

## **ANÁLISIS COMPARATIVO DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA CON FINES DE PLANIFICACIÓN**

Henríquez Matteus Héctor Javier, Pitrelli Sergio, Di Gregorio Pablo, Di Bernardi Alejandro, Pessarini 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: [hector.henriquez@ing.unlp.edu.ar](mailto:hector.henriquez@ing.unlp.edu.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo está realizado con base en los desarrollos realizados en la UIDET-GTA-GIAI de planes maestros (PMs) para los aeropuertos del SNA.

Cada PM está desarrollado en base a diez capítulos, el presente análisis está referido al capítulo 5 de “situación actual”.

Por otra parte, la línea de tiempo del estado de situación corresponde al estado en el que se encontraba cada aeropuerto en el momento del desarrollo del correspondiente PM.

### **DESARROLLO METODOLÓGICO**

La primera etapa del estudio consistió en una revisión de la información disponible referida anteriormente. De este proceso primeramente se seleccionaron las 100 variables más relevantes relacionadas con aspectos como: características generales del predio aeroportuario (superficies, datos geográficos y meteorológicos, entre otros); datos de la parte aeronáutica (pistas, calles de rodaje, plataformas y radio-ayudas); de la parte pública (terminal de pasajeros); así como de los elementos de apoyo (servicios específicos, servicios básicos y seguridad aeroportuaria).

Una vez recopilada esta información se llevó a cabo una segunda selección, priorizando aquellas variables directamente relacionadas con la infraestructura del campo de vuelo. De esta manera, el conjunto de variables consideradas se redujo a 30.

En una segunda etapa se efectuó la comparación del valor de una misma variable para todos los aeropuertos considerados; lo que permitió, por un lado, cotejar la situación puntual de un aeropuerto en relación con el resto, y por otro, caracterizar el escenario o tendencia de la totalidad del sistema respecto de esa variable.

Así mismo, y en complemento a esta línea de análisis, se realizó consecutivamente un “cruce” entre variables, esto es: a partir de la combinación de ciertas variables dentro de las 30 ya seleccionadas (denominadas independientes), se generaron y analizaron nuevas variables (denominadas dependientes).

Cabe destacar que por simplicidad y a los fines de comprensión del presente trabajo, únicamente se muestran los resultados referidos al análisis de 7 variables independientes, a saber: Superficie del predio aeroportuario total, Superficie del predio aeroportuario concesionado, Temperatura de referencia del aeródromo, Elevación del emplazamiento del Aeródromo, Longitud de pista física<sup>[a]</sup>, Visibilidad Media Mínima, y Tipo de aproximación del aeródromo; y 1 variable dependiente: Longitud de pista corregida<sup>[b]</sup>.

- a- Se refiere a la longitud real o pavimentada de la pista de un aeródromo. En el caso de aeródromos con más de 1 pista, se consideró para el análisis únicamente la pista principal (la de mayor categoría de aproximación).
- b- En el marco de este trabajo, se entiende por longitud de pista corregida al valor que resulta de afectar la longitud física de la pista por la elevación y la temperatura de referencia del aeródromo correspondiente.

## RESULTADOS

A continuación, se resumen los principales resultados derivados de las distintas etapas de análisis anteriormente descritas.

Primero, se presentan gráficos con tendencia creciente o decreciente (según cada caso) que muestran descriptivamente el comportamiento global del conjunto de aeropuertos respecto de una variable en específico (variables independientes).

