



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Departamento Ingeniería Civil

Proyecto Final N° 76

**REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA
CIUDAD DE VENADO TUERTO “TOMAS B. KENNY”**

Autor:

DECLÉIRE, Nicolas

O'DONOHUE, Tomas

Director Técnico:

Ing. BRAUN, Oscar

Co-Directores:

Agrim. MEIER, Walter

Arq. ADORNO, Alejandro

Director Académico:

Ing. REVELANT, Mauricio

INDICE GENERAL

Introducción.....	4
Objetivos del Proyecto.....	5
1- Información General.....	6
1-1 Ubicación Geográfica del Proyecto.....	6
1-2 Datos técnicos del Aeródromo Actual.....	8
1-3 Relevamiento Fotográfico.....	8
2- Historia y Antecedentes.....	11
2-1 Aerolíneas que funcionaron.....	13
2-2 Casos en Localidades Similares.....	13
Aeródromo Sunchales.....	13
Aeródromo Venado Tuerto.....	14
3- Descripción de la Situación Actual.....	15
3-1 Infraestructura.....	15
3-2 Funcionamiento.....	17
3-3 Conclusión.....	18
4- Análisis del Mercado: Posibles Usuarios del Proyecto.....	19
4-1 Conclusión.....	23
5- Características de los Aeródromos.....	24
5-1 Definiciones.....	24
5-2 Clave de Referencia de los Aeródromos.....	24
5-3 Partes Componentes de los Aeródromos.....	26
5-3-1 Pista.....	26
5-3-2 Umbral.....	32
5-3-3 Franja de Pista.....	33
5-3-4 Margen.....	36

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

5-3-5 Área de Seguridad de Extremo de Pista.....	36
5-3-6 Zona Libre de Obstáculos.....	37
5-3-7 Zona de Parada.....	38
5-3-8 Distancias Declaradas.....	39
6- Calculo de la Longitud de la Pista y de los Parámetros Físicos.....	40
7- Calles de Rodaje.....	51
7-1 Sistemas de Calles de Rodaje.....	51
7-2 Dimensionamiento de la Calle de Rodaje.....	52
8- Plataforma.....	55
8-1 Tipos de Plataformas.....	55
8-2 Dimensionamiento de la Plataforma.....	56
9- Pavimentos.....	64
9-1 Capacidad Portante del Pavimento Actual.....	64
9-2 Propuesta de Pavimentación.....	64
9-3 Cálculo de Pavimentos.....	65
9-3-1 Cálculo de Pavimento Flexible.....	66
9-3-2 Cálculo de Pavimento Rígido.....	72
10- Señalizaciones.....	80
11- Túnel bajo nivel de pista.....	89
11-1 Diseño geométrico.....	90
11-2 Presiones sobre el Túnel.....	91
11-3 Presión Adicional.....	95
11-4 Gráfico Resultante de Presiones.....	97
12- Etapas de Obra.....	98
13- Proyectos a Futuros.....	103

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

14- Financiación.....	104
14-1 Elección de la Financiación de Nuestro Proyecto.....	106
15- Computo y Presupuesto.....	Anexo
16- Planos.....	Anexo
17-Ilustraciones.....	108
Conclusiones y Agradecimientos.....	113
Bibliografía Consultada.....	115

INTRODUCCION

El propósito del siguiente trabajo final plantea una remodelación del Aeródromo Municipal de la ciudad de Venado Tuerto. Esto surge al observar las capacidades que el aeródromo local tiene y el uso que actualmente se desarrolla.

En consecuencia, nos proponemos explorar ideas que permitan mejorar la infraestructura edilicia del aeródromo, para que este le brinde a la ciudad una nueva vía de comunicación con el país y con el mundo, tanto para el transporte de personas, mercancías de alto valor, etc. De esta manera generamos un crecimiento interno de la ciudad y además empezamos a generar conciencia en la población sobre las ventajas que tiene el uso de este medio de transporte que en la actualidad no está siendo lo suficientemente aprovechado.

Nos motivó la elección de este proyecto, observar que el aeródromo local no generaba beneficios a la población de Venado Tuerto, por lo que nos propusimos encontrar la manera de revertir esta situación actual, más aun teniendo en cuenta que el mismo no tiene una mala infraestructura, la cantidad de habitantes de la ciudad, la ubicación de la misma, la presencia de industrias productivas, sumado al crecimiento que esta tiene, consideramos que es importante el desarrollo de este proyecto.

Por todo lo expuesto anteriormente, consideramos a este proyecto como un desafío motivante para culminar con nuestros estudios académicos.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

En base a la información obtenida, los objetivos que se plantean resolver en el desarrollo de este proyecto final se detallan en la siguiente lista:

- **Recopilación de información**

Durante esta instancia, el proyecto se basa en el reconocimiento de la situación del estado actual del aeródromo, ya sea en el reconocimiento de su infraestructura, su uso, sus falencias; como así también con aquellos posibles usuarios que podrían beneficiarse con nuestra propuesta.

- **Relevamiento y análisis la infraestructura existente**

En esta etapa se procederá a realizar trabajos de campo, realizando tareas que incluyen el relevamiento de posición y altura de todo el predio dentro del Aeródromo. Esta información nos servirá de base para el planteo de nuestro proyecto.

- **Diseño general del predio, haciendo énfasis principalmente en la pista de aterrizaje y calles de circulación aledañas en la medida que lo requiera**

En esta etapa se procederá a la realización de la parte técnica del proyecto mediante el diseño y cálculo de los elementos que consideramos necesarios para nuestro proyecto de remodelación.

