SEGÚN SUPERFICIES ESTÁTICAS (SLOs) Y SUPERFICIES DINÁMICAS (OAS)

Pitrelli Sergio, Faut Rogelio, Ramírez Díaz Gabriel, Di Bernardi Alejandro

Grupo Transporte Aéreo – UIDET GTA-GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 116 e/ 47 y 48, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: sergio.pitrelli@ing.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Los entornos aeroportuarios tienen por lo general elementos naturales o artificiales que pueden constituirse en obstáculos para aeronaves operando en aproximación o despegue en una pista determinada y de ahí la necesidad de realizar estudios específicos para cada caso particular con fin de determinar las posibles consecuencias que la presencia de tales elementos podría generar sobre la operación de dichas aeronaves.

Un estudio de este tipo se puede realizar por varios caminos según el nivel del alcance que se pretenda establecer. En este caso, desde el punto de vista de la planificación, se realiza una comparación entre dos métodos de análisis los cuales consideran una pista genérica con aproximaciones de precisión CAT I / CAT II en una de sus cabeceras contemplando para ello la normativa internacional vigente.

El primer método comprende el análisis del estado de vulneración de las superficies limitadoras de obstáculos (SLOs) del Anexo 14 Vol 1 “Diseño y Operación de Aeródromos” de OACI. El segundo método es por medio del análisis de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS) de los Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS-OPS. Doc. 8168 de OACI).

En ambos métodos se establecen unas series de superficies imaginarias en tres dimensiones que se proyectan sobre el espacio aéreo del entorno aeroportuario inmediato. Si bien éstas superficies han sido establecidas con diferentes criterios, ambos tienen el fin de proteger a las aeronaves en sus fases de vuelo iniciales y finales, y es por ello que su potencial vulneración resulta de interés para el estudio de seguridad operacional.

Las SLOs son superficies que dependen del tipo de pista (número de clave) y aproximación, en el caso de las OAS son superficies simplificadas como aproximación de curvas de nivel de isoprobabilidad que tienen en cuenta un riesgo de colisión con un obstáculo de 1×10^{-7} por cada aproximación y dependen de parámetros operacionales como por ejemplo velocidad de aproximación.

Para el caso de análisis se establecen para las SLOs cinco superficies diferentes (fig. 1), las mismas son las de aproximación (verde superior), transición (magenta), horizontal interna (azul), cónica (cian) y ascenso en despegue (verde inferior).

Para el caso de las OAS (fig. 2) se establecen cuatro superficies llamadas W (roja superior), X (naranja simétrica), Y (amarilla simétrica) y Z (roja inferior). Las mismas pueden verse en las siguientes figuras

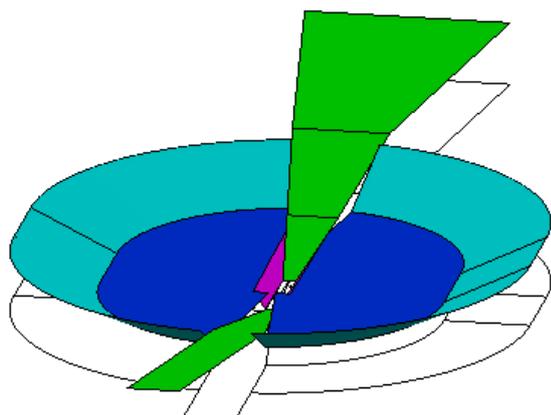


Fig. 1 Superficies SLOs según Anexo 14

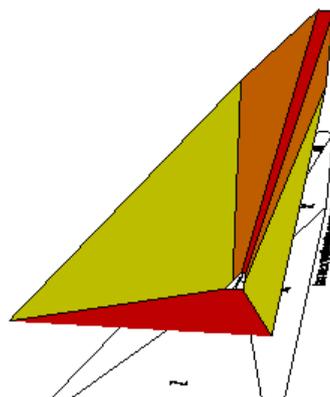


Fig. 2 Superficies OAS según PANS-OPS

METODOLOGÍA

El análisis se desarrolla para una pista en la que se han estudiado por separado ambos tipos de superficies y luego se han superpuesto para el análisis comparativo de ambos métodos, teniendo en cuenta para el desarrollo de las mismas las siguientes hipótesis.

