

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD
DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO”**

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniera Civil

PRESENTADO POR:
MARÍA TERESA LUZMILA ESPINOZA SEGURA

ASESOR: Dr. Ing. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
CO ASESOR: MBA. Ing. RICARDO JESUS MARIÑO URIBE

Huaraz- Perú

2022





**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	290

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 285

En la ciudad de Huaraz, al (a los) 17 día (s) del mes de FEBRERO del DOS MIL VEINTITRES, siendo las 10:00 horas, se reunieron el Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ
 PRIMER MIEMBRO : Dr. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE
 SEGUNDO MIEMBRO : Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

MARÍA TERESA LUZMILA ESPINOZA SEGURA

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

"ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO".

desarrollada bajo el asesoramiento de:

ASESOR : Dr. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
 CO - ASESOR : -----

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

Aprobado con distinción

Siendo las 11:05 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

J. S. R.
 PRESIDENTE
 Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ

R. M. R.
 PRIMER MIEMBRO
 Dr. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

O. F. A. V.
 SEGUNDO MIEMBRO
 Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

E. M. V.
 ASESOR
 Dr. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

CO - ASESOR

M. T. E. S.
 SUSTENTANTE
 MARÍA TERESA LUZMILA ESPINOZA SEGURA

NOMBRE DEL TRABAJO

27.04.2023.BORRADOR_TESIS_MTTLES.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

18047 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

114 Pages

FECHA DE ENTREGA

May 2, 2023 6:02 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

99740 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.3MB

FECHA DEL INFORME

May 2, 2023 6:03 PM GMT-5**● 20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgencita de la Asunción por haberme brindado la salud y perseverancia para poder cumplir mis objetivos.

A mis padres, Luzmila y Curín, por su apoyo y amor incondicional.

A María del Carmen y Flor de María, mis adoradas hermanas, a mis cuñados Carlos y José, por todo el cariño y apoyo de siempre.

A mis sobrinos Daniela, Álvaro y Mateo por toda la alegría que le dan a mis días.

A mi papito Eloy que desde el cielo me cuida.



AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Civil, su plana docente y administrativa, quienes contribuyeron en mi formación académica y personal durante los años cursados en esta prestigiosa facultad.

A mis padres, hermanas, cuñados, sobrinos y José Murillo por brindarme siempre su tiempo y cariño.

A Brandon Camilo, por todo su apoyo antes y durante el desarrollo de esta investigación.

Quiero expresar mi agradecimiento especial a mis asesores, Ing. Elio Milla Vergara y al Ing. Ricardo Mariño Uribe, quienes me han guiado y asesorado hasta concluir la presente tesis.

Al Ing. Carlos Tarazona Corzo y a la Ing. Yagany Archiñego Mochcco, por su buena disposición y valiosos aportes de conocimiento.

A la Dirección General de Aeronáutica Civil, por brindarme la información necesaria para el desarrollo adecuado del presente trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.1. Situación de la Problemática	1
1.1.2. Formulación del Problema.....	3
1.1.3. Justificación de la Investigación	4
1.2. Objetivos de la Investigación	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Hipótesis y Variables.....	5
1.3.1. Hipótesis.....	5



1.3.2.	Variables	6
1.3.3.	Operacionalización de Variables	6
1.4.	Metodología de Investigación.....	7
1.4.1.	Enfoque de la Investigación	7
1.4.2.	Nivel de la Investigación	7
1.4.3.	Tipo de la Investigación	7
1.4.4.	Diseño de la Investigación	7
1.4.5.	Población y Muestra	8
CAPÍTULO II	9
2.	MARCO TEÓRICO	9
2.1.	Pavimentos	9
2.1.1.	Definición	9
2.1.2.	Tipos de Pavimentos	10
2.1.3.	Materiales Usados en las Capas de Pavimentos	19
2.2.	Características Físicas de los Pavimentos de un Aeropuertos	20
2.2.1.	Pista de aterrizaje	22
2.2.2.	Calles de Rodaje	26
2.2.3.	Plataformas.....	28
2.3.	Diseño de pavimentos.....	29



2.3.1.	Vida de diseño del pavimento	29
2.3.2.	Diseño de pavimento utilizando FAARFIELD	30
2.3.3.	Factores a considerar en el diseño de pavimentos	35
2.4.	Diseño de los márgenes	38
CAPÍTULO III.....		40
3.	PLAN MAESTRO DE DESARROLLO DEL AEROPUERTO DE ANTA-HUARAZ	40
3.1.	Objetivo	40
3.2.	Inventario.....	41
3.3.	Pronóstico de demanda.....	41
3.3.1.	Información Histórica del Aeropuerto	41
3.3.2.	Proyección de Pasajeros	44
3.4.	Análisis de la Demanda/Capacidad y Requerimientos de Facilidades	46
3.4.1.	Pista de Aterrizaje.....	46
3.4.2.	Calles de Rodaje	47
3.4.3.	Plataforma de Estacionamiento	47
3.5.	Plan de Configuración del Aeropuerto y Plan de área del terminal	48
3.5.1.	Fases de Desarrollo.....	48
3.5.2.	Configuración Final.....	49
3.6.	Plan de Acceso Aeroportuario	50



3.6.1. Red de acceso vial Existente	50
CAPÍTULO IV.....	52
4. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI	52
4.1. Ubicación	52
4.2. Datos Generales	54
4.3. Meteorología.....	55
4.3.1. Temperatura de referencia del aeródromo	56
4.3.2. Precipitación	56
4.4. Estudio de Suelos.....	56
4.4.1. Trabajos de campo	57
4.5. Mix de Aeronaves	63
CAPÍTULO V	66
5. DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DEL ÁREA DE MOVIMIENTO	66
5.1. Vida de diseño del pavimento	66
5.2. Tipos de pavimentos en el área de movimiento	67
5.3. Parámetros de diseños.....	67
5.3.1. Del estudio de suelos.....	68
5.3.2. Mix de aeronaves	69

5.4.	Diseño de pavimento flexible utilizando el programa FAARFIELD.....	70
5.4.1.	Materiales	70
5.4.2.	Registro de tráfico aéreo en FAARFIELD	71
5.4.3.	Cálculo de espesores de las capas de la pista de aterrizaje y calles de rodaje	74
5.4.4.	Cálculo de espesores de las capas de los márgenes.....	76
5.5.	Diseño de pavimento rígido utilizando el programa FAARFIELD.....	78
5.5.1.	Materiales	78
5.5.2.	Registro de tráfico aéreo en FAARFIELD	79
5.5.3.	Cálculo de espesores de las capas de la Plataforma de Aviación General	79
5.5.4.	Dimensionamiento de las losas de concreto	81
5.5.5.	Diseño de pasadores o dowels.....	82
CAPÍTULO VI		83
6.	ANÁLISIS ECONÓMICO	83
6.1.	Metrados.....	84
6.2.	Análisis de precios unitarios	86
6.3.	Presupuesto	86
CONCLUSIONES		89
RECOMENDACIONES.....		91

BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS.....	94



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables	6
Tabla 2 Tipos de juntas de pavimento.....	15
Tabla 3 Dimensiones y separaciones de dowels de acero.....	18
Tabla 4 Dimensiones y espaciamiento de juntas para bases no estabilizadas.	19
Tabla 5 Dimensiones y espaciamiento de juntas para pavimentos con bases estabilizadas.....	19
Tabla 6 Especificaciones Típicas de Pavimento FAA para Capas de Pavimento.	20
Tabla 7 Clave de referencia de aeródromo	21
Tabla 8 Características del Aeródromo.....	41
Tabla 9 Operaciones comerciales de LC Perú, 2010–2015.	42
Tabla 10 Carga: Llegadas, Salidas y Total, 2010–2016 (Toneladas)	42
Tabla 11 Histórico de Operaciones Aéreas, 2010–2015 (Número de operaciones).....	43
Tabla 12 Participación del Mercado de Operaciones Comerciales Regulares, 2010–2015 (Número de operaciones).	43
Tabla 13 Proyección de pasajeros, 2018–2036.	44
Tabla 14 Características de las Operaciones Comerciales, 2012–2036.	45
Tabla 15 Longitud de pista requerida para aeronaves (en metros).	46
Tabla 16 Datos Generales del Aeropuerto de Anta	54
Tabla 17 Espesores promedio de la Estructura de los Pavimentos en Pista de Aterrizaje, Calles y Plataformas.	55

Tabla 18 Porcentaje operaciones por tipo de aeronaves, 2010–2015.....	63
Tabla 19 Pasajeros anuales por aeronave.....	65
Tabla 20 Salidas anuales por aeronave.....	65
Tabla 21 Tipos de pavimento para cada una de las componentes del Área de Movimiento del ATA.....	67
Tabla 22 Resumen de resultados de CBR con valores mínimos en la pista de vuelo, calle de rodaje y plataforma.	68
Tabla 23 Resumen del CBR de diseño en el área de movimiento.	69
Tabla 24 Mix de aeronaves a introducir en el programa FAARFIELD.	70
Tabla 25 Configuración del tren de aterrizaje del mix de aeronaves	73
Tabla 26 Tren de aterrizaje de cada aeronave	73
Tabla 27 Espesores de pavimento flexible – Pista de Aterrizaje y Calles de Rodaje	75
Tabla 28 Espesor del pavimento flexible – Márgenes	78
Tabla 29 Espesores del pavimento rígido – Plataforma de Aviación General.....	80
Tabla 30 Espaciado máximo recomendado entre juntas – Pavimento Rígido	81
Tabla 31 Dimensiones y separaciones de pasadores de acero.....	82
Tabla 32 Espesores diseñados del Pavimento Flexible y Rígido.....	83
Tabla 33 Resumen de Metrados	85
Tabla 34 Presupuesto de la estructura propuesta	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sección típica de pavimento flexible.....	11
Figura 2 Sección típica de pavimento rígido	13
Figura 3 Área de movimiento	21
Figura 4 Pista de aterrizaje.....	22
Figura 5 Franja de pista	23
Figura 6 Margen de pista	24
Figura 7 Zona de parada	24
Figura 8 Zonas libres de obstáculos	25
Figura 9 Áreas de Seguridad de extremo de pista	26
Figura 10 Calle de rodaje en la plataforma.....	27
Figura 11 Calle rápida de salida	28
Figura 12 Diferencia entre mix de aeronaves y aeronave de diseño	31
Figura 13 Descripción del programa FAARFIELD.....	32
Figura 14 Los pasos básicos de diseño de FAARFIELD.....	33
Figura 15 Espesores Mínimos de Capa para Estructuras de Pavimento Rígido	34
Figura 16 Espesores Mínimos de Capa para Estructuras de Pavimento Flexibles	35
Figura 17 Espesor mínimo de la capa del pavimento de márgenes.....	39
Figura 18 Detalle de las etapas de desarrollo del PIP.....	49
Figura 19 Mapa vial del Departamento de Ancash.....	51
Figura 20 Ubicación del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani.....	53

Figura 21 Ubicación del Aeropuerto en vista satelital	53
Figura 22 Calicatas en pista, calle de rodaje Alfa y plataforma de estacionamiento – EFE 2013.	58
Figura 23 Calicata en la calle de rodaje – EFE 2015.....	58
Figura 24 Ubicación de calicatas	59
Figura 25 Ensayos de laboratorio estándares de capas granulares y suelo de fundación– EFE 2013.....	60
Figura 26 Resultados de ensayos de laboratorio – EFE 2015.....	62
Figura 27 Clasificación SUCS – Subrasante	62
Figura 28 Mix de aeronaves (Pavimento flexible).....	72
Figura 29 Diseño de pavimento Flexible	75
Figura 30 Factor de daño acumulativo del mix de aeronaves	76
Figura 31 Diseño de pavimento Flexible –Márgenes.....	77
Figura 32 Mix de aeronaves (Pavimento rígido).....	79
Figura 33 Diseño del pavimento Rígido.....	80
Figura 34 Factor de daño acumulativo del mix de aeronaves	81

RESUMEN

Huaraz cuenta con una infraestructura aeroportuaria a través del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, la longitud de su pista de 3050m de largo y 30m de ancho, no hacen posible el aterrizaje de aviones AIRBUS A320, que son las aeronaves más empleadas para vuelos domésticos nacionales en nuestro país.

Desde el 23 de noviembre de 2018, el aeropuerto de Anta no se encuentra en actividad ya que, la única aerolínea que operaba era LC Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones decidió suspender sus operaciones de dicha empresa debido a que su póliza de seguros de aviación fue suspendida en la fecha antes mencionada.

Ante los hechos suscitados por el COVID19 a nivel mundial, los protocolos de movilización de personal, tanto para las mineras como para las construcciones y demás sectores, han sufrido un cambio sustancial lo que genera nuevas alternativas para la conectividad entre las ciudades.

Es por esta razón que la presente tesis desarrollará el diseño del pavimento del área de movimiento (pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de aviación general) para recibir aeronaves de mayor capacidad y de esta manera puedan operar otras aerolíneas.

Para la investigación se empleará la metodología propuesta por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), utilizando también las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP).

Se realizará dos tipos de diseño, la pista de aterrizaje y calles de rodaje con pavimento flexible ya que deben resistir esfuerzos dinámicos, mientras que la plataforma de aviación general con pavimento rígido puesto que, debe resistir esfuerzos estáticos; según la circular AC 150/5320-6G.

Finalmente, se realizará un análisis económico de las alternativas de diseño planteadas en la presente investigación.

Palabras clave: Aeropuerto, Anta, pavimentos, área de movimiento y FAARFIELD.

ABSTRACT

Huaraz has an airport infrastructure through the Commander FAP Germán Arias Graziani Airport, the length of its runway of 3050m long and 30m wide, does not make it possible to land AIRBUS A320 aircraft, which are the most used aircraft for national domestic flights in our country.

Since November 23, 2018, the Anta airport has not been in operation since the only airline that operated was LC Peru, The Ministry of Transport and Communications decided to suspend the operations of said company because its aviation insurance policy was suspended on the aforementioned date.

Given the events caused by COVID-19 worldwide, the protocols for the mobilization of personnel, both for mining companies and for construction and other sectors, have undergone a substantial change, which generates new alternatives for connectivity between cities.

It is for this situation that this thesis will develop the design of the pavement of the movement area (runway, taxiways and general aviation apron) to receive larger capacity aircraft and in this way other airlines can operate.

For the investigation, the methodology proposed by the Federal Aviation Administration of the United States (FAA) will be used, also using the recommendations of the International Civil Aviation Organization (ICAO) and the Aeronautical Regulations of Peru (RAP).

Two types of design will be carried out, the landing strip and taxiways with flexible pavement since they must resist dynamic efforts, while the general aviation platform with rigid pavement, since it must resist static efforts; according to circular AC 150/5320-6G.

Finally, an economic analysis of the design alternatives proposed in the present investigation will be carried out.

Keywords: Airport, Anta, pavements, movement area and FAARFIELD.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se realizará el diseño del pavimento del área de movimiento (pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de aviación general) del Aeropuerto comandante FAP Germán Arias Graziani, por lo tanto, en el capítulo I se describe el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis y metodología de la investigación.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico con los conceptos que componen el área de movimiento y los conocimientos importantes para conocer el diseño de pavimentos aeroportuarios; en este capítulo se detalla el proceso del diseño de pavimentos rígidos y flexibles mediante el software llamado FAARFIELD y los factores a considerar para determinar dicho diseño.

En el capítulo III, se plasma el plan maestro de desarrollo (PMD) del Aeropuerto de Anta realizado por Aeropuertos del Perú (AdP) en el 2019, detallando el objetivo, la situación actual del aeropuerto, el pronóstico de la demanda, requerimientos de facilidades, plan de configuración del aeropuerto y el plan de acceso aeroportuario.

En el capítulo IV, se da a conocer la información técnica del aeropuerto de Anta, la ubicación, datos generales del aeropuerto, pista de aterrizaje, calles de rodaje, plataforma y cerco perimétrico, datos meteorológicos, estudio de suelos y el mix de aeronaves.

En el capítulo V, se desarrolla el diseño de los pavimentos mediante el uso del software FAARFIELD de la Federal Aviation Administration (FAA), tanto para el pavimento rígido y flexible.

Finalmente, en el capítulo VI se realiza el análisis económico de la propuesta del diseño de pavimento planteada.

Los criterios técnicos formulados en la presente tesis, para el diseño del pavimento rígido y flexible permiten obtener una estructura segura que soportara las cargas de las aeronaves por un tiempo de vida de 20 años, siempre que se realicen mantenimientos periódicos



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Planteamiento del Problema

1.1.1. Situación de la Problemática

De acuerdo a las cifras proporcionadas por la Dirección General de aeronáutica Civil, durante el año 2015, el Aeropuerto de Anta transportó 13 815 pasajeros y registró 609 operaciones de aeronaves. No obstante, esta cifra para el 2016 y 2017 mostraron una reducción de 48.15% y 51.26%, respectivamente.

La conectividad aérea hacia el Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani contaba con limitados vuelos aéreos ya que solo se daban dos veces por semana; esto conllevaba a que los pasajes tengan un precio alto.

El aeropuerto de anta posee un pavimento en la pista de aterrizaje de un PCN 21/F/C/Y/T (ACN máximo aceptado/Pavimento flexible/ resistencia baja/ presión admisible baja/método análisis técnico) , la calle de rodaje tiene un PCN 21/F/C/X/T (ACN máximo aceptado/Pavimento flexible/ resistencia baja/ presión admisible media/método análisis técnico) y la plataforma tiene un PCN 22/F/D/Y/T (ACN máximo aceptado/Pavimento flexible/ resistencia muy baja/ presión admisible baja/método análisis técnico), estas características generan un inconveniente en el Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani puesto que tiene limitadas condiciones de operatividad del área de movimiento (pista de aterrizaje, calle de rodaje y plataforma), ya que solo atiende aviones ligeros, por ello la necesidad de una mayor resistencia del pavimento para utilizarlo sin restricciones es fundamental para de esta manera recibir aviones de mayor capacidad y con una mayor frecuencia, generando de esta manera la oferta.

En la actualidad el aeropuerto de Anta no está en actividad ya que la única empresa aérea que operaba era LC Perú, dicha empresa suspendió sus operaciones por orden del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, debido a que su póliza de seguros de aviación fue suspendida el 23 de noviembre del 2018.

1.1.2. *Formulación del Problema*

Por los problemas explicados anteriormente, se formula la siguiente interrogante:

Problema General

- ¿Qué alternativa de estructura del pavimento es el más adecuado para incrementar la capacidad de tráfico en el área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, distrito de Anta, provincia de Carhuaz - 2020?

Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los parámetros de Diseño de la estructura de pavimentos del área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, según los requerimientos de la metodología FAA?
- ¿Cuál será el diseño de las alternativas con pavimento flexible y pavimento rígido de la estructura del pavimento del área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, según la metodología de la FAA?
- ¿Cuál de las alternativas propuestas de la estructura del pavimento del área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani es la mejor, desde el punto de vista técnico y económico para incrementar su capacidad de tráfico?

1.1.3. Justificación de la Investigación

En la actualidad la aviación internacional viene evidenciando un crecimiento exponencial en las operaciones y contribuye de forma decisiva al desarrollo , social y turístico de nuestro país es por ello que el estado peruano viene impulsando las concesiones de aeropuertos, mejoramientos de aeropuertos y construcción de aeropuertos.

El Callejón de Huaylas, la cual es punto de parada obligatorio para los numerosos visitantes nacionales y extranjeros quienes llegan a conocer los atractivos turísticos de la región como son: los Nevados Huascarán, el Alpamayo, el Campo Santo de Yungay, las Lagunas de Parón, Llanganuco, los Baños Termales de Chancos, las Ruinas de Chavín y el Nevado Pastoruri etc., entre muchos otros maravillosos lugares.

Cabe resaltar que, un nuevo diseño del pavimento de un Aeropuerto ayuda a la solución de la problemática recurrente de las Carreteras, particularmente en épocas de lluvias, cuando se cierra estas vías por la ocurrencia de desastres naturales; aumentando los volúmenes del tráfico de pasajeros y carga, y permitiendo el acceso de aviones de mayor capacidad que podrán operar en el aeropuerto comandante FAP Germán Arias Graziani para de esta manera los pasajes de avión tengan un bajo costo.

Ante los hechos suscitados por el COVID19 a nivel mundial, los protocolos de movilización de personal, tanto para las mineras como para las construcciones

y demás sectores, han sufrido un cambio sustancial lo que genera nuevas alternativas para la conectividad entre las ciudades.

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. *Objetivo General*

Determinar la alternativa más adecuada de la estructura de los pavimentos en el área de movimiento (pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma) para el incremento de la capacidad de tráfico en el Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar los parámetros de Diseño de la estructura de pavimentos en el área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, según los requerimientos de la metodología FAA.
- Diseñar la estructura de las alternativas con pavimento flexible y pavimento rígido del área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, según la metodología de la Administración Federal de Aviación (FAA).
- Realizar el análisis técnico económico de la mejor alternativa de diseño de pavimento en el área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani.

1.3. Hipótesis y Variables

1.3.1. *Hipótesis*

La mejor alternativa de estructura de pavimento, para incrementar la capacidad del tráfico en el Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani,

del distrito de Anta, provincia de Carhuaz -2020, es el pavimento flexible considerando el aspecto técnico y económico.

1.3.2. Variables

- Variable independiente
Alternativas de estructuras de pavimento.
- Variable dependiente
Incremento de la capacidad de tráfico.

1.3.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1
Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Alternativas de estructuras de pavimento	Se refiere a alternativas y componentes en el diseño de la estructura de pavimento para que tenga una mayor vida útil y presten un mejor nivel de servicio.	Pavimento flexible Pavimento Rígido	- Estructura del pavimento flexible - Estructura del pavimento rígido - Evaluación técnica - Evaluación Económica
Incremento de la capacidad de tráfico	Es el incremento de la capacidad de recepcionar mayor volumen de tránsito aéreo y mayor capacidad de las aeronaves.	Número de operaciones Cantidad de pasajeros por operaciones Capacidad de las aeronaves	- Geometría del tren de aterrizaje - Magnitud de cargas - Número de operaciones anuales - Volumen de tránsito de diseño

1.4. Metodología de Investigación

1.4.1. Enfoque de la Investigación

Por el enfoque se trata de una investigación cuantitativa, pues las variables se cuantifican, a través de la investigación bibliográfica y aplicada en el proceso de diseño.

1.4.2. Nivel de la Investigación

Por el nivel de investigación es descriptiva, porque permite ordenar el resultado de las observaciones, las características y otras variables de fenómenos y hechos.

1.4.3. Tipo de la Investigación

Por el tipo de investigación según su orientación es aplicada, ya que su usará la metodología de la Administración Federal de Aviación (FAA) para el diseño de pavimentos.

1.4.4. Diseño de la Investigación

Según el diseño la presente investigación es no experimental, porque no existe manipulación de las variables.

También es transversal porque se obtendrán datos en un momento determinado, en el que se describirán las variables y se analizará su relación en ese momento.

1.4.5. Población y Muestra

1.4.5.1. Población.

Área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani.

1.4.5.2. Muestra.

Dado a que el estudio es una zona puntual, la muestra es la misma que la población, por tanto, la muestra es el Área de movimiento del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Pavimentos

2.1.1. *Definición*

La estructura del pavimento de un aeropuerto es una ingeniería compleja. El diseño del pavimento involucra la relación de cuatro componentes trascendentales: la subrasante (suelo natural), los materiales de pavimentación (capa superficial, base y subbase), las características de las cargas aplicadas y el clima.

Los pavimentos de los aeropuertos están diseñados y construidos para proveer el soporte requerido de las cargas aplicadas por los aviones y para

producir una superficie firme, estable, lisa, antideslizante, para todo el año, libre de escombros u otras partículas. Para cumplir con estos requisitos, la calidad y el espesor del pavimento no deben fallar bajo las cargas impuestas. El pavimento también debe poseer suficiente estabilidad inherente para resistir, sin daños, la acción abrasiva del tráfico, condiciones climáticas adversas y otras influencias de deterioro. Esto requiere la coordinación de muchos factores de diseño, construcción e inspección para asegurar la mejor combinación de materiales y mano de obra disponibles. (Administración Federal de Aviación [FAA], 2021, p.1)

2.1.2. Tipos de Pavimentos

En la presente investigación se diseñará dos tipos de pavimentos: flexible y rígido, las diferencias radican por su rigidez, composición y más características.

2.1.2.1. Pavimentos Flexibles.

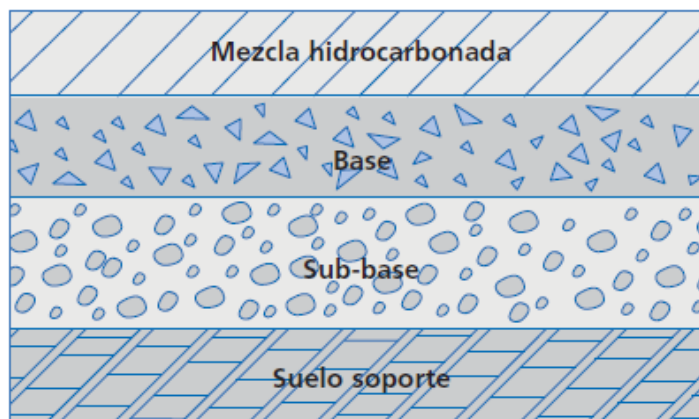
Carrasco (2009) afirmó lo siguiente:

Los pavimentos flexibles son aquellos constituidos por una o varias capas superiores unidas entre sí mediante riegos de emulsión bituminosa, y formadas cada una de ellas por una mezcla de áridos y ligante hidrocarbonado -betún o, menos frecuentemente, alquitrán-, que suelen ir colocadas sobre una base y esta a su vez sobre una sub-base, ambas generalmente de material granular. (p.18)

En la Figura 1 se muestra una sección típica de pavimento flexible.

Figura 1

Sección típica de pavimento flexible



Nota. Tomado de Carrasco (2009)

Según la FAA (2021) los pavimentos flexibles “consisten en una carpeta asfáltica colocada sobre una capa de base y sub base (si es necesario) para proteger la subrasante. En una estructura de pavimento flexible, cada capa de pavimento debe proteger a su capa de soporte” (p. 3-26)

Asimismo, describiremos cada una de las capas de una sección típica de pavimento flexible.

Superficie de material asfáltico: También llamada capa de rodadura, esta capa limita la penetración de agua superficial en la capa base y resiste a los esfuerzos cortantes inducidos por las cargas de las ruedas de los aviones, a su vez, proporciona una superficie lisa y resistente a deslizamientos (FAA, 2021, p. 3-27).

Capa base: Esta capa distribuye las cargas impuestas por las ruedas a la subbase y/o subrasante del pavimento. Se clasifican como estabilizados o no estabilizados, esto dependerá de las aeronaves de la mezcla del tráfico de diseño, si tienen cargas brutas

mayores de 100,000 libras (45,359 kg) o más, entonces se requiere el uso de una base estabilizada (FAA, 2021, p. 3-27).

Subbase: Se requiere una capa de subbase cuando el valor del CBR de la subrasante es inferior a 20 (FAA, 2021, p. 3-29).

Subrasante: Es el suelo compactado y preparado que soporta las capas estructurales del pavimento, la capacidad de un suelo en particular para resistir el corte y la deformación varía con sus propiedades, densidad y contenido de humedad (FAA, 2021, p. 3-30).

2.1.2.2. Pavimentos Rígidos

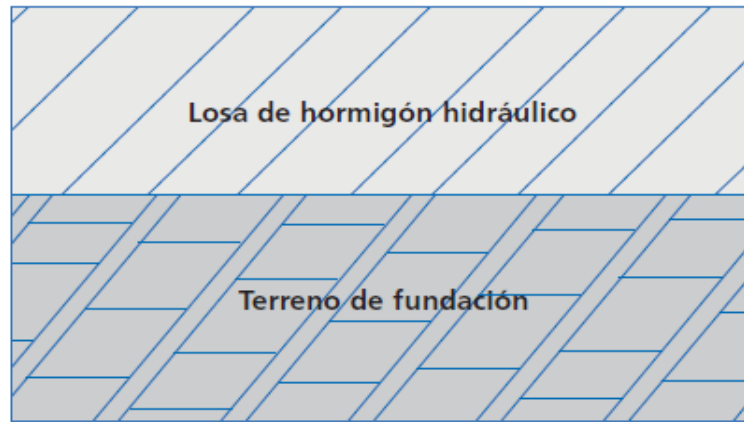
Carrasco (2009) afirmó lo siguiente:

Los pavimentos rígidos son aquellos constituidos por losas de hormigón hidráulico –comúnmente denominado hormigón–, formado por una mezcla de áridos, cemento y agua, que se colocan sobre el terreno de fundación. Con frecuencia se interpone una capa granular estabilizada con cemento o sin tratar, entre la losa y la fundación a modo de sub-base. (p.18)

En la Figura 2 se muestra una sección típica de pavimento rígido.

Figura 2

Sección típica de pavimento rígido



Nota. Tomado de Carrasco (2009)

Según la FAA (2021) “los pavimentos rígidos para aeropuertos están compuestos por hormigón de cemento portland, colocados sobre una capa base granular o estabilizada soportada por una subrasante compactada” (p.3-31)

Asimismo, describiremos los componentes de una sección típica de pavimento rígido.

Losas de concreto: La superficie de concreto proporciona una textura antideslizante, minimiza la infiltración de agua superficial en la subrasante y proporciona soporte estructural para la carga de aeronaves (FAA, 2021, p. 3-32).

Capas de Base/Subbase: La capa base proporciona un soporte uniforme y estable para las losas del pavimento rígido, se requiere una base estabilizada para la base debajo de los pavimentos diseñados para servir aviones de más de 100,000 libras. La subbase puede sustituirse por base bajo pavimentos rígidos diseñados para servir a aviones que pesen 30,000 libras (13,610 Kg) o menos (FAA, 2021, p. 3-33).