- **Diseño de los accesos al aeródromo**

Se diseñará el acceso al aeródromo teniendo en cuenta las distintas los medios de transporte que pueden ser usuarios del aeródromo.

- **Cómputo y presupuesto**

Se ejecutará el cómputo y el presupuesto de la remodelación del aeródromo.

- **Análisis de posibilidades de financiamiento**

Se buscarán y analizarán las distintas posibilidades de financiar el proyecto.

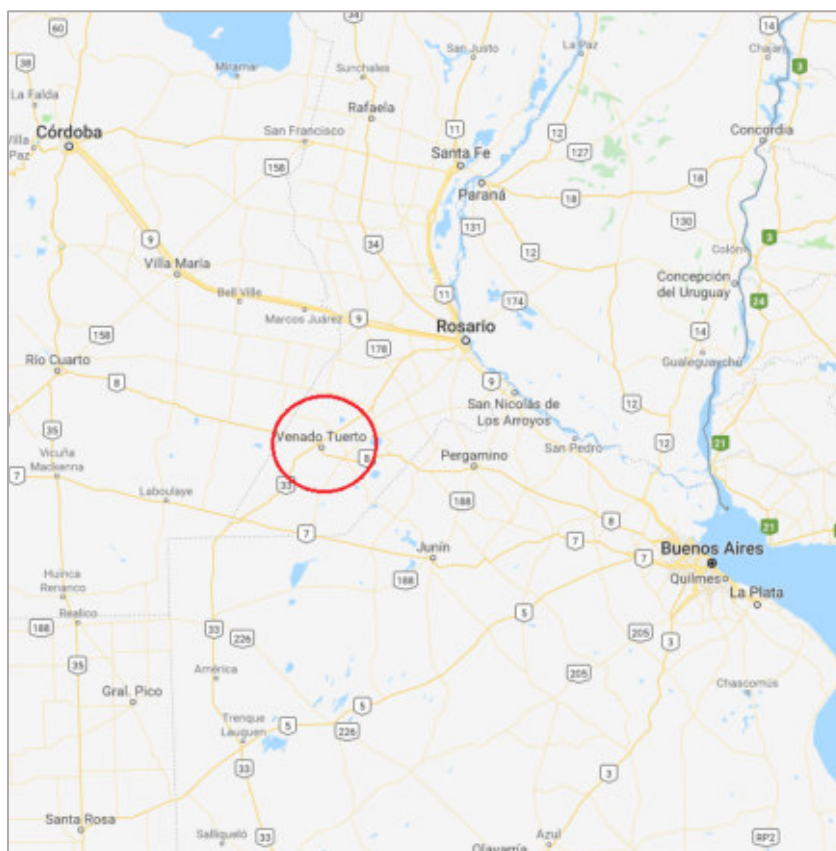
1- INFORMACION GENERAL

1-1-UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO

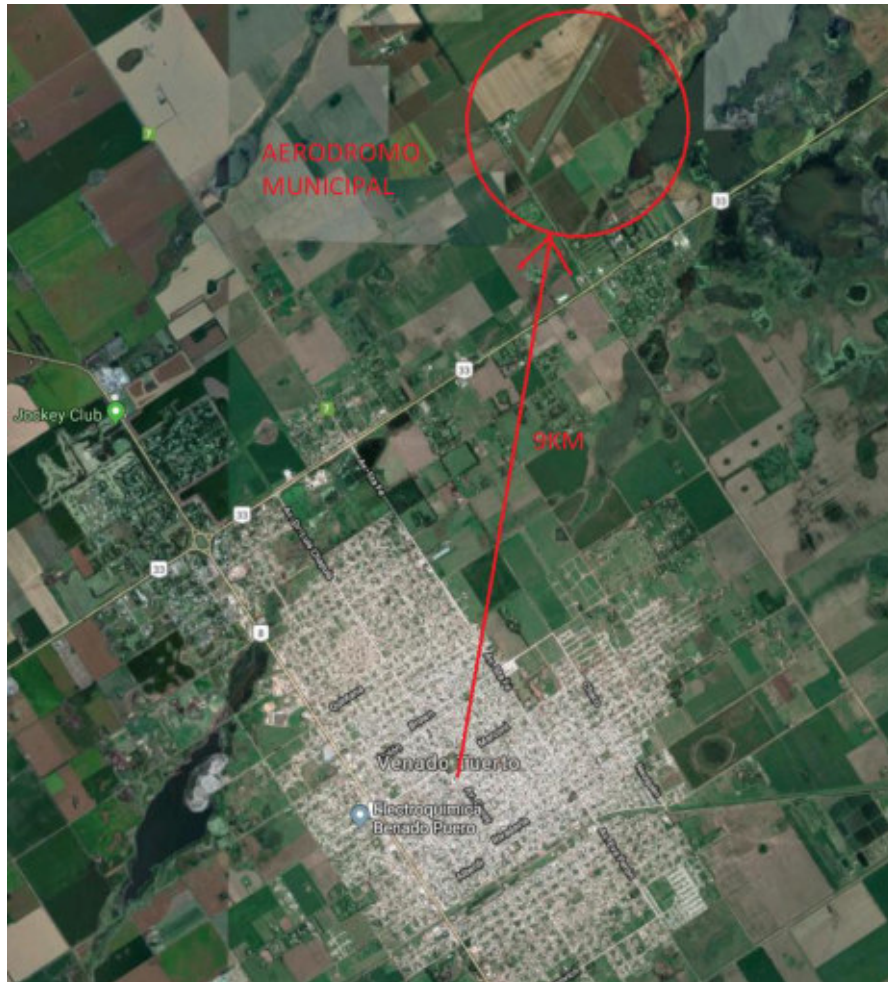
El aeródromo del proyecto en cuestión, se ubica dentro del distrito de Venado Tuerto, más precisamente a 9 km al Norte de la ciudad homónima, la cual posee 81241 habitantes según datos del último censo del año 2010, en el Departamento General López, provincia de Santa Fe.