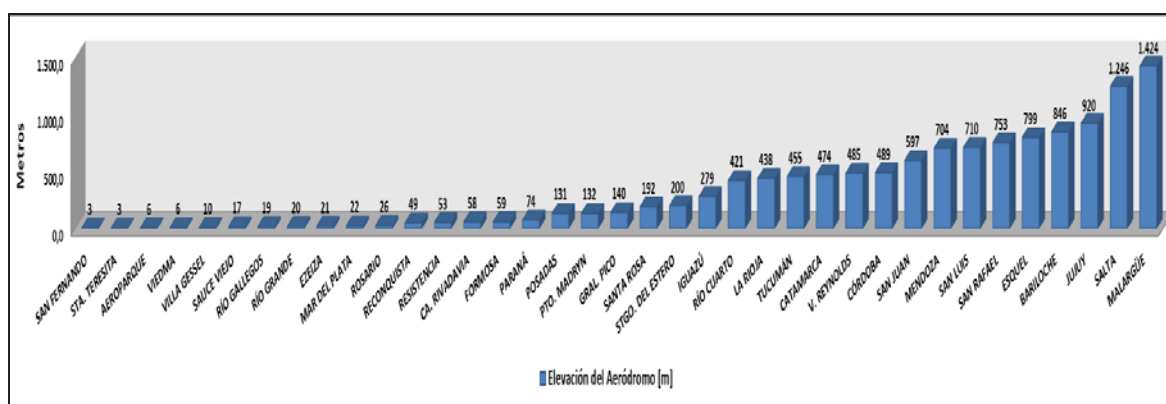


Fig. 1 Elevación del emplazamiento del Aeródromo [m].

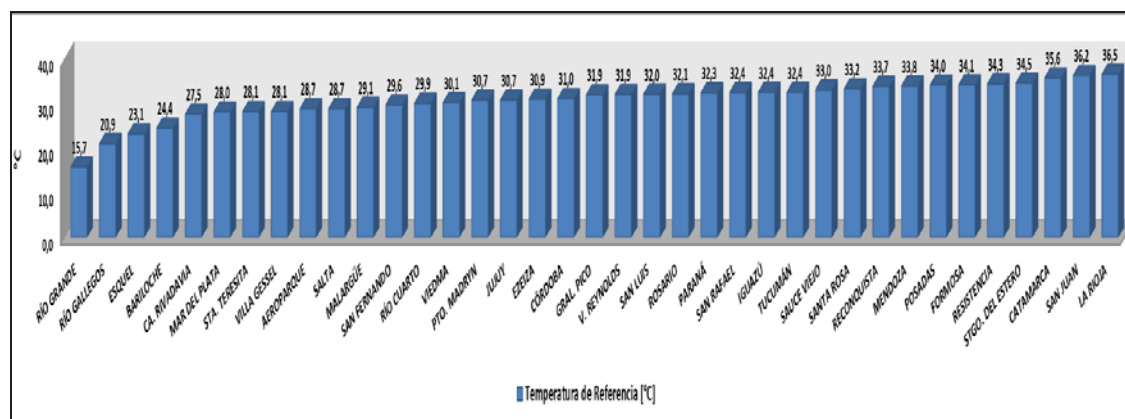


Fig. 2 Temperatura de Referencia del Aeródromo [°C].

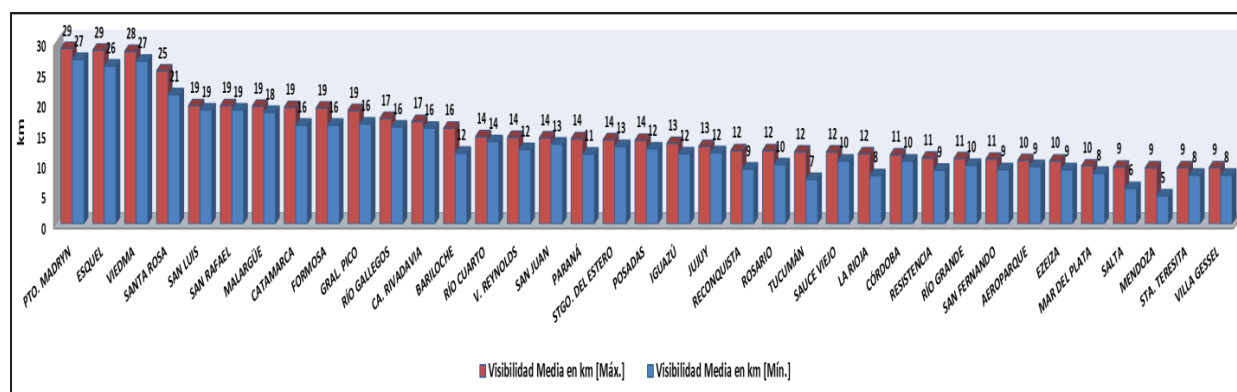


Fig. 3 Visibilidad media máxima y media mínima [km].