Subrasante: Es el suelo compactado y preparado que soporta las capas estructurales del pavimento.

a. Juntas de pavimentos rígidos

La FAA (2021) las variaciones en la temperatura y el contenido de humedad pueden causar cambios de volumen y deformaciones en las losas, pudiendo causar tensiones significativas. Se deben utilizar juntas para dividir el pavimento en una serie de losas de dimensión predeterminada para reducir los efectos perjudiciales de estas tensiones y minimizar el agrietamiento aleatorio. (p.3-35)

2.1.2.2.1. Tipo de Juntas.

Juntas de dilatación: Son necesarias cuando el pavimento limita con otra estructura o para aislar pavimentos que se cruzan dónde pueden ocurrir diferencias en la dirección del movimiento de los pavimentos (FAA, 2021, p.3-37).

En la tabla 2 se detallan las juntas de dilatación, las cuales pueden ser tipo A y A-1.

Juntas de contracción: Proporcionan lo que se denomina un “fisuramiento” controlado del pavimento cuando el pavimento se contrae debido a una disminución en el contenido de humedad o una caída de temperatura. Las juntas de contracción también reducen las tensiones causadas por el alabeo y el alabeo del panel (FAA, 2021, p.3-37).

En la tabla 2 se detallan las juntas de contracción, las cuales pueden ser tipo B, C y D.

Juntas de construcción: Se requieren este tipo de juntas cuando se colocan dos losas contiguas en momentos diferentes. Para pavimentos que sirvan a aeronaves de 30,000 libras (13,610 kg) o más, se deben utilizar juntas de construcción tipo E. Las juntas de tipo F se pueden usar en pavimentos donde operen de menos de 30,000 libras de peso bruto, construidos sobre una base estabilizada (FAA, 2021, p.3-37).

Los detalles de los tipos de juntas de pavimento se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2
Tipos de juntas de pavimento

Tipo	Descripción	Longitudinal	Transversal
A	Juntas de dilatación de borde espesado	<p>Usar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Intersección de pavimentos -Cuando el borde este ubicado en la futura expansión -Borde de estructuras <p>Para losas de hormigón con espesor > 9" (225mm). Usar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Intersección de pavimentos -Cuando el borde este ubicado en la futura expansión -Borde de estructuras 	<p>Usar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Intersección de pavimentos cuando ésta se de en ángulo. -Cuando el borde este ubicado en la futura expansión -Donde el pavimento linde con una estructura <p>Para losas de hormigón con espesor > 9" (225mm). Usar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Intersección de pavimentos -Cuando el borde este ubicado en la futura expansión -Borde de estructuras
A-1	Junta de dilatación reforzada	<p>Juntas de contracción longitudinal en losas de hormigón con espesor < 9" (225mm); Juntas de contracción longitudinal ubicadas a 20ft (6m) o menos de un borde libre de pavimento en losas con espesor < 9" (225mm)</p>	<p>No son utilizadas, excepto en losas con espesor < 9" (225mm) cuando usen "anillo de tensión"</p>
B	Junta de contracción articulada		

Tipo	Descripción	Longitudinal	Transversal
C	Junta de contracción con pasadores	Para juntas de contracción longitudinal ubicadas a 20ft (6m) o menos de un borde libre de pavimento en losas con espesor > 9" (225mm)	Utilizada en las últimas tres juntas desde un borde libre, y en las tres juntas a cada lado de una junta de dilatación
D	Junta de contracción ficticia	Para todas las otras juntas de contracción en pavimentos	Para todas las otras juntas de contracción en pavimentos Utilizada para juntas de construcción en todas las áreas que separan las sucesivas operaciones de pavimentación("encabezado")
E	Junta de construcción con pasadores	Todas las juntas de construcción a excepción de las juntas de dilatación.	
E1	Junta de construcción con pasadores atados	Juntas de construcción en RW o TW en paneles de <9 in (230 mm) de espesor (Reemplace cada 3er pasador con una barra de unión)	N/A
F	Junta de construcción a tope	Para todas las juntas de construcción en pavimentos donde operen aeronaves con peso menor que 30.000lbs (13.610kg) sobre una base estabilizada.	Para todas las juntas de construcción en pavimentos donde operen aeronaves con peso menor que 30.000lbs (13.610kg) sobre una base estabilizada

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)

2.1.2.2. Dowels y barras de unión para juntas

Según la FAA (2021) menciona que se puede colocar barras de amarre o dowels para las juntas de pavimentos rígidos y afirma lo siguiente:

Para las barras de unión, las losas con espesor menor o igual a 9 pulgadas (225mm), las juntas de contracción longitudinal dentro de los 20 pies (6 m) de un borde libre para mantener las caras de la losa en contacto. Las barras de unión no actúan como dispositivos de transferencia de carga, sino que impiden la apertura de la junta. Para las losas con espesor igual o menor a 6 pulgadas (150 mm), las barras de unión deben tener 20 pulgadas de largo (510 mm), un diámetro de ½” (N° 4) y deben estar espaciadas entre ellas 36 pulgadas (900 mm). Para las losas de 6 pulgadas o más (150 mm), las barras de unión deben tener 30 pulgadas de largo (762 mm), un diámetro de 5/8” (N° 5) y deben estar espaciadas entre ellas 30 pulgadas (760 mm) (p.3-43).

Los dowels proporcionan la transferencia de carga a través de la junta y evitan el desplazamiento vertical relativo de los extremos de losas adyacentes. Los dowels se dimensionan para resistir las tensiones de cizallamiento y flexión que son producidas por las cargas en el pavimento, estas deben de tener una suficiente longitud y espaciamiento para evitar la falla de la losa a causa de las tensiones producidas por el rodamiento de las aeronaves sobre el concreto (p.3-43).

En la Tabla 3 se muestra las dimensiones y separaciones de dowels de acero.

Tabla 3*Dimensiones y separaciones de dowels de acero.*

Espesor de la losa	Diámetro	Longitud	Separación
5 -7 in (125-178mm)	3/4 in (20mm)	18 in (460mm)	12 in (305mm)
7,5-12 in (191-305mm)	1 in (25mm)	18 in (480mm)	12 in (305mm)
12,5-16 in (318-406mm)	1 1/4 in (30mm)	20 in (510mm)	15 in (380mm)
16,5-20 in (419-458mm)	1 1/2 in (40mm)	20 in (510mm)	18 in (460mm)
20,5-24 in (521-610mm)	2 in (50mm)	24 in (610mm)	18 in (460mm)

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)

2.1.2.2.3. Espaciamiento de juntas

El espaciamiento de las juntas depende de muchos factores, entre ellos: el ancho total y el espesor del pavimento que se va a construir, la ubicación y el tamaño de los objetos en el pavimento, el tipo de agregados utilizados en el concreto, el rango de temperaturas a las que está expuesto el pavimento y la restricción de la base (FAA,2021, P.3-46).

Los pavimentos rígidos apoyados sobre una base sin estabilización pueden necesitar un espaciamiento menor para proporcionar un espacio mínimo entre las juntas del pavimento y los objetos en el pavimento (FAA,2021, P.3-46).

Por otro lado, los pavimentos rígidos apoyados sobre una base estabilizada están sujetos a mayores esfuerzos de deformación y alabeo que los apoyados sobre una base no estabilizada (FAA,2021, P.3-46).

La separación máxima de las juntas para bases no estabilizadas y estabilizadas se muestran en las Tablas 4 y 5, respectivamente:

Tabla 4*Dimensiones y espaciamiento de juntas para bases no estabilizadas.*

Espesor de la losa		Espaciamiento de juntas	
Pulgadas	Milímetros	Pies	Metros
≤6	<152	12,5	3,8
6.5-9	165-229	15	4,6
>9	>229	20	6,1

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)**Tabla 5***Dimensiones y espaciamiento de juntas para pavimentos con bases estabilizadas.*

Espesor de la losa		Separación entre juntas	
Pulgadas	Milímetros	Pies	Metros
8-10	203-254	12,5	3,8
10,5-13	267-330	15	4,6
13,5-16	343-406	17,5	5,3
>16	>406	20	6,1

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)

2.1.3. Materiales Usados en las Capas de Pavimentos

La circular menciona los estándares de los materiales utilizados para la construcción de los pavimentos de aeropuertos.

La Advisory Circular 150/5370-10G, Normas para la Construcción de Aeropuertos, incluye las especificaciones de los materiales que pueden utilizarse en las diferentes capas que componen el pavimento de aeropuertos.

En la Tabla 6, se muestran los materiales típicos usados en las capas de pavimento:

Tabla 6

Especificaciones Típicas de Pavimento FAA para Capas de Pavimento.

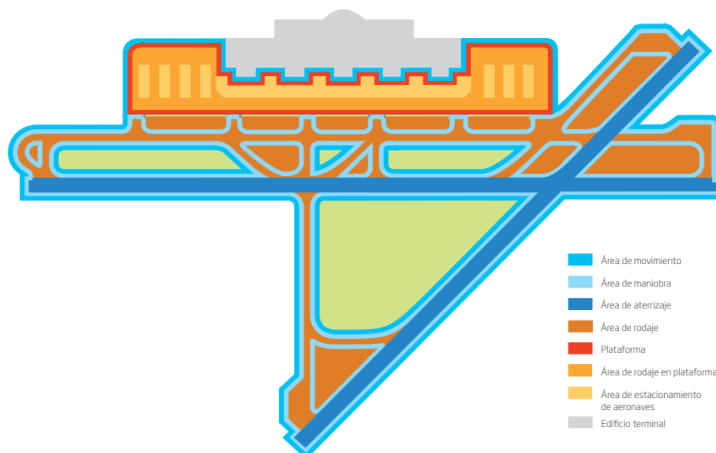
CAPA DE PAVIMENTO	ESPECIFICACIÓN DE PAVIMENTO
	P-401 Mezcla asfáltica en caliente
Capa Superior	P-403 Mezcla asfáltica en caliente utilizada en bases estabilizadas
	P-501 PCC Concreto de Cemento Portland P-401 /P-403
Base estabilizada	P-304 Base Cementada P-306 Concreto Magro
Base	P-209 Capa base de agregado granular P-208 Capa base de agregado fino y grueso P-211 Fragmentos de roca limonita P-154 Capa Subbase
Subbase	P-213 Capa Subbase de Arena-Arcilla P-219 Capa Subbase de Concreto Reciclado

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)

2.2. Características Físicas de los Pavimentos de un Aeropuertos

El área de movimiento comprende tres zonas importantes: la pista de aterrizaje, calle de rodaje y la plataforma, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3
Área de movimiento



Nota. Tomado de la “Normativa de seguridad en plataforma”, por AENA (2017)

Para relacionar entre sí las especificaciones referentes a las características de los aeródromos, la OACI proporciona un método convencional nombrado clave de referencia. Dicha clave está compuesta por dos elementos: El elemento 1 es un número que tiene como referencia la longitud del campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra con referencia en la envergadura del avión.

En la Tabla 7, se detallan los números y letras de clave de referencia que tendrán los siguientes significados asignado.

Tabla 7
Clave de referencia de aeródromo

Elementos de la clave 1	
Núm. de clave	Longitud de campo de referencia del avión
1	Menos de 800m
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)
4	Desde 1 800m en adelante
Elementos de la clave 2	

Letra de clave	Envergadura
A	Hasta 15 m (exclusive)
B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)
C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)
D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)
E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)
F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)

Nota. Tomada del “Diseño y operaciones de aeródromos- Volumen 1”, por OACI (2021)

2.2.1. Pista de aterrizaje

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) denomina a la pista como el “área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves” (2006, p.1–2). (Figura 4).

Figura 4
Pista de aterrizaje



Nota. Tomado del “Anexo 14 y Documentos afines (diapositivas)”, por OACI y ALACPA (2005)

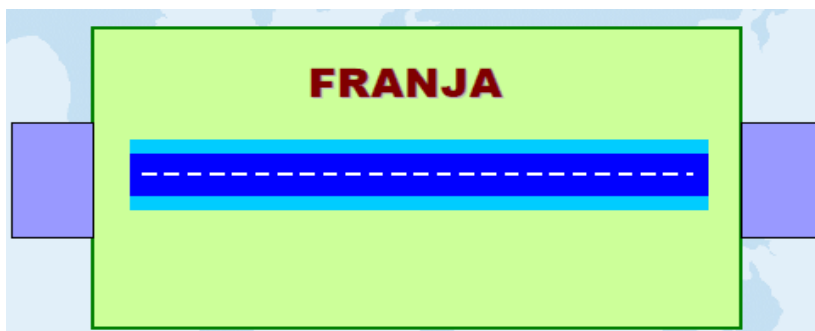
Las pistas desempeñan una función importante, la seguridad y eficiencia del aterrizaje y el despegue de las aeronaves son una de ellas. Los elementos relacionados directamente para las operaciones de las aeronaves son los siguientes: zonas de parada, márgenes de pista, franjas de pista, zonas libres de obstáculos y áreas de seguridad de extremo de pista.

Estos elementos se explican a continuación:

2.2.1.1. Franjas de pista

Es la superficie definida que comprende la pista y la zona de parada, si la hubiese, destinada a reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista; y proteger a las aeronaves que la sobrevuelan durante las operaciones de despegue o aterrizaje (OACI, 2006, p.1-1). (Figura 5).

Figura 5
Franja de pista



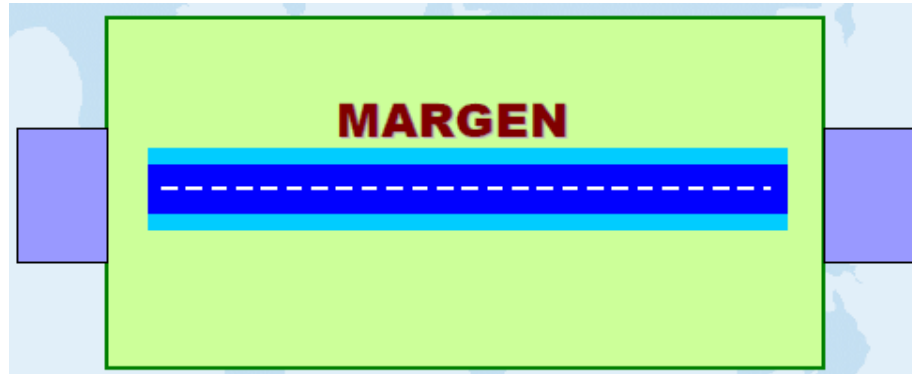
Nota. Tomado del “Anexo 14 y Documentos afines (diapositivas)”, por OACI y ALACPA (2005)

2.2.1.2. Márgenes de pista

Es la “banda de terreno que bordea un pavimento, tratada de forma que sirva de transición entre el pavimento y el terreno adyacente.” (OACI, 2006, p.1-1).

Se debe contar con la presencia de márgenes en toda pista cuya letra de clave sea D, E o F; los márgenes de las pistas y de las zonas de parada deben de ser construidas de tal manera que se reduzcan al mínimo el peligro que pueda tener un avión que se salga de la pista o de la zona parada. (Figura 6).

Figura 6
Margen de pista

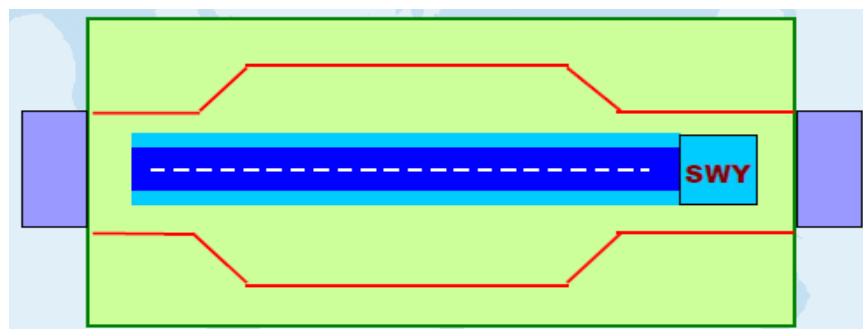


Nota. Tomado del “Anexo 14 y Documentos afines (diapositivas)”, por OACI y ALACPA (2005)

2.2.1.3. Zonas de parada

La OACI (2022) indica que es el “Área rectangular definida en el terreno situado a continuación del recorrido de despegue disponible, preparada como zona adecuada para que puedan pararse las aeronaves en caso de despegue interrumpido” (p.1–11). (Figura 7).

Figura 7
Zona de parada



Nota. Tomado del “Anexo 14 y Documentos afines (diapositivas)”, por OACI y ALACPA (2005)

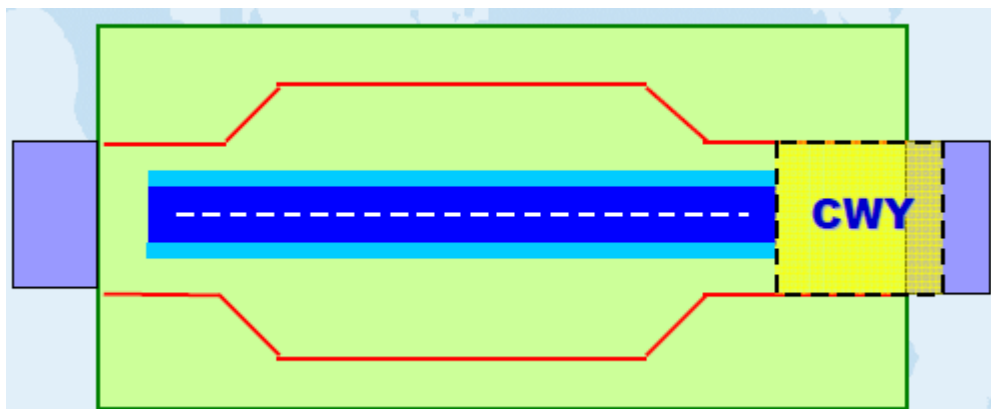
2.2.1.4. Zona libre de obstáculos

La OACI (2022) lo define como el “Área rectangular definida en el terreno o en el agua y bajo control de la autoridad competente, designada o preparada como área

adecuada sobre la cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada” (p.1-11). (Figura 8).

El inicio de la zona libre de obstáculos debería estar en el extremo del recorrido de despegue disponible y su longitud no debería de exceder de la mitad de la longitud del recorrido de despegue disponible (OACI, 2021, P.3-16).

Figura 8
Zonas libres de obstáculos

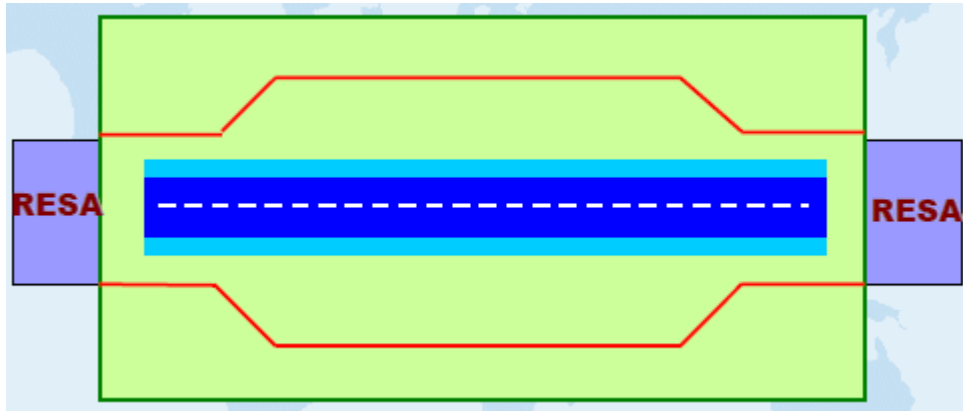


Nota. Tomado del “Anexo 14 y Documentos afines (diapositivas)”, por OACI y ALACPA (2005)

2.2.1.5. Áreas de seguridad de extremo de pista

Según manifiesta la OACI, es el “Área simétrica respecto a la prolongación del eje de la pista y adyacente al extremo de la franja, cuyo objeto principal consiste en reducir el riesgo de daños a un avión que efectúe un aterrizaje demasiado corto o un aterrizaje demasiado largo” (2006, p.1-1). (Figura 9).

Figura 9
Áreas de Seguridad de extremo de pista



Nota. Tomado del “Anexo 14 y Documentos afines (diapositivas)”, por OACI y ALACPA (2005)

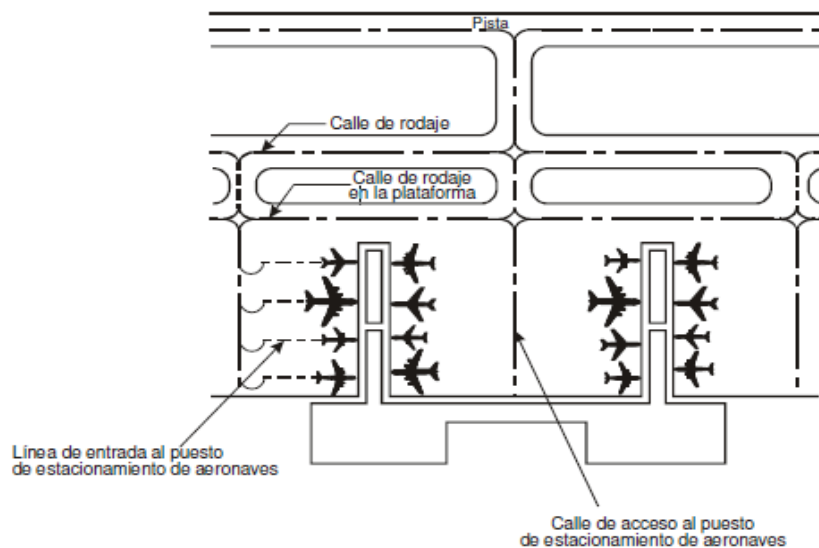
2.2.2. Calles de Rodaje

De acuerdo con la OACI, es una “Vía definida en un aeródromo terrestre, establecida para el rodaje de aeronaves y destinada a proporcionar enlace entre una y otra parte del aeródromo” (2021, p.1-3). (Figura 10).

Las calles de rodaje incluyen a los siguientes y los definen de la siguiente manera:

- a) Calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronave. “La parte de una plataforma designada como calle de rodaje y destinada a proporcionar acceso a los puestos de estacionamiento de aeronaves solamente” (OACI, 2022, p.1-3).
- b) Calle de rodaje en la plataforma. “La parte de un sistema de calles de rodaje situada en una plataforma y destinada a proporcionar una vía para el rodaje a través de la plataforma” (OACI, 2022, p.1-3).

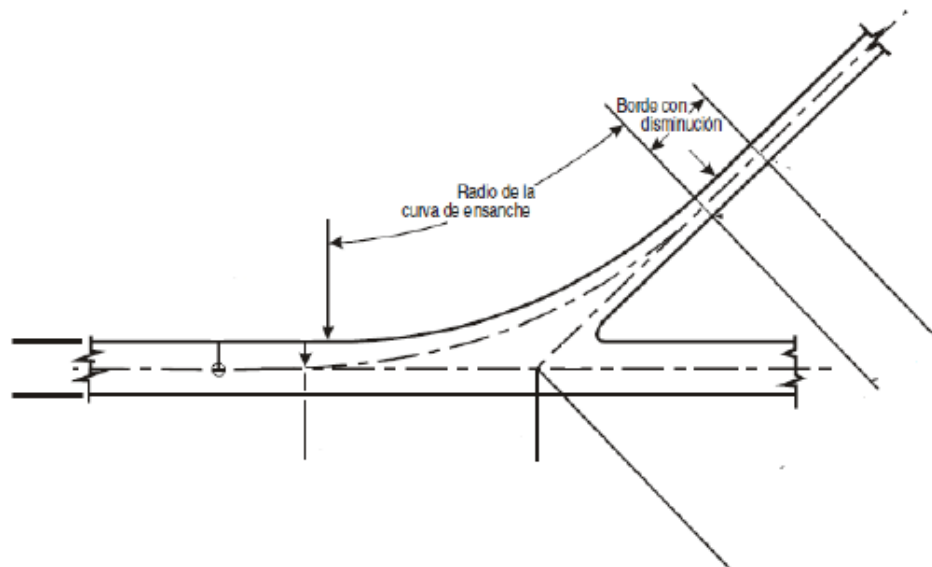
Figura 10
Calle de rodaje en la plataforma



Nota. Tomado del "Anexo 14 -Volumen I", por OACI (2022)

c) **Calle de salida rápida.** "Calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo y está proyectada de modo que permita a los aviones que aterrizan virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de rodaje de salida y logrando así que la pista esté ocupada el mínimo tiempo posible" (OACI, 2022, p.1-3). (Figura 11).

Figura 11
Calle rápida de salida



Nota. Tomado del "Anexo 14 -Volumen I", por OACI (2022)

2.2.3. Plataformas

Según la OACI, se entiende como una zona definida destinada a dar cabida a las aeronaves, para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento. La plataforma suele estar pavimentada; en algunos casos, una plataforma provista de césped puede ser adecuada para aeronaves pequeñas (2005, p.3-1).

A continuación, se menciona y define los tipos de plataformas:

Plataforma de la terminal de pasajeros: Esta zona está destinada para las maniobras y estacionamiento de las aeronaves que está situada cerca de las instalaciones de la terminal de pasajeros. La plataforma de la terminal de pasajeros se utiliza para el abastecimiento de combustible y mantenimiento de aeronaves, también para el embarque y desembarque de carga, correo y equipaje (OACI, 2005, p.3-1).

Plataforma de la terminal de carga: “Se puede contar con una plataforma exclusiva para para transportan carga y correo situado junto a un edificio terminal de carga” (OACI, 2005, p.3-1).

Plataforma de estacionamiento: “En esta zona las aeronaves pueden permanecer estacionadas durante largos períodos” (OACI, 2005, p.3-1).

Plataformas de servicio y de hangares: “Una plataforma de servicio es una zona descubierta adyacente a un hangar de aeronaves en la que puede efectuarse el mantenimiento de aeronaves, por otro lado, una plataforma de hangar es una zona desde la cual las aeronaves entran y salen de un hangar de aparcamiento” (OACI, 2005, p.3-1).

Plataformas para la aviación general: “Estas son utilizadas en vuelos de negocios o de carácter personal, se necesitan varias categorías de plataformas: Plataforma temporal, plataformas o puntos de amarre de aeronaves que tienen su base en un aeródromo y Otras plataformas de servicio en tierra” (OACI, 2005, p.3-1).

2.3. Diseño de pavimentos

2.3.1. Vida de diseño del pavimento

Según manifiesta la FAA (2021):

La vida de diseño de un pavimento, se refiere a la vida estructural. El diseño estructural de los pavimentos en los aeropuertos consiste en determinar tanto el total del paquete como el de cada una de las partes componentes de la estructura del pavimento, dichos pavimentos están diseñados para una vida estructural de 20 años. (p.3-8)

Con apropiados diseños, materiales, construcción, mantenimiento rutinario y preventivo, cualquier tipo de pavimento puede proporcionar la vida de servicio prevista.

2.3.2. Diseño de pavimento utilizando FAARFIELD

2.3.2.1. Factor de Daño Acumulativo

Según la FAA (2021):

FAARFIELD se basa en el concepto del factor de daño acumulado (CDF), en el que se suma la contribución de cada tipo de aeronave en una mezcla de tráfico dada para obtener el daño acumulado total de todas las operaciones de la aeronave en la mezcla de tráfico. El uso de salidas de una sola aeronave de "diseño" para representar todo el tráfico no es equivalente al diseño con la mezcla de tráfico completa a través del método CDF y generalmente dará como resultado un espesor excesivo (p. 3-17). (Figura 12).

El CDF se puede expresar de la siguiente manera:

$$CDF = \frac{\text{Número de repeticiones de carga aplicada}}{\text{Número de repeticiones admisibles antes de la falla}}$$

Si: $CDF=1$, el pavimento ha gastado toda su vida de fatiga.

$CDF<1$, el pavimento aún no ha gastado toda su vida de fatiga.

Figura 12

Diferencia entre mix de aeronaves y aeronave de diseño



Nota. Tomado del “IX ALACPA Seminar on Airport Pavements”, por ALACPA (2012)

2.3.2.2. Descripción general del programa FAARFIELD

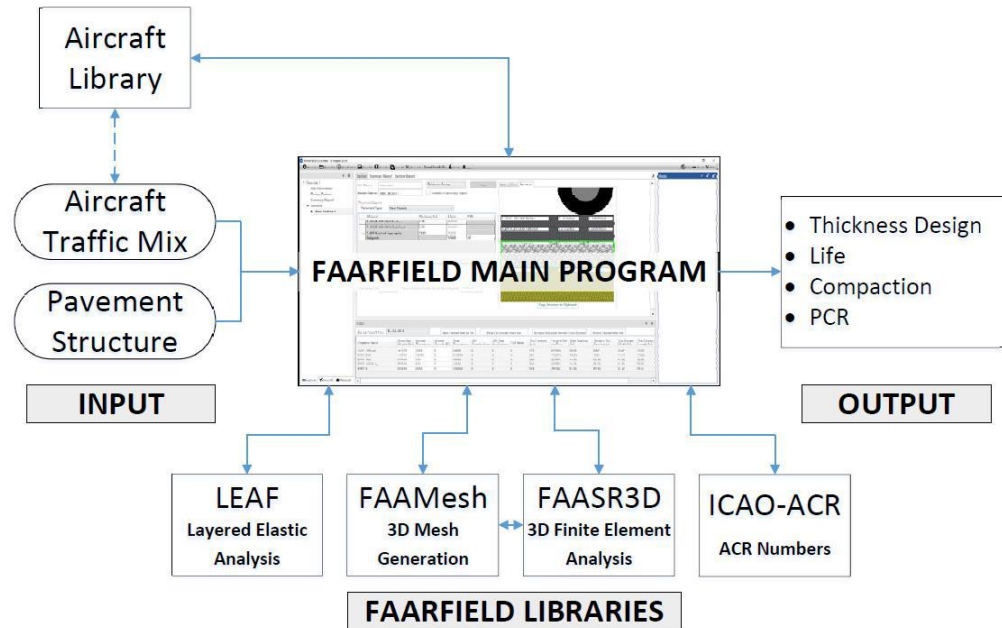
Esta metodología se basa en la AC 150/5360-6G, en dicha circular nos habla sobre el software FAARFIELD (FAA Rigid and Flexible Iterative Elastic Layer Design), El software FAARFIELD de diseño de pavimentos aeroportuarios fue desarrollada por la FAA, a un inicio se realizaban los cálculos de estos pavimentos mediante ábacos y tablas, donde se obtenían la aeronave de diseño, las salidas anuales, el espesor de pavimento, los espesores de cada capa y los espesores de márgenes y transiciones. Dichas tablas y ábacos se obtuvieron en base a la experiencia, al desarrollo aeroportuario que habían realizado, los ensayos y resultados obtenidos.