La ciudad dista de las ciudades importantes del país como lo son: Buenos Aires (380km), Rosario(160km) y Córdoba (390km).

El mismo en la actualidad presenta como vía de acceso un camino pavimentado denominado Avenida Marcos Zar el cual se conecta directa con la traza de la ruta nacional N° 33 y su vez, la continuación de la traza de este acceso tiene planteado hacia el oeste la conexión con la futura Autopista ruta 33 como asimismo, hacia el sentido este la traza se convierte en la futura circunvalación de la ciudad de Venado Tuerto, generando de esta manera la conexión con la ruta nacional N° 8 evitando la circulación dentro del ejido urbano de esta última vía de comunicación



Ubicación geográfica de la ciudad de Venado Tuerto

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"


Ubicación geográfica del aeródromo

Es también importante destacar las distancias que existen entre el aeródromo local y otros aeródromos-aeropuertos como para luego poder analizar factibilidades para la ejecución de nuestro proyecto. A partir de lo nombrado, lo exponemos la tabla 1:

Ciudad	Distancia
Buenos Aires	383 km
Rosario	144 km
Córdoba	412 km
Río Cuarto	227 km
Súchales	381 km
Santa Fe	322 km

Tabla 1: Distancias a aeródromos cercanos.

1-2-DATOS TECNICOS DEL AERODROMO ACTUAL

De acuerdo a información suministrada por el propio aeródromo de la localidad, el mismo presenta las siguientes características que son suma relevancia tanto para la navegación aérea como así también información de relevancia para nuestro proyecto. La información se muestra en la tabla 2.

Denominación	Tomás B. Kenny
Código Nacional	VNO
Código Internacional	SAFV
Longitud de Pista	1550 m
Ancho de Pista	30 m
Orientación de Cabeceras	04 - 22
Elevación	111.605
Abastecimiento de Combustible	Aero planta YPF
Estación Meteorológica	Homologada por SMN
Coordenadas de Cabecera	33° 41 '06.8" S - 61° 57' 31.9" O
Tipo de Pista	Asfalto
Valor soporte:	19tn en un eje 25tn en dos ejes.

Tabla 2: Datos del Aeródromo Tomas B. Kenny.

1-3- RELEVAMIENTO FOTOGRAFICO

A partir del relevamiento a partir de imágenes nos permite tomar conocimiento de la infraestructura que posee el aeródromo en la actualidad.



Torre de Control y Sala de Espera

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"



Calle de Rodaje



Estación Meteorológica



Hangares Existentes

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"



Planta de Combustible, Plataforma de estacionamiento Aeronaves
Hangares y Estación Meteorológica



Pista Principal y Vista General del Predio

2- HISTORIA Y ANTECEDENTES

En un principio y debido a la fundación del Aeroclub Venado Tuerto en el año 1937, los aviones utilizaban como pista campos aledaños a la ciudad de Venado Tuerto, tales como el campo de la familia Echeverría el cual se encuentra en cercanías de la ruta Nacional N° 8 y la actual calle Jorge Newbery. Luego, la pista se trasladaría a lo que actualmente es el Colegio Agrotécnico Regional y que en su momento era el vivero regional.

Años más tarde, debido a diversas gestiones se consiguen a modo de cesión por cinco años los campos e instalaciones de un aeródromo local en una zona cercana a lo que se conoce la curva de Pastorino, más precisamente en “La Victoria”.

A mediados de la década de 1970, se logra la donación de los terrenos que conforman hoy en día el Aeródromo Tomas B Kenny (los campos eran de su propiedad), el cual pertenecía al gobierno provincial, pero era administrado por la Municipalidad de Venado Tuerto.

En los años posteriores se comenzaron a realizar diferentes obras para convertirlo en un futuro aeropuerto tales como la torre de control con tecnología para información meteorológica y otras dependencias como baños, dormitorios, sala de embarque y lo más importante, una pista de 1000 metros de extensión totalmente asfaltada junto con sus correspondientes calles de rodaje, plataforma y totalmente balizada y señalizada.

Años posteriores tarde la pista se prolonga 500 metros, alcanzando de esta manera a los 1500 metros que hasta en la actualidad posee la pista del Aeródromo Tomas B Kenny, y el cual lo convierte en uno de los más importantes del interior del país.

En el año 2016 gracias a un aporte desde el Gobierno nacional de 3,6 millones de pesos y una Gestión por parte de la Municipalidad de la ciudad, se realizaron obras de reparaciones y mejoras en el Aeródromo local.

Las obras más relevantes que se llevaron a cabo fueron tareas de bacheo, sellado de fisuras, repavimentación de la pista y la colocación de balizas para el manejo nocturno con operador las 24hs del día, permitiendo el uso del mismo en cualquier momento tanto del día como la noche y así poder cubrir cualquier necesidad que le surgiese a una aeronave.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Entre otras mejoras se destaca el convenio que se firmó con YPF, para ser representantes oficiales para la venta de combustibles, ofreciendo Jet A-1 (aviones a impulsados por turbinas) y el Avgas 100LL (aviones a impulsados por motores a pistón).