- La pista tiene una longitud de 3.000 metros y los umbrales son coincidentes con los extremos.
- Las pistas son de aproximación instrumental categoría I y II su número clave de referencia es 4
- Los procedimientos de aproximación son los convencionales según PANS-OPS, con aproximación frustrada en línea recta coincidente con la prolongación del eje de pista.
- La categoría de aeronave, según velocidad de aproximación, es C (Velocidad indicada en el umbral $224 \leq V_{at} < 261$).
- El cálculo de las superficies OAS está basado sobre el software de OACI de PANS-OPS.

El método básicamente está reflejado en el siguiente esquema

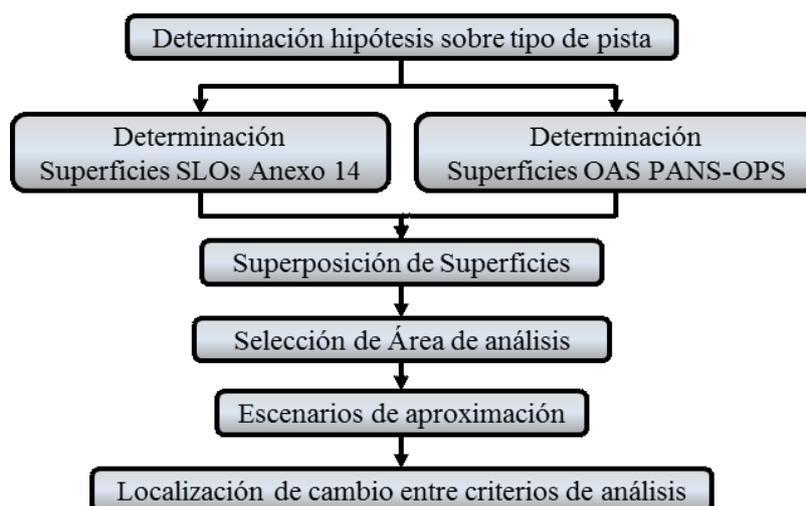


Fig. 3 Esquema General de análisis

DESARROLLO

Si bien se han elaborado los modelos 3D de cada una de sus superficies, la complejidad de las mismas redundaba en la necesidad de simplificar el análisis en términos de la presentación de los resultados. En este sentido, sólo se ha tenido en cuenta la comparación entre dos superficies de cada método utilizado.

En el caso de SLO solo se ha considerado la primera sección de la aproximación interna y en el caso de OAS solo se considera la superficie W. Por otra parte solo se analiza los primeros 3.000 metros anteriores al umbral y sobre la proyección del eje de pista.

Las áreas analizadas están reflejadas en la figura 1 como la superficie verde de forma triangular más próxima a la pista y en la figura 2 como la superficie roja de forma rectangular.

En las siguientes figuras se observan la superposición de ambas superficies

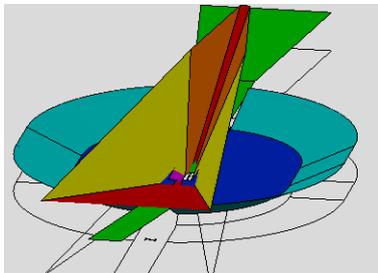


Fig.4. Superposición de ambas superficies

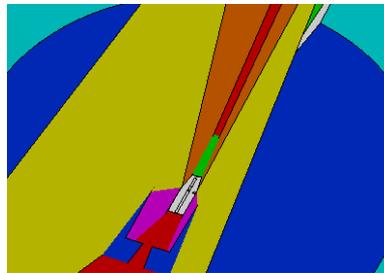


Fig. 5 Área de análisis

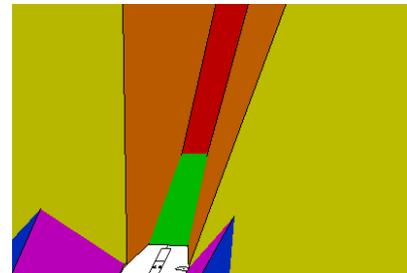


Fig. 6 Detalle del área de análisis

En la figura 4, se visualiza la superposición de todas las superficies, en la figura 5 se observan ampliaciones del área de análisis y en la figura 6 se ve en detalle la interferencia entre la superficie de aproximación (verde) y la superficie W (roja).