El software FAARFIELD está basado en la circular AC 150/5360-6G Diseño y evaluación del pavimento del aeropuerto. Según FAA (2021), “FAARFIELD se basa en un análisis estructural basado en capas elásticas y elementos finitos tridimensionales

desarrollado para calcular los espesores de diseño para los pavimentos flexibles y rígidos, respectivamente” (pag.3-9).

En la Figura 13 se muestra la descripción del programa FAARFIELD.

Figura 13
Descripción del programa FAARFIELD



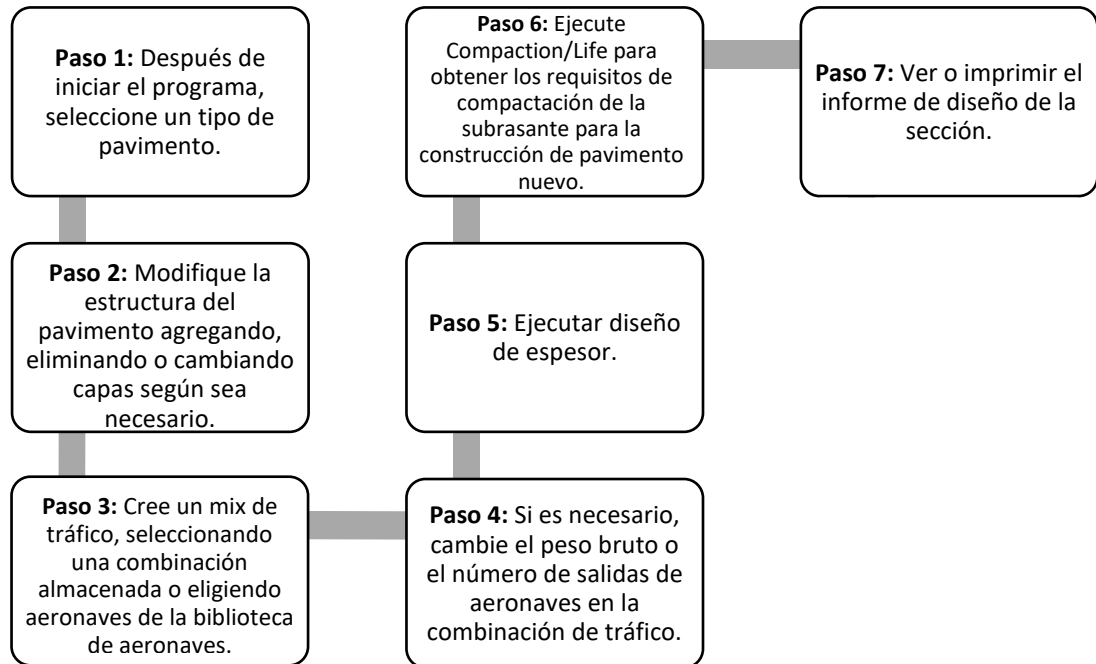
Nota. Tomado de la “Advisory Circular – AC 150/5320-6G”, por FAA (2021)

2.3.2.3. Proceso de Diseño de Pavimentos FAARFIELD

En la circular vigente, se presentan ejemplos de diseños mediante el software de diseño de pavimento FAARFIELD V 2.0.18. También, se añadió una guía de cómo usar FAARFIELD, teniendo los siguientes parámetros de cálculo: Relación paso cobertura (P/C) y factor acumulativo de daño (CDF). En la Figura 14 se detalla los pasos básicos a seguir para realizar el diseño de pavimentos mediante el programa FAARFIELD.

Figura 14

Los pasos básicos de diseño de FAARFIELD



Nota. Adaptado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6C", por FAA (2021)

2.3.2.4. Relación Pasada - Cobertura

La relación del número de pasadas necesarias para producir una aplicación de la carga total a una unidad de superficie del pavimento se expresa mediante la relación de pasada a cobertura (P/C). Es fácil observar el número de pasadas que un avión puede hacer en un pavimento determinado, pero el número de coberturas es calculado matemáticamente por FAARFIELD a partir de la relación P/C de cada avión (FAA, 2016, P. 3-15).

2.3.2.5. Espesores Mínimos de Cada Capa

Las Figuras 15 y 16 establecen espesores mínimos de capa para pavimentos rígidos y flexibles, respectivamente, aplicables de acuerdo a los pesos de aviones.

Figura 15

Espesores Mínicos de Capa para Estructuras de Pavimento Rígido

Layer Type	FAA Specification Item	Maximum Aircraft Gross Weight Operating on Pavement, lbs (kg)		
		<60,000 (27,215)	< 100,000 (45,360)	≥ 100,000 (45,360)
Rigid Surface ²	P-501, Cement Concrete Pavement	6 in (150 mm) ²	6 in (150 mm) ²	6 in (150 mm) ²
Drainable Base (When Used)	P-407 ⁵ , P-307		6 in (150 mm) when used	6 in (150 mm) When used
Stabilized Base ³	P-401 or P-403; P-304; P-306	Not Required	Not Required	5 in (125 mm)
Base ⁴	P-209, P-207, P-208, P-210, P-211, P-212, P-213, P-219, P-220	Not Required	6 in (150 mm)	6 in (150 mm)
Subbase ⁵	P-154	6 in (100 mm)	As needed for frost or to create working platform	As needed for frost or to create working platform

Notes:

1. Complete structural design to determine rigid surface layer thickness required to support actual traffic.
2. Use greater of FAARFIELD thickness to the nearest 0.5 inch (10 mm), or minimum layer thickness, if all aircraft < 30,000 lbs (11,520 kg) 5 in (125 mm) minimum thickness.
3. See paragraph 3.5, Stabilized Base Course, for requirements and limitations. P-220 may be used under concrete with minimum thickness of 12" and when concrete thickness is increased by 3"
4. P-207, P-219 require laboratory testing to establish if it will perform as a base or subbase. If CBR > 80 may be used in place of P-209, CBR >60 in place of P-208. Both may be used as a subbase under stabilized base.
5. Any base material may be used as a subbase.
6. See EB 102, *Asphalt Treated Permeable Base Course*.

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021).

Figura 16

Espesores Mínimos de Capa para Estructuras de Pavimento Flexibles

Layer Type	FAA Specification Item	Maximum Aircraft Gross Weight Operating on Pavement, lbs (kg)		
		<60,000 (27,215)	< 100,000 (45,360)	≥100,000 (45,360)
Asphalt Surface ²	P-401/P-403	3 in (75 mm)	4 in (100 mm)	4 in (100 mm)
Stabilized Base ³	P-401 or P-403; P-304; P-306 ³	Not Required	Not Required	5 in (125 mm)
Crushed Aggregate Base ^{5,6}	P-209, P-211	Not Required	6 in (150 mm)	6 in (150 mm)
Aggregate Base ^{5,6}	P-207, P-208, P-210, P-212, P-213, P-219	6 in (75 mm)	n/a	n/a
Drainable Base (When Used)	P-307, P-407 ⁷	Not Required	6 in (150 mm) when used	6 in (150 mm) when used
Subbase ^{6,8}	P-154	6 in (150 mm) (if required)	6 in (150 mm) (If required)	6 in (150 mm) (if required)

Notes:

1. Structural design must be completed to determine layer thicknesses required to support actual traffic.
2. P-403 as surface course when all aircraft less than 60,000 lbs (27215 kg). P-404-Fuel Resistant Hot Mix Asphalt may be used to replace the top 1 1/2 in (75 mm) to 3 in (75mm) of P-401 or P-403 where a fuel resistant surface is needed; structurally, P-404 considered same as P-401.
3. See paragraph 3.5, Stabilized Base Course, for requirements and limitations.
4. Use of P-304 or P-306 requires measures to control potential for reflective cracking.
5. P-208, P-210, P-212, P-213, limited to pavements designed for gross loads of 60,000 pounds (27,215 kg) or less or for use as subbase.
6. P-207, P-219 require laboratory testing to establish if it will perform as a base or subbase. If CBR > 100 may be used as a stabilized base, If CBR > 80 may be used in place of P-209, CBR >60 in place of P-208. Both may be used as a subbase under stabilized base.
7. See EB 102, Asphalt Treated Permeable Base.
8. P-154, when structural thickness of subbase required by FAARFIELD is less than 6 in, eliminate subbase in FAARFIELD and calculate thickness of base.

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021).

2.3.3. Factores a considerar en el diseño de pavimentos

Para el diseño con el software FAARFIELD será necesario contar con ciertos parámetros de diseño:

Datos de terreno de fundación

- Valor del CBR.
- Coeficiente de balasto (k).

Datos Operacionales

- Salidas anuales previstas por aeronave.
- Crecimiento medio anual de los movimientos de cada aeronave.
- Peso máximo al despegue (MTOW) de cada aeronave.

2.3.3.1. California Bearing Ratio (CBR), NTP 339.154 (ASTM D 1883).

También llamado Índice de penetración californiana, Según la FAA (2021):

Es básicamente en una prueba de penetración realizada a una velocidad de deformación constante, cuya finalidad es determinar la resistencia del esfuerzo cortante del suelo y de los agregados. Los ensayos de CBR de laboratorio se deben realizar de acuerdo con ASTM D 1883 Método de Ensayo Estándar para Índice de Penetración California (CBR) de Suelos Compactados en Laboratorio (Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils) (p.2-8).

CBR en Laboratorio. “Los ensayos de CBR de laboratorio se realizan con materiales obtenidos en el lugar y remodelados a la densidad que se obtendrá durante la construcción. Las bases del pavimento tienden a alcanzar una saturación casi completa después de aproximadamente 3 años” (FAA, 2021, p.2-9).

CBR in-situ. “Los ensayos de CBR de campo brindan información sobre los materiales de cimentación que han estado en funcionamiento durante varios años.

Los materiales deben estar en su lugar durante un tiempo suficiente para permitir que la humedad alcance una condición de equilibrio” (FAA, 2021, p.2-9).

CBR en Materiales de Grava. “Los ensayos de CBR son difíciles de interpretar en materiales de grava. Los ensayos de laboratorio CBR en grava a menudo producen resultados de CBR que son demasiados altos debido a los efectos de confinamiento que produce el molde” (FAA, 2021, p.2-9).

Índice de penetración de Roca Caliza. “Si el índice de penetración de roca caliza (LBR) se usa para expresar la resistencia del suelo, se puede convertir a CBR multiplicando el LBR por 0,8” (FAA, 2021, p.2–9).

Cantidad de Ensayos de CBR. “No puede preestablecerse el número de ensayos de CBR requeridos para determinar el valor de diseño. La variabilidad de las condiciones del suelo encontradas en el sitio combinada con la baja confiabilidad de las pruebas de CBR tiene una influencia significativa en la cantidad de pruebas necesarias” (FAA, 2021, p.2–9).

En FAARFIELD, se asume que la subrasante está caracterizada por un módulo (E) o valor de CBR y a su vez que es de espesor infinito.

Según FAA (2021), se puede calcular el Módulo de la subrasante para el diseño por:

$$E \text{ (psi)} = 1500 \times \text{CBR o}$$

$$E \text{ (MPa)} = 10 \times \text{CBR.}$$

2.3.3.2. Módulo de Reacción o Coeficiente de Balasto (k)

Según la FAA (2021), el coeficiente de balasto K se obtiene a partir del CBR y se muestra a continuación:

$$k = 28.6926 \times \text{CBR}^{0.7788}, \text{ (k, pci)}$$

El módulo elástico (E) puede estimarse a partir del valor k utilizando la siguiente correlación:

$$E \text{ (psi)} = 20.15 \times k^{1.284} \text{ (k in pci).}$$

2.3.3.3. Datos Operacionales – Consideraciones de tráfico de aeronaves

Para el diseño de pavimentos se requieren varias especificaciones de las aeronaves que estén considerados en el mix de aeronaves, siendo las más destacadas:

- Carga
- Tipo de Tren de aterrizaje y Configuración.
- Presión de neumáticos.

Es preciso señalar que, FAARFIELD incluye una base de datos en la que se recogen los 3 parámetros mencionados de una gran mayoría de aeronaves.

2.3.3.4. Mezcla de Tráfico o Mix de Aeronaves

En la circular vigente, referido al diseño de pavimentos, se requiere una mezcla de tráfico de aeronaves para la vida de diseño estructural pronosticada, las versiones anteriores del AC requerían convertir la mezcla de tráfico a una sola Aeronave de Diseño, así como todas las salidas anuales a salidas anuales equivalentes de la Aeronave de Diseño.

En la biblioteca de aeronaves del programa, existen un gran número de aeronaves, estas conformarán las mezclas de tráfico.

2.4. Diseño de los márgenes

El espesor mínimo de la estructura del margen pavimentado se visualiza en la Figura 17. Los mencionados espesores deben ser “diseñados para permitir la operación segura de una aeronave en emergencia que atravesase el área pavimentada del margen sin sufrir daños” (FAA, 2021, p.6-1).

Figura 17

Espesor mínimo de la capa del pavimento de márgenes

Layer Type	FAA Specification Item	Minimum Thickness, in (mm) Aircraft < 60,000 lbs (27,215kg)	Minimum Thickness, in (mm) Aircraft >60,000 lbs (27,215kg)
Asphalt Surface	P-401, P-403	3.0 (75)	4.0 (100)
Concrete	P-501	5.0 (125)	6.0 (150)
Aggregate Base Course ¹	P-209, P-208,	6.0 (150)	6.0 (150)
Subbase (if needed) ¹	P-154	4.0 (100)	4.0 (100)

Note:

1. Match base and subbase material of adjacent pavement, not limited to aggregate specifications listed.

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)

El espesor del pavimento del margen, se determina utilizando el software de diseño FAARFIELD. "El pavimento no está destinado a soportar el tráfico regular de aeronaves, no se considera una mezcla de tráfico completa. En su lugar, para determinar el espesor del pavimento del margen se utiliza el avión que requiere la sección más gruesa de pavimento" (FAA, 2021).

CAPÍTULO III

PLAN MAESTRO DE DESARROLLO DEL AEROPUERTO DE ANTA-HUARAZ

3.1. Objetivo

El objetivo principal del Plan Maestro de desarrollo (PMD) es presentar los lineamientos necesarios para el desarrollo ordenado y eficiente de un aeropuerto. Ese desarrollo se basó en las previsiones de demanda aeronáutica, adecuándolo a las necesidades presentes y futuras del transporte aéreo.

El PMD fue realizado por Aeropuertos del Perú (AdP) en el 2019, teniendo como objetivo un plan de desarrollo de acuerdo a los crecimientos de demanda aeronáutica.

3.2. Inventario

Mediante Resolución Directoral N° 221-2006-MTC/12 de fecha 06 de diciembre del 2006, la empresa Aeropuertos del Perú S.A. – AdP, asumió la condición de operador del aeropuerto “Anta – Huaraz/Huascarán” de la ciudad de Anta.

A continuación, en la Tabla 8, se detallan las características principales del Aeropuerto:

Tabla 8
Características del Aeródromo

1 - Nombre	Anta – Huaraz/Huascarán
2 - Denominación OACI / IATA	SPHZ/ATA
3 - Punto de Referencia de Aeródromo (ARP)	09° 20' 51,00'' S - 77° 35' 54,00'' W
4 - Categoría de Extinción de Incendios	CAT 5
5 - Elevación	9 097 FT (2 773 m)
6 - Temperatura de Referencia	26,6 °C
7 - Aeronave Critica	Hércules L-100-30
8 - Aeronave Predominante	Dash 8-202
9 - Clave de Referencia	4D
10 - Procedimientos Operacionales	VFR (Pista 16/34)
11 - Radioayudas	NDB

Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019)

3.3. Pronóstico de demanda

3.3.1. Información Histórica del Aeropuerto

Entre los años 2004 y 2015, el tráfico de pasajeros se multiplicó por 3.08, pasando de 4 744 pasajeros a 14 596 pasajeros en el 2015.

El 2015, fue la mayor demanda de vuelos por parte del sector negocios, flujo de trabajadores de la Minera Barrick y del sector turismo.

La concesión del Aeropuerto a Aeropuertos del Perú (anteriormente era operado por CORPAC), fue un factor importante ya que contribuyó al crecimiento de tráfico de pasajeros. Desde la concesión, en diciembre del año 2006, el tráfico se multiplicó por 3.68 entre 2006 y 2015.

En la Tabla 9, se muestra las operaciones comerciales de la aerolínea LC Perú entre los años 2010–2015.

Tabla 9
Operaciones comerciales de LC Perú, 2010–2015.

Año	LC Perú	% de Crecimiento
2010	692	
2011	594	-14%
2012	682	15%
2013	536	-21%
2014	548	2%
2015	606	11%

Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019).

La actividad de carga ha sido muy baja y sobrepaso una tonelada solo en el 2011 (2,82 toneladas), como se detalla en la Tabla 10, la carga de llegadas y salidas en el periodo del 2010–2016.

Tabla 10
Carga: Llegadas, Salidas y Total, 2010–2016 (Toneladas)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Carga Entrante	0.57	2.82	0.51	0	0	0
Porcentaje de Crecimiento		395%	-82%	-100%	-	-
Carga Saliente	0	0	0	0	0	0
Porcentaje de Crecimiento		-	-	-	-	-
Carga Total	0.57	2.82	0.51	0	0	0

Porcentaje de Crecimiento	395%	-82%	-100%	-	-
---------------------------	------	------	-------	---	---

Nota. Tomado del "Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta", por AdP (2019).

Las operaciones aéreas en Anta están compuestas por dos categorías: las operaciones militares y las operaciones civiles. Entre los años 2010 y 2015, el 99% de las operaciones correspondieron a operaciones civiles.

En la Tabla 11 y 12, se precisa el histórico de operaciones aéreas 2010-2015 y la participación del mercado de operaciones comerciales regulares 2010-2015, respectivamente.

Tabla 11

Histórico de Operaciones Aéreas, 2010-2015 (Número de operaciones).

Año	Operaciones Militares	Porcentaje de Crecimiento	Operaciones Civiles	Porcentaje de Crecimiento	Total
2010	26		1 216		1 242
2011	9	-65%	1 069	-12%	1 078
2012	16	78%	1 115	4%	1 131
2013	14	-13%	942	-16%	956
2014	6	-57%	780	-17%	786
2015	65	983%	715	-8%	780

Nota. Tomado del "Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta", por AdP (2019).

Tabla 12

Participación del Mercado de Operaciones Comerciales Regulares, 2010-2015 (Número de operaciones).

Operadores	2011	2013	2014	2015	2016	2017
	Operaciones					
LC Perú	692	594	682	536	548	606
Minera Barrick	424	356	344	338	196	56
Aero Transporte S.A.	96	82	70	22	12	16

Otros	4	27	19	46	22	37
Total	1 216	1 059	1 115	942	778	715

Nota. Tomado del "Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta", por AdP (2019)

3.3.2. Proyección de Pasajeros

Para estimar la proyección se eligió el modelo multivariado anual, la proyección de pasajeros llega a los 43 mil en el año 2036, con una tasa de crecimiento promedio anual de 5,47% en el periodo 2016–2036.

En la Tabla 13, se detalla las proyecciones de pasajeros para todo el periodo de análisis, diferenciando por Escenarios.

Tabla 13
Proyección de pasajeros, 2018–2036.

Año	Pasajeros		
	Escenario base	Escenario bajo	Escenario alto
2018	17 121	12 630	21 611
2019	18 338	13 410	23 265
2020	19 577	14 162	24 992
2021	20 849	14 894	26 804
2022	22 150	15 609	28 691
2023	23 485	16 309	30 661
2024	24 863	16 998	32 729
2025	26 295	17 678	34 913
2026	27 760	18 346	37 173
2027	29 278	19 009	39 548
2028	30 854	19 666	42 041
2029	32 488	20 315	44 661
2030	34 184	20 954	47 415
2031	35 950	21 586	50 315
2032	37 793	22 216	53 371
2033	39 715	22 841	56 590
2034	40 855	23 225	58 485
2035	42 007	23 580	60 434
2036	43 174	23 909	62 439

Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019).

3.3.2.1. Factor de Ocupación

Tomando en cuenta la información histórica, ver Tabla 14, se determinó que en el año 2015 una aeronave tiene 37 asientos en promedio. Asimismo, se determinó que el factor de ocupación promedio en ese mismo año fue de 63.2%. Siguiendo el incremento en la demanda de pasajeros. El crecimiento del factor de ocupación, en línea con el crecimiento esperado de la demanda, crecería, bajo los supuestos planteados, de 65% en el 2016 hasta 70% en el 2018, seguido de crecimientos anuales de 2% hasta el 2023 donde se estabiliza en 80% para el resto del horizonte de proyección, siendo este un factor de ocupación moderado.

Tabla 14

Características de las Operaciones Comerciales, 2012-2036.

Año	Factor de ocupación
2012	41,90%
2013	51,89%
2014	57,03%
2015	63,20%
2016	65,0%
2017	65,0%
2018	70,0%
2023	80,0%
2028	80,0%
2031	80,0%
2036	80,0%

Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019).

3.4. Análisis de la Demanda/Capacidad y Requerimientos de Facilidades

3.4.1. Pista de Aterrizaje

Esta sección presenta los resultados del análisis de longitud de pista para los aviones de pasajeros más relevantes como son el Airbus 319, Airbus 320, Boeing 737-500, Embraer 195 y DASH 8-400 como también para la aeronave crítica del aeródromo (Hércules L 100-30 de acuerdo al Contrato de Concesión).

Cabe mencionar que de acuerdo a lo indicado por LATAM AIRLINES en su carta N° OPS 076.09.19 de fecha 09.09.19; para la aeronave A320 se requeriría una pista de 3 000 m de longitud por 45 m de ancho, motivo por el cual, en la presente actualización se propone una pista con dichas características.

La aeronave crítica Hércules L-100-30 y la aeronave proyectada como frecuente DASH 8-400 podrían despegar a su máximo peso de despegue (MTOW) en el Aeropuerto de Anta-Huaraz/Huascarán considerando las condiciones existentes de longitud de pista.

En la Tabla 15, se presenta la longitud de pista requerida para las aeronaves relevantes y la aeronave crítica. La longitud ajustada corresponde a las condiciones locales de Anta (elevación, temperatura, pendiente de pista).

Tabla 15

Longitud de pista requerida para aeronaves (en metros).

Modelo de Aeronave	Tipo de Motor	Temperatura (°C)	Peso de Despegue (Kg)	Longitud de Pista (m)	Longitud Ajustada (m)	Existente (m)	Cumple
A319-200	IAE V2524-A5	ISA + 15	63 945	2 000	2 600	3 050	Si
A320-200	IAE V2527-A5	ISA + 15	66 816	2 500	3 240	3 050	No
B737-500	CFM56-3B1	ISA + 15	52 503	3 100	4 020	3 050	No

EMB 195	GEAECF34-10	ISA + 15	47 790	2 500	3 240	3 050	No
L100-30	502-D22A	ISA + 15	63 135	2 000	2 600	3 050	Si
L100-30	502-D22A	ISA + 15	70 310 MTOW	2 500	2 760	3 050	Si
DASH 8-400	PW 150 A	ISA + 15	29 166	2 160	2 911	3 050	Si

Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019)

3.4.2. Calles de Rodaje

El propósito del sistema de calles de rodaje es mantener un flujo uniforme y continuo del tráfico de aeronaves facilitando los aterrizajes y despegues de los aviones en el sistema de pistas y a su vez manteniendo el más alto grado de seguridad y eficacia operacional.

En el caso de Anta las condiciones orográficas del terreno impiden la implementación de una calle de rodaje paralela solo permitiendo la inclusión de pequeñas calles de salida perpendiculares a la pista de aterrizaje. Se plantea una nueva calle de salida perpendicular para aeronaves de Código C/D, mientras que la existente servirá para atender a aeronaves de Código A/B/C. La nueva calle de rodaje perpendicular mantendrá una separación de 140 m con la existente.

3.4.3. Plataforma de Estacionamiento

La plataforma de estacionamiento de aeronaves actual cuenta con cuatro (4) posiciones de estacionamiento (2 Código C y 2 Código A/B), pudiendo alternar los puestos de Código C con la aeronave crítica (Hércules L-100-30).

El número de posiciones de estacionamiento requeridas para aeronaves de pasajeros es en función de las operaciones de aviones durante la hora punta, la duración promedio que las aeronaves permanecen en plataforma y su nivel de utilización. Se deben

diseñar las posiciones de aviones comerciales para código C y considerar una posición compartida para uso de la aeronave crítica (Código D).

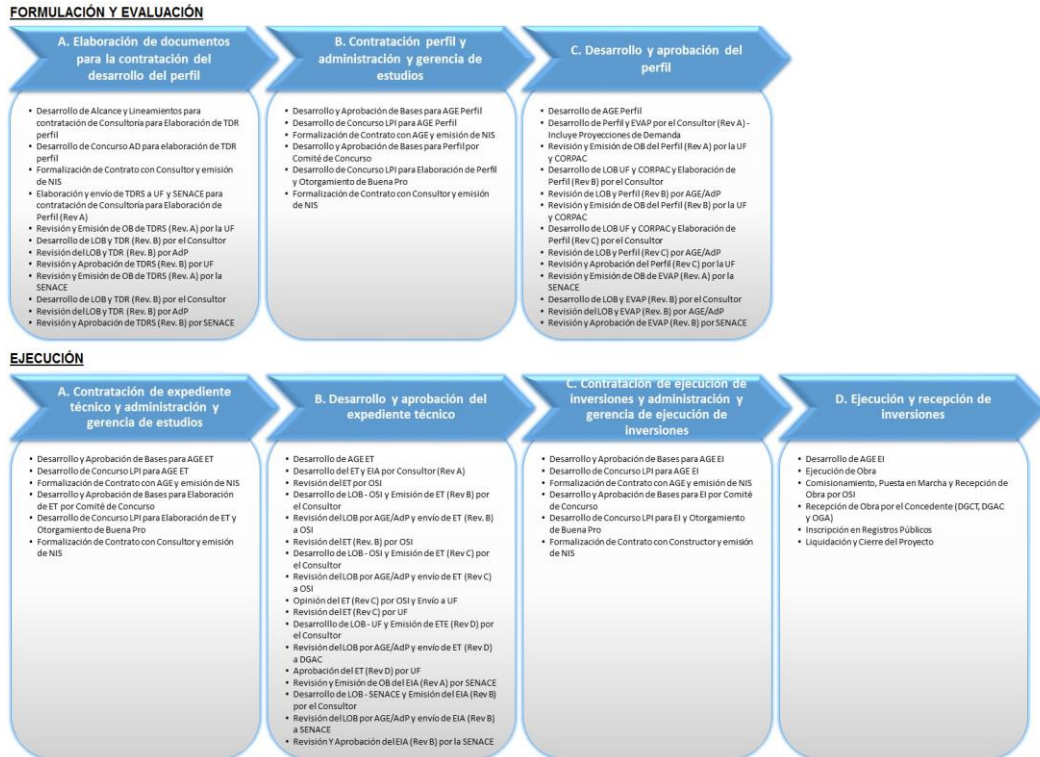
3.5. Plan de Configuración del Aeropuerto y Plan de área del terminal

3.5.1. Fases de Desarrollo

En la Figura 18 se muestra las etapas de desarrollo del Proyectos de Inversión Pública (PIP); desde el momento de la elaboración de los documentos para la contratación del desarrollo de perfil del PIP, hasta la aprobación del perfil, se estima un tiempo de 47.5 meses (aproximadamente 4 años) y desde la contratación del servicio para el Desarrollo y aprobación del Expediente Técnico hasta la Ejecución y recepción de inversiones, se estima un tiempo de 96.5 meses (aproximadamente 8 años).

En este sentido, desde el inicio de la etapa de Formulación hasta el inicio de la etapa de Funcionamiento del PIP, se estiman 145 meses, es decir un tiempo de ejecución de 12 años.

Figura 18
Detalle de las etapas de desarrollo del PIP.



Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019).

3.5.2. Configuración Final

A continuación, se presenta la descripción de algunas de las facilidades propuestas para la Configuración Final de la actualización del PMD.

Se tiene previsto la adquisición de predios, la instalación de un pórtico de entrada al aeropuerto, la construcción de vías de acceso al Aeropuerto, vías de circulación Interna, construcción de una nueva terminal de pasajeros y por ende la construcción de una nueva playa de estacionamiento que atienda al incremento de la demanda prevista, construcción de una calle de rodaje de conexión, nuevos márgenes, acondicionamiento de las RESAs, se propone la construcción de una planta de abastecimiento de combustibles, se tiene

previsto la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, entre más especificaciones.

En el Anexo 3 – PLANO 3: CONFIGURACIÓN ACTUAL Y FINAL DEL AEROPUERTO DE ATA, se presenta la configuración final del lado aire y tierra del Aeropuerto de Anta, establecido por el Plan Maestros de Desarrollo.

3.6. Plan de Acceso Aeroportuario

3.6.1. Red de acceso vial Existente

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) está enfocado en garantizar una mayor integración física en el país.

La proporción de kilómetros pavimentados de la red vial nacional de Áncash pasó de 52,6% en julio del 2011 a 79,6% en julio del 2016.

En la Figura 19 se muestra Mapa vial del Departamento de Ancash.

Figura 19
Mapa vial del Departamento de Ancash



Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019).

CAPÍTULO IV

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS

GRAZIANI

4.1. Ubicación

El Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, se encuentra localizado en el departamento de Ancash, provincia de Carhuaz y distrito de Anta a una altura de 2773 m.s.n.m., geográficamente con las siguientes coordenadas 09°20'21''S - 77°35'54''W.

