AEROPUERTO INTERNACIONAL ROSARIO "ISLAS MALVINAS"

PROYECTO:

Rehabilitación Integral Pista 02-20 AIR

PROYECTO EJECUTIVO

MEMORIA DE INGENIERÍA

Enero de 2022

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

AEROPUERTO INTERNACIONAL ROSARIO "ISLAS MALVINAS"

REHABILITACIÓN INTEGRAL PISTA 02-20 AIR

PROYECTO EJECUTIVO

MEMORIA DE INGENIERÍA

CONTENIDO

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN 5

1.1 Pista 02-20 6

Capítulo 2 OBJETIVO Y ALCANCE 7

2.1 Objeto de la memoria 7

2.2 Antecedentes 7

2.3 Normativa 8

2.4 Glosario 9

Capítulo 3 ANÁLISIS GEOMÉTRICO 11

3.1 Relevamiento topográfico 11

3.2 Análisis de la geometría existente 11

Capítulo 4 DISEÑO GEOMÉTRICO 15

4.1 Requerimientos Normativos 15

4.2 Criterios utilizados 16

Capítulo 5 OBRAS DE PAVIMENTACIÓN 18

5.1 Reconstrucción de cabeceras, ampliación de plataformas de viraje y rodaje Bravo 18

5.2 Refuerzo asfáltico en pista 20

5.3 Refuerzo de márgenes 22

5.4 Construcción de márgenes nuevos 23

5.5 Análisis de excedentes de demolición 23

Capítulo 6 DISEÑO DE JUNTAS 25

6.1 Tipo y disposición de juntas 25

6.2 Separación entre juntas 25

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

6.3 Diseño de las barras de unión.....26
6.4 Diseño de pasadores..... 27

Capítulo 7 DETERMINACIÓN DEL PCN 29
7.1 Metodología de cálculo 29
7.2 Tráfico de aeronaves de diseño 29
7.3 Subrasante de los pavimentos..... 29
7.4 Cálculo del ACN 31
7.5 Resultados PCN 31

Capítulo 8 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN.....32
8.1 Señalamiento Diurno 32
8.2 Nuevo Sistema de Balizamiento CAT III 32

Anexo I DISEÑO ESTRUCTURAL

Anexo II VERIFICACIÓN CIRCUITOS DE BALIZAMIENTO

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

La ciudad de Rosario se encuentra enclavada en el sureste de la provincia de Santa Fe, a orillas del río Paraná, aproximadamente a 300 Km al Noroeste de la Ciudad de Buenos Aires. Es la ciudad más poblada de la provincia de Santa Fe y la tercera ciudad más poblada del país, solo detrás de Buenos Aires y Córdoba.

El Aeropuerto Internacional Rosario (ROS) "Islas Malvinas" se encuentra ubicado a 13 km al del centro de la ciudad de Rosario aproximadamente. Sus accesos principales se encuentran en Ruta Nacional Nº 9 e intersección Av. Jorge Newbery y Avenida Circunvalación e intersección Av. Jorge Newbery. Opera regularmente vuelos comerciales de cabotaje e internacionales, desde y hacia distintas ciudades de la Argentina y países sudamericanos, así como vuelos privados a distintas ciudades del país. El aeropuerto es Internacional del grupo B del SNA. Actualmente el aeropuerto es alternativa de Ezeiza, Aeroparque y Córdoba.

El área del predio aeroportuario es de aproximadamente 534 hectáreas y posee un perímetro aproximado de 11,6 kilómetros. A continuación se muestran los límites del predio aeroportuario del aeropuerto de Rosario:

Figura 1 – Imagen satelital del predio aeroportuario. Fuente: Google Maps 2019

El aeropuerto fue inaugurado el 18 de agosto de 1940 inicialmente como Aeroclub Rosario. En 1970 se traslada el Aeroclub Rosario y se habilita una nueva aeroestación y torre de control y posteriormente en 1972 se inaugura la pavimentación de la pista con los primeros 1000m de longitud. Seis años después, en 1978, se instala en el aeropuerto un sistema de aterrizaje por instrumentos Categoría II y se amplía la pista a sus 3000m actuales.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

Durante el año 2018 se realizó la obra de reconstrucción y ampliación de la plataforma comercial y los rodajes, para la operación de aeronaves clave E. Dichas obras corresponden a parte de las previstas en las Etapas I y II del Plan Maestro desarrollado por el ORSNA en el año 2015.

1.1 Pista 02-20

La Pista 02-20 es la única pista del aeropuerto. Es de pavimento rígido, de 45 metros de ancho y 3.000 metros de largo. Cuenta con márgenes pavimentados de 7,5 metros con estructura flexible.

Ambas cabeceras cuentan con una plataforma de viraje de pavimento rígido para permitir el viraje de 180° de las aeronaves, y plataformas antichorro de pavimento flexible. A su vez la cabecera 02 tiene acceso directo mediante el rodaje Alfa, el cual cuenta con un apartadero de espera.

Presenta una resistencia informada de PCN 62/R/B/W/U. Las características físicas y las distancias declaradas en el AIP se muestran a continuación:

Figura 2 - Distancias declaradas para la Pista 02-20 del AIR. Fuente: AIP ANAC

AD 2.12 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PISTAS

RWY	Orientación (mag)	Dimensiones (M)	Resistencia (PCN)	Coordenadas THR	Elevación (THR)	Ondulación Geoidal (M)	SWY (M)	CWY (M)	Franjas (M)
02	019º	3000x45	CONC 62/R/B/W/U	325500,36S 0604715,61W	83 FT 25.25 M	17 M		250x150	3120x270
20	199º	3000x45	CONC 62/R/B/W/U	325324,67S 0604653,83W	79 FT 24 M	17 M		250x150	

AD 2.13 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)
02	3000	3250	3000	3000
20	3000	3250	3000	3000

AD 2.14 LUCES DE APROXIMACIÓN Y DE PISTA

Pista 02	**Pista 20**
Aproximación SALS 420 M 5 Niveles de brillo	**Aproximación** No
PAPI Angulo de descenso 3º. Altura de Cruce de Umbral 16.7 M	**PAPI** Si
Umbral Sí	**Umbral** Sí
Zona de toma de contacto No	**Zona de toma de contacto** No
Eje de pista No	**Eje de pista** No
Borde de pista Sí	**Borde de pista** Sí
Extremo de pista Sí	**Extremo de pista** Sí
Zona de parada No	**Zona de parada** No
Observaciones Ninguna	**Observaciones** Ninguna

Las obras de rehabilitación de pavimentos de pista a desarrollar se encuadran en la Etapa I del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de Rosario, realizado por el ORSNA en el año 2015.

IF-2025-28215528-APN-GPA#ORSNA

Capítulo 2 OBJETIVO Y ALCANCE

2.1 Objeto de la memoria

Las obras de rehabilitación de pavimentos de pista a desarrollar se encuadran en la Etapa I del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de Rosario, realizado por el ORSNA en el año 2015.

- La presente memoria tiene por objetivo **desarrollar a nivel de proyecto ejecutivo las obras de rehabilitación y reconstrucción de Pista** para soportar el tráfico futuro previsto y adecuar la superficie reduciendo el riesgo de FOD y las operaciones de mantenimiento emergente, basándose en las conclusiones determinadas en la memoria de evaluación de pista AIR-RWY-MEVAL-01, y en la memoria de alternativas AIR-RWY-MALT-01. En la primera se realizó la evaluación y diagnóstico de la pista existente, ANAC – Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) – Parte 153 Operación de Aeródromos

detallando las necesidades de intervención en cada sector. En la segunda se realizó la comparación de distintas alternativas de obra, todas que cumplen con las necesidades de intervención. La presente memoria desarrolla el proyecto ejecutivo de las obras enmarcadas dentro de la Alternativa 2 de la Memoria de Alternativas, que comprende la reconstrucción en pavimento rígido de las cabeceras y el refuerzo asfáltico en el resto de la pista.

El alcance comprende la ejecución de:

a) Diseño estructural de pavimento
b) Diseño geométrico
c) Obras de reparación
d) Señalamiento diurno
e) Diseño de juntas
f) Determinación del PCN

El alcance de cada uno de los componentes del estudio se desarrolló conforme a lo indicado por el Área de Infraestructura del AIR.

2.2 Antecedentes

La presente memoria se basa en las conclusiones determinadas en la memoria de evaluación de pista AIR-RWY-MEVAL-01 y en la memoria de evaluación de alternativa AIR-RWY-MEVAL-01.

También se recurrió a diversos informes y estudios anteriores sobre la pista, todos realizados por la consultora PEESA salvo que se indique lo contrario. Entre la documentación se encuentra:

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

- Conforme a obra de proyecto "*Rehabilitación de pavimento de hormigón de cabecera sur y centro de pista 02-20, construcción con ensanche de sus márgenes pavimentados y conformación de su franja. Nueva canalización para balizamiento."* (Obring año 2013)
- Informe PCN 2017
- Informe PCN 2018
- Documentación proyecto "*Rehabilitación de Plataforma Comercial y Rodajes."* UTE Obring-Helport (2017).
- Proyecto "*Rehabilitación de pista 02-20 y nuevo balizamiento CAT III*". Mayo 2020.

2.3 Normativa

Se han utilizado las siguientes normas y recomendaciones:

- ANAC – Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) – Parte 154 Diseño de Aeródromos
- ANAC – Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) – Parte 153 Operación de Aeródromos
- ANAC – Manual de Obras y Servicios de Mantenimiento (MOSM)
- ANAC – Circular Técnica 153-001 "Seguridad Operacional en Aeródromos durante períodos de obras"
- ANAC – Circular Técnica 154-002 "Especificaciones Generales para la Aprobación de Artefactos, Equipos e Instalaciones de los Sistemas de Balizamiento"
- OACI – Anexo 14. Volumen 1. Diseño y Operación de Aeródromos
- OACI – Documento 9157. Manual de Diseño de Aeródromos
- FAA – AC 150/5300-13A. Airport Design
- FAA – AC 150/5320-6F. Airport Pavement Design and Evaluation
- FAA – AC 150/5335-5C. Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN
- FAA – AC 150/5340-1L. Standards for Airport Markings
- FAA – AC 150/5340-30G. Design and Installation Details for Airport Visual Aids
- FAA – AC 150/5370-10H. Standards for Specifying Construction of Airports
- FAA – AC 150/5370-13A. Off-Peak Construction of Airport Pavements Using Hot-Mix Asphalt
- FAA – AC 150/5370-16. Rapid Construction of Rigid (Portland Cement Concrete) Airfield Pavements
- FAA – AC 150/5380-6B. Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

2.4 Glosario

2.4.1 Entidades

- AASHTOAmerican Association of State Highway and Transportation Officials, EEUU.
- AIR Aeropuerto Internacional Rosario
- ANAC Administración Nacional de Aviación Civil
- ASTM American Society for Testing and Materials.
- EANA Empresa Argentina de Navegación Aérea
- FAA Federal Aviation Administration, EEUU
- HRB Highway Research Board, EEUU
- IRAM Instituto Argentino de Normalización y Certificación
- OACI Organización de Aviación Civil Internacional
- ORSNA Organismo Regulador del Sistema Nacional de Aeropuertos
- PCA Portland Cement Association, EEUU

2.4.2 Siglas

- AAPTP Airfield Asphalt Pavement Technology Program
- AC Advisory Circular; circular de asesoramiento de la FAA
- ACN Aircraft Classification Number; Número de clasificación de la aeronave
- AG Aviación General
- APRON Airport Apron; plataforma de estacionamiento de aeronaves
- CBR California Bearing Ratio
- MLW Maximum Landing Weight; peso máximo estructural de aterrizaje de la aeronave
- MTOW Maximum Takeoff Weight; peso máximo estructural de despegue de la aeronave.
- MTW Maximum Taxi Weight; peso máximo estructural de rodaje de la aeronave
- MZFW Maximum Zero Fuel Weight; peso máximo estructural de combustible cero de la aeronave
- OEW Operation Empty Weight; peso de operación vacío de la aeronave
- PCI Pavement Condition Index; índice de condición del pavimento
- PLD Payload Weight; peso de carga paga de la aeronave
- PCN Pavement Classification Number; Número de clasificación del pavimento
- RAAC Regulaciones Argentinas de Aviación Civil
- RESA Runway End Safety Area; Área de seguridad de extremo de pista.
- RWY Runway; pista de aterrizaje
- TOW Takeoff Weight; peso operativo de despegue de la aeronave.
- TWY Taxiway; calle de rodaje

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

- UF Usable Fuel; peso de combustible útil de la aeronave
- VSR Valor Soporte Relativo

2.4.3 Definiciones

- ACN Aircraft Classification Number; Número de clasificación de la aeronave, relativo al método estandarizado de ACN-PCN de la OACI, número que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para determinada resistencia normalizada del terreno de fundación.
- Clave Clave de referencia de aeródromos según la clasificación OACI (véase Anexo 14 Ed. 2013, Sección 1.6). Puede hacer referencia al Número de clave (1, 2, 3 o 4), a la Letra de clave (A, B, C, D, E o F) o al conjunto de ambos.
- PCN Pavement Classification Number; Número de clasificación del pavimento, relativo al método estandarizado de ACN-PCN de la OACI, número que indica la resistencia de un pavimento para utilizarlo sin restricciones.