En el sentido de análisis anterior, es que se han analizado la interferencia entre:

- Las correspondientes superficies W para diferentes ángulos de aproximaciones que van desde 2,5 a 3,5 grados (con incrementos de 0,1 grados), con una altura del punto de referencia (RDH) de 15 m, es decir que a cada ángulo de aproximación le corresponde una superficie W específica.
- Las superficies de aproximación para categoría de aproximación I y II, donde la primera sección es igual para ambos casos y no varían con el ángulo de aproximación.

Los resultados del análisis realizado se presentan en las siguientes figuras y para simplificar la visualización sólo se ve reflejado el perfil longitudinal en los 3.000 metros anteriores al umbral, donde la escala horizontal es 1/10 respecto de la vertical.

En la figura 7 se muestran identificados con círculos los puntos de intersección de la superficie de aproximación cat I con cada una de las superficies OAS correspondientes a incrementos de 0,1 grados en aproximación.

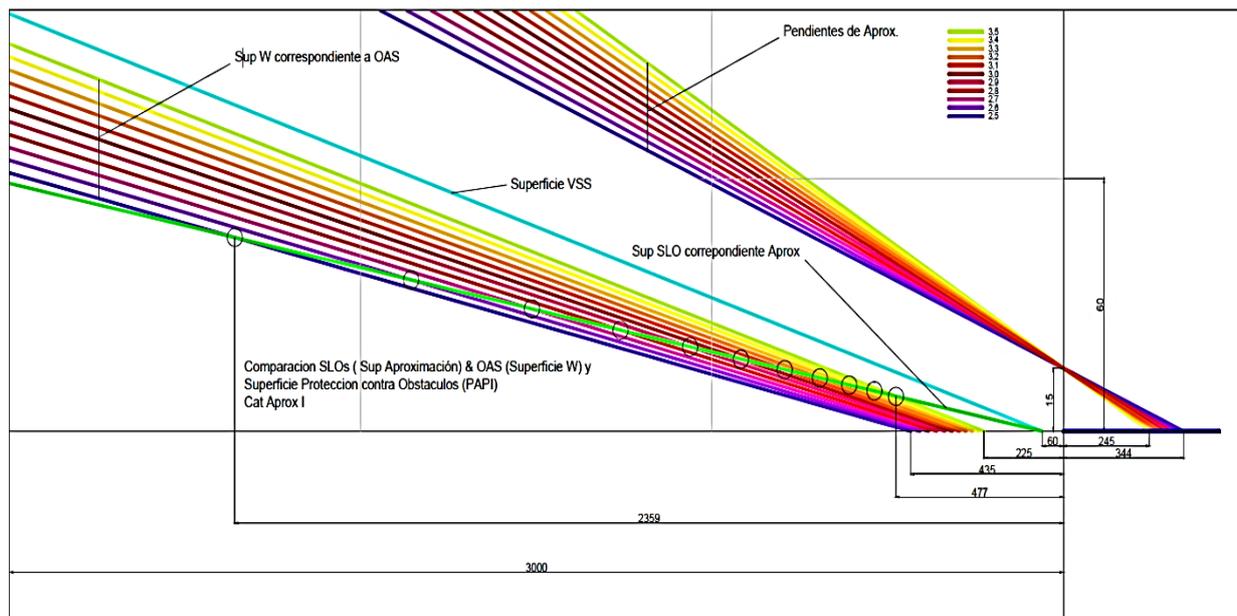


Fig. 7 Perfil de análisis para Categoría I

En la figura 8, igual que en la figura anterior se muestran identificados con círculos las intersecciones de la superficie de aproximación cat. II con cada una de las superficies OAS correspondientes a incrementos de 0,1 grados en aproximación.