Las rutas principales de acceso son vía terrestre desde Lima siguiendo la ruta Lima- Huacho- Pativilca-Conococha-Huaraz-Anta y vía aérea directamente de Lima al

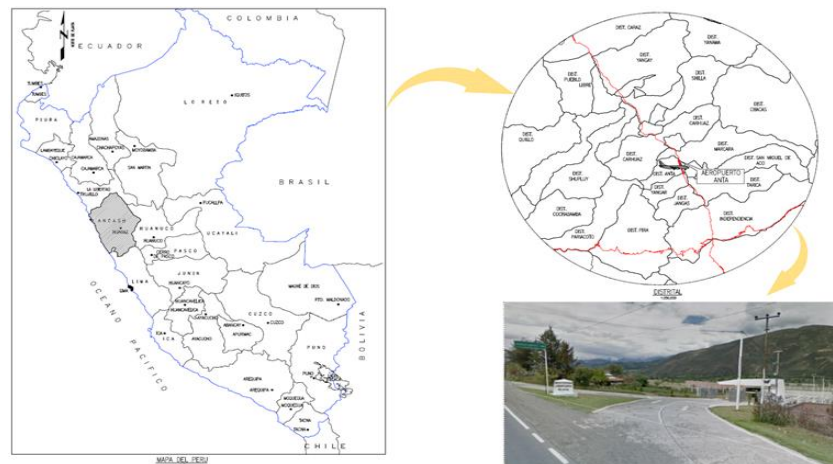
Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani, el tiempo de vuelo promedio es de 45 minutos aproximado.

Cabe recalcar que, en la actualidad se cuenta con vuelos privados ya que desde el año 2018 fueron suspendidos los vuelos comerciales a dicho aeropuerto.

En la Figura 20 y 21, se muestran la Ubicación del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani y Ubicación del Aeropuerto en vista satelital, respectivamente.

Figura 20

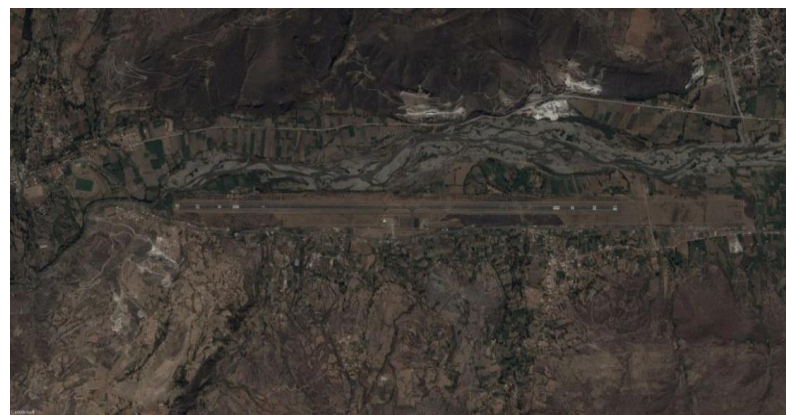
Ubicación del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani



Nota. Tomado de la “Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2017. Aeropuerto de Anta”, por GMI S.A (2018)

Figura 21

Ubicación del Aeropuerto en vista satelital



Nota. Tomado de Google Earth

4.2. Datos Generales

En las Tablas 16 y 17, se muestran los datos generales del Aeropuerto de Anta y los Espesores promedio de la Estructura de los Pavimentos en Pista de Aterrizaje, Calles y Plataformas, respectivamente.

Tabla 16
Datos Generales del Aeropuerto de Anta

DATOS GENERALES		
Código OACI	SPHZ	
Ubicación Geográfica	Región	Ancash
	Provincia	Carhuaz
	Distrito	Anta
Coordenadas geográficas	Longitud	77°35'54''W
	Latitud	09°20'21''S
Elevación	9,097 FT. (2773m.)	
Clave de Referencia del aeropuerto (TRA)	25.5 °c	
Clave de Referencia	4D	
Categoría de Servicio de Extinción de Incendio	CAT. 5	
Procedimiento Operacionales	VFR (Pista 34)/ VFR (pista 16)	
Radioayudas	NDB	
PISTA		
Designación	16/34	
Características Geométricas	3,050 m de largo por 30m de ancho	
Superficie de rodadura	Asfalto	
Márgenes laterales de pista	No dispone	
Franja de pista	3,050 m de largo por 80m de ancho	
Drenaje de pista	Cuenta con drenaje parcial	
Zona de Parada (SWY)	No dispone	
Zona Libre de Obstáculos (CWY)	No dispone	
Área de seguridad de extremo de pista (RESA)	No dispone	

DATOS GENERALES

Plataforma de viraje	No dispone
PCN	20/F/C/X/T (EFE 2019)

CALLES DE RODAJE

Designación	TWY A
Características Geométricas	60 m de largo y de ancho 23m
Superficie de rodadura	Asfalto
Márgenes	No dispone
Drenajes	Requiere mejoramiento
PCN	21 /F/C/X/T (EFE 2019)

PLATAFORMA

Características Geométricas	198m X 80m
Superficie de rodadura	Asfalto
Márgenes	No dispone
PCN	21 /F/C/X/T (EFE 2019)

CERCO PERIMÉTRICO

Cerco de Albañilería	680.77 m
Cerco de Malla Olímpica Perimetral	1,792.2 m
Cerco perimétrico de Alambres de Púas	5,761.92 m

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2019. Aeropuerto de Anta", por Dynatest (2020).

Tabla 17

Espesores promedio de la Estructura de los Pavimentos en Pista de Aterrizaje, Calles y Plataformas.

Capa	Pista		Alfa		Plataforma	
	Esp. (m)	Esp. (in)	Esp. (m)	Esp. (in)	Esp. (m)	Esp. (in)
Carpeta Asfáltica	0.06	2.2	0.08	3.1	0.05	2.0
Base	0.26	10.4	0.19	7.3	0.2	7.9
Sub-base	0.32	12.5	0.31	12.2	0.18	7.1

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2019. Aeropuerto de Anta", por Dynatest (2020).

4.3. Meteorología

Los servicios de meteorología aeronáutica (MET) es proporcionado por CORPAC

S.A. La Estación Meteorológica está ubicada en el mismo edificio de la torre de control,

proporciona datos relacionados a velocidad del viento, temperatura, precipitación y humedad relativa.

El aeropuerto dispone del siguiente equipamiento meteorológico:

- Un anemómetro digital.
- Un altímetro digital
- Un abrigo meteorológico.
- Un pluviómetro convencional.
- Un barómetro mercurial.
- Dos indicadores de la dirección del viento (manga de viento).

4.3.1. Temperatura de referencia del aeródromo

La temperatura anual oscila entre máxima de 24°C y 7°C y el clima tiene dos estaciones bien definidas, templado y seco de mayo a septiembre. La estación de lluvias se presenta entre los meses de octubre a abril.

Teniendo una temperatura de referencia del aeropuerto de 25.5 °C.

4.3.2. Precipitación

La precipitación media acumulada anual es aproximadamente de 666.5 mm.

4.4. Estudio de Suelos

El estudio de suelos tiene como objetivo conocer las características físico - mecánicas de los materiales que conforman el pavimento y la sub rasante con el fin de dar como resultado un diseño óptimo para los requerimientos del tráfico de aeronaves y clima.

4.4.1. Trabajos de campo

El objetivo del estudio fue determinar las características físico-mecánicas de los suelos de la subrasante y capas de pavimento de los elementos del área de movimiento del Aeropuerto de Anta, mediante prospección de suelos (calicatas) y ensayos destructivos en el pavimento (diamantina).

4.4.1.1. Registro de excavaciones

Se consideró los estudios realizados por la Evaluación funcional y estructural (EFE) del 2013 por la empresa consultora HOB CONSULTORES S.A.

Se realizaron 09 calicatas con una profundidad comprendida entre 0.40 m. y 2.95 m. empleando maquinaria pesada, se efectuaron un registro de excavación indicando coordenadas, espesores y descripción (tipo de material, color, humedad, etc.) de cada calicata; de las 09 calicatas, 08 se localizaron en la pista de aterrizaje y 1 en la plataforma de estacionamiento.

En la EFE (2015) realizada por la GMI, se realizó 01 calicata cerca a la calle de rodaje. La ubicación de las calicatas se muestra en las siguientes Figuras 22 y 23.

Figura 22

Calicatas en pista, calle de rodaje Alfa y plataforma de estacionamiento - EFE 2013.

Fecha de ejecución	Calicata	Coordenadas UTM		Ubicación	Progresiva	Profundidad	Lado
		Este	Norte				
22/12/2013	C-01	215,011	8,964,494	Pista principal	0+250	0.00 - 2.60m	Derecho
22/12/2013	C-02	214,826	8,964,957	Pista principal	0+750	0.00 - 2.45m	Izquierdo
22/12/2013	C-03	214,621	8,965,572	Pista principal	1+400	0.00 - 2.80m	Izquierdo
22/12/2013	C-04	214,581	8,965,776	Pista principal	1+600	0.00 - 2.90m	Derecho
22/12/2013	C-05	214,481	8,966,005	Pista principal	1+850	0.10 - 0.40m	Izquierdo
22/12/2013	C-06	214,354	8,966,384	Pista principal	2+250	0.00 - 2.95m	Izquierdo
22/12/2013	C-07	214,220	8,966,866	Pista principal	2+750	0.00 - 2.00m	Derecho
22/12/2013	C-08	214,145	8,967,000	Pista principal	2+900	0.00 - 2.95m	Izquierdo
22/12/2013	C-09	214,552	8,965,584	Plataforma de estacionamiento	-	0.00 - 2.70m	-

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2018. Aeropuerto de Anta"

Figura 23

Calicata en la calle de rodaje - EFE 2015.

Calicata	Ubicación	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
C-01	C. rodaje	214,603	8,965,572

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2018. Aeropuerto de Anta"

4.4.1.2. Ensayos de Laboratorio

Se realizaron ensayos de densidad en el terreno por el método de cono y arena, y se tomaron muestras representativas para llevar a laboratorio para la ejecución de los ensayos de caracterización geotécnica ingenieril.

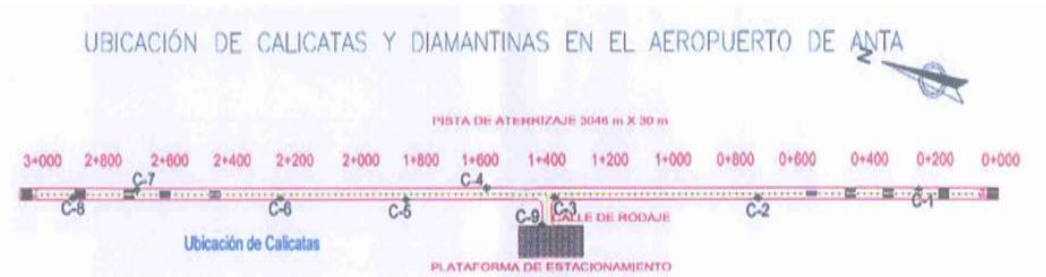
A continuación, se detallan los ensayos realizados:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM C-136
- Límite Líquido y Límite Plástico ASTM D-4318
- Contenido de Humedad ASTM D-2216

- Proctor Modificado ASTM D-1557
- Relación de Soporte de California (C.B.R.) ASTM D-1883

En la Figura 24 se presenta la ubicación de las calicatas realizadas:

Figura 24
Ubicación de calicatas



Nota. Tomado de la “Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2013. Aeropuerto de Anta”, por HOB CONSULTORES S.A. (2013)

4.4.1.2.1. Ensayos capas granulares y suelo de fundación

Con las muestras de suelo obtenidas de las excavaciones correspondientes a los EFES desarrollados los años anteriores, se realizaron ensayos de laboratorio de mecánica de suelos que permitieron determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación y clasificar los suelos según el sistema SUCS (ASTMD-2487).

Los resultados obtenidos se consignan en las Figuras 25 y 26.

Figura 25

Ensayos de laboratorio estándares de capas granulares y suelo de fundación-EFE 2013.

Calicata	Progresiva	Profundidad	Muestra	Límites de Consistencia Pasante La Nº40			Clasificación		Humedad Natural (%)	Compactación ATMD D-1557		C.B.R. 0.1"		Equivalente arena
				L.L.	L.P.	I.P.	AASHTO	SUCS		M.D.S. (g/cm3)	O.C.H. (%)	95%	100%	
C-1	0+250	0.00 - 0.06	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.06 - 0.26	M - 1	40	30	10	A-2-4 (0)	GM	12.1	2.081	10.1	19.6	35.9	15
		0.26 - 0.50	M - 2	38	30	9	A-2-4 (0)	GM	6.5	2.075	10	18.2	33	17
		0.50 - 2.60	M - 3	47	36	11	A-1-b (0)	GM	6	2.083	9.3	22.8	40	16
		De 2.60 a más	S/M	ROCA										
C-2	0+750	0.00 - 0.05	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.05 - 0.20	M - 1	26	22	3	A-1-b (0)	GM	7.7	2.088	9.5	20.6	38.4	17
		0.20 - 0.40	M - 2	21	NP	NP	A-2-4 (0)	GM	6.4	1.936	10.6	19.2	34.8	12
		0.40 - 2.45	M - 3	23	21	3	A-2-4 (0)	GM	15.2	2.097	10	21.6	43.4	13
		De 2.45 a más	S/M	ROCA										
C-3	1+400	0.00 - 0.06	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.06 - 0.24	M - 1	26	21	5	A-1-b (0)	GC-GM	5.9	2.056	10.8	22.6	37.2	15
		0.24 - 0.50	M - 2	29	22	7	A-2-4 (0)	GC-GM	5.7	2.063	11	31.6	44.7	15
		0.50 - 1.00	M - 3	29	25	5	A-1-b (0)	GM	6.2	2.058	10.1	29	41.9	15
		1.00 - 1.55	M - 4	37	25	12	A-6 (8)	ML	15	1.652	27	2.8	4.2	4

Calicata	Progresiva	Profundidad	Muestra	Límites de Consistencia Pasante La Nº40			Clasificación		Humedad Natural (%)	Compactación ATMD D-1557		C.B.R. 0.1"		Equivalente arena
				L.L.	L.P.	I.P.	AASHTO	SUCS		M.D.S. (g/cm3)	O.C.H. (%)	95%	100%	
		1.55 - 2.80	M - 5	23	21	2	A-4 (1)	SM	11.3	1.859	16.8	7.5	12.8	9
		De 2.80 a más	S/M	ROCA										
C-4	1+600	0.00 - 0.04	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.04 - 0.40	M - 1	31	25	7	A-2-4 (0)	GM	5.9	2.068	8.9	27.4	45.1	20
		0.40 - 0.80	M - 2	26	21	5	A-1-b (0)	GC-GM	7.4	2.09	9.5	15.6	33.3	15
		0.80 - 2.90	M - 3	36	26	10	A-4 (5)	ML	11.2	1.937	14	2.3	5	6
		De 2.90 a más	S/M	ROCA										
C-5	1+850	0.00 - 0.04	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.04 - 0.40	M - 1	25	20	5	A-1-a (0)	GC-GM	5.4	2.072	9.5	25.3	63.8	19
		0.40 - 3.00	M - 2	25	22	3	A-6 (8)	ML	13.8	1.943	14.6	9.3	13.6	2
C-6	2+250	0.00 - 0.04	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.04 - 0.50	M - 1	25	20	5	A-1-b (0)	GC-GM	6.8	2.089	10	26.3	53.3	16
		0.50 - 2.95	M - 2	26	19	7	A-2-4 (0)	GP-GC	5.7	2.089	8.9	35.5	55.5	21
		De 2.95 a más	S/M	ROCA										
C-7	2+750	0.00 - 0.05	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.05 - 0.40	M - 1	23	19	3	A-1-b (0)	GM	6.4	2.094	9	25.3	44.2	18
		0.40 - 0.85	M - 2	24	20	4	A-1-b (0)	GM	7.1	2.099	9.8	24.4	34.8	16
		0.85 - 2.00	M - 3	28	22	6	A-1-b (0)	GM	8	2.068	10.8	20.4	38.4	15
		De 2.00 a más	S/M	ROCA										
C-8	2+900	0.00 - 0.04	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.04 - 0.45	M - 1	23	20	3	A-1-a (0)	GM	7.3	2.084	10.6	35.8	63.8	20
		0.45 - 2.95	M - 2	24	20	4	A-1-a (0)	GC-GM	7.4	2.004	8.6	30.9	63.1	20
		De 2.95 a más	S/M	ROCA										
C-9	Plataforma	0.00 - 0.06	S/M	Carpeta Asfáltica										
		0.06 - 0.26	M - 1	25	21	5	A-1-b (0)	GC-GM	5.7	2.094	10.2	19.2	30.2	15
		0.26 - 0.46	M - 2	29	25	4	A-4 (3)	GM	7.7	1.806	17.7	5.1	10.1	7
		0.46 - 2.70	M - 3	25	20	5	A-4 (8)	CL-ML	14	1.821	17.2	3.3	3.9	3
		De 2.70 a más	S/M	ROCA										

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2013. Aeropuerto de Anta", por HOB CONSULTORES S.A. (2013)

Figura 26

Resultados de ensayos de laboratorio – EFE 2015.

Calicata	Ubicación	Profundidad	Muestra	Límites de Consistencia Pasante La N°40			Clasificación		Humedad (%)	Compactación		C.B.R. 0.1"		C.B.R. 0.1"	
				L.L.	L.P.	I.P.	AASHTO	SUCS		ASTM D-1557		95%	100%	95%	100%
										M.D.S. (g/cm3)	O.C.H. (%)				
C-01	C.Rodaje	0.00 - 0.30	M - 1	25.1	17.2	7.9	A-2-4 (0)	SC	4.6	-	-	-	-	-	-
		0.30 - 0.90	M - 2	29.1	17.7	11.4	A-2-6 (0)	SC	6.28	-	-	-	-	-	-
		0.90 - 1.50	M - 3	25.1	16.3	8.8	A-4(1)	SC	12.1	2.075	11.63	5	7	8	11

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2015. Aeropuerto de Anta", por GMI S.A. (2015)

4.4.1.2.2. Perfil Estratigráfico

En la subrasante se observó la presencia predominante de grava limosa (GM) en un 53.83% y en menor medida la presencia de limos inorgánicos (ML), arcillas inorgánicas con limos (CL-ML) y arena limosa (SM).

Según los estudios realizados por GMI en el 2015, tal como se muestra en la Figura 27.

Figura 27

Clasificación SUCS - Subrasante

Clasificación SUCS - Subrasante	
SUCS	%
GM	53.83%
SM	9.72%
ML	24.68%
CL-ML	11.76%

Nota. Tomado de la "Evaluaciones Funcionales y Estructurales de los Pavimentos del Lado Aire 2015. Aeropuerto de Anta", por GMI S.A. (2015)

4.5. Mix de Aeronaves

Uno de los parámetros fundamentales para el diseño de los pavimentos es el tránsito aéreo, para lo cual se ha empleado la data proveniente del plan maestro realizado por AdP, explicado detalladamente en el capítulo III.

Tomando en cuenta la Tabla 14 y Tabla 15 donde se muestra la proyección de pasajeros y el factor de ocupación, se realiza el procedimiento para obtener el número de pasajeros anuales que nos servirá en el proceso de diseño, se empleará el promedio aritmético de la proyección de pasajeros base 2018–2036 planteado por el Plan Maestro.

$$\text{Pasajeros anuales} = 29\ 828$$

$$\text{Factor de ocupación} = 74\%$$

Cabe mencionar que, en el Aeropuerto de Anta se recibía operaciones comerciales y militares, entre las aeronaves más frecuentes tenemos a la Dash – 8, DHC–6 y Beechcraft 1900.

En la tabla 18 se detalla la data histórica de operaciones por aeronaves del 2010 al 2015.

Tabla 18

Porcentaje operaciones por tipo de aeronaves, 2010–2015

Aeronave	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Dash 8	0%	1%	60%	56%	70%	83%
DHC 6	34%	33%	30%	35%	25%	2%
SW3	56%	55%	0%	0%	0%	0%
Piper PA42	5%	6%	3%	1%	1%	1%
Beechcraft 1900	2%	1%	2%	1%	1%	1%

Aeronave	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MI 17	0%	0%	1%	1%	0%	6%
Antonov AN32	0%	1%	1%	0%	1%	1%
Otros	3%	3%	3%	6%	2%	6%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota. Tomado del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta”, por AdP (2019)

Una de las aerolíneas más importantes en nuestro país es LATAM AIRLINES, teniendo 19 destinos a nivel nacional (Lima, Arequipa, Ayacucho, Chiclayo, Cajamarca, Cusco, Ilo, Iquitos, Jaén, Jauja, Juliaca, Pucallpa, Piura, Tumbes, Tacna, Talara, Tarapoto, Trujillo y Puerto Maldonado).

En el 2016, durante la presentación de la Memoria Anual de dicha aerolínea se manifestó que en mediano plazo la Compañía apunta a tener una flota de corto alcance únicamente de la familia A320, en sus versiones A320, A321 y A320neo.

EL PMD 2019 realizado por AdP toma como aeronave de diseño geométrico al AIRBUS A320, aeronave que es la más empleada en operaciones comerciales. Por ello, se consideró un 60% de operaciones realizados con el AIRBUS A320 (174 asientos), 20% con el AIRBUS A319 (144 asientos) y un 20% con las aeronaves DASH 8 y DHC 6, estas últimas con operaciones realizadas hasta el 2015.

En la las Tablas 19 y 20 se muestran los Pasajeros anuales por aeronave y las Salidas anuales por aeronave, respectivamente.

Tabla 19*Pasajeros anuales por aeronave*

TOTAL PASAJEROS	AERONAVES	PORCENTAJE	PASAJEROS POR AERONAVE	PORCENTAJE	PASAJEROS POR AERONAVE
29828	AIRBUS 319	20%	5966	20%	5966
	AIRBUS 320	60%	17897	60%	17897
	DASH 8	20%	5966	83%	4951
	DHC 6			17%	1014

Tabla 20*Salidas anuales por aeronave*

AERONAVES	NUMERO DE ASIENTOS	FACTOR DE OCUPACIÓN	NÚMEROS DE PASAJEROS REALES	SALIDAS ANUALES
AIRBUS 319	144	74%	107	56
AIRBUS 320	174	74%	129	139
DASH 8	50	74%	37	134
DHC 6	37	74%	27	37

CAPÍTULO V

DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DEL ÁREA DE MOVIMIENTO

A continuación, se presenta el planteamiento del diseño de los pavimentos del área de movimiento, que comprende la pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de aeronaves del Aeropuerto Comandante FAP Germán Arias Graziani (ATA), proporcionándole características estructurales óptimas para que las operaciones aéreas se realicen en condiciones adecuadas y seguras, conforme los requerimientos de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

5.1. Vida de diseño del pavimento

Como se manifestó en el capítulo II los pavimentos de los aeropuertos han funcionado bien durante 20 años, por lo que, para la presente investigación se empleará esta vida de servicio.

5.2. Tipos de pavimentos en el área de movimiento

La presente tesis desarrolla el diseño del pavimento flexible y rígido de la pista de aterrizaje del ATA, según la FAA con el AC 150/5320-6G.

En dicha circular se indica el procedimiento de diseño de pavimento según el software FAARFIELD V 2.0.18.

Plataforma de Aviación General: La estructura de pavimento tendrá que ser capaz de soportar las cargas estáticas de las aeronaves que operarán en el ATA.

Pista de vuelo y Calles de Rodaje: La estructura de pavimento tendrá que ser capaz de soportar las cargas dinámicas de las aeronaves.

En la Tabla 21 se detalla los tipos de pavimento para cada una de las componentes del Área de Movimiento del ATA.

Tabla 21

Tipos de pavimento para cada una de las componentes del Área de Movimiento del ATA

ÁREA DE MOVIMIENTO	TIPO DE PAVIMENTO
Pista de Vuelo	Pavimento flexible
Calle de rodaje	Pavimento flexible
Calle de rodaje paralela	Pavimento flexible
Plataforma de aviación general	Pavimento rígido

5.3. Parámetros de diseños

Según lo señalado en el capítulo III, el diseño del pavimento se desarrollará mediante el software FAARFIELD V 2.0.18, dicho software requiere contar con diversos parámetros que ya han sido detallados en dicho capítulo.

5.3.1. Del estudio de suelos

5.3.1.1. CBR del terreno de fundación

En la presente investigación, para la elección del valor del CBR de diseño, se empleó el criterio de la OACI, optando el menor valor del CBR de la subrasante para el diseño de pavimento.

En la Tabla 22 se presenta el resumen de resultados de CBR con valores mínimos en la pista de vuelo, calle de rodaje y plataforma.

Tabla 22

Resumen de resultados de CBR con valores mínimos en la pista de vuelo, calle de rodaje y plataforma.

Calicata	Progresiva	C.B.R. 0.1 "	
		95%	100%
C-1	0+250	22.8	40
C-2	0+750	21.6	43.4
C-3	1+400	29	41.9
C-4	1+600	2.3	5
C-5	1+800	9.3	13.6
C-6	2+250	35.5	55.5
C-7	2+750	20.4	38.4
C-8	2+900	30.9	63.1
C-9	Plataforma	3.3	3.9
C-10	C. Rodaje	5	7

Se debe de hacer un mejoramiento de la subrasante de 40cm desde la progresiva 1+400 hasta 1+600 en la pista de vuelo que según los ensayos cuenta con un C.B.R. mínimo de 2.3%, en la plataforma que cuenta con un C.B.R. mínimo de 3.3% y en la calle de rodaje que según los ensayos cuenta con un C.B.R. mínimo de 5%, para de esta manera trabajar en el diseño con un C.B.R. mínimo de 9.3%.

Por tanto, los cálculos a realizar partirán de una capacidad portante de la subrasante de CBR de diseño igual a 9.3%, tal como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23

Resumen del CBR de diseño en el área de movimiento.

ÁREA DE MOVIMIENTO	CBR de diseño
Pista de Vuelo	9.3
Calle de rodaje	9.3
Plataforma	9.3

5.3.1.2. Módulo de reacción k

Para pavimentos rígidos, la FAA menciona que, si los datos de la prueba de carga de la placa no están disponibles, entonces el módulo de elasticidad E debe estimarse a partir de CBR.

Como: $CBR = 9.3\%$

$$K = 28.6926 \times CBR^{0.7788}, (K, pci)$$

$$K = 162.94 PCI$$

Para convertir este valor de k en pci a MN/m³ se debe multiplicar la expresión anterior por 0.2715.

$$K = 44.3 MN/m^3$$

5.3.2. Mix de aeronaves

El tránsito aéreo es uno de los parámetros principales para el diseño de los pavimentos. Se realizó el estudio respectivo en el CAPÍTULO IV, considerando los tipos de aeronaves que operaran en el periodo de diseño proyectado.

En la Tabla 24 se detalla el mix de aeronaves considerado en el presente diseño.

Tabla 24

Mix de aeronaves a introducir en el programa FAARFIELD.

AERONAVE	DESPEGUE EQUIV. ANUAL DE DISEÑO
AIRBUS 319-100 opt	56
AIRBUS 320-200 opt	139
Q300/Dash 8 Series 300	134
BeechJet-400/400A	37

5.4. Diseño de pavimento flexible utilizando el programa FAARFIELD

Se plantea utilizar el pavimento flexible para los siguientes elementos:

- Pista de aterrizaje
- Calles de rodaje

Para el diseño de la estructura de pavimento flexible se han utilizado los criterios establecidos en el documento público de la FAA, AC N°150/5320-6G-AIRPORT PAVEMENT DESIGN AND EVALUATION.

5.4.1. Materiales

- P-154 SUBBASE GRANULAR

La capa de subbase P-154 corresponde a un material granular que se construye sobre la subrasante y que está compuesto por partículas duras y durables. Este proviene de la trituración de materiales de cantera.

- P-401 BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON ASFALTO

Este material comprende una composición granular y cemento, uniformemente combinados y mezclados con agua. Este material será utilizado como base de pavimentos flexibles.

- P-401 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

En pavimentos flexibles se utilizan mezclas asfálticas como capas superficiales que soportan el paso de las aeronaves y ofrecen gran parte del aporte estructural del pavimento. Los módulos de estas capas están preestablecidos en FAARFIELD dependiendo de si se trata de capas de rodadura, en cuyo caso se adopta un módulo de 200.000 psi.

- P-209 BASE GRANULAR

La capa de base P209 corresponde a un material granular producto de la trituración de rocas. Debe estar conformado por partículas limpias, durables, libres de arcilla, limos, materiales orgánicos o cualquier otro material nocivo. Puede ser utilizado bajo pavimentos rígidos y flexibles. Al igual que el material de subbase, su módulo varía en función del espesor de la capa y de la rigidez de la capa subyacente.

5.4.2. Registro de tráfico aéreo en FAARFIELD

Una vez determinado el tipo de material a emplear en cada capa, ingresamos el tráfico de aeronaves, para ello se seleccionará el grupo de aeronaves con los cuales se diseñará, y luego se añadió cada aeronave que conformó dicho grupo de la biblioteca de

aviones. De la misma manera, se ingresó las salidas anuales de cada aeronave y la razón de crecimiento anual, los pesos brutos de dichas aeronaves son cargadas de manera automática por el programa.

Se empleó un valor de 5.47% para la tasa anual de crecimiento, tal como lo menciona el Plan Maestro.

En el software FAARFIELD, se introdujo los datos del tráfico aéreo que se obtuvieron en el CAPÍTULO IV.

En la Figura 28 se muestra el mix de aeronaves, las salidas anuales y la tasa de crecimiento anual empleados para el diseño del pavimento flexible.