Asimismo, se logró colocar y homologar por parte del Servicio Meteorológico Nacional una estación meteorológica de calidad que permite obtener valores que son de suma importancia para la navegación aérea.

Actualmente la pista del aeródromo de Venado Tuerto es una pista de “manejo visual con apoyo terrestre”. El único instrumento de asistencia para el aterrizaje es el PAPI (Precisión Approach Path Indicator) o sea el indicador de trayectoria de aproximación de precisión.

No cuenta con sistemas de radar que permitan realizar operaciones tanto de despegue como de aterrizaje de precisión. Debido a esto, el aeródromo no es operable ante situaciones meteorológicas adversas.

Respecto a los tipos de aviones que pueden aterrizar en el aeródromo, eso depende de las características de cada aeronave, por ejemplo, aviones como el Fokker 28 necesitan una longitud de pista de aproximadamente 700m ya que estos por su diseño aterrizan “planeando” mientras que aviones más chicos como el Metroliner para 25 personas necesitan una longitud mayor de pista para aterrizar, ya que por su diseño aterrizan a mayor velocidad. Algo similar ocurre con los Jets privados tales como el Citation que necesitan para aterrizar aproximadamente 1000m de pista.

Actualmente Venado Tuerto se ubica en la trayectoria de la ruta aérea que une Córdoba con Buenos Aires, prácticamente en la mitad de distancia. Esto genera que gran cantidad de aeronaves de pequeño tamaño y helicópteros se detengan a abastecerse de combustible o solamente a tomar un descanso durante su viaje.

En los últimos años se vio incrementado el número de vuelos registrados que arriban y egresan desde el aeródromo municipal. Tomando solamente los registros del libro de registro de vuelos, en el año 2016 aproximadamente 550 vuelos, en el año 2017 aproximadamente 1800 vuelos, en el año 2018 aproximadamente 1650 vuelos, esta última caída se produce en gran medida por el gran aumento que sufrió el dólar durante el año mencionado. Respecto a esto último cabe aclarar que en la aviación todo se maneja respecto al precio que tenga dólar, ya sea el combustible, los mantenimientos preventivos, los repuestos, etc. Esto también se vio reflejado en la escuela de vuelo que al comienzo del año tenía

alrededor de 75 alumnos y para el final del año sólo quedaban la mitad, esto es por el gran incremento en el valor de la hora de vuelo de entrenamiento. A las cantidades de vuelos registrados se le deben adicionar una cantidad de operaciones que no se registran debido a la informalidad con que se maneja la gestión del aeródromo.

2-1-AEROLINEAS QUE FUNCIONARON

A mediados de la década de los noventa existió por un corto lapso de tiempo una aerolínea “Santa Fe”, que realizaba viajes a Bs As y Santa Fe, pero por problemas de cumplimiento con el horario de salida de las aeronaves se dejó de utilizar. Siendo que con este medio de transporte podías llegar a Buenos Aires en tan sólo 50 minutos.

Años más tarde la aerolínea Andes realizó un estudio para ver nuevamente si existía la posibilidad de comenzar a volar entre Buenos Aires y Venado Tuerto, en la provincia de Santa Fe, asociada con un grupo empresarial de esa ciudad. El proyecto incluiría el aporte de fondos del grupo venadense, que serían destinados a la compra de una aeronave, mientras que el gobierno provincial subsidiaría la ruta mediante la compra de combustible. Según se había indicado, en el comienzo de las operaciones el servicio aéreo entre ambas ciudades tendría una frecuencia semanal. Luego por diversos motivos el proyecto caducó.

Años más tarde, a mediados de 2009, la empresa de taxi aéreo Milenium prestó durante 45 días sus servicios en esta ciudad en forma diaria. Sin embargo, por falta de venta de pasajes tuvo que cancelarlos semanas más tarde. El coordinador de aquel entonces, sostuvo que "no hubo apoyo por parte de la Municipalidad ni tampoco de las empresas de la ciudad para sostener el servicio que ofrecía Milenium y eso motivó a que dejara de funcionar. El servicio duró cerca de dos meses y las frecuencias eran diarias y cubrían el trayecto Venado Tuerto-Capital Federal a un costo era relativamente accesible para la época, algo más de 500 pesos ida y vuelta.

2-2-CASOS LOCALIDADES SIMILARES

AERÓDROMO DE SUNCHALES

A comienzos del año 2019 en la ciudad de Sunchales, ubicada a unos 140 kilómetros de la capital provincial, se puso a prueba un proyecto similar al que nosotros queremos proponer en este trabajo. El mismo se trata de unir la ciudad de Sunchales con la ciudad de Buenos Aires a través de vuelos de cabotaje.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Este proyecto se llevó a cabo por el trabajo en conjunto entre una empresa reconocida de la ciudad y el Gobierno de la Provincia, que sumado a una serie de remodelaciones del aeródromo local para adaptarlo a los máximos estándares de seguridad sumado a que posee una pista e instalaciones de logística y control de vuelos aptos para la operación de aeronaves que hagan servicios de cabotaje a todo el país.

La empresa Flyest es la encargada de prestar servicios regulares durante la semana, los cuales se distribuyen de la siguiente manera, cinco vuelos semanales entre Buenos Aires (Aeroparque Jorge Newbery) y Sunchales con escala en la capital santafesina.