Capítulo 3 ANÁLISIS GEOMÉTRICO

3.1 Relevamiento topográfico

Se ha realizado un relevamiento topográfico durante el mes de noviembre de 2019. El mismo cuenta con puntos relevados en cada vértice de losa, en márgenes pavimentados y en las zonas antichorro de cada cabecera. El relevamiento contiene además puntos sobre la intersección con el rodaje Bravo.

3.2 Análisis de la geometría existente

La pista tiene una longitud de 3.000 metros, un ancho operativo de 45 metros, y márgenes pavimentados de 7,50 metros a ambos lados. Estas medidas cumplen con las exigencias de una pista clave 4E.

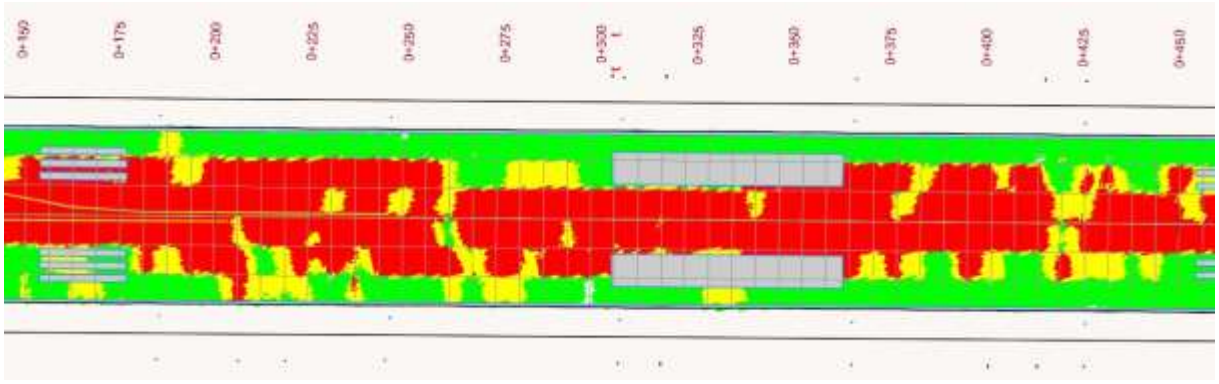
El perfil longitudinal del eje existente presenta pendientes muy bajas, sin quiebre importantes a excepción de las progresivas 1+593 y 2+184 donde se observan cambios de pendientes mayores a 0,10%.

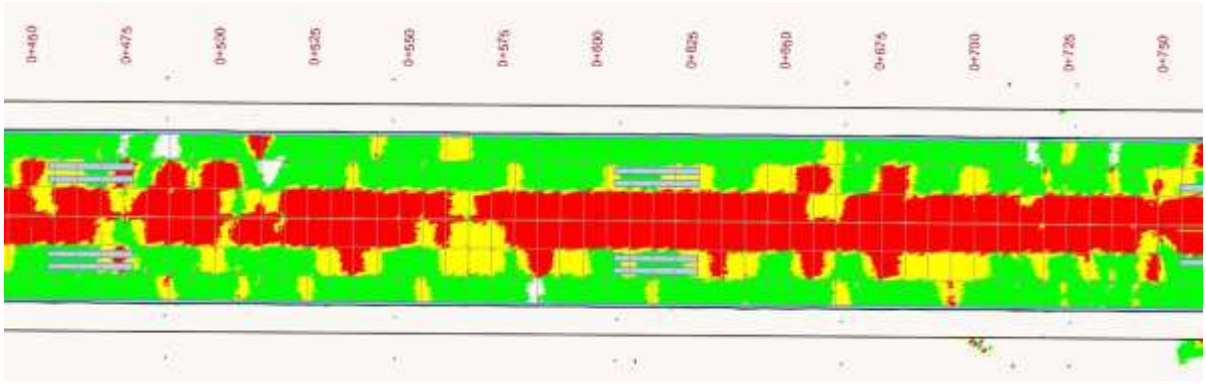
Las pendientes transversales en general presentan deficiencias en la zona central de pista donde se encuentran en gran medida valores menores a 1,0%. También se observan pendientes transversales menores a 1,0% en algunas zonas laterales cercanas a la cabecera 20. A continuación se describen los sectores con pendientes transversales extremas. En las respectivas imágenes se muestra el análisis topográfico de las pendientes existentes, mostrando en color rojo las pendientes menores a 0,85%, en amarillo entre 0,85 y 1,00%, y en color verde entre 1,00 y 1,50%.

- Progresivas 0+000 (Cabecera 02) y 0+140: Pendientes transversales inferiores a 1,0% en la zona central, así como también en el lateral este, esta zona corresponde a la intersección con el rodaje Alfa.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

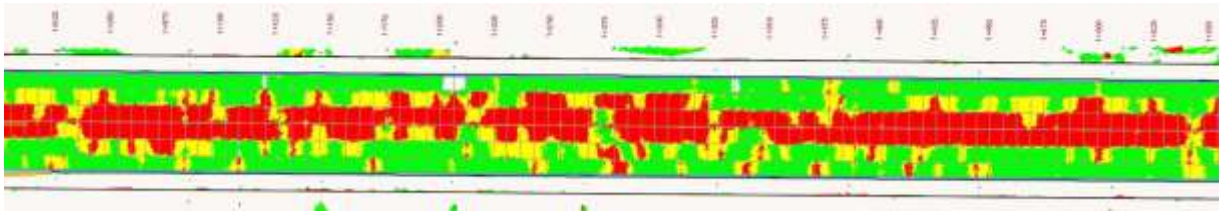
- Progresivas 0+140 a 0+750: Pendientes transversales menores a 1,0% en el sector central de la pista. También se encuentran sectores laterales muy localizados con pendientes transversales inferiores a 1,0%.

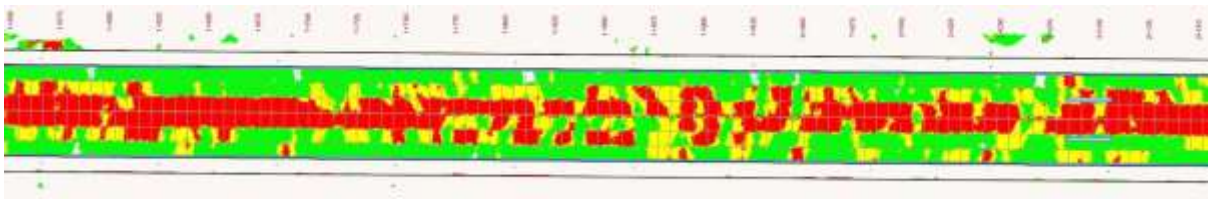




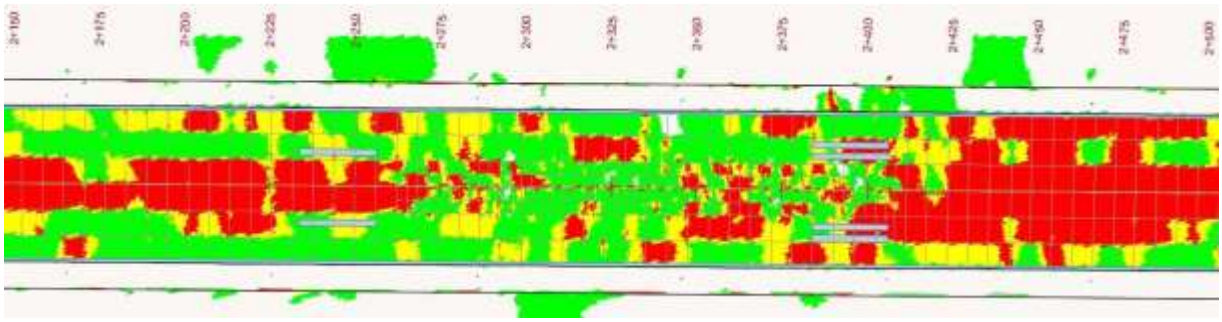
- Progresivas 0+750 a 1+010: Pendientes transversales menores a 1,0% en zona central y en zona lateral en correspondencia con rodaje Bravo.

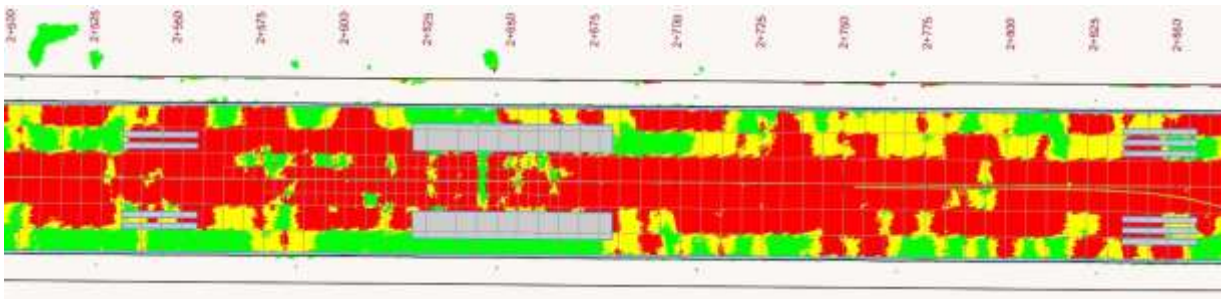
- Progresivas 1+010 a 2+140: Pendientes transversales menores a 1,0% en el sector central de la pista. También se encuentran sectores laterales muy localizados con pendientes transversales inferiores a 1,0%, principalmente en el lateral este.