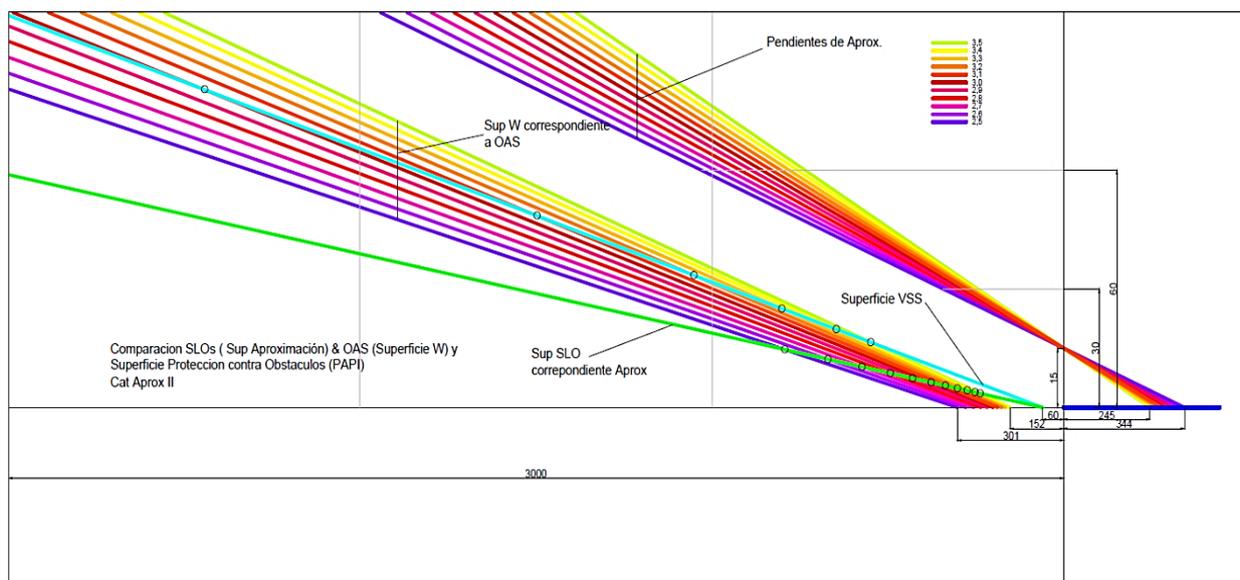


Fig. 8 Perfil de análisis para Categoría II

RESULTADOS

De lo anterior se obtiene una relación entre las dos superficies sobre la proyección del eje de pista en función del ángulo de aproximación.

Cada uno de los puntos de intercepción (marcados con círculos en figuras 7 y 8) indican a partir de donde la superficie aproximación (SLOs) y la superficie W (OAS) tienen relevancia una respecto de la otra. Esto representa la importancia del criterio para el análisis de un posible obstáculo dependiendo de la localización de este.

En los siguientes gráficos se observa de dos formas diferentes (fig. 9 y 10) la distancia en metros antes del umbral de pista a la cual se interceptan las superficies de aproximación (Cat I y II) y las superficies W correspondientes según la variación del ángulo de aproximación,