La aerolínea opera con una aeronave Bombardier CJR200 que dispone de unas 50 plazas más la tripulación. Del total de las plazas disponibles, 30 se comercializarán para Sunchales, de las cuales diez estarán disponibles para el público en general debido a la posible demanda, y resto se destinarán para directivos, empleados y personas relacionadas a la empresa interviniente en el acuerdo. De esta manera es una forma de poder lograr conseguir la viabilidad de este tipo de servicios.

AERÓDROMO DE VENADO TUERTO

En diversas ocasiones tanto los sectores políticos como en sectores privados, han manifestado el interés para lograr que existan vuelos regulares en la ciudad dado los beneficios que esto puede producir.

Una de las propuestas planteadas por el Gobierno de la ciudad consistía en tomar como ejemplo los casos mencionados anteriormente en la ciudad de Sunchales o en Reconquista donde funciona un caso similar, y proponer al Gobierno provincial intervención pública para lograr la instauración de rutas aéreas que vinculen la ciudad de Venado Tuerto con distintos destinos de la provincia y la capital del país.

Otra de las propuestas impulsadas es la de gestionar para que operen en Venado Tuerto aerolíneas comerciales lowcost, conectando con diferentes puntos del país a un costo más accesible, lo cual fortalecería el uso de este medio de transporte. Esto fomentaría el turismo y el intercambio comercial de toda la región y como así también la generación de nuevos empleos.

Para ello, es necesaria la intervención por parte de la Municipalidad de Venado Tuerto en conjunto con el Gobierno de la provincia y empresarios y productores locales, quienes aportarían y a su vez se verían beneficiados por el uso de este medio de transporte.

3- DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL

En esta etapa, nos enfocamos en ponernos en conocimiento de todo aquello que esté involucrado con el funcionamiento diario del aeródromo, mediante el reconocimiento de la infraestructura actual y su funcionamiento aeronáutico, para así conocer cuáles son sus virtudes y sus defectos que nos permitan establecer un punto de partida para nuestro trabajo.

3-1-INFRAESTRUCTURA

Con el objetivo de identificar con certeza la infraestructura que conforma el aeródromo local, se procedió por un lado a dirigirnos a la oficina de administración del aeródromo de la Municipalidad a manera de poder recabar información de nuestro interés; y por otro a realizar un relevamiento visual y planialtimétrico del predio que nos ubique geográficamente dentro del predio cada una de las partes que lo compone.

En función de lo descrito en el párrafo anterior, a través de la Municipalidad se logró conseguir solamente un plano de planta del predio y ubicación general de los hangares y una posible ampliación de este mismo a futuro.

Acto seguido de esto, nos dirigimos al aeródromo para constatar si lo que indicaba en el plano era lo que se encontraba realmente. Pero dado el hecho que encontramos algunas diferencias entre lo marcado en el plano y lo existente en el terreno, nos propusimos la tarea de hacer un relevamiento planialtimétrico general del predio del aeródromo para tener nuestro propio relevamiento para luego compararlo con los datos brindados por el municipio.

Para ello, nos pusimos en contacto con el profesor Agrimensor Walter Meier quien nos acompañó en las primeras mediciones con la estación total que nos facilitó Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Venado Tuerto para realizarlas mediciones.

El proceso de relevamiento consistió en tomar puntos de interés con el fin de formar una nube de puntos que luego se volcaron en un cad con el fin de obtener plano actualizado de toda la infraestructura existente del aeródromo dado que se presenciaban algunas diferencias debido a la falta de actualización del plano brindado por el municipio.

Ver en Anexo...Planos donde se indica el relevamiento y posicionamiento de las estaciones y se compara el plano que nos facilitó la municipalidad y el plano que obtuvimos por el relevamiento.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

De acuerdo al relevamiento, la infraestructura existente es la siguiente:

- Pista de aterrizaje:

Longitud	1500 m
Ancho	30 m
Tipo de Superficie	Asfalto

La pista posee la demarcación visual, balizado nocturno y un sistema de aproximación para aterrizaje.

- Calle de Rodaje:

Longitud	400 m
Ancho	12 m
Tipo de Superficie	Asfalto

- Plataforma:

Superficie	2800 m ²
Tipo de Superficie	Hormigón

- Aerostación con torre de control de 250 m² donde se encuentra la administración del aeródromo, zona de espera y baños.

La torre de control no cumple con ningún tipo de función en la actualidad tanto por la tecnología para la aviación, pero principalmente porque no cumple con un requisito fundamental que es tener visión del total de la longitud de la pista.

- Estación Meteorológica homologada por Servicio Meteorológico Nacional, que no sólo brinda la información necesaria para que las actividades cotidianas del aeródromo se lleven a cabo correctamente, sino que también es una fuente de información fehaciente para la ciudad.
- Aero planta de combustible de YPF que ofrece combustible para cualquier tipo de aeronave en cualquier momento del día.
- Zona de estacionamiento con superficie de hormigón.
- 17 Hangares de propietarios privados para usos particulares o empresas del rubro de aplicaciones contra plagas y malezas principalmente.
- Vivienda donde se presta servicio de bar y cantina para aquellos tripulantes y pasajeros que descienden en el aeródromo local.