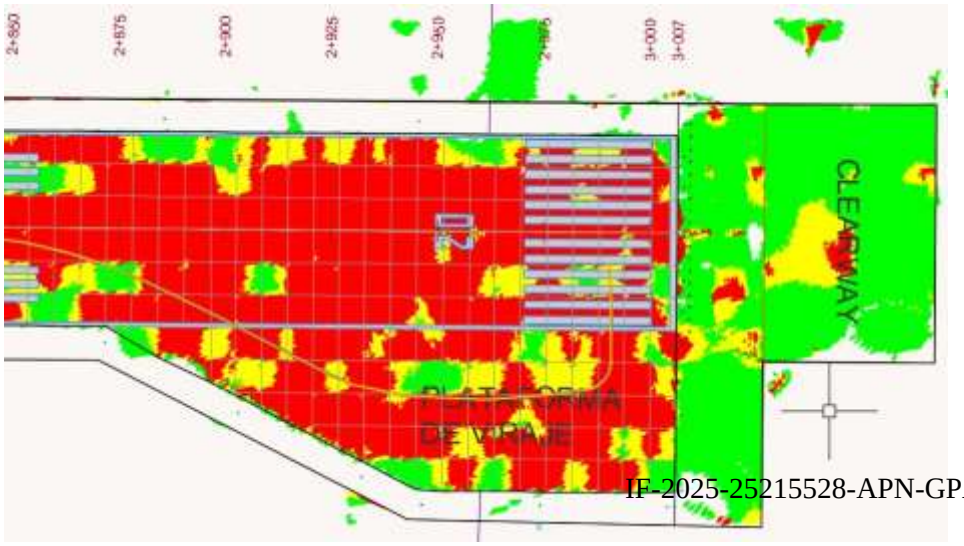


- Progresivas 2+140 a 2+860: Pendientes transversales menores a 1,0%, todo el ancho de pista.





- Progresivas 2+860 a 3+002: Pendientes transversales menores a 1,0% en todo el ancho de pista, zona contigua a la plataforma de viraje.



IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

Las pendientes de los márgenes rondan en general el 2,50% pudiéndose encontrar en varios sectores pendientes mayores a 3,0%.

Las plataformas de viraje, de acuerdo con lo recomendado por OACI (y adoptado por ANAC), deben constar de las dimensiones mínimas necesarias para que las aeronaves logren realizar el giro de 180° con una rotación máxima del tren de proa de 45° y conservando un margen de seguridad apropiado entre el borde de la plataforma y el tren de aterrizaje. Las plataformas de viraje existentes no verifican estas exigencias.

Capítulo 4 DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1 Requerimientos Normativos

De acuerdo a la *RAAC Parte 154* de la ANAC, para pistas de Clave 4 E se requiere cumplir con las siguientes exigencias:

4.1.1 Perfil Longitudinal de Pista

- La pendiente obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de ésta no debería exceder del 1%
- Pendiente longitudinal: en ninguna parte de la pista la pendiente longitudinal puede exceder el 1,25 %, excepto en el primero y último cuartos de la longitud de la pista, en los cuales la pendiente no debería exceder del 0,8 %.
- Cambios de pendiente longitudinal: cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente entre dos pendientes consecutivas, éste no debería exceder del 1,5 %. A su vez, la transición de una pendiente a otra debería efectuarse por medio de una superficie curva con un radio mínimo de curvatura de 30.000 m.
- A lo largo de una pista deberán evitarse ondulaciones o cambios de pendiente apreciables que estén muy próximos. La distancia entre los puntos de intersección de dos curvas sucesivas no debería ser menor que la suma de los valores numéricos absolutos de los cambios de pendiente correspondientes, multiplicada por 30.000, o una distancia mínima de 45m.

4.1.2 Perfil Transversal de Pista

- Ancho de Pista: 45 metros
- Pendiente transversal mínima: 1,0 % (salvo en intersecciones)
- Pendiente transversal máxima e ideal: 1,5 %
- Ancho de márgenes: la anchura total de la pista y sus márgenes no debe ser menor a 60 metros
- Pendiente transversal máxima de márgenes: 2,5 %

4.1.3 Requerimientos de Plataforma de viraje

- El ángulo de intersección de la plataforma de viraje en la pista con la pista no debería ser superior a 30°
- El ángulo de guía del tren de proa que se utilizará en el diseño de la plataforma de viraje en la pista no debería ser superior a 45°.
- El trazado de una plataforma de viraje en la pista será tal que, cuando el puesto de pilotaje de los aviones para los que está prevista permanezca sobre las señales de la plataforma de viraje, la distancia libre entre cualquier rueda del tren de aterrizaje de una aeronave clave E y el borde de la plataforma de viraje no será inferior a 4m.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

- Las pendientes deberían ser iguales a las de la superficie del pavimento de la pista adyacente.
- Deberán proveerse márgenes en las plataformas de viraje en la pista de ancho necesario para prevenir la erosión de la superficie por el chorro de los reactores del avión más exigente para el que se haya concebido la plataforma y todo posible daño que puedan producir objetos extraños a los motores del avión.

4.1.4 Requerimientos de calle de rodaje

- Ancho de rodaje: 23 metros.
- Pendiente transversal máxima: 1,5%
- La distancia libre entre las ruedas principales exteriores y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a 4 metros.

4.2 Criterios utilizados

4.2.1 Perfil longitudinal

Se rediseña el perfil longitudinal del eje de la pista de acuerdo a las exigencias mencionadas en el punto 4.1.1 *Perfil Longitudinal de Pista*. Las curvas verticales se diseñan con radios de curvatura iguales o mayores a los 30.000 metros. Los cambios de pendiente menores al 0,1% se realizan sin curvas verticales, simplemente con un quiebre de pendiente.

En el siguiente cuadro se muestra la verificación realizada de los distintos cambios de pendiente a lo largo de todo el perfil longitudinal de la pista:

Tabla 1 - Verificación de cambios de pendiente en perfil longitudinal

TRAMO				PENDIENTE DE TRAMO			LONGITUD		Verifica
PROG. DEL VERTICE				X %	Y %	Z %	Dreq	Dproy	
0.00	150.00	225.00	287.50	0.207	0.167	0.112	28.50	75.00	SI
150.00	225.00	287.50	337.50	0.167	0.112	0.030	41.10	62.50	SI
225.00	287.50	337.50	387.50	0.112	0.030	0.110	48.60	50.00	SI
287.50	337.50	387.50	450.00	0.030	0.110	0.048	42.60	50.00	SI
337.50	387.50	450.00	525.00	0.110	0.048	0.133	44.10	62.50	SI
387.50	450.00	525.00	725.00	0.048	0.133	0.070	44.40	75.00	SI
450.00	525.00	725.00	825.00	0.133	0.070	0.115	32.40	200.00	SI
525.00	725.00	825.00	1025.00	0.070	0.115	0.043	35.10	100.00	SI
725.00	825.00	1025.00	1075.00	0.115	0.043	0.100	38.70	200.00	SI
825.00	1025.00	1075.00	1137.50	0.043	0.100	0.008	44.70	50.00	SI
1025.00	1075.00	1137.50	1350.00	0.100	0.008	0.064	44.40	62.50	SI
1075.00	1137.50	1350.00	1475.00	0.008	0.064	-0.040	48.00	212.50	SI
1137.50	1350.00	1475.00	1600.00	0.064	-0.040	-0.008	40.80	125.00	SI
1350.00	1475.00	1600.00	1875.00	-0.040	-0.008	-0.375	119.70	125.00	SI
1475.00	1600.00	1875.00	1975.00	-0.008	-0.375	-0.320	126.60	275.00	SI
1600.00	1875.00	1975.00	2050.00	-0.375	-0.320	-0.413	44.40	100.00	SI
1875.00	1975.00	2050.00	2112.50	-0.320	-0.413	-0.368	41.40	75.00	SI
1975.00	2050.00	2112.50	2225.00	-0.413	-0.368	-0.311	30.60	62.50	SI
2050.00	2112.50	2225.00	2412.50	-0.368	-0.311	-0.027	102.30	112.50	SI
2112.50	2225.00	2412.50	2525.00	-0.311	-0.027	-0.054	93.30	187.50	SI
2225.00	2412.50	2525.00	2625.00	-0.027	-0.054	0.030	33.30	112.50	SI
2412.50	2525.00	2625.00	2675.00	-0.054	0.030	0.060	34.20	100.00	SI
2525.00	2625.00	2675.00	2750.00	0.030	0.060	-0.013	30.90	50.00	SI
2625.00	2675.00	2750.00	2800.00	0.060	-0.013	0.040	37.80	75.00	SI
2675.00	2750.00	2800.00	2925.00	-0.013	0.040	0.000	27.90	50.00	SI
2750.00	2800.00	2925.00	3000.00	0.040	0.000	-0.320	108.00	125.00	SI

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

4.2.2 Pendientes transversales

Las pendientes transversales de la pista se diseñan con la mayor pendiente posible, considerando las limitaciones constructivas. En el tramo central de la pista, donde las pendientes transversales existentes son bajas, en muchos casos menores a 1,00%, es necesario colocar capas de refuerzo en espesor variable para aumentar la pendiente. La capacidad de aumentar dicha pendiente trasversal está limitada por el rango de espesores que admiten las capas asfálticas a colocar, siendo para la base asfáltica de nivelación CAC D12 entre 3 y 7 cm. Por esta razón, es posible ejecutar una pendiente transversal de 1,10% en los sectores de refuerzo asfáltico.

En la ampliación de la plataformas de viraje en las cabeceras de pista se debe limitar la pendiente transversal para no provocar que el borde de la plataforma de viraje y su margen queden demasiado bajos, cercanos a los niveles de escurrimiento del agua en las cunetas. Por esta razón, la pendiente transversal en las cabeceras y plataformas de virajes se limita a 1,10%.

En las intersecciones con rodajes y pista debido a la particularidad de dicho sector se aceptan pendientes de 1,0%.

Los márgenes se proyectan con pendiente variable entre 1,5% y 2,5%, de manera que en el encuentro del margen y la franja se mantenga el nivel existente, o se genere un escalonamiento máximo de 4cm[1]. En la zona de intersección con el rodaje Bravo, se proyecta una ampliación del margen existente para logran una extensión de 10,5 metros desde el borde del rodaje.

En las franjas de terreno natural adyacentes a los márgenes se utilizaron pendientes siguiendo los criterios normativos que indican valores máximos de 5,0% para pendientes descendentes (en los primeros tres metros para pista) y 2,5% para pendientes ascendentes.

Las plataformas de viraje se dimensionan de acuerdo a lo previsto por normativa. Las pendientes transversales de las mismas serán similares a las existentes en los sectores de pista adyacentes a estas.

En cuanto a la reconstrucción del rodaje Bravo se decidió a causa de la complejidad de su geometría, respetar mayormente las cotas y pendientes existentes, las modificaciones se realizaron cercanas a la señal de punto de espera para mejorar el desagüe existente.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

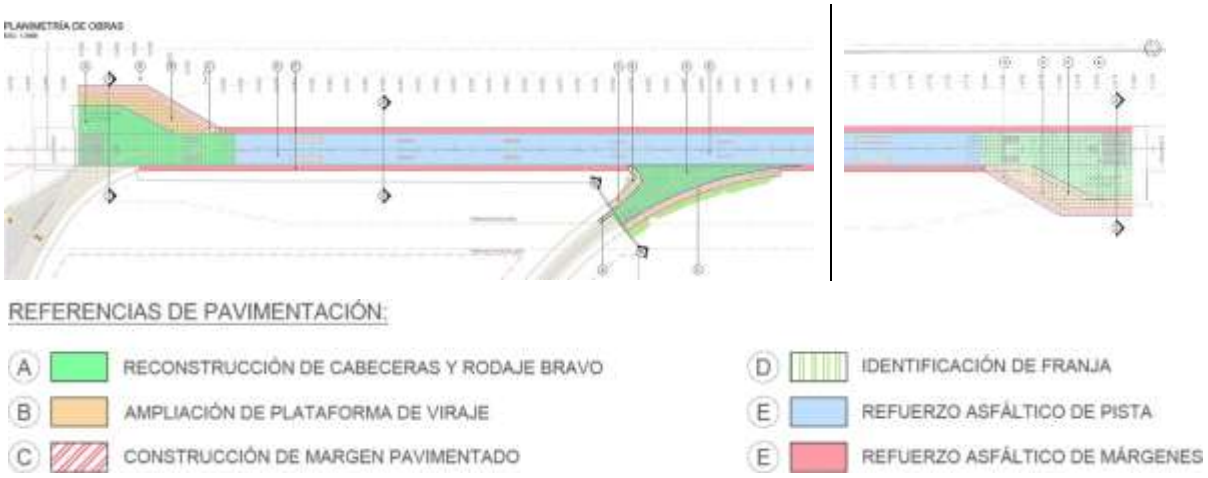
[1] Recomendación *FAA AC 150/5320-6F. Figure 3-4 Typical Plan and Sections for Pavements.*

Capítulo 5 OBRAS DE PAVIMENTACIÓN

A continuación se describen y diseñan las obras de pavimentación, correspondientes a la alternativa 2 de reconstrucción en pavimento rígido de cabeceras y refuerzo asfáltico en el resto de la pista, desarrollada en la Memoria de Alternativas (AIR-MALT-01).