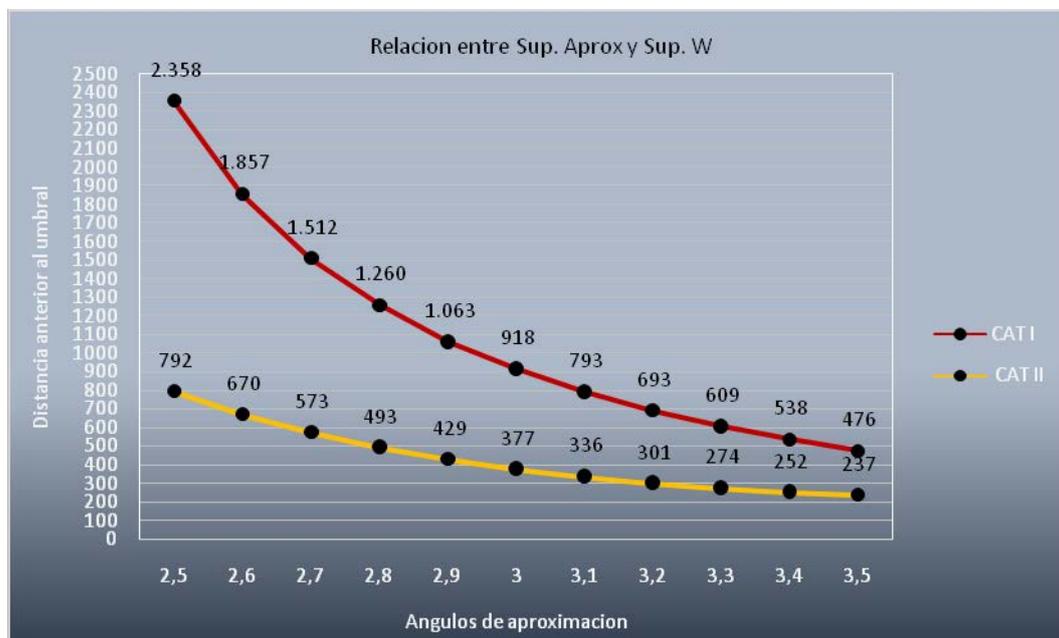


Fig. 9 Perfil de análisis para Categoría I y II

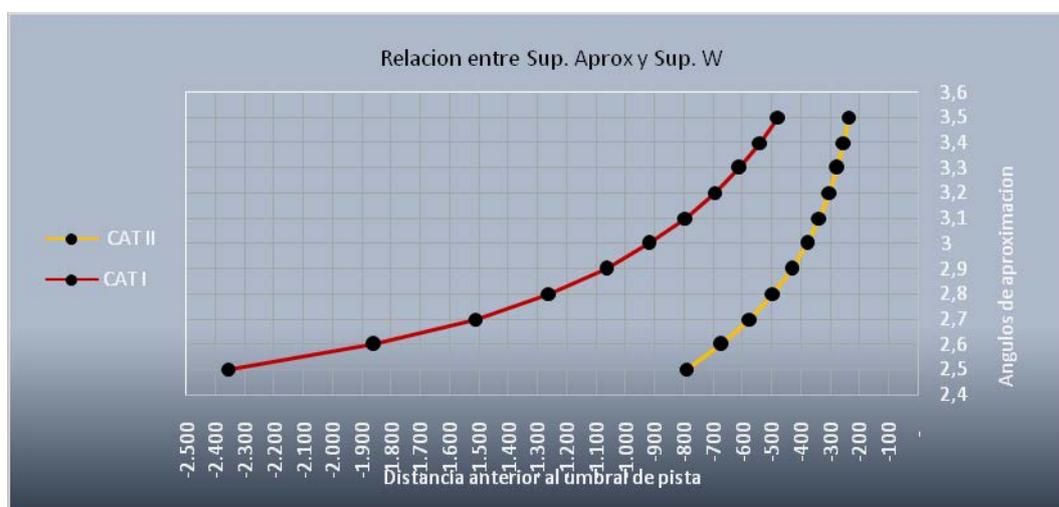


Fig. 10 Perfil de análisis para Categoría II

CONCLUSIONES

Si bien se destacan la importancia del análisis de obstáculos tanto por superficies limitadoras de obstáculos (SLOs) como por superficies de evaluación de obstáculos (OAS), se evidencia la importancia de la relación que existe entre ambas.

Para aproximaciones en Cat I se puede observar que:

- Más allá de los 2.358 metros anteriores al umbral, la superficie de aproximación no penetra a las superficies W, es decir no depende del ángulo de aproximación.
- En los 476 metros más próximos al umbral, la superficie de aproximación siempre penetra a las superficies W cualquiera sea el ángulo de aproximación.

- Entre los 476 y 2.359 metros anteriores al umbral existe una longitud de transición (1.882 m) que depende del ángulo de aproximación.
- Dentro del área de transición, el punto de transición se acerca al umbral conforme el ángulo de aproximación se incrementa.

Para aproximaciones en Cat II se puede observar que:

- Más allá de los 792 metros anteriores al umbral, la superficie de aproximación no penetra a las superficies W, es decir no depende del ángulo de aproximación.
- En los 237 metros más próximos al umbral, la superficie de aproximación siempre penetra a las superficies W cualquiera sea el ángulo de aproximación.
- Entre los 792 y 237 metros anteriores al umbral existe una longitud de transición (555 m) que depende del ángulo de aproximación.
- Dentro del área de transición, el punto de transición se acerca al umbral conforme el ángulo de aproximación se incrementa.

La longitud de transición para aproximaciones en Cat II (1.882 m) es menor y del orden del 30% que para Cat I (555 m).

Estudios complementarios se pueden realizar variando la altura del punto de referencia (RDH) entre los 16 y 18 metros y de esta manera poder re evaluar las posibles interferencias operativas de un obstáculo específico en una ubicación determinada.

BIBLIOGRAFÍA.

- Administración Nacional de Aviación Civil. (2016), RAAC 154 Diseño de aeródromos, Argentina
- Administración Nacional de Aviación Civil. (2016), RAAC 153 Operación de aeródromos, Argentina
- Organización Aviación Civil Internacional. (2006), Procedimiento para los Servicios de Navegación Aérea doc. 8168 Operación de Aeronaves Volumen II
- Organización Aviación Civil Internacional. (2016), Anexo 14 Volumen I Diseño y operaciones de aeródromos
- OACI, software PANS OPS OAS, (2018)