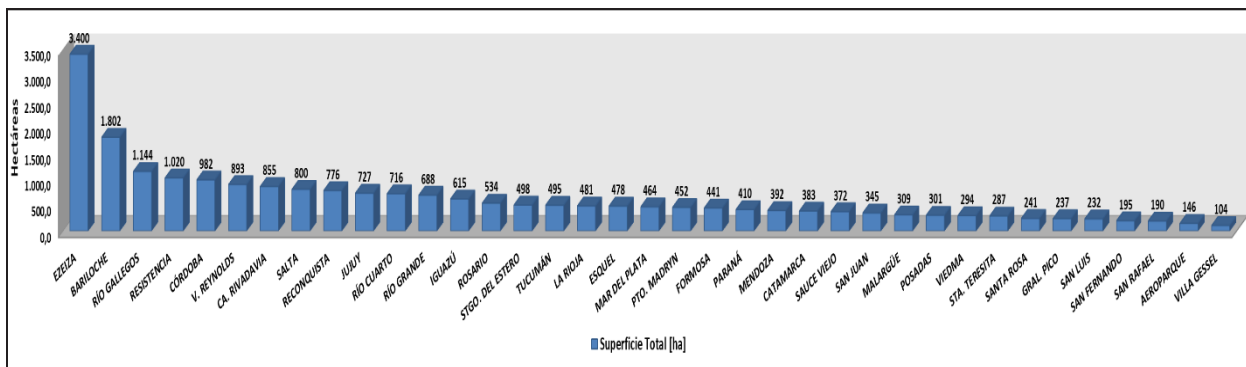


Fig. 4 Superficie del Predio Aeroportuario Total [ha].

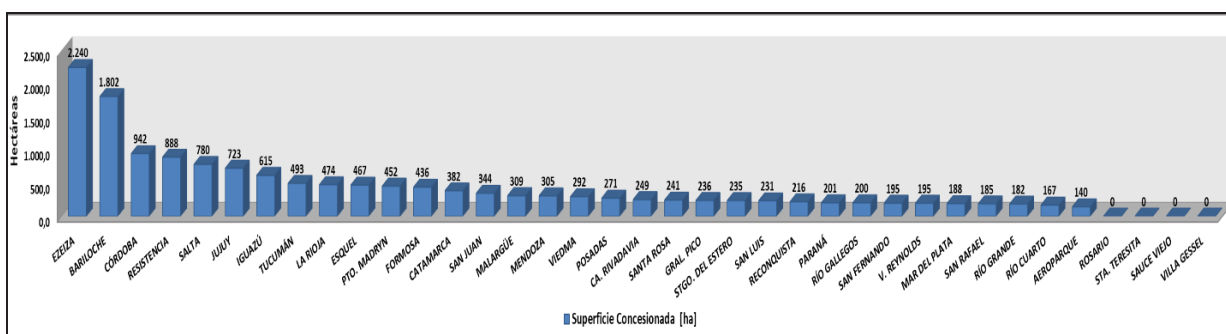


Fig. 5 Superficie del Predio Aeroportuario Concesionado [ha].

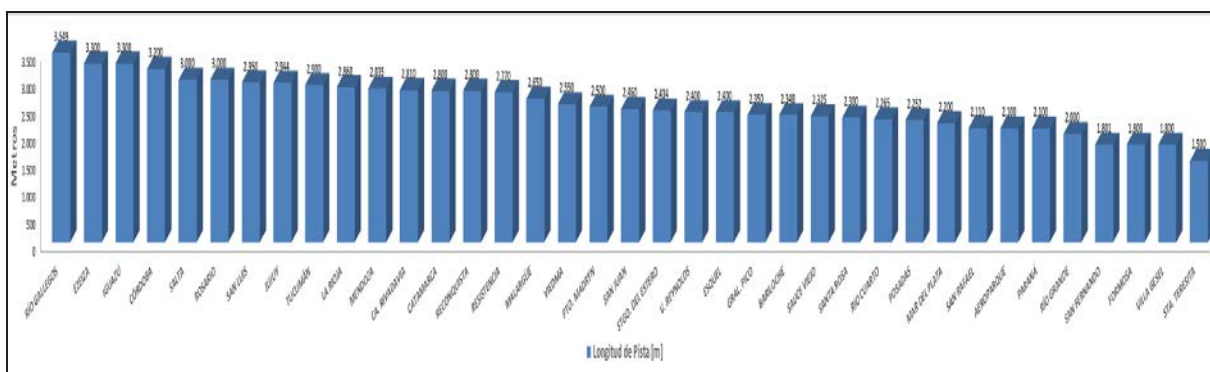


Fig. 6 Longitud de Pista Física [m].