En el plano AIR-RWY-OBR-01a02 se muestra el detalle y ubicación de las obras para cada sector de la pista. A continuación se muestra la planta con la ubicación de cada tipo de obra.

Figura 3 – Planimetría de obras de pavimentación



5.1 Reconstrucción de cabeceras, ampliación de plataformas de viraje y rodaje Bravo

Las cabeceras, plataformas de virajes e intersección con rodaje Bravo se proyectan de pavimento rígido ya que el mismo presenta un mejor desempeño ante cargas a bajas velocidades y esfuerzos tangenciales por el viraje de las aeronaves. La obra comprende todo el ancho de pista entre las progresivas 0+000 a 0+225 en cabecera 02, y entre 2+800 a 3+025 en cabecera 20. El rodaje bravo se deberá reconstruir desde el límite de la obra de "*Rehabilitación de Plataforma Comercial y Rodajes."* del año 2017, en correspondencia con la señal de punto de espera de pista, hasta el borde de pista. Será necesario también realizar las ampliaciones necesarias para cumplir con los márgenes de seguridad en curvas exigidas por la ANAC para aeronaves LC E, e incorporar los márgenes pavimentados.

Las obras de reconstrucción comprenden las siguientes tareas:

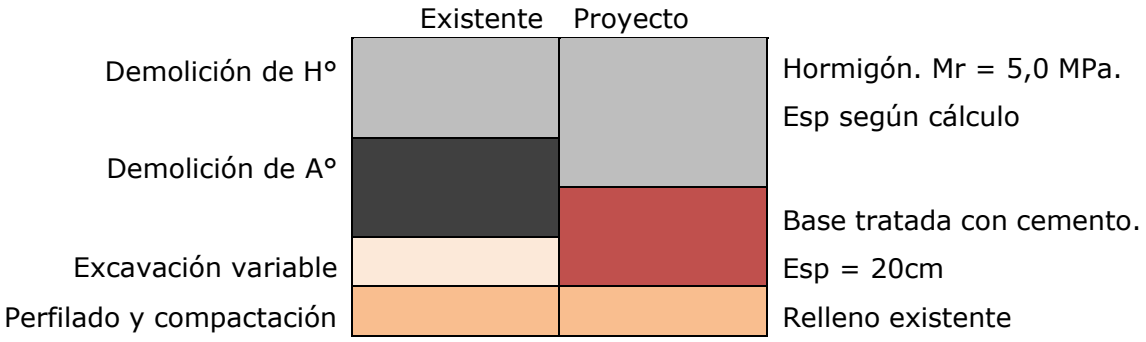
1. Demolición de losa de hormigón existente.
2. Demolición de la base asfáltica en la cabecera 02 y Bravo, y del relleno en la cabecera 20.
3. Excavación para apertura de caja en el espesor necesario.
4. Perfilado y compactación de subrasante.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

5. Construcción de la base granular tratada con cemento de 20cm de espesor. Será posible incorporar el material de demolición del hormigón apropiadamente triturado como agregado de la base, reduciendo sustancialmente los costos, y el impacto ambiental del transporte de agregado y del depósito del producto de demolición.
6. Film de polietileno.
7. Hormigón estructural de espesor según cálculo. Resistencia a la flexión Mr = 5,0 MPa.

A continuación se presenta una representación de la estructura existente y proyectada.

Figura 4 – Reconstrucción de cabeceras



Las estructuras de reconstrucción son diseñadas con el FAARFIELD 1.42, para determinar el espesor de hormigón necesario. El conjunto de suelo de relleno y subrasante de VSR 5% existente se modela como una subrasante compuesta de E = 9.000 psi (62,05 MPa) equivalente a un VSR 6%, según lo determinado en la memoria de evaluación. En las obras de ampliación de virajes la subrasante corresponde al suelo existente de VSR 5%, modelado con E = 7.500 psi (51,71 MPa).

Cada sector se diseña para la asignación de tráfico de acuerdo a la hipótesis determinada en la Memoria de Evaluación:

1. Cabecera 02: 120% de asignación de tráfico.
2. Ampliación de la Plataforma de viraje 02: será utilizada por las aeronaves que despegan por cabecera 02 cuando el rodaje Alfa se encuentre fuera de servicio. De forma conservadora se adopta la hipótesis que será en el 50% de los despegues por cabecera 02 (80% de asignación), resultando en un 40% de los despegues del aeropuerto.
3. Cabecera 20: 40 % de asignación de tráfico
4. Ampliación de plataforma de viraje 20: 20% de asignación de tráfico
5. Rodaje Bravo: 20 % de asignación de tráfico

A continuación se muestran los espesores de hormigón necesarios para cada sector. Con el objetivo de homogeneizar la obra, ante variaciones de 1cm de espesor entre sectores contiguos se adopta el mayor espesor. El rodaje Bravo requiere por cálculo de 40cm de

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

espesor, pero se adopta de 41 cm para homogeneizar con la estructura de Bravo ejecutada en el año 2017.

Figura 5 – Diseño reconstrucción

Sector	Espesor de H° necesario [cm]	Espesor de H° adoptado [cm]
Cabecera 02	43,13	43,00
Plataforma de Viraje 02	42,14	43,00
Cabecera 20	41,00	41,00
Plataforma de Viraje 20	40,69	41,00
Rodaje Bravo	40,00	41,00

En el Anexo I - DISEÑO ESTRUCTURAL se presentan los resultados de la salida del software FAARFIELD.

5.2 Refuerzo asfáltico en pista

Sobre el pavimento rígido existente en pista entre progresivas 0+225 y 2+800 se proyecta un refuerzo asfáltico en los 45 metros de ancho de pista. Con el objetivo de aumentar la pendiente transversal existente se colocará en espesor variable, máximo en el centro de la pista reduciéndose hacia los bordes de pista.

La verificación estructural mediante el software FAARFIELD se realiza considerando el hormigón existente como una base de hormigón pobre, verificando una vida útil mayor a los 20 años para todas las secciones de pavimento presentes en la pista. El diseño de espesores mediante este software contempla los métodos de falla por la fisuración por fatiga del asfalto y por deformación de la subrasante, pero no evalúa el espesor de asfalto necesario para proteger la fisuración refleja del hormigón. Por esta razón, el espesor a colocar surge del máximo entre el exigido por FAARFIELD, y el necesario por experiencia para evitar la fisuración refleja.

De este análisis surge que el espesor de refuerzo debe ser por lo menos 13 cm en los 30 metros centrales de pista, siendo este el necesario para contener las fisuras reflejas del hormigón. En los laterales de pista se acepta un refuerzo de por lo menos 11 cm de espesor con el objetivo de incrementar la pendiente transversal.

Las tareas para el refuerzo asfáltico incluyen:

1. Rehabilitación del pavimento rígido existente mediante reparaciones en espesor parcial, reparaciones en espesor total, reconstrucción de losas enteras y limpieza y sellado de fisuras, según lo indicado en las especificaciones técnicas y la documentación gráfica. Se destaca una gran cantidad de reparaciones necesarias en las dos losas centrales a lo largo de toda la pista, y en todo el ancho entre las progresivas 2+400 y 2+800. En el plano AIR-RWY-REL-01 se detalla la ubicación de cada reparación, la cual deberá ser reevaluada durante la obra.
2. Construcción de base asfáltica de nivelación CAC D12 con asfalto modificado con polímeros de espesor variable entre 3 y 7 cm, para corrección de gálibo de pista.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

3. Colocación de geogrilla para control de fisuración refleja de 1,00 m de ancho a lo largo de las juntas transversales y longitudinales del pavimento rígido existente, y a lo largo de las fisuras longitudinales presentes en cada losa.
4. Construcción de base asfáltica CAC D12 con asfalto modificado con polímeros de 6cm de espesor constante en los 19 metros centrales de pista.
5. Construcción de base asfáltica CAC D12 con asfalto modificado con polímeros de 4cm de espesor constante en los 13 metros en ambos laterales de pista.
6. Construcción de carpeta asfáltica SMA 12 con asfalto modificado con polímeros de 4cm de espesor constante en todo el ancho de pista.

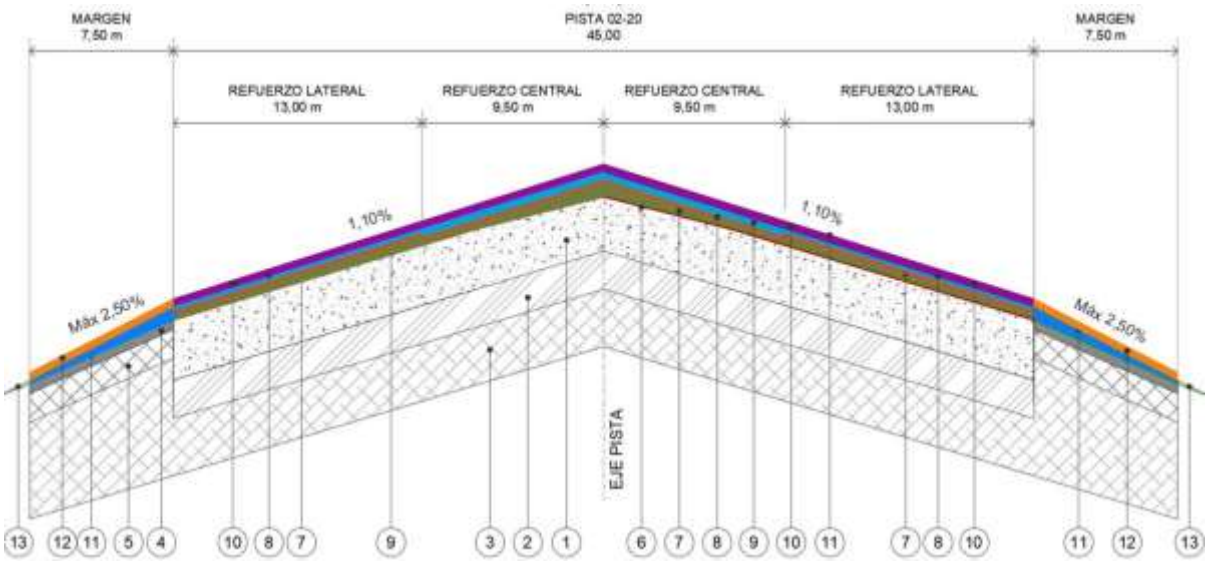
Con el objetivo de evitar la coincidencia entre las juntas y fisuras longitudinales del hormigón existente, y las juntas longitudinales constructivas del refuerzo asfáltico se proyectan anchos de pavimentación del mismo ancho de 3,80 metros, desfasadas 1,90 metros entre sí. De esta manera, las juntas y fisuras existentes y las correspondientes geogrillas se ubican justo en el eje de cada pasada de pavimentación. La pavimentación sobre el eje de pista se deberá ejecutar de 1,90 m para cada lado, con pendiente quebrada. Como buena práctica, las juntas longitudinales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de 0,15 cm.

Se deberá prestar especial atención a la calidad constructiva del concreto asfáltico de manera de lograr la correcta compactación de la mezcla para evitar posteriores deformaciones de tipo ahuellamiento debido a la carga concentrada y a baja velocidad de aeronaves wide-body durante el recorrido de rodaje por pista desde el rodaje Bravo hasta la cabecera 20.