Figura 28
Mix de aeronaves (Pavimento flexible)

Airplane Information				
No.	Name	Gross Wt. (kg)	Annual Departures	% Annual Growth
1	A320-200 opt	78,400	139	5.47
2	A319-100 opt	68,400	56	5.47
3	Q300/Dash 8 Series 300	19,595	134	5.47
4	BeechJet-400/400A	7,394	37	5.47

Nota. FAARFIELD

La lista de todas las aeronaves registradas en FAARFIELD está disponible en su Library Airplanes, cada aeronave de la lista cuenta con datos de las configuraciones del tren de aterrizaje, área de contacto del neumático, longitud de contacto del neumático, ancho de contacto del neumático, espacio en tándem, espacio en doble y presión de llanta.

En el Library Airplanes, no encontramos la aeronave Beechcraft 1900 puesto que es un modelo antiguo dentro de la aviación comercial a nivel mundial, por ello al momento de ingresar el mix de aeronaves sustituimos la aeronave Beechcraft 1900 por el BeechJet-400 puesto que tienen características similares.

En la Tabla 25 se muestra la configuración del tren de aterrizaje del mix de aeronaves.

Tabla 25

Configuración del tren de aterrizaje del mix de aeronaves

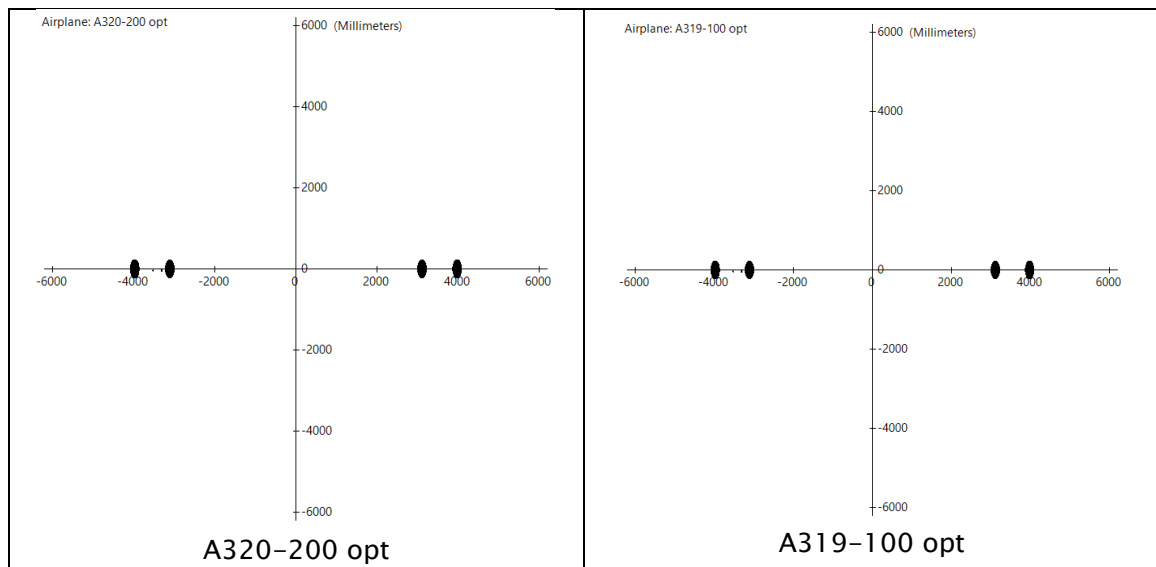
Aeronave	Presión de Llanta (Kpa)	Ancho de contacto del neumático (mm)	Longitud de contacto del neumático (mm)	Área de contacto del neumático (mm ²)
A320-200 Twin opt	144.0	318.0	508.0	126808.2
A319-100 opt	1380	303.1	485.0	115442.6
Dash 8 Serie 300	696.37	228.0	365.0	65538.0
BeechJet-400	621	204.1	327.9	52777.7

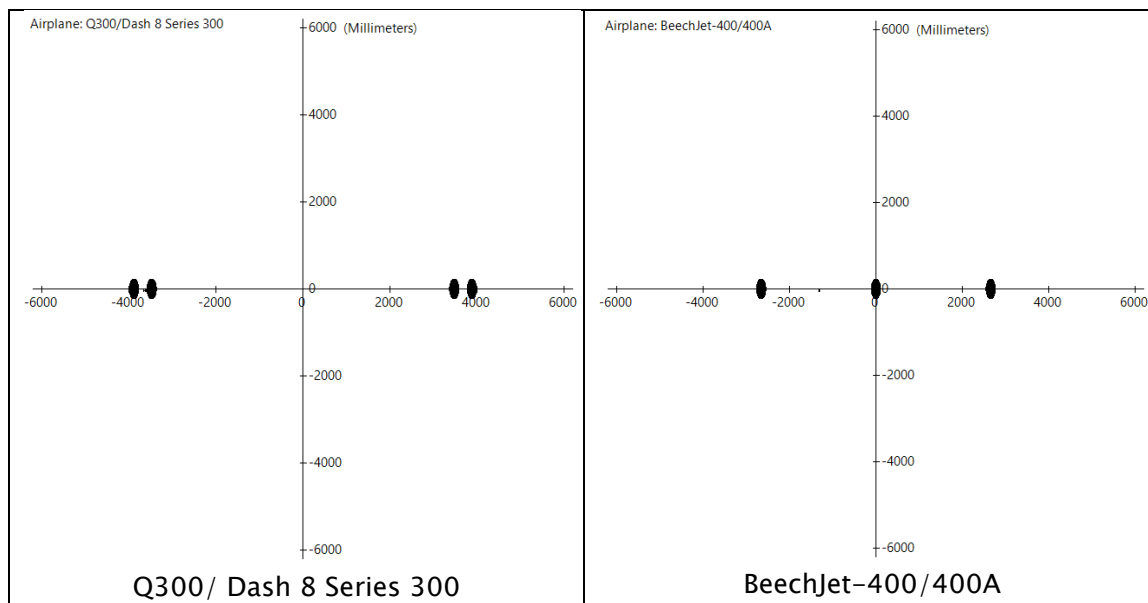
Nota. FAARFIELD

A continuación, se muestra el tren de aterrizaje de cada aeronave que forma parte del mix de aeronaves (Tabla 26).

Tabla 26

Tren de aterrizaje de cada aeronave





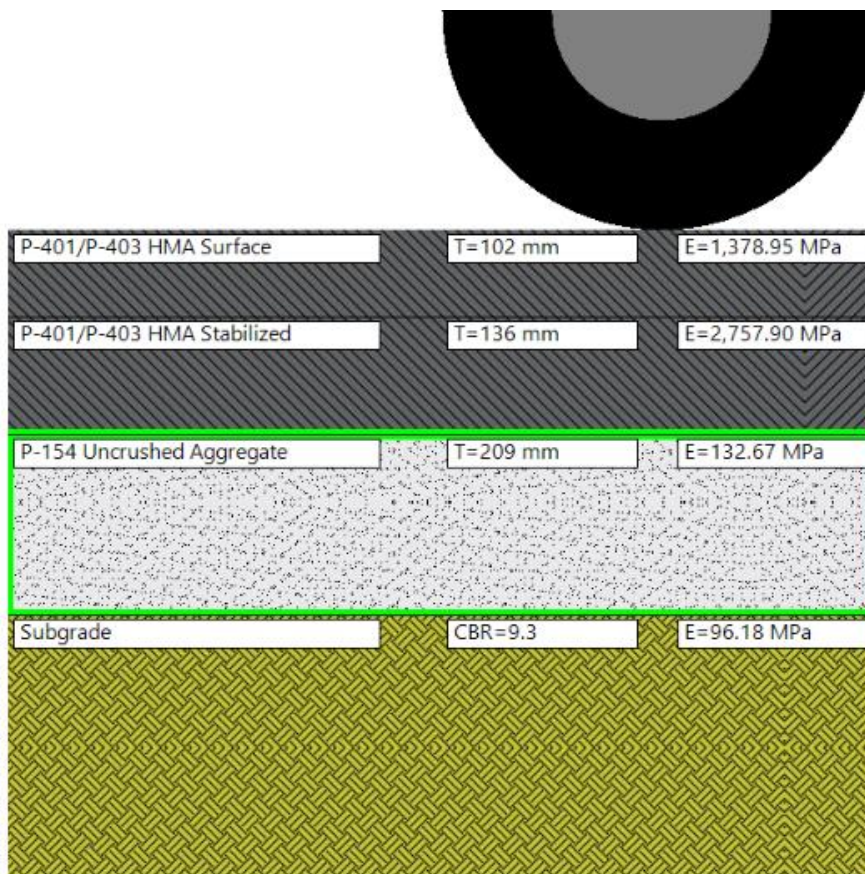
Nota. FAARFIELD

5.4.3. Cálculo de espesores de las capas de la pista de aterrizaje y calles de rodaje

Una vez ingresado los datos, se procede a diseñar la estructura. Por defecto, el software FAARFIELD ajusta una capa del pavimento según el tipo de sección, pudiendo ser cambiada por el tipo de capa a emplear, el valor del CBR predeterminado, las características de las aeronaves y el tipo de material.

Habiendo procesado los parámetros requeridos, el programa FAARFIELD muestra el siguiente resultado para la pista de aterrizaje y calles de rodaje (ver figura 30):

Figura 29
Diseño de pavimento Flexible



Nota. FAARFIELD

La pista de aterrizaje y calles de rodajes presentan un espesor total de 55 cm (ver tabla 27):

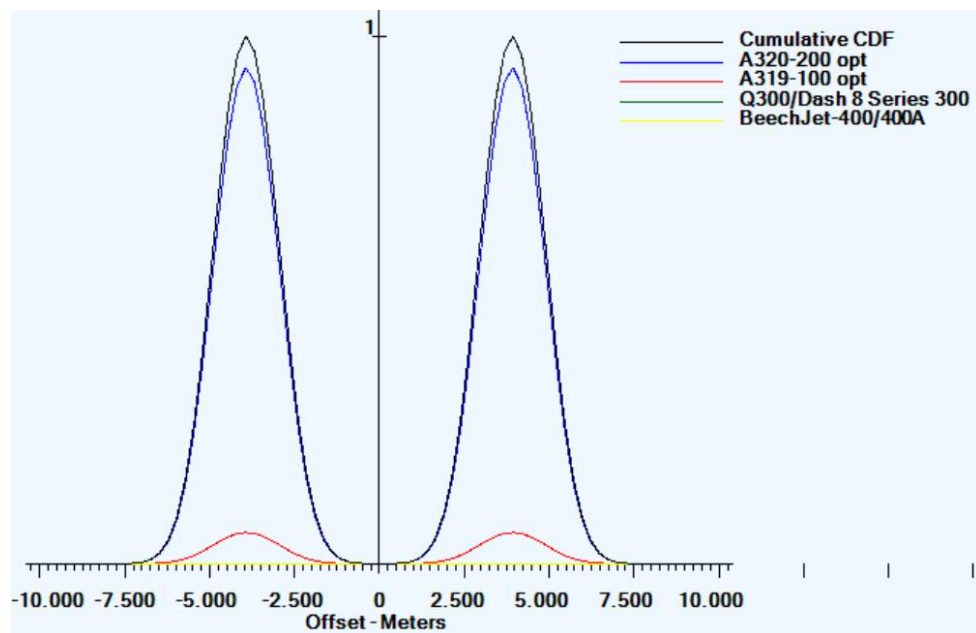
Tabla 27
Espesores de pavimento flexible - Pista de Aterrizaje y Calles de Rodaje

DESCRIPCIÓN	ESPESOR (cm)
P-401 HMA Surface: Mezcla asfáltica para rodadura	15
P-401 Capa base granular estabilizado con asfalto	15
P-154 UnCr Ag Sub Base Granular	25

Nota. FAARFIELD.

El factor de daño acumulativo (CDF) señala que la aeronave que causa mayor daño al pavimento es el A320-200, el daño acumulativo puede verse en la figura 30, que fue elaborada por FAAARFIELD en la que se tiene en cuenta la distancia lateral al eje de la pista, el peso de cada aeronave y el número de salidas anuales.

Figura 30
Factor de daño acumulativo del mix de aeronaves



Nota. FAARFIELD

5.4.4. Cálculo de espesores de las capas de los márgenes

Los espesores de margen de la pista están diseñados para permitir una operación segura de una aeronave en una base de emergencia a través del área del margen pavimentado sin dañar la aeronave.

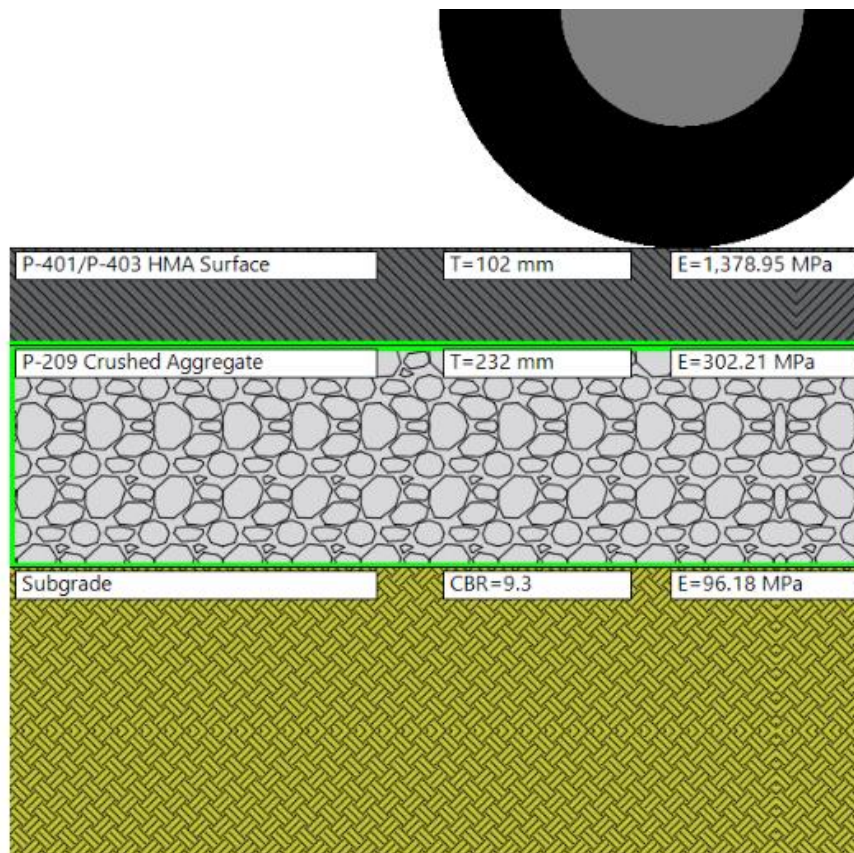
Debido a que el pavimento no está destinado a soportar el tráfico regular de aeronaves, no se considera una mezcla de tráfico completo. En su lugar, se emplea el

avión con la mayor contribución al CDF, estableciendo para cada avión salidas anuales de 1200.

De la figura 31, la aeronave con CDF más alto del registro de tráfico aéreo resulta el A320-200. Por lo que se tomará a dicha aeronave como avión de diseño y se considera finalmente con una salida anual.

Habiendo procesado los parámetros requeridos, el programa FAARFIELD muestra el siguiente resultado para los márgenes de la pista de aterrizaje y calles de rodaje (ver figura 32):

Figura 31
Diseño de pavimento Flexible -Márgenes



Nota. FAARFIELD

Los márgenes presentan un espesor total de 55 cm (ver tabla 28):

Tabla 28

Espesor del pavimento flexible – Márgenes

DESCRIPCIÓN	ESPESOR (cm)
P-401 HMA Surface: Mezcla asfáltica para rodadura	15
P-209 Capa base de Agregado Granular	40*

Nota. FAARFIELD.

*Demanda el espesor de 25cm, sin embargo, con el fin de coincidir la estructura de márgenes de pista con el pavimento adyacente de pista y calles de rodaje se propone un espesor de 40cm, para así llegar a la sección estructural de pista de 55cm.

5.5. Diseño de pavimento rígido utilizando el programa FAARFIELD

Se plantea utilizar el pavimento rígido para el siguiente elemento:

- Plataforma de Aviación General

Para el diseño de la estructura de pavimento rígido se han utilizado los criterios establecidos en el documento público de la FAA, AC N°150/5320-6G-AIRPORT PAVEMENT DESIGN AND EVALUATION.

5.5.1. Materiales

- P-306 ECONOCRETO

El econocreto trata de una mezcla donde se utiliza una menor cantidad de cemento y tiene menor resistencia. Su módulo de elasticidad está establecido en FAARFIELD como 700.000 psi.

- P-501 CONCRETO HIDRÁULICO

El concreto es una mezcla de cemento, agregados, agua, aire y en algunos casos aditivos y/o elementos añadidos para brindar más resistencia al material. En función de las

proporciones de los componentes se obtendrán unas propiedades resultantes que determinan el comportamiento mecánico en el pavimento.

5.5.2. Registro de tráfico aéreo en FAARFIELD

El proceso de registro de tráfico aéreo es la misma que se emplea para los pavimentos flexibles, tal como se detalla en la sección 5.4.2.

En la Figura 32 se muestra el mix de aeronaves, las salidas anuales y la tasa de crecimiento anual empleados para el diseño del pavimento rígido.

Figura 32

Mix de aeronaves (Pavimento rígido)

Airplane Information				
No.	Name	Gross Wt. (kg)	Annual Departures	% Annual Growth
1	A320-200 opt	78,400	139	5.47
2	A319-100 opt	68,400	56	5.47
3	Q300/Dash 8 Series 300	19,595	134	5.47
4	BeechJet-400/400A	7,394	37	5.47

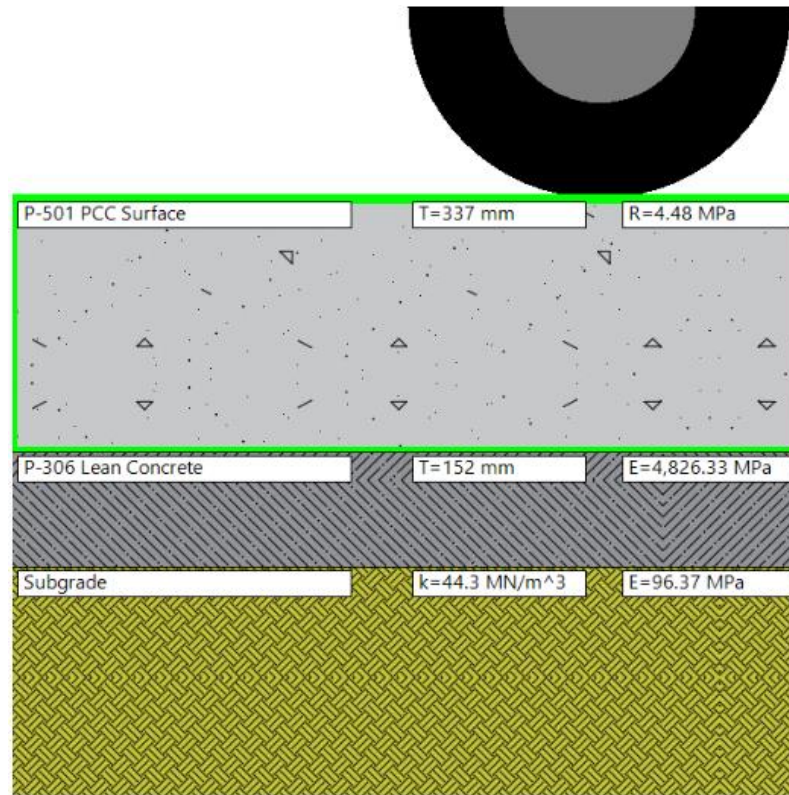
Nota. FAARFIELD

5.5.3. Cálculo de espesores de las capas de la Plataforma de Aviación General

Una vez ingresado los datos, se procede a diseñar la estructura. Por defecto, FAARFIELD ajusta una capa del pavimento según el tipo de sección, pudiendo ser cambiada por el tipo de capa a emplear, el valor del K determinado, las características de las aeronaves y el tipo de material.

Habiendo procesado los parámetros requeridos, el programa FAARFIELD muestra el siguiente resultado para la plataforma de aviación general (ver figura 34):

Figura 33
Diseño del pavimento Rígido



Nota. FAARFIELD

La plataforma de aviación general presenta un espesor total de 55 cm (ver tabla 29):

Tabla 29
Espesores del pavimento rígido - Plataforma de Aviación General

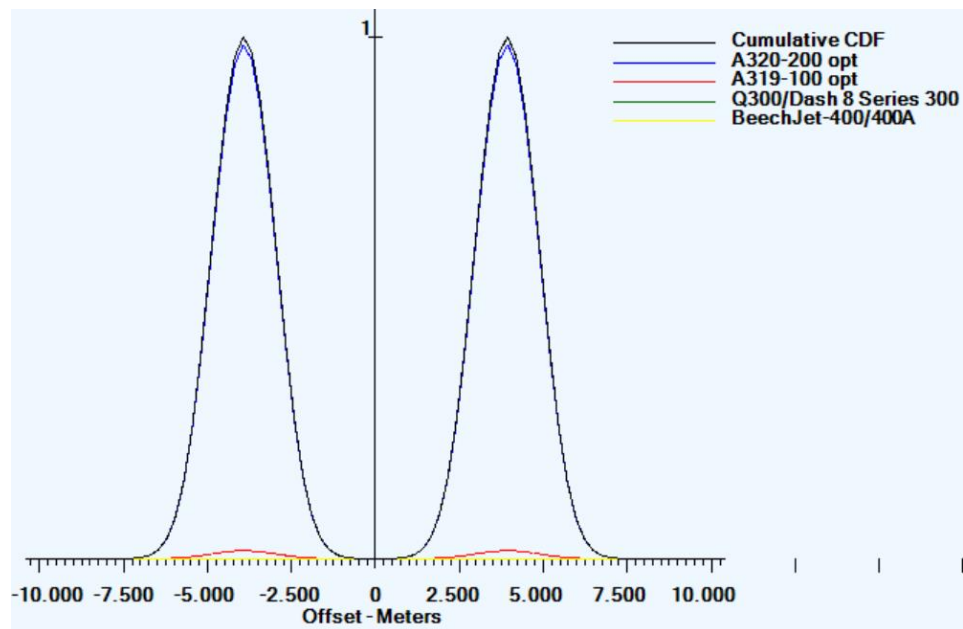
DESCRIPCIÓN	ESPESOR (cm)
P-501 Losa de concreto	35
P-306 base estabilizada	20

Nota. FAARFIELD.

El factor de daño acumulativo (CDF) señala que la aeronave que causa mayor daño al pavimento es el A320-200, el daño acumulativo puede verse en la figura 34, que fue elaborada por FAAARFIELD en la que se tiene en cuenta la distancia lateral al eje de la pista, el peso de cada aeronave y el número de salidas anuales.

Figura 34

Factor de daño acumulativo del mix de aeronaves



Nota. FAAARFIELD

5.5.4. Dimensionamiento de las losas de concreto

Para la presente investigación, donde la losa de concreto se encuentra en el intervalo 13.5–16 pulg. (343–406 mm), tal como lo muestra la Tabla 30, consideramos que el espacio entre juntas no debe superar los 5.3m. Se adoptará una separación entre juntas transversales y longitudinales de construcción de 4.5m que se ajusta mejor a las geometrías existentes y limita la generación de fisuras.

Tabla 30

Espaciado máximo recomendado entre juntas – Pavimento Rígido

Con base estabilizada	
Espesor de losa	Espaciado
8–10 pulg. (203–254 mm)	12.5 pies (3.8 m)
10.5–13 pulg. (267–330 mm)	15 pies (4.6 m)
13.5–16 pulg. (343–406 mm)	17.5 pies (5.3 m)

> 16 pulg. (>406 mm)	20 pies (6.1 m)
Sin base estabilizada	
Espesor de losa	Espaciado
6 pulg. o menos (152 mm)	12.5 pies (3.8 m)
6.5-9 pulg. (165-229 mm)	15 pies (4.6 m)
> 9 pulg. (>229 mm)	20 pies (6.1 m)

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021)

5.5.5. Diseño de pasadores o dowels

Los pasadores proporcionan transferencia de carga a través de la junta y evitan el desplazamiento vertical relativo de los extremos de los paneles adyacentes. En la Tabla 31 se menciona las Dimensiones y separaciones de pasadores de acero que sugiere tener de acuerdo al espesor de la losa.

Tabla 31

Dimensiones y separaciones de pasadores de acero

Espesor de la losa	Diámetro	Longitud	Separación
5-7 in (152-178mm)	3/4 in (20mm)	18 in (460mm)	12 in (305mm)
7,5-12 in (191-305mm)	1 in (25mm)	18 in (480mm)	12 in (305mm)
12,5-16 in (318-406mm)	1 1/4 in (30mm)	20 in (510mm)	15 in (380mm)
16,5-20 in (419-458mm)	1 1/2 in (40mm)	20 in (510mm)	18 in (460mm)
20,5-24 in (521-610mm)	2 in (50mm)	24 in (610mm)	18 in (460mm)

Nota. Tomado de la "Advisory Circular - AC 150/5320-6G", por FAA (2021).

Para un espesor de 35.00cm, las dovelas estarán configuradas de la siguiente manera: Diámetro de 30mm (1 ¼"), longitud de 51cm y una separación de 38cm.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS ECONÓMICO

Teniendo definido el diseño de pavimentos, que se detalló en el Capítulo V, se realizó el análisis económico del área de movimiento. En la tabla 38 se muestra el resumen de los espesores diseñados en el programa FAARFIELD.

Tabla 32

Espesores diseñados del Pavimento Flexible y Rígido.

PISTA DE ATERRIZAJE Y CALLES DE RODAJE (Pavimento Flexible)	
Capa	Espesor (cm)
P-401 HMA Surface: Mezcla asfáltica para rodadura	15

P-401 Capa base granular estabilizado con asfalto	15
P-154 UnCr Ag Sub Base Granular	25
MÁRGENES	
(Pavimento Flexible)	
Capa	Espesor (cm)
P-401 HMA Surface: Mezcla asfáltica para rodadura	15
P-209 Capa base de Agregado Granular	40
PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL	
(Pavimento Rígido)	
Capa	Espesor (cm)
P-501 Losa de concreto	35
P-306 Econocreto	20

Se tomó en cuenta las partidas principales incluidas en un Proyecto de pavimentación aeroportuario. Con los precios unitarios y el metrados, se determinó el presupuesto de la construcción del pavimento estructural de la pista de aterrizaje, calles de rodaje, márgenes y plataforma.

6.1. Metrados

En la tabla 34 se tiene el resumen de los metrados de las partidas determinadas para el análisis de la presente investigación.

En el Anexo 1, se encuentran los metrados de manera detallada.

Tabla 33

Resumen de Metrados

“ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO”

METRADOS

PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	UND.	Metrado Total
01	OBRAS PRELIMINARES		
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	234,426.58
02	PAVIMENTO ASFALTICO		
02.01	PISTA DE ATERRIZAJE		
02.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	156,254.43
02.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	156,254.43
02.01.03	SUB BASE GRANULAR	m3	39,063.61
02.01.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	187,505.32
02.01.05	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON ASFALTO	m3	23,438.16
02.01.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	156,254.43
02.01.07	RIEGO DE LIGA	m2	156,254.43
02.01.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	187,505.32
02.01.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m2	23,438.16
02.01.10	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	3,349,548.09
02.02	CALLES DE RODAJE		
02.02.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	3,027.06
02.02.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,027.06
02.02.03	SUB BASE GRANULAR	m3	756.77
02.02.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	3,632.47
02.02.05	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON ASFALTO	m3	454.06
02.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	3,027.06
02.02.07	RIEGO DE LIGA	m2	3,027.06
02.02.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	3,632.47
02.02.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m3	454.06
02.02.10	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	64,889.57
02.03	MÁRGENES		
02.03.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	53,062.36
02.03.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	53,062.36
02.03.03	BASE GRANULAR	m3	21,224.94
02.03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	53,062.36
02.03.05	RIEGO DE LIGA	m2	53,062.36
02.03.06	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	63,674.83

02.03.07	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m3	7,959.35
02.03.08	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	1,137,471.28
03	PAVIMENTO HIDRÁULICO		
03.01	PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL		
03.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	22,082.73
03.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	22,082.73
03.01.03	ECONOCONCRETO	m3	4,416.55
03.01.04	LAMINA DE POLIETILENO	m2	22,082.73
03.01.05	LOSA DE CONCRETO F´C=420 Kg/cm2	m3	7,728.96
03.01.06	JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN	m	3,507.57
03.01.07	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	2,142.33
03.01.08	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	3,387.65
03.01.09	CORTE PARA JUNTAS	m	6,895.22
03.01.10	DOWELLS Y CANASTILLAS	kg	66,487.92
04	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (SIMBOLOS, LETRAS Y LINEAS)		
04.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	10,679.28

6.2. Análisis de precios unitarios

En el Anexo 2 se han incluido los detalles de los precios unitarios para el análisis económico.

Los precios unitarios detallados para el análisis económico de esta investigación, fueron considerados de los diversos proyectos de pavimentación aeroportuarios pertenecientes a la Dirección General de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

6.3. Presupuesto

Con los metrados obtenidos en la Tabla 33, se calculó el costo para el pavimento de la pista de aterrizaje, calles de rodaje, márgenes y plataforma de aviación general.

En los Anexos se puede revisar los detalles.