Los gráficos subsecuentes muestran los resultados producto de combinar 2 o más variables independientes.

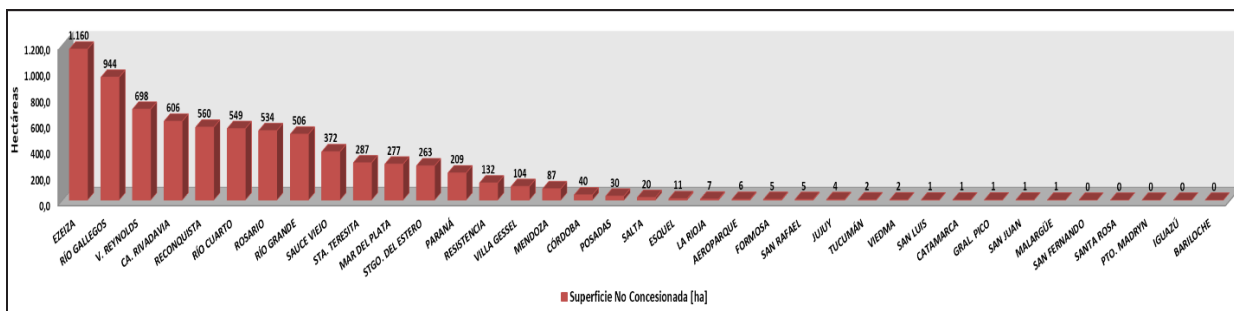


Fig. 7 Superficie del Predio Aeroportuario No Concesionado [ha].

AEROPUERTO		SUP. TOTAL [ha]	SUP. CONCESIONADA [ha]	OTRAS ÁREAS [ha]
1	EZEIZA	3.400,0	2.240,0	1.160,0
2	RÍO GALLEGOS	1.144,0	200,0	944,0
3	V. REYNOLDS	893,0	195,0	698,0
4	CA. RIVADAVIA	855,0	249,0	606,0
5	RECONQUISTA	776,0	216,0	560,0
6	RÍO CUARTO	715,9	166,6	549,3
7	ROSARIO	534,0	0,0	534,0
8	RÍO GRANDE	688,0	182,0	506,0
9	SAUCE VIEJO	371,7	0,0	371,7
10	STA. TERESITA	287,0	0,0	287,0
11	MAR DEL PLATA	464,0	187,5	276,5
12	STGO. DEL ESTERO	498,0	235,0	263,0
13	PARANÁ	410,0	201,0	209,0
14	RESISTENCIA	1.020,0	888,0	132,0
15	VILLA GESSEL	104,3	0,0	104,3
16	MENDOZA	392,0	305,3	86,7
17	CÓRDOBA	982,0	942,0	40,0
18	POSADAS	301,0	271,0	30,0
19	SALTA	800,0	780,0	20,0
20	ESQUEL	478,0	467,4	10,6
21	LA RIOJA	481,0	473,8	7,2
22	AEROPARQUE	145,5	140,0	5,5
23	FORMOSA	441,0	435,9	5,1
24	SAN RAFAEL	190,0	185,0	5,0
25	JUJUY	727,0	723,0	4,0
26	TUCUMÁN	495,0	493,0	2,0
27	VIEDMA	294,0	292,3	1,7
28	SAN LUIS	232,0	230,7	1,3
29	CATAMARCA	383,0	381,9	1,1
30	GRAL. PICO	237,0	236,0	1,0
31	SAN JUAN	345,0	344,0	1,0
32	MALARGÜE	309,0	308,5	0,5
33	SAN FERNANDO	195,0	195,0	0,0
34	SANTA ROSA	240,7	240,7	0,0
35	PTO. MADRYN	451,8	451,8	0,0
36	IGUAZÚ	615,0	615,0	0,0
37	BARILOCHE	1.802,0	1.802,0	0,0

Tabla 1 Clasificación de los aeropuertos, respecto de las áreas del predio no concesionadas.