Todas las secciones homogéneas de pavimento determinadas en la Memoria de Evaluación han verificado una vida útil mayor a los 20 años con el refuerzo asfáltico de 11 cm. Las verificaciones mediante el software FAARFIELD se muestran en el Anexo I DISEÑO ESTRUCTURAL.

A continuación se presenta la sección tipo de refuerzo asfáltico en pista.

Figura 6 – Perfil tipo de refuerzo asfáltico

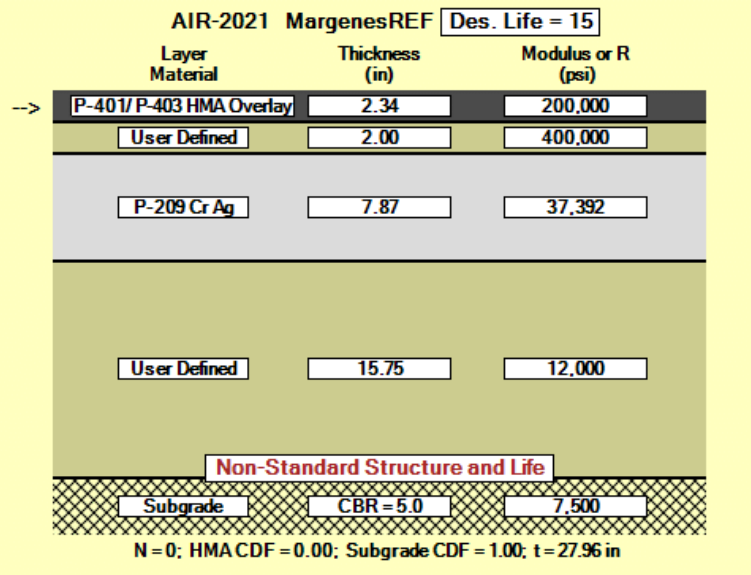


CAPA	DESCRIPCION	REFERENCIAS
①	LOSA DE HORMIGÓN EXISTENTE.	
②	BASE ASFÁLTICA EXISTENTE	
③	RELLENO EXISTENTE	
④	CONCRETO ASFÁLTICO DE MARGEN EXISTENTE.	
⑤	BASE GRANULAR DE MARGEN EXISTENTE	
⑥	REPARACIONES EN LOSA DE HORMIGÓN EXISTENTE SEGÚN NECESIDAD	
⑦	BASE ASFÁLTICA DE NIVELACIÓN CAC D12 CON ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMEROS. Espesor variable de 3 a 7 cm	
⑧	GEOGRILLA PARA PROTECCIÓN DE REFLEJO DE FISURAS, EN COINCIDENCIA CON JUNTAS Y FISURAS DEL HORMIGÓN EXISTENTE. Ancho = 1,00 m	
⑨	BASE ASFÁLTICA CAC D12 CON ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMEROS. Espesor = 4 o 6 cm	
⑩	CARPETA ASFÁLTICA SMA 12 CON ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMEROS. Espesor = 4 cm	
⑪	BASE DE CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL CAC D19 PARA MÁRGENES. Ancho: 10,50 m. Espesor en ampliación: 6,0 cm. Espesor en repavimentación = var 3,0 a 7,0 cm	
⑫	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL CAC D12 PARA MÁRGENES. Ancho: 10,50 m. Espesor: 4,0 cm	
⑬	IDENTIFICACIÓN DE FRANJA CON SUELO VEGETAL.	

5.3 Refuerzo de márgenes

Se proyecta el refuerzo de los márgenes existentes ya que el borde de pista tendrá una elevación respecto al nivel existente. El refuerzo necesario por cálculo resulta de 6 cm.

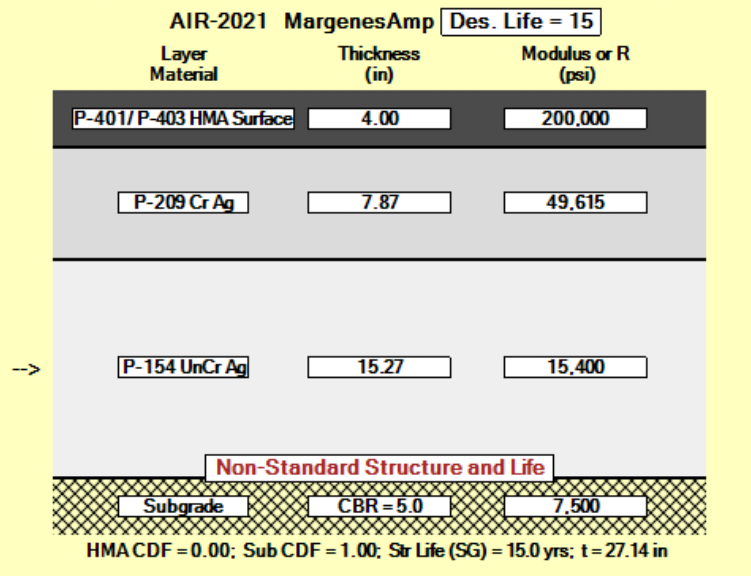
Figura 7 – Refuerzo de márgenes – Alternativa 2



5.4 Construcción de márgenes nuevos

Se requiere la construcción de márgenes nuevos en las ampliaciones de las plataformas de viraje y en el rodaje Bravo. Esta obra estará compuesta por una subbase granular no triturada P-154 de 40 cm de espesor, una base granular triturada P-209 de 20 cm de espesor y concreto asfáltico convencional de 10 cm de espesor. A continuación se presenta la verificación estructural realizada en FAARFIELD.

Figura 8 – Diseño márgenes



5.5 Análisis de excedentes de demolición

En esta alternativa se producen aproximadamente 10.000 m3 de demolición de hormigón, los cuales pueden ser reutilizados mediante trituración como material granular de capas de *subbase granular*, *base granular* y *base granular tratada con cemento*. Estas 3 capas suman un total de 14.000 m3. Considerando un porcentaje de reutilización del

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

70% para dichas capas, 10.000 m3 de demolición de hormigón se podrán reutilizar en dichas capas, reutilizando la totalidad de la demolición de hormigón.

También se producen aproximadamente 4.600 m3 de demolición de asfalto, los cuales se pueden reutilizar en su totalidad como RAP para el mejoramiento del camino perimetral.

Capítulo 6 DISEÑO DE JUNTAS

Se procede a continuación al diseño de las juntas del pavimento de hormigón.

6.1 Tipo y disposición de juntas:

Juntas de contracción: estas juntas controlan el agrietamiento al disminuir las tensiones que se originan cuando la losa se contrae y las tensiones que causa el alabeo producido por diferenciales de temperatura y de contenido de humedad en el espesor de la losa. La profundidad del aserrado debe ser por lo menos un cuarto del espesor de la losa.

Juntas de construcción: proveen la interfaz entre áreas adyacentes construidas en diferentes momentos.

Juntas de aislación o expansión: proveen una aislación entre áreas adyacentes, donde el pavimento se encuentra con una estructura o para aislar pavimentos con diferentes direcciones de movimiento.

6.2 Separación entre juntas

Las dimensiones de las losas están regidas por la separación de las juntas transversales, y las juntas longitudinales que se ubican paralelas a los ejes de rodaje o pista.

Estas dimensiones han sido establecidas según lo indicado en la tabla 3-9 de la Advisory Circular 150/5320-6F.

Table 3-9. Recommended Maximum Joint Spacing - Rigid Pavement[1]

a. Without Stabilized Subbase

Slab Thickness	Joint Spacing
6 inches or less (152 mm)	12.5 feet (3.8 m)
6.5-9 inches (165-229 mm)	15 feet (4.6 m)
>9 inches (>229 mm)	20 feet (6.1 m)[2]

b. With Stabilized Subbase

Slab Thickness	Joint Spacing
8–10 inches (203-254 mm)	12.5 feet (3.8 m)
10.5-13 inches (267-330 mm)	15 feet (4.6 m)
13.5-16 inches (343-406 mm)	17.5 feet (5.3 m)
>16 inches (>406 mm)	20 feet (6.1 m)[2]

Notes:
1. Longitudinal joint spacing shown in the tables. Transverse spacing should not exceed 1.25 the longitudinal spacing.
2. On Group IV Taxiways, 20.5 feet (6.2 m).

Para el pavimento del sector de ambas cabeceras, de 41 y 43 cm de espesor con base estabilizada, la separación máxima entre juntas longitudinales recomendada es de 6,1

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

metros. Se proyecta la separación de los 45 metros de ancho de pista en 8 losas, resultando una separación entre juntas longitudinales de 5,625 metros. Las juntas transversales se adoptan de la misma separación para lograr losas cuadradas, que es la geometría más conveniente.

En el sector de la intersección entre la calle de rodaje Bravo con la pista, donde el pavimento tiene un espesor de 41 cm con base estabilizada, la separación máxima es la misma que en los otros sectores: 6,1 metros. La separación entre juntas longitudinales se adopta de 5,75 metros, de manera de completar los 23 metros de ancho de rodaje con 4 losas en los tramos rectos, e igual separación entre juntas transversales para lograr losas cuadradas. En los sectores irregulares se adoptan separaciones variables, siempre respetando que la relación de lados sea inferior a 1,25. En los casos donde no sea posible respetar dicha relación se debe incorporar una malla de acero para control de fisuración.

6.3 Diseño de las barras de unión

Las barras de unión se colocan para evitar la separación de las losas de bordes debido al deslizamiento de estas sobre el terreno al no encontrase restringidas por otras losas de hormigón.

Calculada la separación entre barras de unión, que de acuerdo con la experiencia no debe ser mayor a 75 cm, la separación entre la barra de unión extrema y la junta debe ser la mitad de aquella. Las barras se deben ubicar en la mitad del espesor de la losa.

Se debe colocar barras de unión en las juntas longitudinales constructivas y donde se indique en el plano JUN-01a02.

6.3.1 Cálculo del diámetro y separación

Para este caso se propone la utilización de acero conformado tipo III.

donde:

$$f_e = (f \,.\, W \,.\, b) / \sigma_e$$

f = coef. de fricción entre losa y subbase cementada = 1,8
W = peso por m^2 de losa: 2.400 kg/m3 x Espesor
b = distancia a borde libre
σ_e = Tensión de tracción = 3000 kg/cm^2
f_e = Cuantía de hierro (cm^2/m)

Tabla 2 – Separación de barras de unión

Sector	b	W	Espesor de losa	fe	Diámetro de barra	Sección de barra	Sep. máxima	Sep. adoptada
	[m]	[kg/m³]	[m]	[cm²/m]	[mm]	[cm²]	[m]	[m]
Cabeceras	5,625	1032	0,43	3,483	16	2,01	0,58	0,50
Bravo	5,750	984	0,41	3,395	16	2,01	0,59	0,50

EE-2025-25219528-APN-DGPA#ORSNA

6.3.2 Cálculo de la longitud

La longitud mínima de las barras de unión se obtiene a partir de la fuerza de adherencia entre barra y hormigón, mediante la siguiente fórmula:

donde:

$$f_e'.\ \sigma_e = p\ .\ (L/2)\ .\ \sigma_{adm\ adh}$$

p = perímetro de la barra de unión (5,02 cm para ϕ 16),
L = Longitud de la barra de unión,
$\sigma_{adm.adh.}$= Tensión admisible de adherencia (24 kg/cm^2).

En los casos donde la separación adoptada es menor a la máxima calculada, la tensión de tracción σ_t a la que estará sometida cada barra será menor a la tensión admisible σ_e. Por lo tanto, se utilizará la siguiente tensión de tracción:

$$\sigma_t = \sigma_e\ .\ (0{,}50\ m\ /\ 0{,}58\ m) = 2599{,}3\ kg/cm^2$$

$$\sigma_t = \sigma_e\ .\ (0{,}75\ m\ /\ 0{,}95\ m) = 2533{,}4\ kg/cm^2$$

Con dicha tensión de tracción, se calcula la longitud mínima para asegurar la adherencia acero-hormigón.