El costo directo de la construcción de las partidas principales del pavimento del área de movimiento, es de US\$ 22,306,948.12

Tabla 34

Presupuesto de la estructura propuesta

"ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO"

PRESUPUESTO

PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	UND.	Metrado Total	Precio	Parcial	Total
01	OBRAS PRELIMINARES					412,155.83
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	379,336.11	379,336.11	
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	234,426.58	0.14	32,819.72	
02	PAVIMENTO ASFALTICO					20,844,893.64
02.01	PISTA DE ATERRIZAJE					18,907,146.20
02.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	156,254.43	2.40	375,010.63	
02.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	156,254.43	1.48	231,256.56	
02.01.03	SUB BASE GRANULAR	m3	39,063.61	16.21	633,221.08	
02.01.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	187,505.32	0.65	121,878.46	
02.01.05	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON ASFALTO	m3	23,438.16	71.01	1,664,344.06	
02.01.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	156,254.43	0.27	42,188.70	
02.01.07	RIEGO DE LIGA	m2	156,254.43	0.27	42,188.70	
02.01.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	187,505.32	65.00	12,187,845.54	
02.01.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m2	23,438.16	72.53	1,699,970.07	
02.01.10	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	3,349,548.09	0.57	1,909,242.41	
02.02	CALLES DE RODAJE					132,531.66
02.02.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	3,027.06	2.40	7,264.94	
02.02.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,027.06	1.48	4,480.05	
02.02.03	SUB BASE GRANULAR	m3	756.77	16.21	12,267.16	
02.02.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	3,632.47	0.65	2,361.11	
02.02.05	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON ASFALTO	m3	454.06	71.01	32,242.73	
02.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	3,027.06	0.27	817.31	
02.02.07	RIEGO DE LIGA	m2	3,027.06	0.27	817.31	
02.02.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	3,632.47	0.65	2,361.11	

02.02.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m3	454.06	72.53	32,932.90	
02.02.10	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	64,889.57	0.57	36,987.06	
02.03	MÁRGENES					1,937,747.45
02.03.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	53,062.36	2.40	127,349.66	
02.03.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	53,062.36	1.48	78,532.29	
02.03.03	BASE GRANULAR	m3	21,224.94	20.55	436,172.60	
02.03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	53,062.36	0.27	14,326.84	
02.03.05	RIEGO DE LIGA	m2	53,062.36	0.27	14,326.84	
02.03.06	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	63,674.83	0.65	41,388.64	
02.03.07	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m3	7,959.35	72.53	577,291.95	
02.03.08	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	1,137,471.28	0.57	648,358.63	
03	PAVIMENTO HIDRÁULICO					1,011,773.63
03.01	PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL					1,011,773.63
03.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	22,082.73	2.40	52,998.55	
03.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	22,082.73	1.48	32,682.44	
03.01.03	ECONOCONCRETO	m3	4,416.55	114.82	507,107.81	
03.01.04	LAMINA DE POLIETILENO	m2	22,082.73	2.43	53,661.03	
03.01.05	LOSA DE CONCRETO F'c=420 Kg/cm2	m3	7,728.96	23.92	184,876.62	
03.01.06	JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN	m	3,507.57	7.34	25,745.56	
03.01.07	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	2,142.33	8.41	18,017.00	
03.01.08	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	3,387.65	5.84	19,783.88	
03.01.09	CORTE PARA JUNTAS	m	6,895.22	1.14	7,860.55	
03.01.10	DOWELLS Y CANASTILLAS	kg	66,487.92	1.64	109,040.19	
04	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (SIMBOLOS, LETRAS Y LINEAS)					38,125.02
04.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	10,679.28	3.57	38,125.02	
	COSTO DIRECTO					22,306,948.12

CONCLUSIONES

1. La alternativa más adecuada para la pista de aterrizaje y calles de rodaje, es el pavimento flexible ya que este pavimento es capaz de soportar cargas dinámicas de las aeronaves que operarán en el ATA; mientras que, para la plataforma de aviación general se diseñó con pavimento rígido, que es capaz de soportar las cargas estáticas de las aeronaves.
2. La estructura del pavimento flexible de la pista de aterrizaje y calles de rodaje, obtenida utilizando el software FAARFIELD, tiene un espesor total de 55cm, que se compone de: 15cm de carpeta asfáltica, 15cm de base granular estabilizado con asfalto y 25 cm de subbase granular.
3. La estructura del pavimento flexible a los márgenes de la pista de aterrizaje y calles de rodaje, obtenida utilizando el software FAARFIELD, tiene un espesor total de 55cm, que se compone de: 15cm de carpeta asfáltica, 40cm de base de agregado granular.
4. La estructura del pavimento rígido obtenida utilizando el software FAARFIELD, tiene un espesor total de 55cm, que se compone de 35cm de losa de concreto portland y 20 cm de econcreto.

5. El PMD plantea un ancho total de pista de 45m con márgenes de pista de 7.5m a cada lado de la pista, ancho requerido para aeropuertos de Clave 4D y la implementación de las RESAs en los extremos de las pistas 16 y 34.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el mejoramiento de las subrasantes en las progresivas que no cumpla con el CBR de diseño (9.3%).
2. Es importante tener en cuenta que los diseños propuestos son por un periodo de 20 años de vida útil que, con apropiado mantenimiento rutinario y preventivo, el pavimento proporcionará la vida de servicio prevista con los niveles de calidad, funcionabilidad y seguridad proyectados en la fase de diseño.
3. Se recomiendo el cumplimiento de los parámetros detallados en la metodología que emplea la Advisory Circular – AC 150/5320-6G” (2021), documento realizado por Administración Federal de Aviación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administración Federal de Aviación. (13 de abril de 2018). Quienes somos.
https://www.faa.gov/jobs/who_we_are/
2. Aguilar, N.C. (2007). Diseño estructural de la segunda pista de aterrizaje del aeropuerto internacional Jorge Chávez (tesis de pregrado), Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.
3. Borquez, M.E. (2014). Diseño de la estructura de pavimento de la pista del aeródromo de Panguipulli (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
4. Carrasco, P.P. (2009). Cuadernos Aena: Evaluación estructural de pavimentos aeroportuarios. Centro de Documentación y publicación de Aena.
5. FAA. (2021). Advisory Circular.
6. García, G. (2014). Diseño de pavimentos para aeropistas (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
7. INACAL (2019). SOILS. SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición, INACAL –Lima –Perú.
8. Mariño, R.J. (2015). Aeropuerto de chinchero – cusco: diseño y alternativas constructivas de los pavimentos del área de movimiento (tesis pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
9. Menéndez, J. (2016). Ingeniería de Pavimentos – Materiales. Fondo Editorial Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima.

10. OACI. (2022). Anexo 14 al convenio sobre aviación civil internacional: Diseño y operaciones de aeródromos.
11. OACI (2002). Doc 9137 Manual de servicios de aeropuertos: Estado de la superficie de los pavimentos.
12. OACI (2002). Doc 9157 Manual de proyectos de aeropuertos: Pistas.
13. OACI (2005). Doc 9157 Manual de proyectos de aeropuertos: Calle de rodaje y plataforma.
14. OACI (2002). Doc 9157 Manual de proyectos de aeropuertos: Pavimentos.
15. Roel, K.A. (2018). Diseño del pavimento de un aeropuerto internacional de Pisco (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
16. Silva, H.W. (2011). Estudio de ingeniería mejoramiento del aeródromo de Breu - Ucayali (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
17. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Expediente técnico "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PISTAS Y CERCO PERIMÉTRICO DEL AEROPUERTO DE CHICLAYO".
18. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017). Programa de rehabilitación y mejoramiento de los pavimentos del lado aire del Aeropuerto de Anta (PRMLA).
19. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019). "Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto de Anta".

ANEXOS

ANEXO 1: METRADOS

ANEXO 2: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 3: PLANOS

PLANO 1: UBICACIÓN DEL AEROPUERTO DE ATA

PLANO 2: PLANO DE PLANTA GENERAL DE ATA

PLANO 3: CONFIGURACIÓN ACTUAL Y FINAL DEL AEROPUERTO DE ATA

PLANO 4: SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

PLANO 5: PAVIMENTO RÍGIDO - DETALLE DE JUNTAS

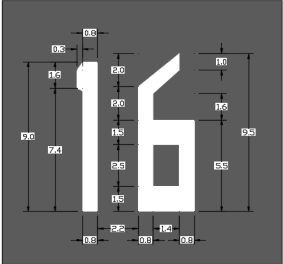
PLANO 6: SEÑALIZACIÓN PISTA DE ATERRIZAJE

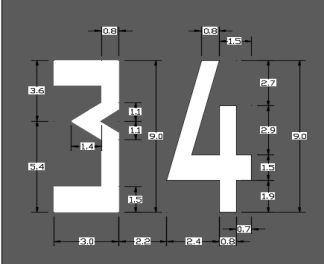
ANEXO 1



PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	UND	ÁREA (m2)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m3)	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES						
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb					1.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2					234,426.58
	PISTA DE ATERRIZAJE	m2	156,254.43			156,254.43	
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1,427.96			1,427.96	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1,599.10			1,599.10	
	MARGENES PISTA	m2	51,273.97			51,273.97	
	MARGENES CALLES	m2	1,788.39			1,788.39	
	PLATAFORMA	m2	22,082.73			22,082.73	
02	PAVIMENTO ASFALTICO						
02.01	PISTA DE ATERRIZAJE						
02.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m3	156,254.43			156,254.43	156,254.43
02.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m3	156,254.43			156,254.43	156,254.43
02.01.03	SUB BASE GRANULAR	m3	156254.43	0.25	39063.61	39063.61	39063.61
				l/m2			
02.01.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	156254.43	1.2		187505.32	187505.32
02.01.05	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON	m3	156254.43	0.15	23438.16	23438.16	23438.16
02.01.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	156254.43			156254.43	156254.43
02.01.07	RIEGO DE LIGA	m2	156254.43			156254.43	156254.43
				l/m2			
02.01.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	156254.43	1.2		187505.32	187505.32
02.01.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m2	156254.43	0.15	23438.16	23438.16	23438.16
						Kg/m3	
02.01.10	CEMENTO ASFÁLTICO	Kg	156254.43	0.15	23438.16	142.91	3349548.09
02.02	CALLES DE RODAJE						
02.02.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2					3027.06
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96			1427.96	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10			1599.10	
02.02.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2					3027.06
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96			1427.96	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10			1599.10	
02.02.03	SUB BASE GRANULAR	m2					756.77
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96	0.25	356.99	356.99	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10	0.25	399.78	399.78	
02.02.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l					3632.47
				l/m2			
	CALLE DE RODAJE 1	l	1427.96	1.2		1713.55	
	CALLE DE RODAJE 2	l	1599.10	1.2		1918.92	
02.02.05	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON	m3					454.059
	CALLE DE RODAJE 1	m3	1427.96	0.15	214.194	214.194	
	CALLE DE RODAJE 2	m3	1599.10	0.15	239.865	239.865	
02.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2					3027.06
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96			1427.96	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10			1599.10	

02.02.07	RIEGO DE LIGA	m2					3027.06
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96			1427.96	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10			1599.10	
02.02.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30						
				l/m2			3632.47
	CALLE DE RODAJE 1		1427.96	1.2		1713.55	
	CALLE DE RODAJE 2		1599.10	1.2		1918.92	
02.02.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE						454.06
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96	0.15	214.19	214.19	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10	0.15	239.87	239.87	
02.02.10	CEMENTO ASFÁLTICO						
						Kg/m3	64889.57
	CALLE DE RODAJE 1	m2	1427.96	0.15	214.19	142.91	
	CALLE DE RODAJE 2	m2	1599.10	0.15	239.87	142.91	
02.03	MÁRGENES						
02.03.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO						53062.36
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97			51273.97	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39			1788.39	
02.03.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE						53062.36
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97			51273.97	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39			1788.39	
02.03.03	BASE GRANULAR						21224.94
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97	0.40	20509.59	20509.59	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39	0.40	715.36	715.36	
02.03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA						53062.36
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97			51273.97	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39			1788.39	
02.03.05	RIEGO DE LIGA						53062.36
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97			51273.97	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39			1788.39	
02.03.06	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30						
				l/m2			63674.83
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97	1.20		61528.76	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39	1.20		2146.07	
02.03.07	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE						7959.35
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97	0.15	7691.10	7691.10	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39	0.15	268.26	268.26	
02.03.08	CEMENTO ASFÁLTICO						
	MÁRGENES PISTA	m2	51273.97	0.15	7691.10	142.91	
	MÁRGENES CALLES	m2	1788.39	0.15	268.26	142.91	
03.00	PAVIMENTO HIDRÁULICO						
03.01	PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL						
03.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2					22082.73
	PLATAFORMA	m2	22082.73			22082.73	
03.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2					22082.73
	PLATAFORMA	m2	22082.73			22082.73	

03.01.03	ECONOCONCRETO	m2					4416.55
	PLATAFORMA	m2	22082.73	0.20	4416.55	4416.55	
03.01.04	LAMINA DE POLIETILENO	m2					22082.73
	PLATAFORMA	m2	22082.73			22082.73	
03.01.05	LOSA DE CONCRETO F' C=420 Kg/cm2	m2					7728.96
	PLATAFORMA	m2	22082.73	0.35	7728.96	7728.96	
03.01.06	JUNTAS LONGITUDINALES DE CONST	m					3507.57
	PLATAFORMA	m	3507.57			3507.57	
03.01.07	JUNTAS DE DILATACIÓN	m					2142.33
	PLATAFORMA	m	2142.33			2142.33	
03.01.08	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m					3387.65
	PLATAFORMA	m	3387.65			3387.65	
03.01.09	CORTE PARA JUNTAS	m					6895.22
	JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN	m	3507.57			3507.57	
	JUNTA DE CONTRACCIÓN	m	3387.65			3387.65	
03.01.10	DOWELLS Y CANASTILLAS	Kg					
					p.e (Kg/m)		66487.92
	JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN	Kg	3507.57		7.36	25804.67	
	JUNTA DE CONTRACCIÓN	Kg	3387.65		7.36	24922.44	
	JUNTA DE DILATACIÓN	Kg	2142.33		7.36	15760.81	
04.00	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (SIMBOLOS, LETRAS Y LINEAS)						
04.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2				TOTAL	10679.28
			Longitud (m)	Pintura Lineal (m)	Ancho (m)	Cantidad	Area (m2)
	LÍNEA CONTINUA BLANCA BORDE DE PISTA DERECHO	m2	3449.42	3449.42	0.9		3104.478
	LÍNEA CONTINUA BLANCA BORDE DE PISTA IZQUIERDO	m2	3449.42	3449.42	0.9		3104.478
	DEMARCACIÓN DE UMBRAL DE PISTA	m2	30		1.8	24	1296
	LÍNEA DISCONTINUA DE EJE DE LA PISTA	m2	30		0.45	66	891
	LÍNEA DISCONTINUA DE EJE DE LA PISTA 3L	m2	22.5		1.8	12	486
	LÍNEA DISCONTINUA DE EJE DE LA PISTA 2L	m2	22.5		1.8	16	648
	LÍNEA DISCONTINUA DE EJE DE LA PISTA 1L	m2					
	PUNTO DE VISADA	m2	45		6	4	1080
	NÚMERO DESIGNADOR DE PISTA PINTURA BLANCA						
		m2					23.94

NÚMERO DESIGNADOR DE PISTA PINTURA BLANCA						
 <p data-bbox="480 584 683 607">A=13.80m² A=31.58m²</p>	m ²					45.38

ANEXO 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb			379,336.11
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Subcontratos						
0400010024	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS		glb		1.0000	379,336.11	379,336.11
							379,336.11

Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2			0.14
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra						
0101030000	TOPOGRAFO		hh	2.0000	0.0040	7.56	0.03
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		hh	6.0000	0.0120	4.83	0.06
							0.09
	Materiales						
0204120004	CLAVOS PROMEDIO		kg		0.0080	0.79	0.01
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.0080	1.47	0.01
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.0020	9.13	0.02
							0.04
	Equipos						
0301000022	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0020	4.40	0.01
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.09	0.01
							0.01

Partida	02.01.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.40
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0080	7.56	0.06
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0080	4.83	0.04
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0320	4.35	0.14
							0.24
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.24	0.01
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN		hm	1.0000	0.0080	59.79	0.48
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP		hm	1.0000	0.0080	77.95	0.62
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		hm	1.0000	0.0080	79.30	0.63
							1.74
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0370	11.42	0.42
							0.42

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.01.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000		Costo unitario directo por : m2		1.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	7.56	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	4.83	0.03	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	4.35	0.12	
							0.20
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.20	0.01	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0067	59.79	0.40	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0067	79.30	0.53	
							0.94
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0300	11.42	0.34	
							0.34

Partida	02.01.03	SUB BASE GRANULAR					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 462.0000	EQ. 462.0000		Costo unitario directo por : m3		16.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0173	7.56	0.13	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0693	4.35	0.30	
							0.43
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.43	0.02	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0173	59.79	1.03	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0173	79.30	1.37	
							2.42
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	11.42	1.37	
011301070110	MATERIAL DE SUB BASE	m3		1.2500	9.59	11.99	
							13.36

Partida	02.01.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30					
Rendimiento	l/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : l		0.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	0.65	0.65	
							0.65

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.01.05		BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 239.0000	EQ. 239.0000		Costo unitario directo por : m3		71.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0335	7.56	0.25	
0101010007	OPERARIO (AT)	hh	1.0000	0.0335	6.90	0.23	
0101010009	PEON (AT)	hh	6.0000	0.2008	5.43	1.09	
							1.57
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.57	0.08	
0301100007	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN	hm	1.0000	0.0335	48.72	1.63	
0301100008	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN	hm	1.0000	0.0335	72.35	2.42	
0301390010	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	hm	1.0000	0.0335	53.39	1.79	
							5.92
	Subpartidas						
011301070101	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		1.3000	48.86	63.52	
							63.52

Partida	02.01.06		IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0018	7.56	0.01	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0107	4.35	0.05	
							0.06
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.06		
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0018	33.99	0.06	
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD ³	hm	1.0000	0.0018	30.15	0.05	
0301220009	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	hm	1.0000	0.0018	53.24	0.10	
							0.21

Partida	02.01.07		RIEGO DE LIGA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0125	0.0018	7.56	0.01	
0101010005	PEON	hh	6.0188	0.0107	4.35	0.05	
							0.06
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.06		
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0125	0.0018	33.99	0.06	
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD ³	hm	1.0125	0.0018	30.15	0.05	
0301220009	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	hm	1.0125	0.0018	53.24	0.10	
							0.21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.01.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30					
Rendimiento	l/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : l		0.65
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Materiales						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		gal		1.0000	0.65	0.65
							0.65

Partida	02.01.09	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 239.0000	EQ. 239.0000		Costo unitario directo por : m3		72.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0335	7.56	0.25
0101010007	OPERARIO (AT)		hh	1.0000	0.0335	6.90	0.23
0101010009	PEON (AT)		hh	6.0000	0.2008	5.43	1.09
							1.57
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.57	0.08
0301100007	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN		hm	1.0000	0.0335	48.72	1.63
0301100008	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP		hm	1.0000	0.0335	72.35	2.42
	9-11 TN						
0301250002	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW		hm	1.0000	0.0335	45.50	1.52
0301390010	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP		hm	1.0000	0.0335	53.39	1.79
							7.44
	Subpartidas						
011301070101	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		m3		1.3000	48.86	63.52
							63.52

Partida	02.01.10	CEMENTO ASFÁLTICO					
Rendimiento	kg/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : kg		0.57
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Materiales						
0213010008	CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70		bol		1.0000	0.57	0.57
							0.57

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.02.01	LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000		Costo unitario directo por : m2		2.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	7.56	0.06	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	4.83	0.04	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0320	4.35	0.14	
							0.24
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.24	0.01	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0080	59.79	0.48	
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0080	77.95	0.62	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0080	79.30	0.63	
							1.74
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0370	11.42	0.42	
							0.42

Partida	02.02.02	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000		Costo unitario directo por : m2		1.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	7.56	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	4.83	0.03	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	4.35	0.12	
							0.20
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.20	0.01	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0067	59.79	0.40	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0067	79.30	0.53	
							0.94
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0300	11.42	0.34	
							0.34

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.02.03		SUB BASE GRANULAR					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 462.0000	EQ. 462.0000	Costo unitario directo por : m3			16.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0173	7.56	0.13		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0693	4.35	0.30		
						0.43		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.43	0.02		
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0173	59.79	1.03		
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0173	79.30	1.37		
						2.42		
	Subpartidas							
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	11.42	1.37		
011301070110	MATERIAL DE SUB BASE	m3		1.2500	9.59	11.99		
						13.36		
Partida	02.02.04		ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30					
Rendimiento	l/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : l			0.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	0.65	0.65		
						0.65		
Partida	02.02.05		BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 239.0000	EQ. 239.0000	Costo unitario directo por : m3			71.01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0335	7.56	0.25		
0101010007	OPERARIO (AT)	hh	1.0000	0.0335	6.90	0.23		
0101010009	PEON (AT)	hh	6.0000	0.2008	5.43	1.09		
						1.57		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.57	0.08		
0301100007	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN	hm	1.0000	0.0335	48.72	1.63		
0301100008	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN	hm	1.0000	0.0335	72.35	2.42		
0301390010	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	hm	1.0000	0.0335	53.39	1.79		
						5.92		
	Subpartidas							
011301070101	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		1.3000	48.86	63.52		
						63.52		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0018	7.56	0.01	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0107	4.35	0.05	
							0.06
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.06		
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0018	33.99	0.06	
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD³	hm	1.0000	0.0018	30.15	0.05	
0301220009	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	hm	1.0000	0.0018	53.24	0.10	
							0.21

Partida	02.02.07	RIEGO DE LIGA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0125	0.0018	7.56	0.01	
0101010005	PEON	hh	6.0188	0.0107	4.35	0.05	
							0.06
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.06		
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0125	0.0018	33.99	0.06	
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD³	hm	1.0125	0.0018	30.15	0.05	
0301220009	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	hm	1.0125	0.0018	53.24	0.10	
							0.21

Partida	02.02.08	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30					
Rendimiento	l/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : l		0.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	0.65	0.65	
							0.65

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.02.09		CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 239.0000	EQ. 239.0000		Costo unitario directo por : m3			72.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0335	7.56	0.25		
0101010007	OPERARIO (AT)	hh	1.0000	0.0335	6.90	0.23		
0101010009	PEON (AT)	hh	6.0000	0.2008	5.43	1.09		
						1.57		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.57	0.08		
0301100007	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN	hm	1.0000	0.0335	48.72	1.63		
0301100008	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP	hm	1.0000	0.0335	72.35	2.42		
0301250002	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	0.0335	45.50	1.52		
0301390010	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	hm	1.0000	0.0335	53.39	1.79		
						7.44		
	Subpartidas							
011301070101	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		1.3000	48.86	63.52		
						63.52		

Partida	02.02.10		CEMENTO ASFÁLTICO					
Rendimiento	kg/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : kg			0.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Materiales							
0213010008	CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	bol		1.0000	0.57	0.57		
						0.57		

Partida	02.03.01		LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000		Costo unitario directo por : m2			2.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	7.56	0.06		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	4.83	0.04		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0320	4.35	0.14		
						0.24		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.24	0.01		
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1.0000	0.0080	59.79	0.48		
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0080	77.95	0.62		
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0080	79.30	0.63		
						1.74		
	Subpartidas							
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0370	11.42	0.42		
						0.42		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	02.03.02		COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000		Costo unitario directo por : m2		1.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	7.56	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	4.83	0.03	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	4.35	0.12	
							0.20
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.20	0.01	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0067	59.79	0.40	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0067	79.30	0.53	
							0.94
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0300	11.42	0.34	
							0.34

Partida	02.03.03		BASE GRANULAR				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 396.0000	EQ. 396.0000		Costo unitario directo por : m3		20.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0202	7.56	0.15	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0808	4.35	0.35	
							0.50
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.50	0.03	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0202	59.79	1.21	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0202	79.30	1.60	
							2.84
	Subpartidas						
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	11.42	1.37	
011301070117	MATERIAL DE BASE	m3		1.2500	12.67	15.84	
							17.21

Partida	02.03.04		IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0018	7.56	0.01	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0107	4.35	0.05	
							0.06
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.06		
03011400060003	COMPRESORA NEUMÁTICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0018	33.99	0.06	
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD³	hm	1.0000	0.0018	30.15	0.05	
0301220009	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	hm	1.0000	0.0018	53.24	0.10	
							0.21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		Fecha presupuesto	06/11/2022
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020			

Partida	02.03.05	RIEGO DE LIGA			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000	Costo unitario directo por : m2	0.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0125	0.0018	7.56	0.01
0101010005	PEON	hh	6.0188	0.0107	4.35	0.05
						0.06
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.06	
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0125	0.0018	33.99	0.06
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD ³	hm	1.0125	0.0018	30.15	0.05
0301220009	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	hm	1.0125	0.0018	53.24	0.10
						0.21

Partida	02.03.06	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30			
Rendimiento	l/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : l	0.65

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Materiales					
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	0.65	0.65
						0.65

Partida	02.03.07	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 239.0000	EQ. 239.0000	Costo unitario directo por : m3	72.53

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0335	7.56	0.25
0101010007	OPERARIO (AT)	hh	1.0000	0.0335	6.90	0.23
0101010009	PEON (AT)	hh	6.0000	0.2008	5.43	1.09
						1.57
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.57	0.08
0301100007	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN	hm	1.0000	0.0335	48.72	1.63
0301100008	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN	hm	1.0000	0.0335	72.35	2.42
0301250002	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	0.0335	45.50	1.52
0301390010	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	hm	1.0000	0.0335	53.39	1.79
						7.44
	Subpartidas					
011301070101	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		1.3000	48.86	63.52
						63.52

Partida	02.03.08	CEMENTO ASFÁLTICO			
Rendimiento	kg/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : kg	0.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Materiales					
0213010008	CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	bol		1.0000	0.57	0.57
						0.57

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto 06/11/2022

Partida	03.01		LIMPIEZA, CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	7.56	0.06	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	4.83	0.04	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0320	4.35	0.14	
0.24							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.24	0.01	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0080	59.79	0.48	
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0080	77.95	0.62	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0080	79.30	0.63	
1.74							
Subpartidas							
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0370	11.42	0.42	
0.42							

Partida	03.02		COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			1.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	7.56	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	4.83	0.03	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	4.35	0.12	
0.20							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.20	0.01	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	hm	1.0000	0.0067	59.79	0.40	
03012000010004	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0067	79.30	0.53	
0.94							
Subpartidas							
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0300	11.42	0.34	
0.34							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020	Fecha presupuesto 06/11/2022

Partida	03.03	ECONOCONCRETO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000			Costo unitario directo por : m3		114.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0133	7.56	0.10		
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0400	6.90	0.28		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0400	4.83	0.19		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0800	4.35	0.35		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	7.56	0.10		
								1.02
	Materiales							
0222180001	ADITIVO CURADOR	gal		0.2400	5.84	1.40		
								1.40
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.02	0.05		
0301220012	CAMION MIXER	hm	11.0000	0.1467	99.30	14.57		
0301390011	PAVIMENTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0133	211.28	2.81		
								17.43
	Subpartidas							
011301070112	PREPARACION DE CONCRETO EN PLANTA f'c=100 kg/cm2	m3		1.0000	94.97	94.97		
								94.97

Partida	03.04	LAMINA DE POLIETILENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000			Costo unitario directo por : m3		2.43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0010	7.56	0.01		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0020	4.83	0.01		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0080	4.35	0.03		
								0.05
	Materiales							
0267110022	LAMINA DE POLIETILENO	m2		1.0300	2.31	2.38		
								2.38
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.05			
								0.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	03.05	LOSA DE CONCRETO F' C=420 Kg/cm2						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000		Costo unitario directo por : m2			23.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$			Parcial U\$
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0133	7.56			0.10
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0400	6.90			0.28
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0400	4.83			0.19
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0800	4.35			0.35
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	7.56			0.10
								1.02
	Materiales							
0210010002	FIBRA DE POLIPROPILENO	kg		0.6000	6.79			4.07
0222180001	ADITIVO CURADOR	gal		0.2400	5.84			1.40
								5.47
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.02			0.05
0301220012	CAMION MIXER	hm	11.0000	0.1467	99.30			14.57
0301390011	PAVIMENTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0133	211.28			2.81
								17.43
Partida	03.06	JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN						
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m			7.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$			Parcial U\$
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	7.56			0.03
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	4.83			0.19
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	4.35			0.35
								0.57
	Materiales							
0207040002	MATERIAL DE RESPALDO DE 3/4"	m		1.0000	0.31			0.31
0210040005	TECNOPOP (1/2")	m2		0.2000	1.09			0.22
02221600010025	SELLO PARA JUNTAS	gal		0.1100	26.79			2.95
								3.48
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.57			0.03
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0400	33.99			1.36
0301400009	SELLADOR PARA JUNTAS	hm	1.0000	0.0400	47.61			1.90
								3.29

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto 06/11/2022

Partida	03.07		JUNTAS DE DILATACIÓN					
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m			8.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	7.56	0.03		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	4.83	0.19		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	4.35	0.35		
							0.57	
Materiales								
0207040003	MATERIAL DE RESPALDO DE 1"	m		1.0000	0.58	0.58		
0210040005	TECNOPOR (1/2")	m2		0.2000	1.09	0.22		
02221600010025	SELLO PARA JUNTAS	gal		0.1400	26.79	3.75		
							4.55	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.57	0.03		
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0400	33.99	1.36		
0301400009	SELLADOR PARA JUNTAS	hm	1.0000	0.0400	47.61	1.90		
							3.29	

Partida	03.08		JUNTAS DE CONTRACCIÓN					
Rendimiento	m/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m			5.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	7.56	0.02		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	4.83	0.13		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	4.35	0.23		
							0.38	
Materiales								
0207040002	MATERIAL DE RESPALDO DE 3/4"	m		1.0000	0.31	0.31		
02221600010025	SELLO PARA JUNTAS	gal		0.1100	26.79	2.95		
							3.26	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.38	0.02		
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0267	33.99	0.91		
0301400009	SELLADOR PARA JUNTAS	hm	1.0000	0.0267	47.61	1.27		
							2.20	

Partida	03.09		CORTE PARA JUNTAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			1.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	7.56	0.02		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	4.83	0.15		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	4.35	0.28		
01010100060003	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.0320	7.56	0.24		
							0.69	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.69	0.03		
0301330009	CORTADORA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0320	13.02	0.42		
							0.45	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1301001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020		
Subpresupuesto	001	ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ - 2020	Fecha presupuesto	06/11/2022