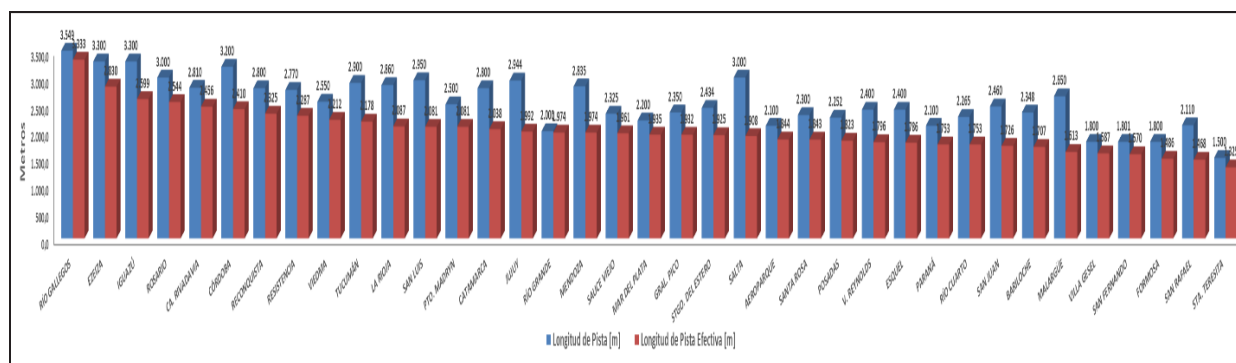


Fig. 8 Longitud de Pista Física y Longitud de Pista Corregida [m].

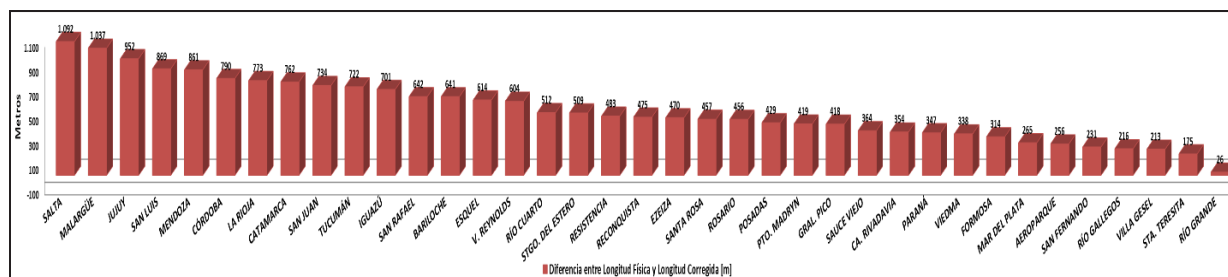


Fig. 9 Diferencia entre la Longitud de Pista Física y la Longitud de Pista Corregida [m].

AEROPUERTO		PISTA FÍSICA [m]	PISTA CORREGIDA [m]	DIFERENCIA [m]
1	RÍO GALLEGOS	3.549	3.333	216
2	EZEIZA	3.300	2.830	470
3	IGUAZÚ	3.300	2.599	701
4	ROSARIO	3.000	2.544	456
5	CA. RIVADAVIA	2.810	2.456	354
6	CÓRDOBA	3.200	2.410	790
7	RECONQUISTA	2.800	2.325	475
8	RESISTENCIA	2.770	2.287	483
9	VIEDMA	2.550	2.212	338
10	TUCUMÁN	2.900	2.178	722
11	LA RIOJA	2.860	2.087	773
12	SAN LUIS	2.950	2.081	869
13	PTO. MADRYN	2.500	2.081	419
14	CATAMARCA	2.800	2.038	762
15	JUJUY	2.944	1.992	952
16	RÍO GRANDE	2.000	1.974	26
17	MENDOZA	2.835	1.974	861
18	SAUCE VIEJO	2.325	1.961	364
19	MAR DEL PLATA	2.200	1.935	265
20	GRAL. PICO	2.350	1.932	418
21	STGO. DEL ESTERO	2.434	1.925	509
22	SALTA	3.000	1.908	1.092
23	AEROPARQUE	2.100	1.844	256
24	SANTA ROSA	2.300	1.843	457
25	POSADAS	2.252	1.823	429
26	V. REYNOLDS	2.400	1.796	604
27	ESQUEL	2.400	1.786	614
28	PARANÁ	2.100	1.753	347
29	RÍO CUARTO	2.265	1.753	512
30	SAN JUAN	2.460	1.726	734
31	BARILOCHE	2.348	1.707	641
32	MALARGÜE	2.650	1.613	1.037
33	VILLA GESEL	1.800	1.587	213
34	SAN FERNANDO	1.801	1.570	231
35	FORMOSA	1.800	1.486	314
36	SAN RAFAEL	2.110	1.468	642
37	STA. TERESITA	1.500	1.325	175