Los resultados de las longitudes de barras se presentan en la siguiente tabla:

Sección	Sep. máxima	Sep. adoptada	Diámetro de barra	Tensión de tracción	p	Long. Mínima	Long. Adoptada
	[m]	[m]	[mm]	[kg/cm²]	[cm]	[m]	[m]
Cabeceras	0,580	0,50	16	3000	5,02	0,87	0,90
Bravo	0,592	0,50	16	3000	5,02	0,85	0,90

Entonces, las barras de unión estarán configuradas de la siguiente manera:

Sector cabeceras, plataformas de viraje y Bravo

Diámetro: **16 mm**
Longitud: **90 cm**
Separación: **50 cm**

6.4 Diseño de pasadores

Se colocará pasadores en todas las juntas de construcción transversales, y en las tres juntas transversales próximas a una junta de aislación, expansión o borde libre.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

Para su cálculo se considera la Tabla 3.8 de la Advisory Circular 150/5320-6F de la Federal Aviation Administration:

Table 3-8. Dimensions and Spacing of Steel Dowels

Thickness of Slab	Diameter	Length	Spacing
6-7 in (152-178 mm)	¾ in (20 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
7.5-12 in (191-305 mm)	1 in (25 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
12.5-16 in (318-406 mm)	1 ¼ in (30 mm)	20 in (510 mm)	15 in (380 mm)
16.5-20 in (419-508 mm)	1 ½ in (40 mm)	20 in (510 mm)	18 in (460 mm)
20.5-24 in (521-610 mm)	2 in (50 mm)	24 in (610 mm)	18 in (460 mm)

Para un espesor de losa de 41 y 43 cm:

Diámetro: 40 mm
Longitud: 51 cm ⇒ Se adopta una longitud de 50 cm
Separación: 46 cm ⇒ Se adopta una separación de 45 cm

Los detalles de las distintas juntas se presentan en el plano DT-JUN-01, y la disposición de las mismas en el plano JUN-01a02.

Capítulo 7 DETERMINACIÓN DEL PCN

7.1 Metodología de cálculo

La determinación del PCN de las estructuras del proyecto de pavimentos para las áreas de tráfico de aeronaves siguió las recomendaciones descriptas en la metodología sugerida por la FAA, objeto de la AC 150/5335-5C publicada en el año 2014.

Debido a que se trata de estructuras nuevas dimensionadas mediante el software FAARFIELD, se adopta lo indicado en el parágrafo A.3.17 del Apéndice A de AC 150/5335-5C. Dicho parágrafo expresa la diferencia de resultados que se obtendrían, con respecto al software FAARFIELD, al considerar el análisis ACN- PCN mediante el software COMFAA[2] ya que ambos programas utilizan distintos métodos de cálculo.

Por tal motivo, tratándose de estructuras verificadas para el tráfico y vida útil de proyecto mediante FAARFIELD, se debe considerar el PCN como el máximo ACN de las aeronaves del mix según el peso máximo admisible. Para determinar el ACN de las aeronaves con pesos admisibles reducidos respecto al MTOW, se utilizará el COMFAA en el modo de cálculo de ACN.

7.2 Tráfico de aeronaves de diseño

El tráfico de diseño corresponde al determinado en la memoria de evaluación. El período de análisis para el diseño de pavimentos es de 20 años, abarcando las operaciones anuales desde el año 2022 a 2041, ambos inclusive.

A continuación, se muestra el resumen de las operaciones de las aeronaves críticas para el período de diseño, incluyendo el peso de operación de despegue para cada tipo de aeronave:

Tabla 3 - Aeronaves utilizadas para el análisis

Aeronave	Aeronave FAARFIELD	Despegues anuales	MTOW [ton]
Airbus A 330-200	A330-200 std	104	230,900
Boeing 747-400 ER	B747-400ER	52	414,130
Boeing 777-300 ER	B777-300 ER	104	352,441
Boeing 787-8	B 787-8	104	228,384

7.3 Subrasante de los pavimentos

El método de ACN/PCN para pavimentos rígidos considera la estructura de pavimento como una losa de hormigón apoyada sobre una subrasante. Por tal motivo, si la estructura analizada cuenta con una o más capas de subbase, se debe realizar la conversión de dicha estructura en una equivalente representada por la losa de hormigón

[2] El software COMFAA es desarrollado y provisto por la FAA para facilitar el uso del sistema ACN-PCN de la OACI. El programa permite determinar valores de ACN bajo diferentes condiciones.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

sobre una subrasante compuesta o efectiva, la cual suma el efecto de las capas de subbase. El método adopta cuatro niveles de subrasante efectiva:

Figura 9 – Niveles de subrasante según valor de K para cálculo de ACN en pavimentos rígidos

Table 2-1. Standard Subgrade Support Conditions for Rigid Pavement ACN Calculation

Subgrade Strength Category	Subgrade Support k-Value pci (MN/m3)	Represents pci (MN/m3)	Code Designation
High	552.6 (150)	k ≥ 442 (≥120)	A
Medium	294.7 (80)	221<k<442 (60<k<120)	B
Low	147.4 (40)	92<k≤221 (25<k≤60)	C
Ultra Low	73.7 (20)	k≤92 (≤25)	D

Se evalúa la peor sección de pavimento, correspondiente al sector de la ZC4, entre progresivas 2+650 y 2+800 donde se construye un refuerzo asfáltico. La subrasante del pavimento proyectado presenta un valor soporte **CBR ≥ 5%**. Para el pavimento rígido se asume el módulo k de la subrasante según FAARFIELD, para CBR = 5% se obtiene k = 100,5 pci. La estructura cuenta además con un espesor de refuerzo asfáltico de 11cm (como mínimo), una losa de hormigón de 31cm y un relleno de 90 cm.

Utilizando las hojas de soporte para COMFAA se determina el módulo efectivo de subrasante teniendo en cuenta la base y subrasante correspondiente de la estructura. A continuación se muestra la equivalencia para la estructura descripta.

Figura 10 - Estructuras equivalentes de pavimento para cálculo de PCN

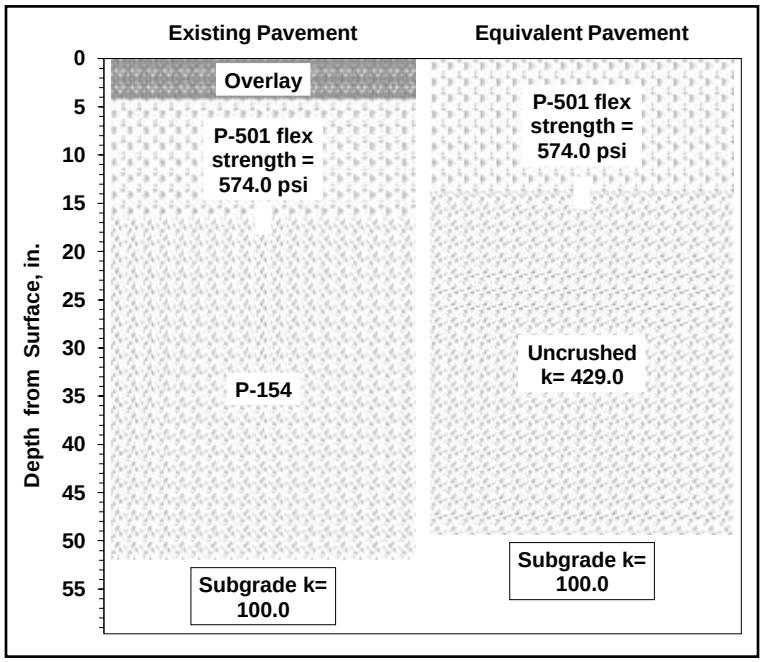


Tabla 4 – Estructura rígida equivalente

Capa	Estructura proyectada		Estructura equivalente	
	Material	**Espesor [cm]**	**Material**	**Espesor [cm]**
1	Asfalto	11,00	Hormigón PCC	35,40
2	Hormigón PCC	31,00	Estabilizado	(k=429,0)
3	Relleno	90,00	Subrasante	(k=100,0)
4	Subrasante existente [CBR = 5%]	(k=100,70)		

La subrasante efectiva obtenida es de 429,0 pci. Por lo tanto, el pavimento de hormigón diseñado presenta una subrasante tipo B.

7.4 Cálculo del ACN

El valor de Pavement Classification Number (PCN) se adopta según lo expresado precedentemente en función de las aeronaves consideradas en el mix de diseño del FAARFIELD para la estructura de pavimento, el máximo ACN del mix de diseño, con sus pesos de operación. Dicho cálculo se realizó para la resistencia de subrasante correspondiente.

Figura 11 - Resultados obtenidos a través de COMFAA

Rigid ACN at Indicated Gross Weight and Strength. Units = English.

No.	Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN at Indicated Code A(552)	B(295)	C(147)	D(74)
1	B787-8	503,500	91.30	228.0	60.6	71.6	84.3	96.0
2	B777-300 ER	777,000	92.44	221.0	66.1	85.7	109.7	131.9
3	B747-400ER	913,000	93.60	230.0	59.1	69.8	81.7	92.5
4	A330-200 opt	515,661	94.76	206.0	54.1	63.2	73.8	86.2

7.5 Resultados PCN

Se detallan a continuación los valores obtenidos para un período de análisis de 20 años:

Tabla 5 - Resultados de PCN por tipo de pavimento proyectado

Tipo de pavimento	PCN
Pavimento de hormigón	86/R/B/W/T

Este valor de PCN es válido para un período de 20 años (2022 – 2041), en tanto se cumplan las previsiones de tráfico aéreo y el destino de uso de cada sector de pavimento.

Capítulo 8 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

De acuerdo con la *RAAC Parte 154* de la ANAC, con el objeto de permitir la operación en condiciones pobres de visibilidad, en conjunto con el señalamiento diurno se proyecta la instalación de un sistema de balizamiento CAT III, el cual deberá contemplar la instalación de una UPS con un banco de baterías con una duración de 20 minutos.

Con respecto a las ayudas visuales indicadoras de uso restringido a instalar en los sectores a intervenir, deberán cumplimentar, en cuanto a características y emplazamiento, las especificaciones descriptas en la RAAC 154 SUBPARTE "G" "Ayudas Visuales Indicadoras de zonas de uso restringido".

8.1 Señalamiento Diurno

El señalamiento diurno de pista y rodajes se proyectó siguiendo las indicaciones de la RAAC Parte 154, particularmente lo indicado en los ítems 154.402 a 154.417.

Todo el señalamiento deberá pintarse de acuerdo a lo indicado en los planos y las especificaciones técnicas del proyecto en cumplimiento con la normativa RAAC.

El nuevo señalamiento en pista cumple con las condiciones normativas necesarias de una pista para aproximación de precisión CATEGORIA III.

La disposición del nuevo señalamiento se encuentran definidas en el plano SD-01a04, asimismo los detalles de dicha señalización se presentan en el plano DT-SD-01.

8.2 Nuevo Sistema de Balizamiento CAT III (aplica solo cañeros y bases)

Se proyecta la nueva instalación de balizamiento para aproximaciones instrumentales de Categoría III en la pista 20 acorde a las especificaciones del Capítulo 5 "Ayudas para la navegación" del Anexo 14 de OACI y la Subparte E "Ayudas visuales para la navegación" RAAC Parte 154 de la ANAC. El sistema deberá incluir además los letreros de información luminosos correspondientes según sección 154.483 y posteriores de la RAAC Parte 154 de la ANAC. Para la pista 02 el sistema de balizamiento será para aproximaciones instrumentales de Categoría I.