3-2- FUNCIONAMIENTO

Para conocer como es su funcionamiento y las actividades que se desarrollan diariamente, se realizó un relevamiento por medio de inspección visual y entrevistas con el jefe del aeródromo y personal que se encontraba en los hangares del predio, donde se tomó conocimiento de las siguientes actividades:

Las principales actividades que se efectúan en el aeródromo están relacionadas con empresas privadas que realizan servicios de vuelos de aplicación de productos agroquímicos y fertilizantes vinculados a la eliminación de plagas y otros vectores en relacionados con actividades del agro como así también algunas actividades en zonas urbanas.

También, dentro del aeródromo se encuentra la sede del aeroclub local que junto con la presencia de las escuelas de vuelo utilizan las instalaciones para la practicas de aviación de los aspirantes a pilotos que provienen de la ciudad o de distintos puntos del país, como así también del extranjero, los cuales representan una buena proporción debido a una conveniencia económica.

Otra actividad muy importante que forma parte del funcionamiento diario del aeródromo y es el motivo del incremento de la cantidad de aviones que aterrizaron en los últimos años según el registro de acta de vuelos, es la aeroplanta de combustible de YPF, la cual se encuentra habilitada y declarada por la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil) y el ANAC (Asociación Nacional de Aviación Civil) para expender los dos tipos de combustibles que utilizan la mayoría de las aeronaves que son el Jet A-1 (aviones a impulsados por turbinas) y el Avgas 100LL (aviones impulsados a pistón). Este servicio es de suma importancia debido a que la ciudad está ubicada en punto estratégico que favorece a que aeronaves de distintas procedencias utilicen el aeródromo local para el reabastecimiento de sus tanques de combustible y continuar con su vuelo.

En menor medida, forman parte del funcionamiento los particulares y las compañías del sector privado que poseen aviones y hangares propios que hacen uso de las instalaciones para sus intereses particulares.

Otra actividad que se realiza a menor escala dentro del predio es el aeromodelismo, dado que el predio cuenta con un sector delimitado para que los aficionados puedan desarrollarlo con seguridad sin interferir con el funcionamiento diario del aeródromo.

aun pensando en un crecimiento de la ciudad a lo largo del tiempo, pero también preservar la forma de funcionamiento actual que cumple un rol importante en la aviación de la ciudad y la región.

Por último, Venado Tuerto es una ciudad que cuenta con una buena cantidad de habitantes, a su vez tiene una ubicación estratégica que se manifiesta mediante la numerosa presencia de industrias productivas de diversos rubros, por lo que consideramos que es importante que la misma cuente con un servicio regular de transporte comercial de pasajeros. Para ello es necesario mejorar su infraestructura y funcionamiento que es lo que se plasmará en este proyecto.

4- ANALISIS DEL MERCADO: POSIBLES USUARIOS DEL SISTEMA

En esta etapa nos enfocamos en investigar el motivo y el beneficio que traería en la ciudad poder contar con un servicio regular de vuelos, es decir, encontrar el motivo que justifique la viabilidad de nuestro proyecto. Para ello, realizamos una investigación dentro de la ciudad para plantear e ir en búsqueda de los posibles usuarios benefactores de este servicio.

La investigación la dividimos en dos partes que consideramos de gran importancia para la ejecución del proyecto:

- La primera parte, enfocada en buscar a los posibles usuarios de este servicio, indagando que los atrae y en que podrían verse beneficiados al contar con este servicio.
- La segunda parte, trata de establecer la posible competencia y cuáles son las ventajas de este medio de transporte que, acotado en un entorno, hacen que sea ventajoso su uso frente a otras posibilidades.

De acuerdo a lo que planteamos en la primera parte de la búsqueda, comenzamos nuestra búsqueda consultando en:

- Sitios de la ciudad en que se vendan pasajes aéreos, dentro de los cuales podemos encontrar las Empresas de Turismo. Estas nos permitieron ver qué clase de usuarios emplean el transporte aéreo, cual es el abanico de posibles destinos y al mismo tiempo detectar cuáles son los destinos por excelencia.
- Lugares donde se alojan las personas que no radican en Venado Tuerto, que sólo se encuentran de paso o permanecen un determinado tiempo. Un claro ejemplo de estos lugares son los Hoteles o Apart hoteles.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

A través de entrevistas con personas relacionadas a la actividad se logró obtener valiosa información de la cantidad de personas que arriban a la ciudad, cuál es su procedencia, cuál es su tiempo de permanencia, con qué frecuencia lo realizan, cuál es la actividad por la que vienen a Venado Tuerto, etc.

- Sitios en los que exista un registro de los vuelos que se realizan en la región y sus características. Esta información la obtuvimos gracias a que personal del Aeródromo de la ciudad nos facilitó información apuntada en el Libro de Registro de Vuelos en el Aeródromo local.

De esta manera obtenemos diversas características tales como tipos de aeronaves que utilizan el predio local, cuál es el fin de los vuelos ya sea comercial, privado, escuela de vuelo, abastecimiento de combustible, etc. Otra información importante es la cantidad y frecuencia de vuelos en los últimos años, etc.

- También pensamos en las posibles actividades Regionales que pudiera congregarse en algún momento del año a diversas personas que utilizaran este servicio para arribar a la ciudad. Reuniones a nivel Político, Empresarial, Educativo, Salud, etc.

Como resultado de las diversas entrevistas, obtuvimos lo siguiente:

De las entrevistas realizadas en Hoteles y Apart Hoteles de la Ciudad nos interesó conocer en primer lugar la capacidad hotelera del lugar, que tipo de pasajeros la utilizaban, de donde es su procedencia, cuál es el tiempo de permanencia en la ciudad, que actividad vienen a realizar, si están dispuestos a utilizar un servicio de transporte aéreo frente a cualquier otro para arribar a la ciudad, entre otras consultas.