Tabla 2 Clasificación de los aeropuertos, respecto de la diferencia entre la longitud de pista física y la longitud de pista corregida.

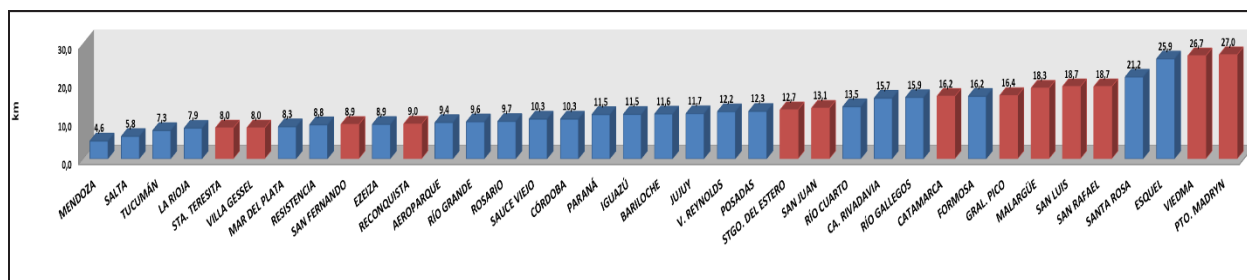


Fig. 10 Visibilidad Media Mínima (en rojo: aeropuertos que no cuentan con aproximación de precisión)

	AEROPUERTO	VISIBILIDAD MEDIA MÍNIMA [km]	AEROPUERTO DE MONTAÑA	APROXIMACIÓN DE PRESIÓN
1	MENDOZA	4,6	No	Sí
2	SALTA	5,8	Sí	Sí
3	TUCUMÁN	7,3	No	Sí
4	LA RIOJA	7,9	No	Sí
5	STA. TERESITA	8,0	No	No
6	VILLA GESSEL	8,0	No	No
7	MAR DEL PLATA	8,3	No	Sí
8	RESISTENCIA	8,8	No	Sí
9	SAN FERNANDO	8,9	No	No
10	EZEIZA	8,9	No	Sí
11	RECONQUISTA	9,0	No	No
12	AEROPARQUE	9,4	No*	Sí
13	RÍO GRANDE	9,6	No	Sí
14	ROSARIO	9,7	No	Sí
15	SAUCE VIEJO	10,3	No	Sí
16	CÓRDOBA	10,3	No	Sí
17	PARANÁ	11,5	No	Sí
18	IGUAZÚ	11,5	No	Sí
19	BARILOCHE	11,6	Sí	Sí
20	JUJUY	11,7	No	Sí
21	V. REYNOLDS	12,2	No	Sí
22	POSADAS	12,3	No	Sí
23	STGO. DEL ESTERO	12,7	No	No
24	SAN JUAN	13,1	No	No
25	RÍO CUARTO	13,5	No	Sí
26	CA. RIVADAVIA	15,7	Sí	Sí
27	RÍO GALLEGOS	15,9	No	Sí
28	CATAMARCA	16,2	No	No
29	FORMOSA	16,2	No	Sí
30	GRAL. PICO	16,4	No	No
31	MALARGÜE	18,3	Sí	No
32	SAN LUIS	18,7	No	No
33	SAN RAFAEL	18,7	Sí	No
34	SANTA ROSA	21,2	No	Sí
35	ESQUEL	25,9	Sí	Sí
36	VIEDMA	26,7	No	No
37	PTO. MADRYN	27,0	No	No

Tabla 3 Clasificación de los aeropuertos, respecto de la visibilidad media mínima y el tipo de aproximación del aeródromo.