Partida	03.10		DOWELLS Y CANASTILLAS					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg				1.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	7.56	0.02		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	6.90	0.22		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	4.83	0.15		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	4.35	0.14		
0.53								
Materiales								
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.70	0.04		
02040600010017	ACERO LISO	kg		1.0500	0.84	0.88		
02550800140002	SOLDADURA	kg		0.0500	3.20	0.16		
1.08								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.53	0.03		
0.03								

Partida	05.01		MARCAS EN EL PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2				3.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0133	7.56	0.10		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	4.83	0.13		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	4.35	0.23		
0.46								
Materiales								
0240030006	PINTURA BLANCA ACRÍLICA EN EMULSIÓN ACUOSA	gal		0.1600	8.81	1.41		
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.7200	1.31	0.94		
2.35								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.46	0.02		
0301120005	MAQUINA PARA PINTAR PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0267	23.77	0.63		
0.65								
Subpartidas								
011301070109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0100	11.42	0.11		
0.11								

ANEXO 3



UBICACIÓN EN EL DEPARTAMENTO

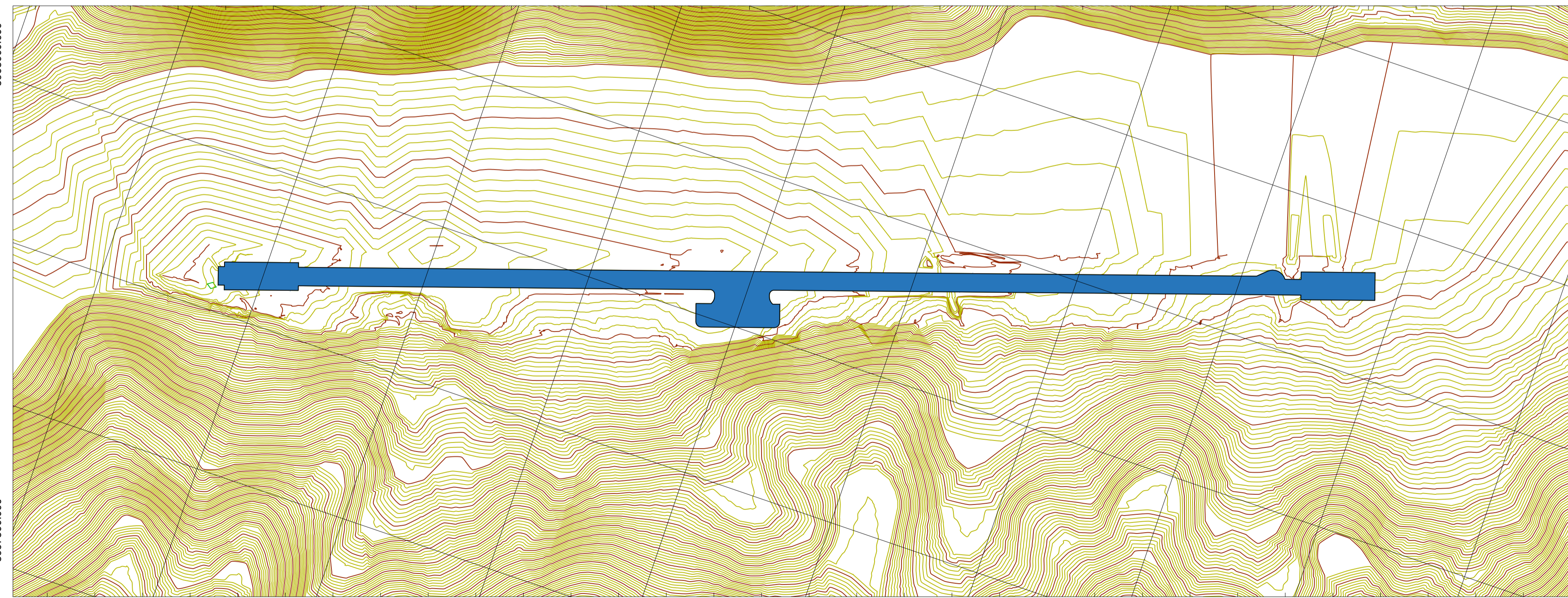


UBICACIÓN EN LA PROVINCIA

ESCALA: 1 / 100,000



UBICACIÓN EN EL PERÚ



UBICACIÓN DEL PROYECTO

ESCALA: 1 / 10,000

LEYENDA	
Ruta	Código
Nacional	001N
Departamental	100
Vecinal	500
Signos Convencionales	
Superficie de Rodadura	
Asfaltado	Trocha Carrozable
Afirmado	En Proyecto
Sin Afirmar	
Capital Departamental	Caleta
Capital Provincial	Embarcadero
Capital Distrital	Puerto Fluvial
Pueblo	Muelle
Puente	Acc. Geográficos
Pontón	Abra
Túnel	Mina
Badén	Planta Eléctrica
Aeropuerto	Otros
Aeródromo	Planta
Límite Departamental	Puerto
Límite Distrital	Río



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA:
BACH. ING. MARÍA TERESA L. ESPINOZA SEGURA
CÓDIGO:
122.0904.362
ASESOR:
ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
ING. RICARDO JESÚS MARIÑO URIBE

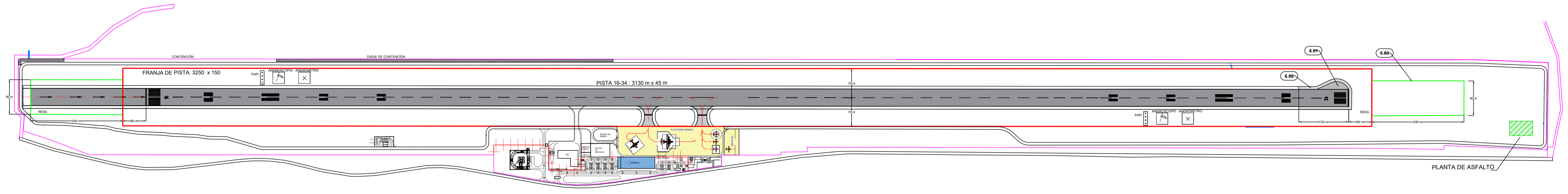
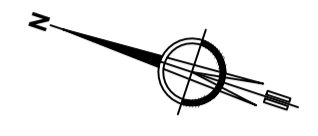
TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:
"ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020"

ESCALAS:
INDICADA
ORIGINAL A1 GRÁFICA

FECHA:
MAYO 2022
NOMBRE DE FICHERO:
Plano de ubicación.dwg

TÍTULO DEL PLANO:
PLANO DE UBICACIÓN

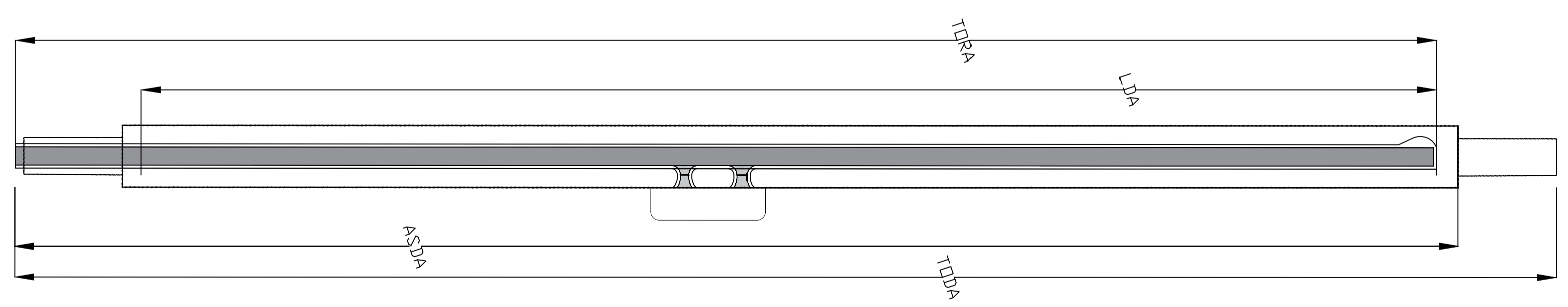
N° DE PLANO:
01
HOJA 1 DE 1



PLANTA GENERAL - AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI
ESCALA: 1 / 5,000

LEYENDA:

- ÁREA DE INTERVENCIÓN DE LAS OBRAS DEL PMD
- CERCO LADO TIERRA / LADO AIRE
- INSTALACIONES DE APOYO
- TERMINAL DE PASAJEROS
- LADO AIRE
- ACCESOS Y ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS
- LONGITUD DE TRANSPORTE DE MEZCLA (2.5 Km)



DISTANCIAS DECLARADAS DE PISTA (m)

RWY ⁽¹⁾	TORA ⁽²⁾	TODA ⁽³⁾	ASDA ⁽⁴⁾	LDA ⁽⁵⁾
16	3457.52	3749.28	3509.44	3137.22
34	3457.52	3457.52	3457.52	3457.52

- (1): Pista de aterrizaje
- (2): Recorrido de despegue disponible
- (3): Distancia de despegue disponible
- (4): Distancia de aceleración - parada disponible
- (5): Distancia de aterrizaje disponible
- (*) Todas las distancias están en metros

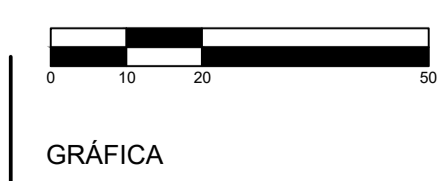


UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA:
 BACH. ING. MARÍA TERESA L. ESPINOZA SEGURA
 CÓDIGO:
 122.0904.362
 ASESOR:
 ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
 ING. RICARDO JESÚS MARIÑO URIBE

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:
 "ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020"

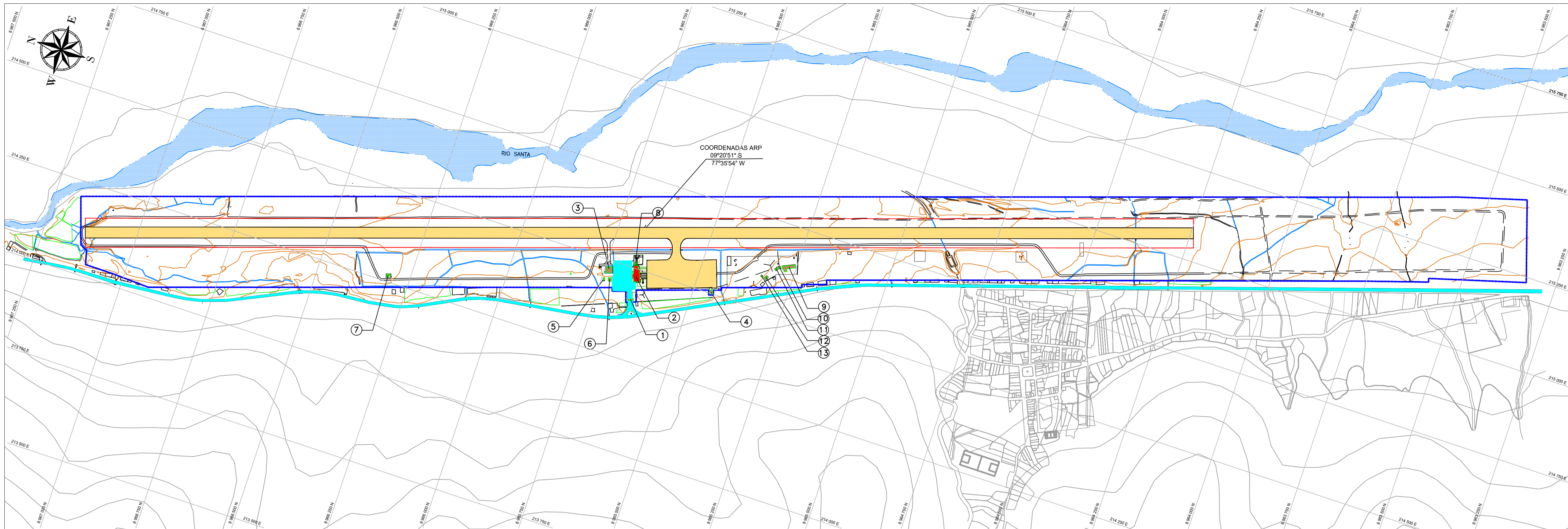
ESCALAS:
 INDICADA
 ORIGINAL A1



FECHA:
 MAYO 2022
 NOMBRE DE FICHERO:
 Plano Maestro
 Desarrollo final.dwg

TÍTULO DEL PLANO:
 PLANO DE PLANTA GENERAL

N° DE PLANO:
 02
 HOJA 1 DE 1



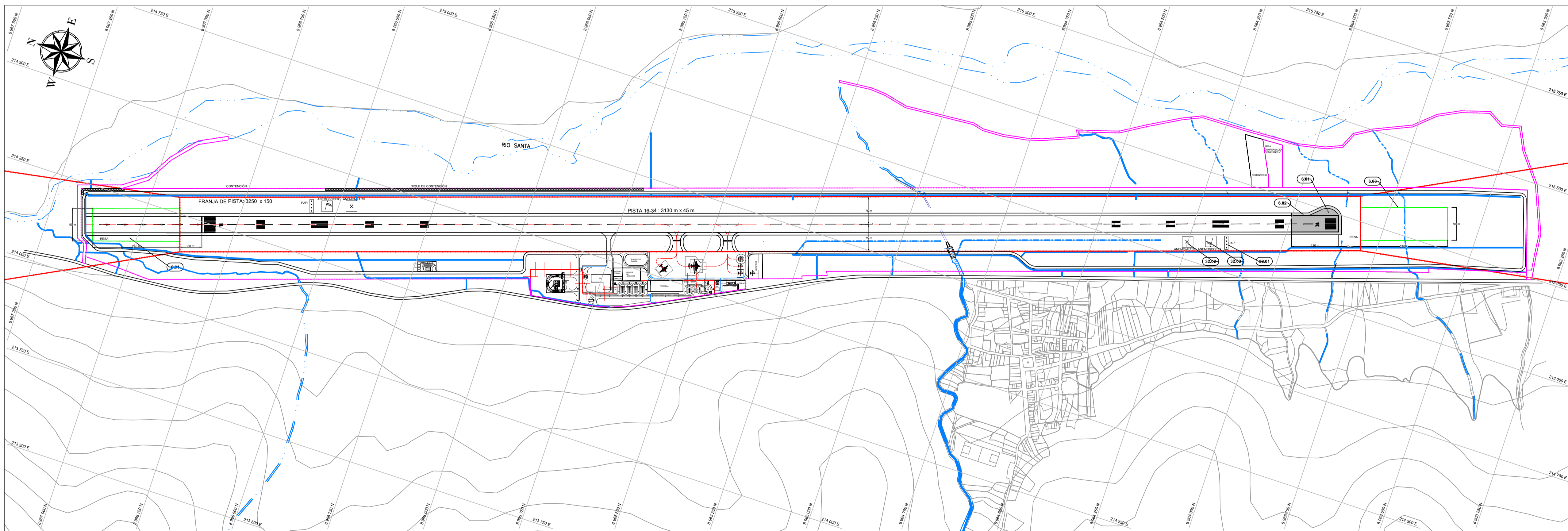
LEYENDA:

- TERMINAL DE PASAJEROS
- AREA DE MOVIMIENTO
- ACCESO Y AREA DE PARQUEO
- INSTALACIONES DE SOPORTE
- - - PERIMETRO DE CONCESIÓN

SIMBOLOGÍA

- CURVAS MAESTRAS
- - - CURVAS SECUNDARIAS
- - - FRANJA DE SEGURIDAD
- SENTIDO DE FLUJO
- + ESTRUCTURA CRUCE DE AGUA
- RIO
- VIAS
- CASAS
- CANAL DRENAJE
- AREAS CORPAC

CONFIGURACIÓN INICIAL - AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI
 ESCALA: 1 / 5,000



LEYENDA:

- ÁREA DE INTERVENCIÓN DE LAS OBRAS DEL PMD
- CERCO LADO TIERRA / LADO AIRE
- INSTALACIONES DE APOYO
- TERMINAL DE PASAJEROS
- LADO AIRE
- ACCESOS Y ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS

CONFIGURACIÓN FINAL - AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI
 ESCALA: 1 / 5,000



UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA:
 BACH. ING. MARÍA TERESA L. ESPINOZA SEGURA
 CÓDIGO:
 122.0904.362
 ASESOR:
 ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
 ING. RICARDO JESÚS MARIÑO URIBE

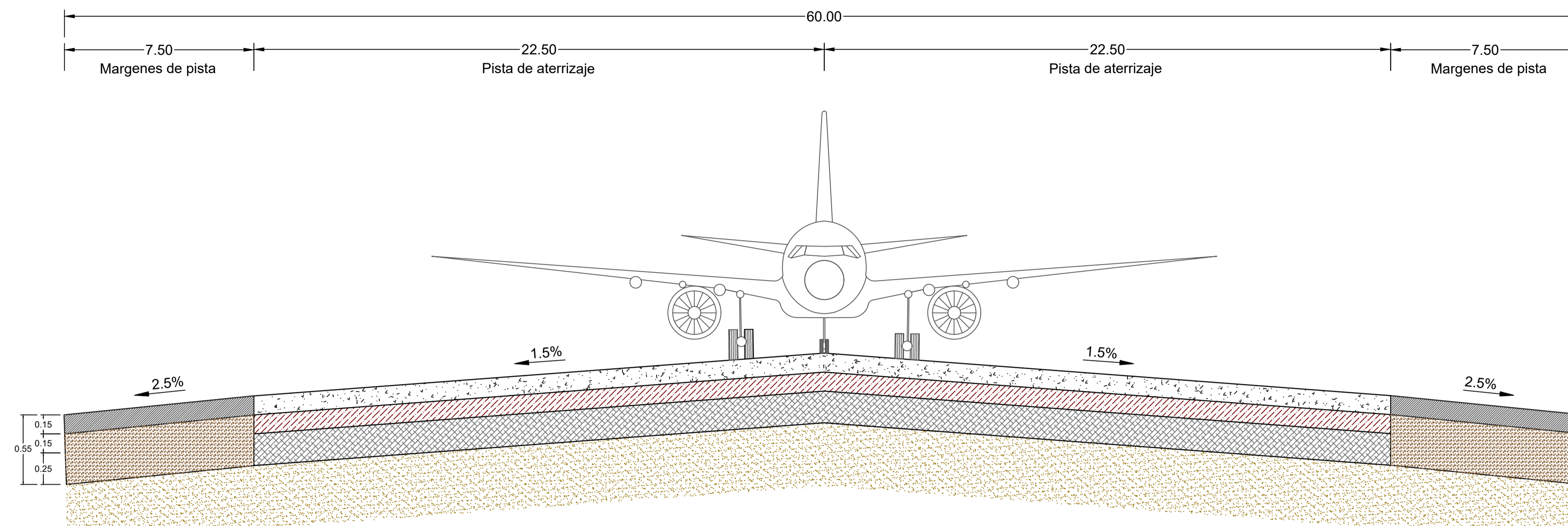
TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:
 "ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020"

ESCALAS:
 INDICADA
 ORIGINAL A1 GRÁFICA

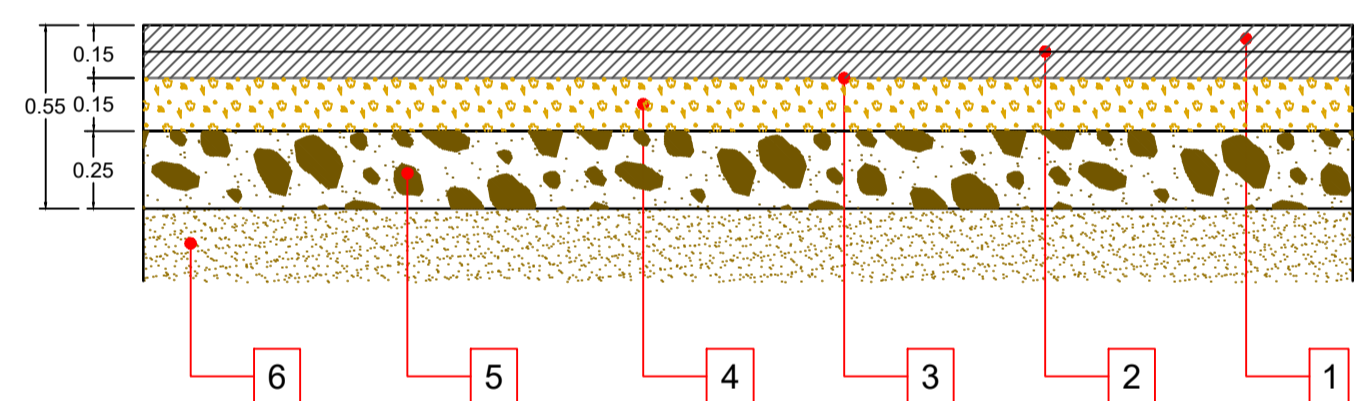
FECHA:
 MAYO 2022
 NOMBRE DE FICHERO:
 Configuración inicial y final.dwg

TÍTULO DEL PLANO:
 CONFIGURACIÓN INICIAL Y FINAL

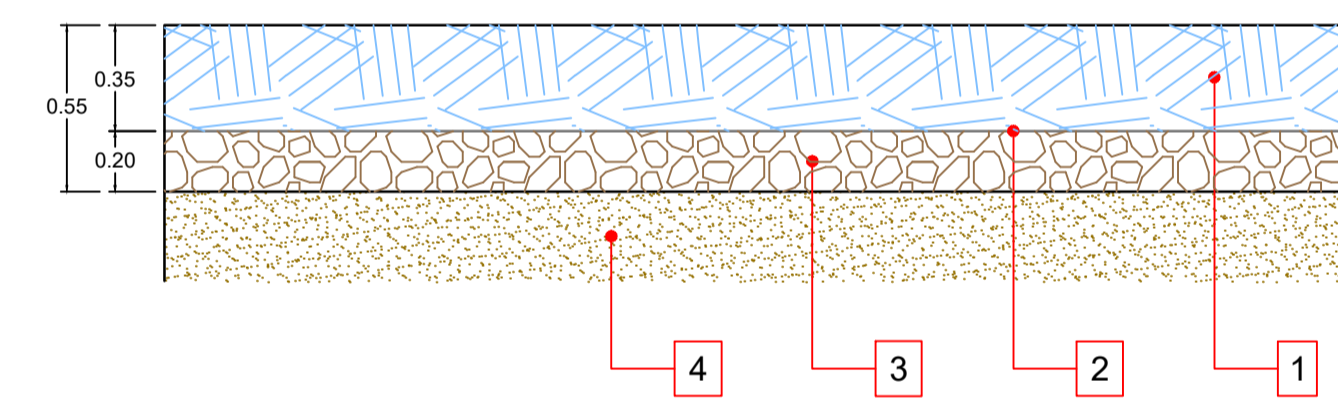
N° DE PLANO:
 03
 HOJA 1 DE 1



SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO FLEXIBLE - PISTA DE ATERRIZAJE Y CALLES DE RODAJE
 ESCALA: H = 1/125 V = 1/25



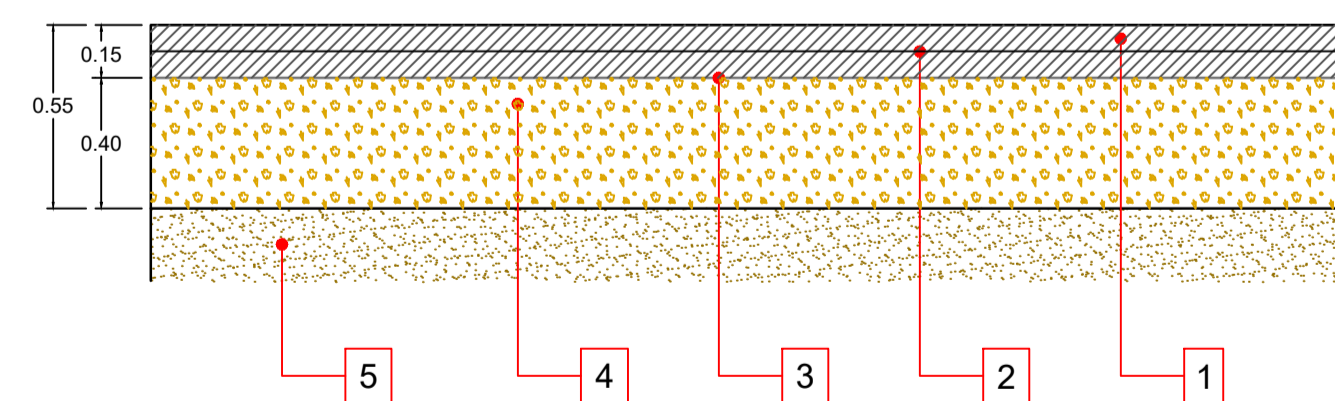
- ① CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE
- ② RIEGO DE LIGA
- ③ IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA
- ④ BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO
- ⑤ SUB BASE GRANULAR
- ⑥ SUB RASANTE



- ① LOSA DE CONCRETO $f_c=420 \text{ kg/cm}^2$
- ② LAMINA DE POLIETILENO $e=0.9\text{mm}$
- ③ ECONOCRETO $f_c= 50 \text{ kg/cm}^2$
- ④ SUB RASANTE

DETALLE DE SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO FLEXIBLE - PISTA DE ATERRIZAJE Y CALLES DE RODAJE
 ESCALA: H = 1/125 V = 1/25

DETALLE DE SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO RÍGIDO - PLATAFORMA
 ESCALA: H = 1/125 V = 1/25



- ① CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE
- ② RIEGO DE LIGA
- ③ IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA
- ④ BASE GRANULAR
- ⑤ SUB RASANTE

DETALLE DE SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO FLEXIBLE - MÁRGENES
 ESCALA: H = 1/125 V = 1/25



UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA:
 BACH. ING. MARÍA TERESA L. ESPINOZA SEGURA
 CÓDIGO:
 122.0904.362
 ASESOR:
 ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
 ING. RICARDO JESÚS MARIÑO URIBE

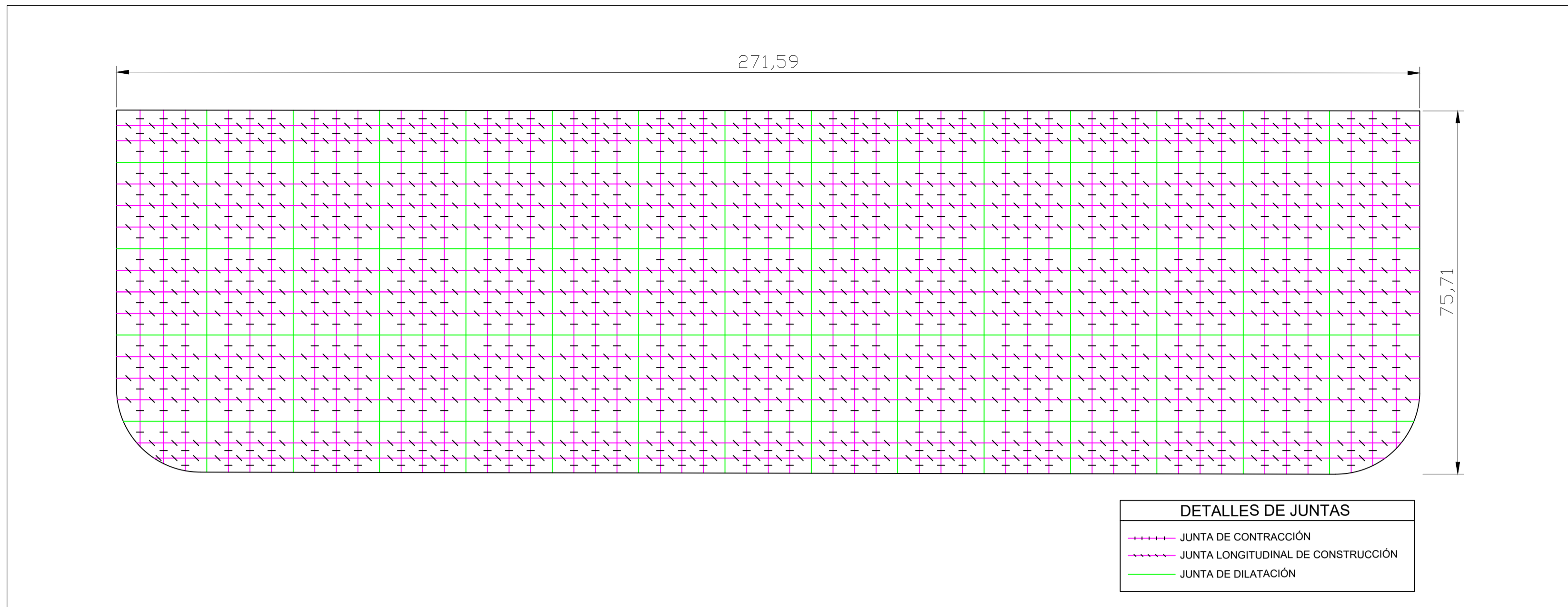
TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:
 "ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020"