Respecto a ello, notamos que disponen en general de una cantidad de habitaciones que va desde las doce habitaciones hasta veinticinco habitaciones aproximadamente, siendo que algunos de estos se encontraban realizando obras para ampliar su capacidad. Aclaramos que en las entrevistas no pudimos obtener con exactitud el número de personas que utilizaban las instalaciones, pero si nos mencionaron que durante la semana la ocupación llega a ser del 95% al 100%, y se mantiene aproximadamente constante durante todo el año, siendo que en los meses de enero y febrero tiende a mermar este número.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En relación a los huéspedes, tenemos dos clases los extranjeros y los nacionales, los primeros (Extranjeros) suelen ser la mayoría y están relacionados generalmente con empresas del agro, semilleros y el resto pertenecientes a otros rubros empresariales del ámbito metalmecánica. La procedencia suele ser de países de Sudamérica, Norteamérica y Europa. Su mecanismo de arribo es llegar a Buenos Aires por medio aéreo y luego por medio de un transporte terrestre, ya sea Colectivo, o transporte particular de la empresa arriban a Venado Tuerto.

Este punto, toma una importante relevante en nuestro estudio ya que el trayecto mencionado Buenos Aires – Venado Tuerto, es frecuentado por pasajeros que es muy probable que tenga intenciones de abonar un pasaje aéreo aprovechando los beneficios que este otorga frente a un transporte terrestre. Entre ellos, podemos citar como beneficio principal el Tiempo de viaje, ya que es una variable de gran importancia que un empresario tiene en cuenta y esto nos permite evitar inconvenientes muy comunes que suelen ocurrir, un claro ejemplo son los cortes de calles y rutas, ya sea por protestas, por reparaciones, por algún accidente ocurrido, etc. También podemos agregar otro beneficio importante que es la seguridad que ofrece el transporte aéreo frente al terrestre y considerando que generalmente estas personas que se movilizan representan un gran capital humano para una empresa, para un negocio, para la educación, investigación, etc.

Esto es un beneficio que toma gran valor, más aún con la gran tasa de accidentes viales que presenta nuestro país.

Otro porcentaje son los huéspedes de procedencia nacional, que incluyen visitantes de rubros relacionados con la medicina, gerencias empresariales entre otros, que generalmente se movilizan en su vehículo particular, pero verían con muy buenas intenciones poder contar con estas comodidades desplazarse.

También dejamos plasmada la opinión general de los Hoteles y Apart Hoteles, que coinciden en que sería muy interesante tener la posibilidad de contar con una movilidad aérea que pudiera cubrir el trayecto entre Venado Tuerto y Buenos Aires ya que la mayor cantidad de sus huéspedes son de procedencia extranjera que utilizan Buenos Aires como punto de arribo al país.

Respecto a las empresas de turismo radicadas en Venado Tuerto la respuesta general que obtuvimos fue que sería muy ventajoso para ellas contar con vuelos regulares a Buenos Aires como destino principal, dado que la mayoría de los vuelos internacionales salen desde Ezeiza o Aeroparque

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

debido a que poseen mejores combinaciones horarias, mayor cantidad de destinos y mejores precios que si los mismos fueran tomados desde Rosario por decir un aeropuerto cercano a nuestra ciudad.

Otro de los comentarios realizados fue que, teniendo la posibilidad de viajar a Buenos Aires de forma aérea, se bajan los tiempos de traslado y se eliminan conflictos relacionados con el tránsito en las rutas, riesgos de cortes, accidentes, demoras, etc. Se generan un montón de beneficios.

También nos plantearon que sería interesante reemplazar los viajes en Bus por viajes aéreos a algunos destinos clásicos y muy frecuentados por viajantes de la ciudad y la región como pueden ser Salta, Cataratas y Bariloche, logrando ahorrar considerablemente los tiempos de viaje a estos destinos separados a grandes distancias desde nuestra ciudad.

Respecto al movimiento de personas, no fue posible acceder a una estadística, pero pudimos obtener un número aproximado, estableciendo que a los destinos típicos viajan en alrededor de 60 pasajeros por semana en la temporada alta.

Los destinos más frecuentados por los viajeros tienen la característica que algunos tienen visitas del público durante todo el año, mientras que los que tienen épocas del año específicas no superponen con otros, por lo que esto es una condición beneficiosa puesto que durante todo el año habría un mercado posible para el uso del servicio.

En la tabla 3 plasmamos un resumen obtenido de las diversas entrevistas en las agencias de turismo, con la finalidad de mostrar los destinos más elegidos por los viajeros, en que época del año se dan y la cantidad visitantes que desde la ciudad y la región se desplazan a los mencionados destinos. Esto se realiza a modo de poder estimar una proporción de posibles usuarios que podrían utilizar el servicio.

DESTINO	TEMPORADA ALTA	PASAJEROS
CATARATAS	ABRIL – OCTUBRE	1800
BARILOCHE	DICIEMBRE – MARZO	1000
MENDOZA	TODO EL AÑO	2000
SALTA	TODO EL AÑO	1800

Tabla 3: Destinos más solicitados y temporada alta y cantidad de pasajeros.