## CONCLUSIONES

De los resultados anteriores, en base a la información disponible, se puede observar que al contrastar los valores de superficie total y superficie concesionada para cada aeropuerto, se logra visualizar rápidamente cuáles son aquellos con mayor o menor proporción de superficie no concesionada. Esta deducción permite cuantificar indirectamente el potencial que posee cada aeropuerto en términos de superficie plausible de ser aprovechada desde el punto de vista comercial o bien ambiental.

Así destacan, por ejemplo, los aeropuertos de Ezeiza y Villa Reynolds como los de mayor disponibilidad de superficie aprovechable. Mientras que en el otro extremo se ubican San Fernando, Santa Rosa, Puerto Madryn, Iguazú y Bariloche, ya que poseen, según la información disponible, el 100% de su predio concesionado.

Respecto de la longitud física de las pistas, se observa la afectación que tienen sobre la misma, variables de contorno como la elevación y la temperatura de referencia del aeródromo; toda vez que ponen en evidencia la disminución de la longitud de pista operativamente aprovechable. Esto permite, además de conocer realmente los aeropuertos que cuentan con la mayor longitud de pista operativa disponible (pista corregida), identificar aeródromos operativamente equivalentes.

Siguiendo esta línea, se observan casos como los de Río Grande y Salta, que son los que poseen menor y mayor diferencia (respectivamente) entre la longitud física de la pista (pista

disponible) y su correspondiente longitud de pista corregida. También, se pone de manifiesto cómo aeropuertos como San Luis y Puerto Madryn, que en principio tienen longitudes físicas de pista relativamente distintas (450 m de diferencia), son en realidad operativamente equivalentes al tener la misma longitud de pista corregida.

Por otro lado, se logra contextualizar la situación del conjunto de aeropuertos respecto de las radio-ayudas disponibles para efectuar operaciones de aproximación/aterrizaje. Esto, contrapuesto con datos estadísticos relativos a la visibilidad en el entorno aeroportuario y a la orografía circundante, permite identificar los aeropuertos en una eventual posición desfavorable ya sea frente a suspensiones de operación por condiciones meteorológicas de baja visibilidad o frente a complicaciones en la operación debidas a interferencias por obstáculos naturales.

En este rubro, se evidencia que 24 de los 37 aeropuertos considerados cuentan con un sistema de precisión para la aproximación/aterrizaje; y que dentro de los 13 restantes es válido recalcar la situación de Santa Teresita, Villa Gessel, San Fernando y Reconquista, que además se ubican dentro de los aeródromos con una visibilidad media mínima inferior al valor promedio de todo el conjunto (el cual es aproximadamente igual a 13 km).

Por último, con el fin de profundizar el análisis y de obtener otros indicadores de planificación se advierte, en líneas generales, sobre la necesidad de ampliar el análisis a otras variables relacionadas con infraestructura físicas del sistema aeroportuario e incorporar otras variables de carácter ambiental, de capacidad y de tráfico aéreo, no consideradas en el presente desarrollo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Capítulos 5 de los Planes Maestros desarrollados por el GTA de los siguientes aeropuertos: Aeroparque, Bariloche, Comodoro Rivadavia, Catamarca, Córdoba, Esquel, Ezeiza, Formosa, General Pico, Iguazú, Jujuy, La Rioja, Malargüe, Mar Del Plata, Mendoza, Paraná, Posadas, Puerto Madryn, Reconquista, Resistencia, Río Cuarto, Río Gallegos, Río Grande, Rosario, Salta, San Fernando, San Juan, San Luis, San Rafael, Santa Rosa, Sauce Viejo, Santa Teresita, Santiago Del Estero, Tucumán, Villa Reynolds, Viedma, y Villa Gessel.
- Anexo 14 (vol. I) "Diseño y Operación de Aeródromos". 8va Edición, 2018. OACI.
- Manual de Diseño de Aeródromos parte 1 "Pistas". (Doc. 9157). OACI.