ESCALAS:
 INDICADA
 ORIGINAL A1 GRÁFICA

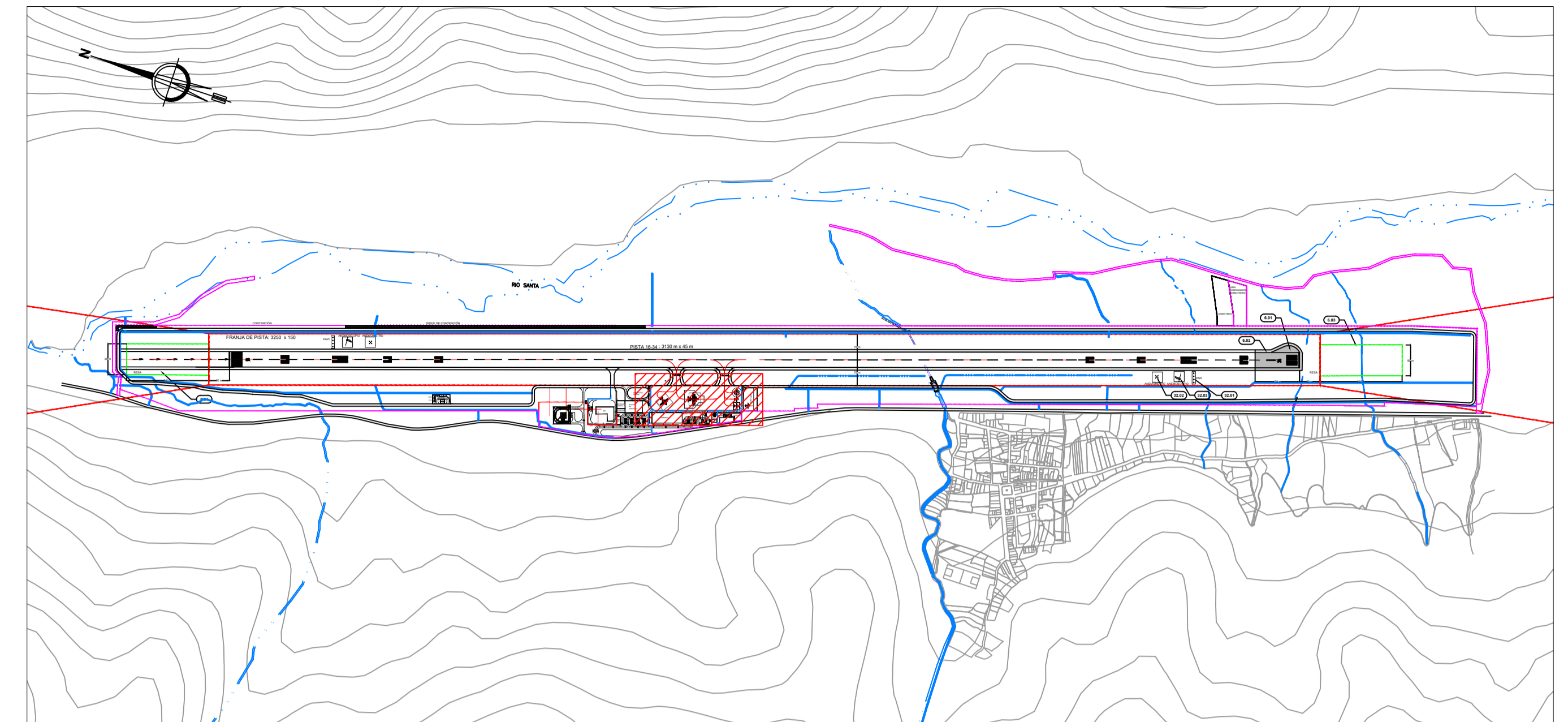
FECHA:
 MAYO 2022
 NOMBRE DE FICHERO:
 Secciones transversales típicas.dwg

TÍTULO DEL PLANO:
 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

N° DE PLANO:
 07
 HOJA 1 DE 1



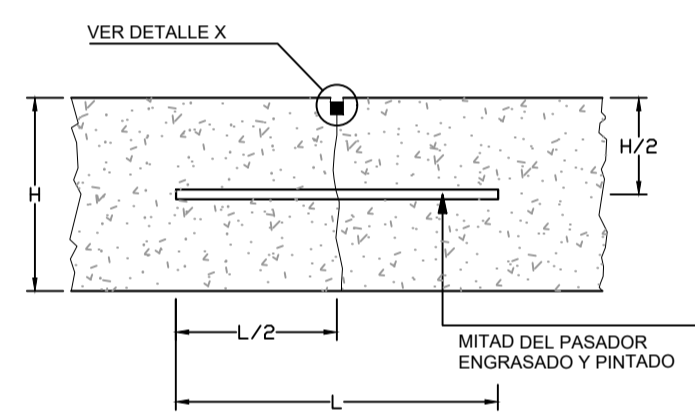
DETALLE DE SEÑALIZACIÓN EN PISTA
ESCALA: 1 / 750



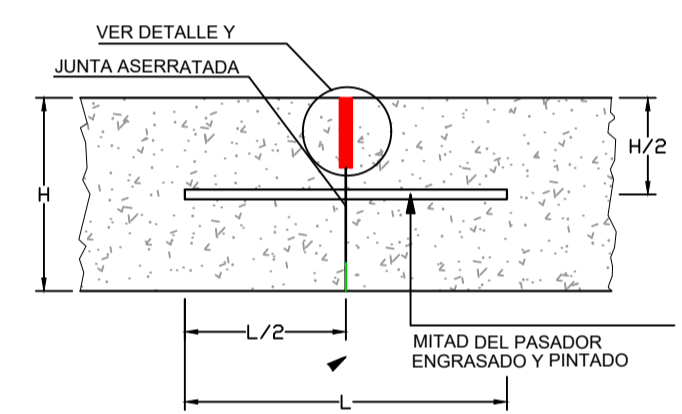
PLANTA GENERAL
ESCALA: 1 / 12,500

TIPO DE JUNTAS

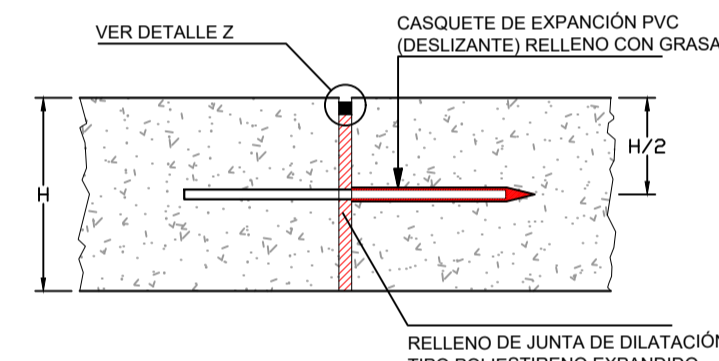
A JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON DOWEL



B JUNTA DE CONTRACCIÓN CON DOWEL



C JUNTA DE DILATACIÓN CON DOWEL



D JUNTA DE CONSTRUCCIÓN EN LA TRANSICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE A RÍGIDO

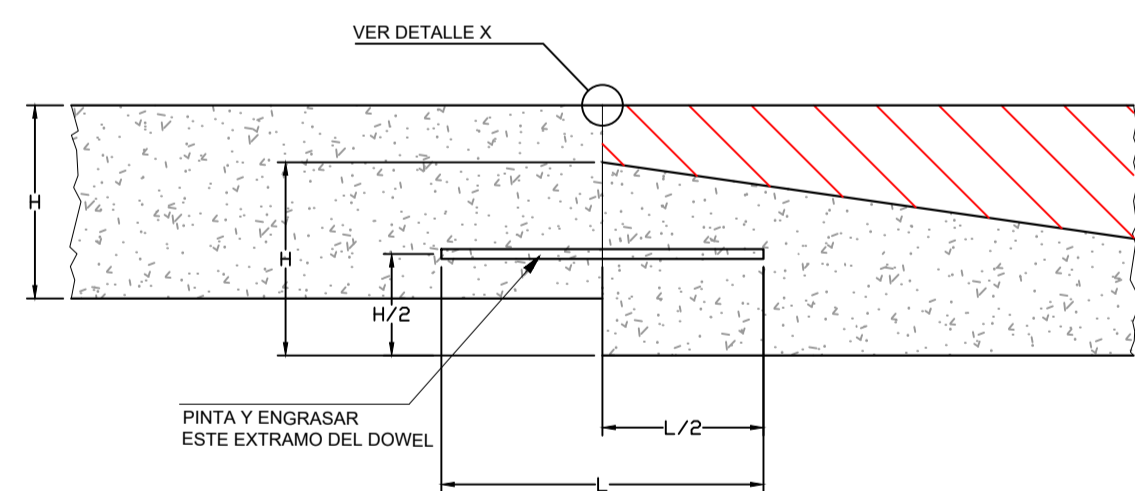
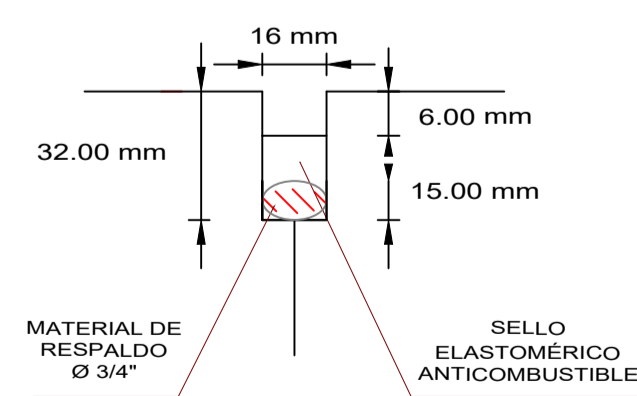


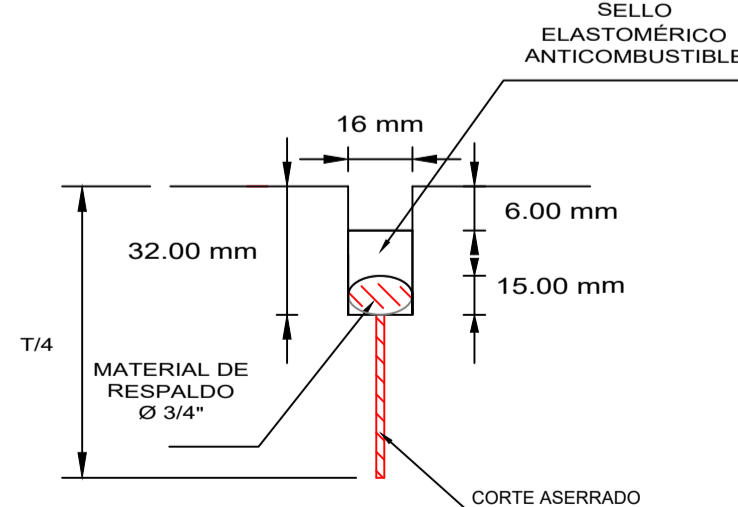
TABLA N°01 - RESUMEN DE ACEROS				
SECTOR	TIPO	DIÁMETRO	LONGITUD	SEPARACIÓN
PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL	Dowels	30mm / 1 1/4"	0.51 m	0.38 m
	Barros de amarre	5/8"	0.76 m	0.76 m

DETALLES DE JUNTAS

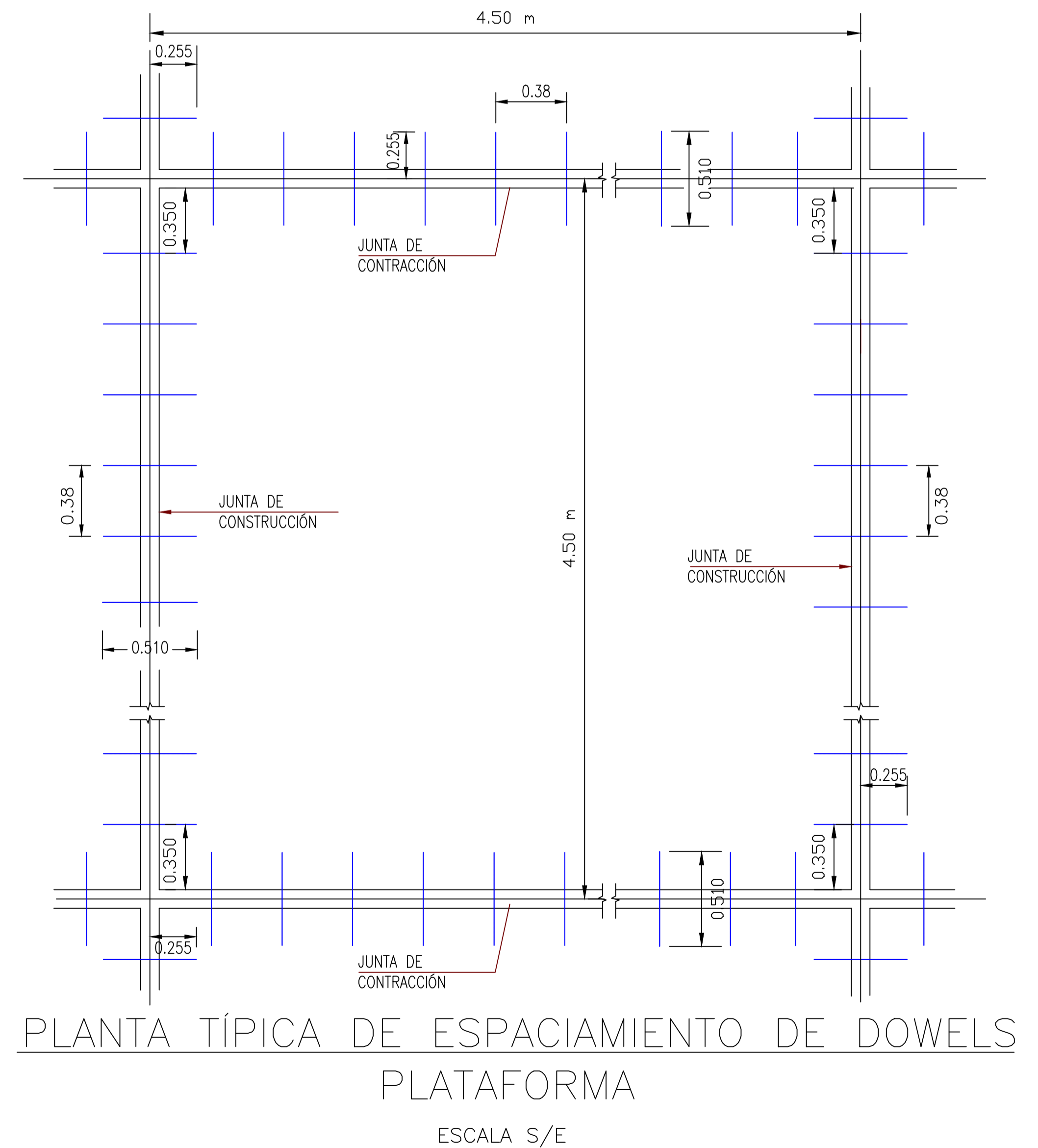
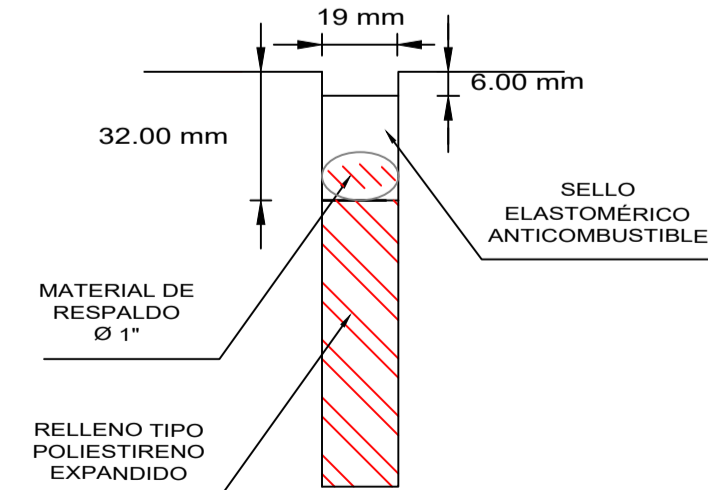
A DETALLE X SE



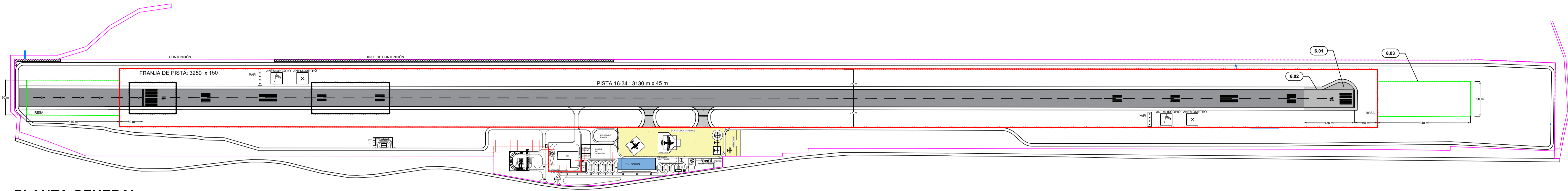
B DETALLE Y SE



C DETALLE Z SE

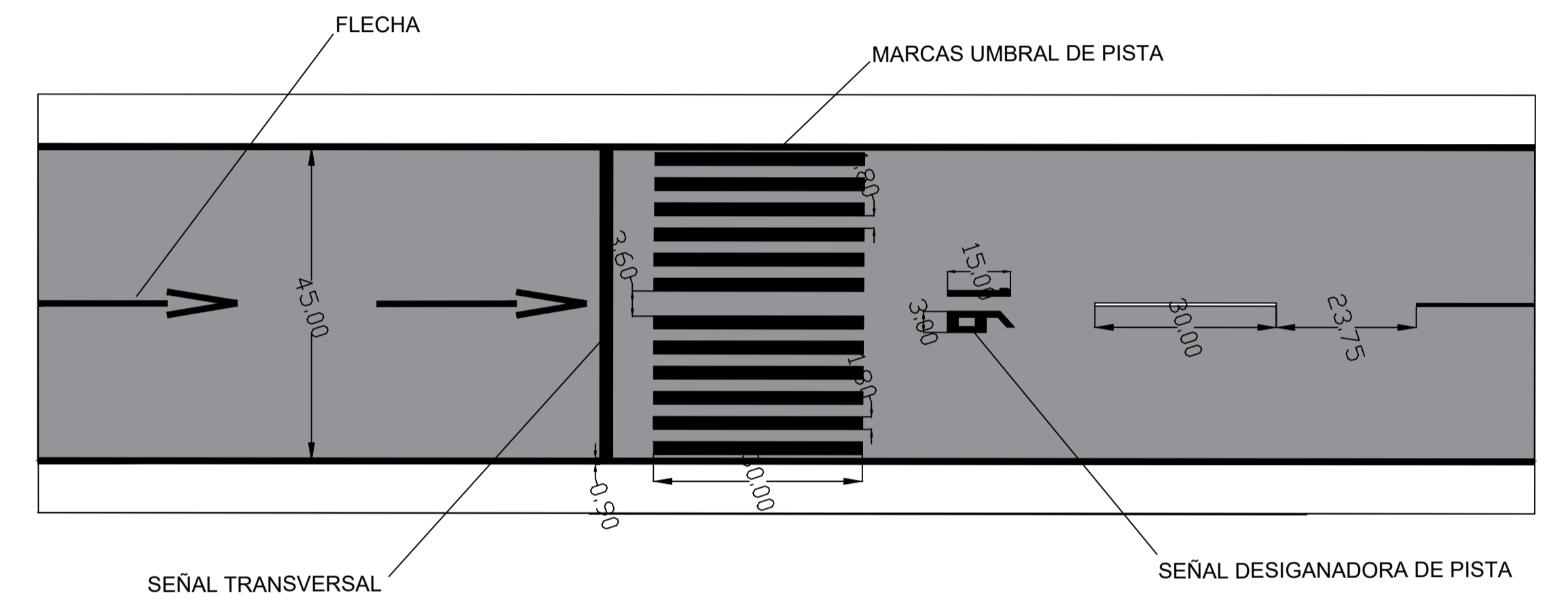
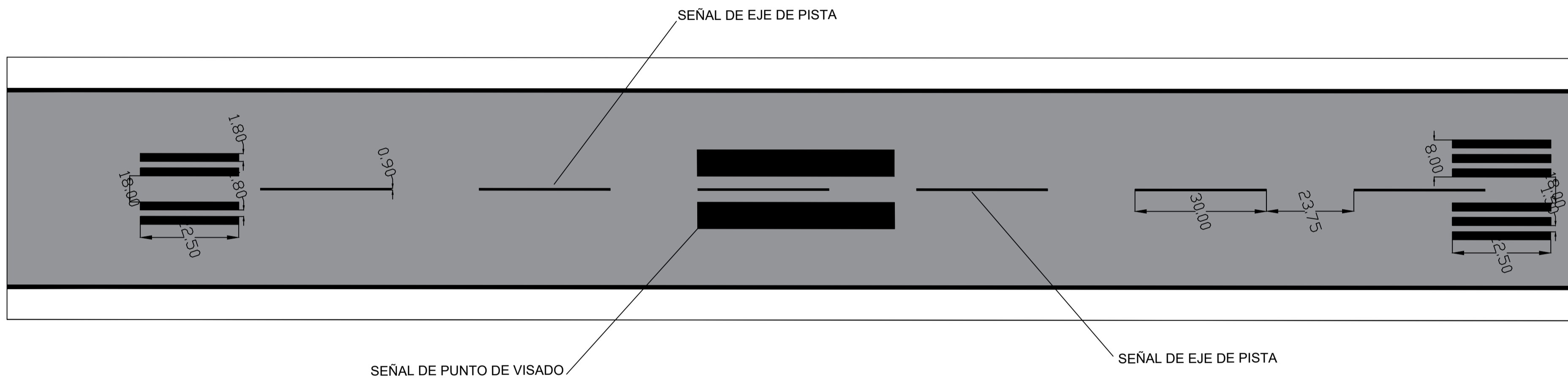


PLANTA TÍPICA DE ESPACIAMIENTO DE DOWELS PLATAFORMA
ESCALA S/E



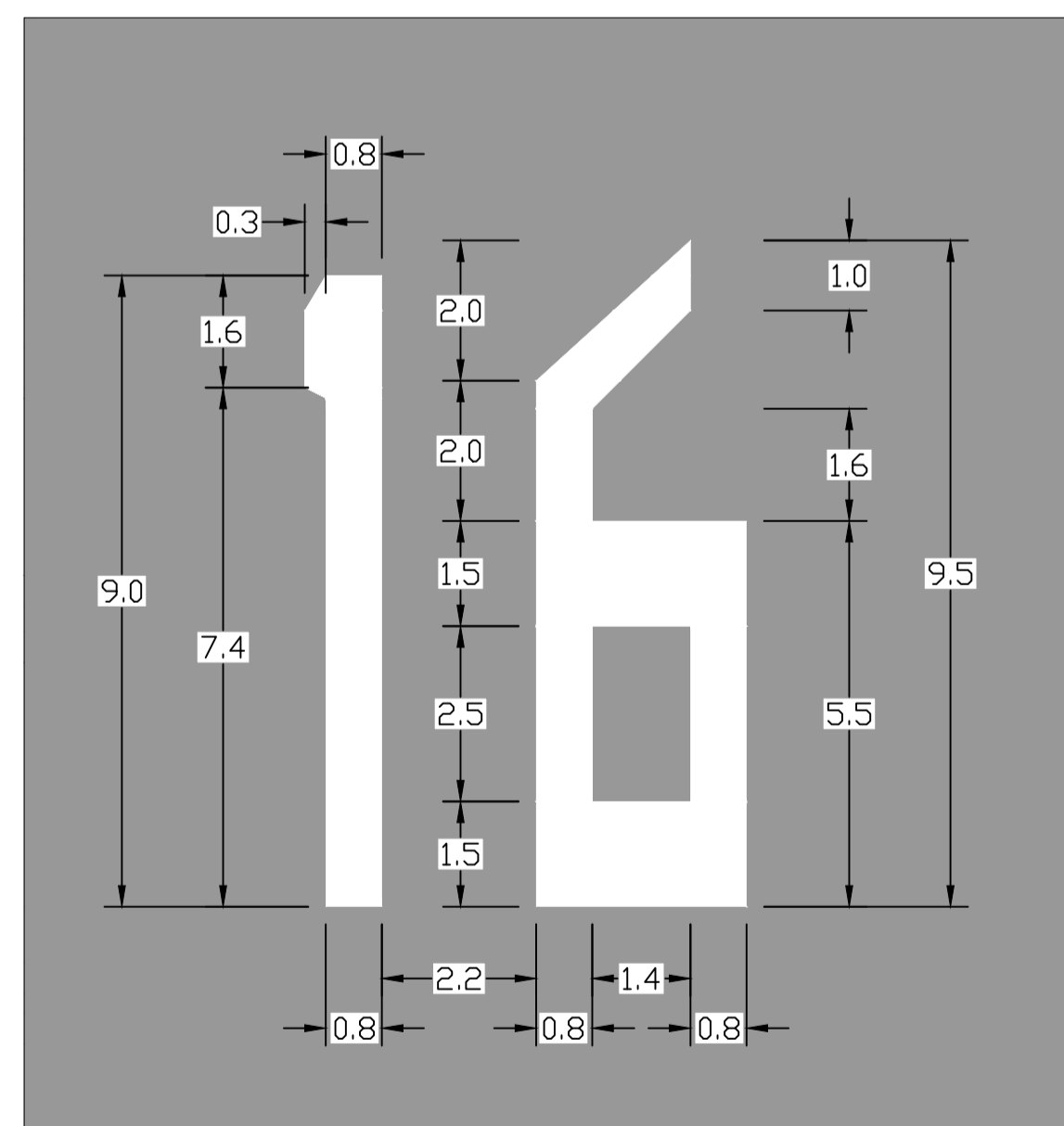
PLANTA GENERAL

ESCALA: 1 / 5,000

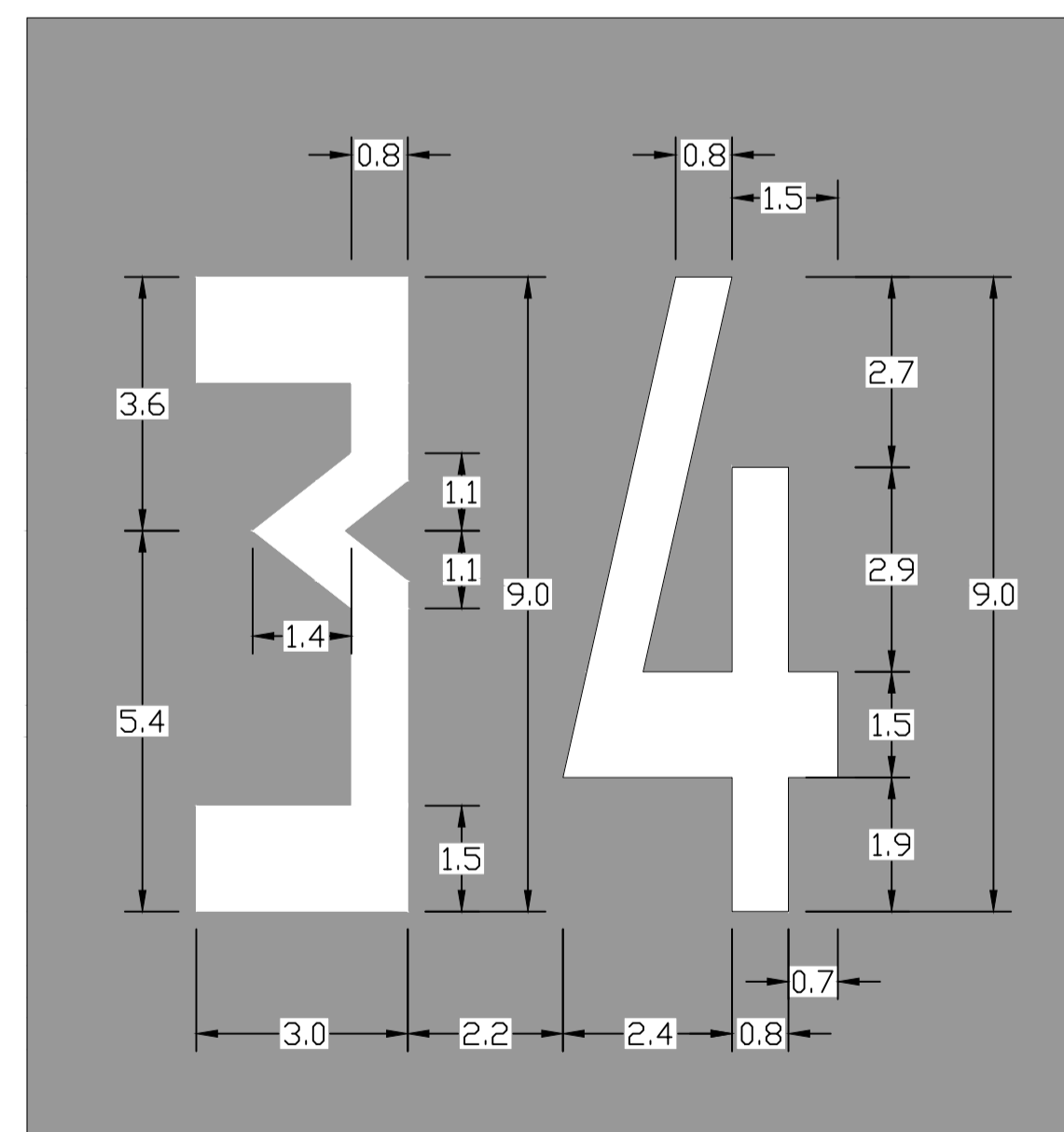


DETALLE DE SEÑALIZACIÓN EN PISTA

ESCALA: 1 / 250



A=7.54m² A=16.40m²



A=13.80m² A=31.58m²

DETALLE NÚMERO DESIGNADOR DE PISTA

ESCALA: 1 / 100

LEYENDA:

- ÁREA DE INTERVENCIÓN DE LAS OBRAS DEL PMD
- CERCO LADO TIERRA / LADO AIRE
- INSTALACIONES DE APOYO
- TERMINAL DE PASAJEROS
- LADO AIRE
- ACCESOS Y ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

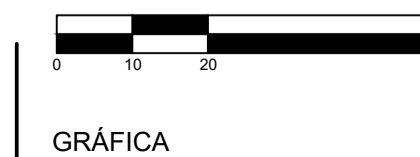
TESISTA:
BACH. ING. MARÍA TERESA L. ESPINOZA SEGURA
CÓDIGO:
122.0904.362
ASESOR:
ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
ING. RICARDO JESÚS MARIÑO URIBE

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:
"ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRÁFICO, EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO COMANDANTE FAP GERMÁN ARIAS GRAZIANI, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE CARHUAZ – 2020"

ESCALAS:

INDICADA

ORIGINAL A1



FECHA:

MAYO 2022

NOMBRE DE FICHERO:

Señalización pista.dwg

TÍTULO DEL PLANO:

PLANO DE SEÑALIZACIÓN

N° DE PLANO:

10

HOJA 1 DE 1