El proyecto ejecutivo deberá incluir tanto la obra de instalación de balizas, cañeros, cableados, conexiones eléctricas y de comando, y la programación del software de control del nuevo sistema de balizamiento, para el control a distancia desde la consola de la torre de control.

El sistema de control debe incluir el sistema de monitoreo de la barra de parada tanto del rodaje Bravo como del rodaje Alfa. La instalación de balizas y circuitos considera la independencia de los primeros 90 metros de las luces de eje de rodaje para poder controlar su encendido independiente del resto de las luces de rodaje en conjunto con la operación de la barra de parada. El proveedor del sistema de balizamiento deberá proveer el hardware, software y su configuración para cumplir con lo requerido por la normativa para barra de parada en CAT III.

IF-2025-25125528-APN-GPA#ORSNA

El balizamiento se diseña para cumplir con los requisitos mínimos para aproximación de precisión CAT III. Contará con luces de alta intensidad con cinco niveles de brillo.

El proyecto incluye el balizamiento de pista (borde, eje y zona de toma de contacto), virajes en cabeceras (ejes de viraje y bordes de plataforma de viraje), y balizamiento de las intersecciones de rodaje (eje y borde de rodajes, letreros). Se incluye la renovación de las luces de umbral y fin de pista en la cabecera 02. Los sistemas de umbral y fin de pista en cabecera 20 no están incluidos ya que se encuentran dentro del alcance de la obra del sistema de aproximación en curso.

La alimentación de cada luz del sistema de balizamiento deberá realizarse mediante dos o más circuitos eléctricos independientes y alternados de manera que ante la falla de uno de los circuitos no haya dos balizas consecutivas apagadas para el mismo sistema de luces.

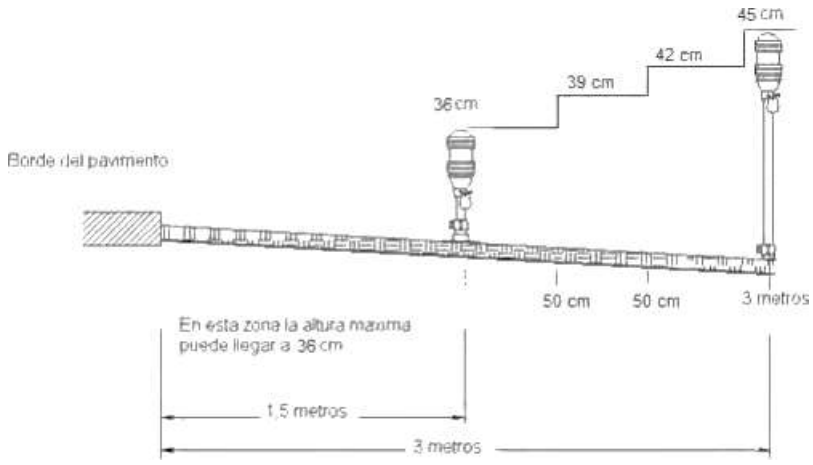
El sistema de balizamiento contará con luminarias tipo LED de alta intensidad con reguladores indicados según cálculo que permitan ajustar la intensidad en 5 niveles diferentes para adecuarse las condiciones de visibilidad.

8.2.1 Tipología de artefactos

8.2.1.1 Luces elevadas

Las luces elevadas de pista y de calle de rodaje serán frangibles. Su altura será lo suficientemente baja para respetar la distancia de guarda de las hélices y barquillas de los motores de las aeronaves de reacción. Dicha altura no debería ser superior a 0,36 m sobre el nivel del terreno.

De acuerdo a la pendiente del terreno próximo al borde del pavimento asociado a una pista o calle de rodaje, y de acuerdo a los requerimientos operacionales, la altura de las balizas puede aumentarse en 3 cm por cada 0,5 m a partir de los 1,5 m desde el borde del pavimento.



8.2.1.2 Luces empotradas

Los dispositivos de las luces empotradas en la superficie de la pista y calle de rodaje estarán diseñados y dispuestos de manera que soporten el paso de las ruedas de una aeronave sin que se produzcan daños a la aeronave ni a las luces.

La temperatura producida por conducción o por radiación en el espacio entre una luz empotrada y el neumático de una aeronave no debería exceder de 160°C durante un período de 10 minutos de exposición.

8.2.2 Distribución de artefactos

8.2.2.1 Luces de borde de pista

Se colocarán luces de borde de pista de acuerdo a lo indicado en el artículo 154.451 de la RAAC Parte 154. Las mismas estarán compuestas por balizas elevadas de alta intensidad de color blanco excepto los últimos 600 metros previos a cada extremo de pista que serán de color amarillo. Las balizas se colocarán a 2,50 metros del borde de pista y espaciadas cada 50 metros para permitir tanto la operación instrumental como la operación visual de aeronaves Clave 1 y 2 (teniendo en cuenta la importancia de las escuelas de vuelo en el aeropuerto). Por otro lado se instalarán dos circuitos intercalados, permitiendo en caso de falla de uno de los circuitos componentes que continúe la operación de la pista para vuelos visuales de Clave 3 o 4, cuyo requerimiento es un espaciado máximo de 100m.

Las balizas que se encuentren emplazadas en una intersección con rodaje o en una plataforma de viraje deberán ser empotradas.

Se utilizarán artefactos empotrados tipo L-850C bidireccionales y artefactos elevados tipo L-862, colores Blanco-Blanco y Blanco-Amarillo, la disposición de los mismos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos de balizamiento y detalles de balizamiento.

La conexión de la baliza con el circuito primario correspondiente se hará con un cable secundario bipolar conectado a un transformador de aislación ubicado en una base tipo L-867 que se encontrará más allá del margen de pista. Por cada artefacto corresponderá un transformador único.

8.2.2.2 Luces de umbral de pista

Se instalarán 18 luces elevadas en el umbral de pista en cabecera 02. Las mismas serán de color verde unidireccionales de alta intensidad con una separación de 2,5 metros entre ellas.

Se utilizarán artefactos elevados tipo L-862, color Verde, la disposición de los mismos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos de balizamiento y detalles de balizamiento.

La baliza se instalará sobre una base tipo L-867 y la conexión al circuito primario correspondiente se hará con un cable secundario bipolar conectado al transformador de aislación ubicado dicha base. Por cada artefacto corresponderá un transformador único.

8.2.2.3 Luces de fin de pista

Se instalarán 8 luces elevadas en el extremo de pista de cabecera 02. Las mismas serán de color rojo unidireccionales de alta intensidad con una separación de seis metros entre ellas.

Se utilizarán artefactos elevados tipo L-862, color Rojo, la disposición de los mismos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos de balizamiento y detalles de balizamiento.

La baliza se instalará sobre una base tipo L-867 y la conexión al circuito primario correspondiente se hará con un cable secundario bipolar conectado al transformador de aislación ubicado dicha base. Por cada artefacto corresponderá un transformador único.

8.2.2.4 Luces de eje de viraje

Las luces de plataforma de viraje deben proporcionar una guía continua para permitir a una aeronave completar un viraje de 180° y alinearse con el eje de la pista. Los artefactos se emplazarán separados a intervalos longitudinales de no más de 15 metros en tramos rectos y 7,5 metros en tramos curvos.

Serán luces fijas unidireccionales de color verde y con las dimensiones del haz de forma que la luz se vea solamente desde los aviones en la plataforma de viraje en la pista o en aproximación a la misma.

Para el viraje previsto en la cabecera norte se dispondrán artefactos de balizamiento en todo el eje del viraje, desde el ingreso a la plataforma hasta la alineación final con el eje de pista. Por otro lado, en la cabecera sur debido a la intersección con el rodaje Alfa no se colocarán balizas en la totalidad de la maniobra, coincidiendo parcialmente con el balizamiento de dicho rodaje en el tramo final de alineación con pista.

8.2.2.5 Luces de borde de viraje

En ambas cabeceras de pista se instalarán luces de borde de calle de rodaje en la plataforma de viraje. Las balizas serán tipo LED omnidireccionales de color azul. El espaciado será de 30 metros, con una densificación en tramos curvos que proporcione una clara indicación de la curva. Las balizas de borde de rodaje se instalarán a 2,5 metros del mismo.

8.2.2.6 Luces de eje de pista

De conformidad con el artículo 154.454 de la RAAC Parte 154 se emplazarán luces a lo largo del eje de la pista. Las balizas se instalarán desplazadas uniformemente al mismo lado del eje de la pista a una distancia máxima de 60 cm. Las luces se emplazarán desde el umbral hasta el extremo, con un espaciado longitudinal aproximado de 15 m.

Las luces de eje de pista serán luces fijas de color blanco variable desde el umbral hasta el punto situado a 900 m del extremo de pista; luces alternadas de colores rojo y blanco variable desde 900 m hasta 300 m del extremo de pista, y de color rojo desde 300 m hasta el extremo de pista.

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

8.2.2.7 Luces de zona de toma de contacto

Se instalarán luces de zona de toma de contacto en la pista para permitir la operación en CAT III. Las luces de zona de toma de contacto se extenderán desde el umbral hasta una distancia longitudinal de 900 m. La instalación estará dispuesta en forma de pares de barretas simétricamente colocadas respecto al eje de la pista. Los elementos luminosos de un par de barretas más próximos al eje de pista tendrán un espaciado lateral igual al del espaciado lateral de la señal de la zona de toma de contacto (22,5 metros).

Una barreta estará formada por tres luces con un espaciado entre las mismas de 1,5 m.

Las luces de zona de toma de contacto serán luces fijas unidireccionales de color blanco variable.

8.2.2.8 Luces de eje de calle de rodaje

Para la operación de precisión CAT III se instalarán luces de eje de calle de rodaje en las salidas de pista. Los artefactos se emplazarán separados a intervalos longitudinales de no más de 15 metros en tramos rectos y 7,5 metros en tramos curvos.

Las luces serán fijas y su configuración será la establecida en la RAAC 154, ítem 154.458 "Luces de eje de calle de rodaje". Dichas luces serán alternativamente de color verde y amarillo desde su comienzo cerca del eje de la pista hasta su respectivo punto de espera.

Sobre la pista las luces comenzarán en un tramo recto de 60 metros antes del comienzo de la curva (en concurrencia con los 60 metros rectos de la señalización pintada correspondiente).

8.2.2.9 Luces de borde de calle de rodaje

Se instalarán las nuevas luces de borde de rodaje tipo LED en las intersecciones con la calle de rodaje Bravo y Alfa. Las balizas serán omnidireccionales de color azul. El espaciado será de 60 metros, con una densificación en tramos curvos que proporcione una clara indicación de la curva. Las balizas de borde de rodaje se instalarán a 2,5 metros del mismo.

8.2.2.10 Letreros

Se incluyen los letreros informativos de rodajes Alfa y Bravo en las salidas de pista correspondientes. Los mismos se instalarán previo a cada salida conectados al circuito de borde de rodaje correspondiente.

8.2.3 Sistemas PAPI

Se instalará un sistema PAPI en cada pista, de acuerdo con la RAAC Parte 154 sección 154.444 Sistema visual indicador de pendiente de aproximación. El sistema deberá ser proyectado en función a las indicaciones de la autoridad aeronáutica respecto a la pendiente de aproximación y teniendo en cuenta los obstáculos existentes en la aproximación. Por otra parte se deberá realizar el reglaje de elevación de los elementos luminosos en función a la cota del punto de visada en la pista. En la cabecera 02 se instalará solamente un PAPI con 4 elementos, mientras que en la cabecera 20 teniendo

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

en cuenta la operación CAT III se instalarán dos sistemas PAPI en barra de ala con 4 elementos cada uno.

8.2.4 Indicadores de la dirección del viento

Se instalarán tres dispositivos indicadores de la dirección del viento, uno en cada cabecera de pista y otro frente a la plataforma de estacionamiento comercial. Los dispositivos tendrán iluminación propia, acorde a las especificaciones de la sección 154.401 (a) de RAAC Parte 154 de la ANAC.

8.2.5 Descripción de tendido eléctrico

8.2.5.1 Circuitos primarios

Se realizará la implantación de todos los circuitos eléctricos necesarios para la alimentación de los artefactos de balizamiento a colocar. Los circuitos a emplazar comprenden un total de 16 sistemas independientes, de los cuales cinco se anexarán a circuitos existentes dado que los mismos son simplemente una extensión de los sistemas que se detallan a continuación:

- **BR01:** Borde de rodaje Bravo.
- **ER01:** Eje de rodaje Bravo**.**
- **ER02** Eje de rodaje Bravo.
- **ER03:** Eje de rodaje Alfa.
- **ER04:** Eje de rodaje Alfa.

Estos circuitos que se empalmen con los existentes lo harán a través de las bases metálicas o cámaras existentes en los puntos E, G y H (Figura 12), según corresponda.

Los restantes once serán circuitos nuevos, cuyo tendido eléctrico deberá ejecutarse hasta la fuente de alimentación:

- **EP01:** Eje de pista.
- **EP02:** Eje de pista.
- **BP01:** Borde de pista.
- **BP02:** Borde de pista.
- **TDZ01:** Zona de toma de contacto.
- **TDZ02:** Zona de toma de contacto.
- **PAPI02:** PAPI de cabecera 02.
- **PAPI20I:** PAPI izquierdo de cabecera 20.
- **PAPI20D:** PAPI derecho de cabecera 20.
- **UP01:** Umbral y extremo de pista en cabecera 02.
- **UP02:** Umbral y extremo de pista en cabecera 02.

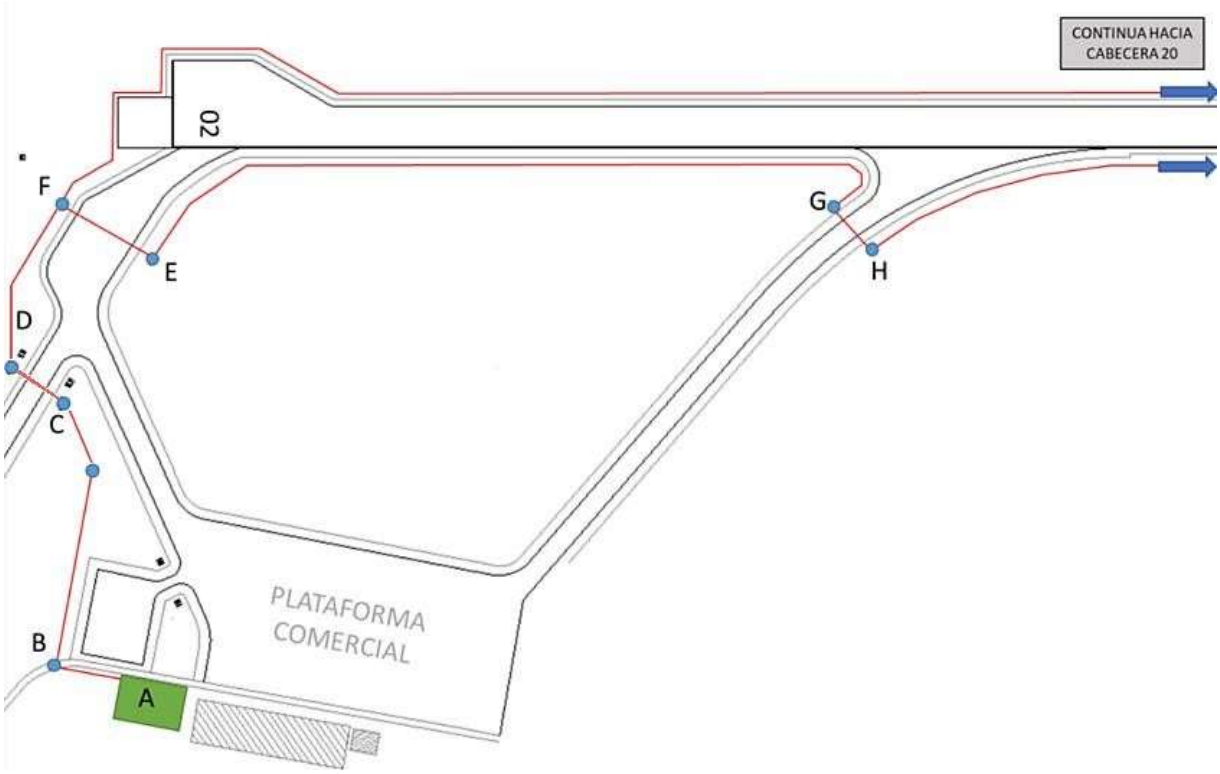
Para estos circuitos se realizará el tendido eléctrico partiendo del punto A (Figura 12), donde se encuentra el sector de mantenimiento y la fuente de alimentación eléctrica del

IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

aeropuerto, a través de la ejecución de zanjeos y la utilización de cañeros existentes que se encuentren sin uso.

Entre los puntos A y C se encuentra disponible una canalización con cuatro cañero libres para su utilización (Figura 13), sin embargo, debido a que es necesaria la colocación de 11 circuitos se deberá ampliar la sección de este zanjeo para permitir la colocación de nuevos cañeros según lo indicado en el plano de detalle BAL-DT-02, se colocará adicionalmente un cañero que no dispondrá de utilización y funcionará como reserva.

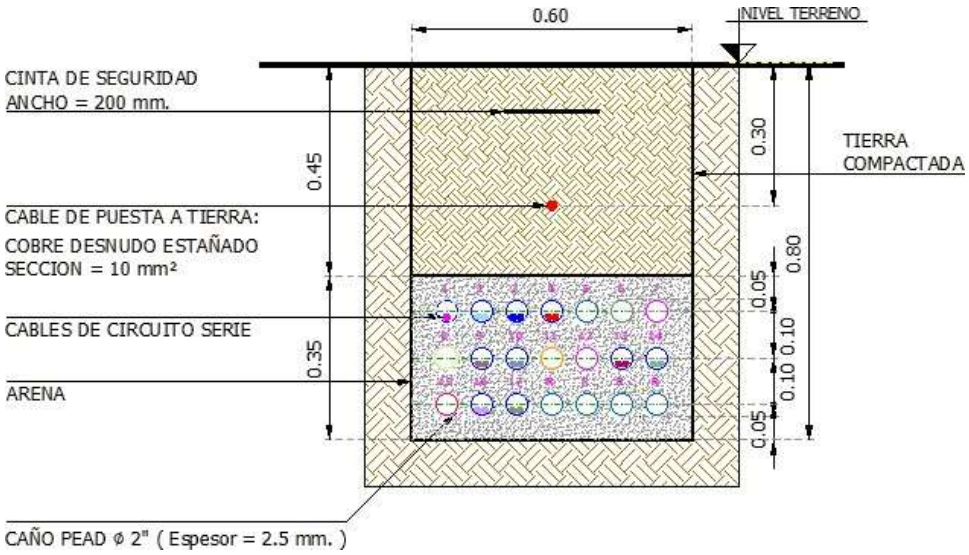
Figura 12 - Tendido eléctrico para balizamiento



En el cruce bajo el rodaje Echo entre los puntos C y D existe una canalización la cual según los antecedentes cuenta con una cantidad suficiente de cañeros en reserva. Se deberá verificar la disponibilidad de dichos cañeros para realizar el cruce, en caso de no existir es necesaria la ejecución de un cruce con tunelera para realizar el pase y la conexión entre las cámaras existentes en los puntos C y D.

Desde D hasta E se emplaza una canalización en la cual no se encuentran caños disponibles para el tendido de los circuitos requeridos, por tal motivo y debido a la cantidad de caños requerida no se ampliará el zanjeo existente. En su lugar se realizará una nueva instalación paralela a esta con su propio circuito de puesta a tierra.

Figura 13 - Canalización existente entre sala de reguladores y rodaje Echo



Para lograr la unión entre los puntos E y F se deberá ejecutar un cruce con tunelera para permitir la colocación de los caños necesarios para los circuitos de borde de pista, zona de toma de contacto, eje de pista y PAPI.

Entre los puntos G y H se realizará el cruce de los circuitos bajo el rodaje Bravo a través del cañero disponible existente cercano a la zona de la señal de punto de espera de pista de dicho rodaje.

El resto es tendido en el perímetro de la pista se realizará a través de zanjeos según lo indicado en los planos de detalle y en las especificaciones técnicas.

En toda la ejecución del tendido no deberán existir tramos de cableado entre dos cámaras consecutivas cuya longitud supere los 100m.

8.2.5.2 Circuitos secundarios

La conexión a circuitos secundarios se realizará a través de transformadores de aislación capaz de suministrar la potencia necesaria para alimentar los artefactos dependientes del mismo. Los transformadores estarán ubicados en bases tipo L-867. El cableado del circuito se realizará con conductores tipo AWG-12. Desde la base hasta el artefacto el cable circulará a través de un tubo de PEAD de 50mm, el mismo también será utilizado por el circuito de puesta a tierra.

Para realizar las acometidas a los artefactos el tendido de la cañería se ejecutará de acuerdo a cada sector en particular.

Para las balizas elevadas de borde de rodaje y borde de pista se realizará la demolición de la estructura del pavimento de margen hasta la profundidad necesaria para la colocación del conducto de PEAD que se instalará entre la base metálica y la baliza elevada.

Cuando el artefacto se encuentre en el sector de reconstrucción del pavimento de hormigón la instalación se realizará posterior a la demolición del mismo y previo a la colocación de la base cementada.

Cuando el artefacto se encuentre en el sector de refuerzo con asfalto del pavimento de hormigón existente la instalación se realizará previo al refuerzo. Se realizará la acometida a estos artefactos por medio de un ranurado sobre el pavimento existente como se indica en los planos de detalle. Entre el recipiente metálico y el borde de pavimento existente se utilizará la misma canalización de PEAD para el secundario tal como en el resto de los sistemas.

8.2.5.3 Alimentación y reguladores de corriente

Tal como se comentó previamente, cinco de los circuitos son prolongaciones de los existentes y se deberán conectar a los circuitos primarios que correspondan. En dicho caso se deberá verificar la existencia de capacidad de alimentación en los reguladores de corriente constante que correspondan.

Para los once circuitos nuevos se instalarán reguladores de corriente continua (RCC) que alimenten uno a cada circuito:

- dos RCC de 15 kVA para los circuitos de eje de pista;
- dos RCC de 7,5 kVA para los circuitos de borde de pista;
- dos RCC de 7,5 kVA para los circuitos de zona de toma de contacto;
- tres RCC de 4 kVA para los circuitos de PAPI; y
- dos RCC de 2,5 kVA para los circuitos de umbral y extremo de pista en cabecera 02.

La capacidad de los reguladores se adoptó teniendo en cuenta un margen de seguridad para poder soportar picos de tensión debido a problemas en el circuito alimentado, así como también contar con flexibilidad frente a posibles aumentos de demanda por ampliación de los sistemas.

Los cinco circuitos de rodaje que se prolongarán deberán ser verificados por el contratista para corroborar que los RCC existentes cuentan con capacidad suficiente.

En el Anexo II VERIFICACIÓN CIRCUITOS DE BALIZAMIENTO se incluye el cálculo de consumo y pérdidas de cada circuito principal. A su vez se incluye el dimensionamiento de los transformadores de aislación para cada circuito secundario, en función al tipo y cantidad de balizas.

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número: IF-2025-25215528-APN-GPA#ORSNA

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Martes 11 de Marzo de 2025

Referencia: MEMORIA DE ING.

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 40 pagina/s.

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.03.11 15:13:05 -03:00

Ramón Vallejos
Inspector administrativo
Gerencia de Planificación Aeroportuaria
Organismo Regulador del Sistema Nacional de Aeropuertos

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.03.11 15:13:06 -03:00