4-1-CONCLUSION DEL ANALISIS

Como resultado de las entrevistas realizadas, teniendo en cuenta diversos factores tales como la ocupación y capacidad hotelera de la ciudad, la frecuencia con que esta se renueva, la cobertura y frecuencia de viajes en empresas de turismo y sumando otros factores como viajes empresariales, llegamos a concluir que es necesario disponer en un principio la posibilidad de poder transportar al menos 30 pasajeros.

Este último dato es por demás de importante para nosotros, dado que conocer el número de pasajeros nos determina el volumen de viajantes a movilizar y nos sirve de punto de partida para determinar nuestro avión de diseño.

Entendemos por avión de diseño a aquel que va satisfacer nuestros requerimientos operacionales para satisfacer la demanda que nosotros planteamos.

Esto nos lleva a afirmar que es vital la ejecución de mejoras en la infraestructura del aeródromo local para adaptarse a nuevas condiciones de operación que posibiliten implementación de vuelos regulares a distintos puntos dentro del país.

Dentro de los destinos, sería fundamental en un principio poder cubrir la ruta entre Venado Tuerto y la ciudad de Buenos Aires y en viceversa, dado que este trayecto es muy frecuentado y sería de suma importancia contar con un servicio regular que permita cubrir este trayecto que notamos necesario y que actualmente es carente de existencia.

La frecuencia de vuelos es un tema que da para debatir y que depende de la disponibilidad y análisis que debería realizar cada aerolínea interesada en cubrir el trayecto. Nosotros desde nuestro punto de vista y teniendo en cuenta las entrevistas con cada uno de los posibles usuarios del sistema ya sea en forma directa e indirecta proponemos una frecuencia de 3 veces por semana como condición ideal para comenzar con la prestación de los servicios.

En relación a otros destinos, si bien consideramos que hay una buena cantidad de posibles usuarios, aun faltaría consolidar la prestación de un servicio que sea un poco más competitivo económicamente y a su vez, concientizar e incentivar a la población sobre los beneficios que generan la movilidad en este tipo de transporte.

Finalmente, se detalla en la tabla 4 los factores fundamentales para con nuestro proyecto.

Cantidad de Pasajeros	Mínimo 30
Destino inicial	Ciudad de Buenos Aires
Frecuencia	3 vuelos semanales
Duración de viaje	Entre 45 y 60 min

Tabla 4: Datos del estudio de mercado.

5- CARACTERISTICAS DE LOS AERODROMOS

5-1-DEFINICIONES

Aeródromo: Área definida de tierra (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinado total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Aeródromo controlado: Aeródromo en el que se facilita servicio de control de tránsito aéreo para el tránsito del aeródromo, pero no implica que tenga que existir necesariamente una zona de control.

Aeródromo público: Aeródromo habilitado por la Autoridad Aeronáutica, abierto al uso público, y en el cual se practican las limitaciones al dominio establecidas en la legislación respectiva.

Aeródromo certificado: Aeródromo a cuyo explotador se le ha otorgado un certificado de aeródromo conforme lo establecido en los reglamentos de certificación de la República Argentina.

5-2-CLAVE DE REFERENCIA DE LOS AERODROMOS

El propósito de la clave de referencia es proporcionar un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a los aviones destinados a operar en el aeródromo. La clave está compuesta de dos elementos que se relacionan con las características de funcionamiento y dimensiones del avión.

El elemento 1 es un número basado en la longitud de campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

La clave de referencia de aeródromo (número y letra de clave) que se seleccione para fines de planificación del aeródromo se determinará de acuerdo con las características de los aviones para los que se destine la instalación del aeródromo. Además, los números y letras de referencia de aeródromo

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

tendrán los significados que se les asigna en la Tabla 1-1 del Manual de diseño de aeródromos de OACI.

El número de clave para el elemento 1 se determinará por medio de la Tabla 1-1, columna 1, seleccionando el número de clave que corresponda al valor más elevado de las longitudes de campo de referencia de los aviones para los que se destine la pista.

La longitud de campo de referencia del avión se define como la longitud de campo mínima necesaria para el despegue con la masa máxima certificada de despegue al nivel del mar, en atmósfera tipo, sin viento y con pendiente de pista cero, como se indica en el correspondiente manual de vuelo del avión, prescrito por la autoridad que otorga el certificado, o los datos equivalentes que proporcione el fabricante del avión.

La letra de clave para el elemento 2 se determinará por medio de la Tabla 1-1, columna 3, seleccionando la letra de clave que corresponda a la envergadura mayor, o a la anchura exterior mayor entre ruedas del tren de aterrizaje principal, tomando de las dos la que dé el valor más crítico para la letra de clave de los aviones para los que se destine la instalación.

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE		ELEMENTO 2 DE LA CLAVE		
Núm. de clave	Longitud de campo de referencia del avión	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^a
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14 m hasta 16 m (exclusive)

a. Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Tabla 1-1 Clave de Referencia de aeródromo

5-3-PARTES COMPONENTES DE LOS AERODROMOS

5-3-1- PISTA

Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves. Podemos distinguir dos tipos de pistas dependiendo del tipo de operación que se brinde para la utilización de la misma. Las mismas son:

Pista de vuelo por instrumentos: Es el tipo de pista destinada a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos tales como:

a) Pista para aproximaciones que no sean de precisión. Pista de vuelo por instrumentos servida por ayudas visuales y una ayuda no visual que proporciona por lo menos guía direccional adecuada para la aproximación directa.

b) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS y/o MLS y por ayudas visuales destinadas a operaciones con una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con una visibilidad de no menos de 800 m o con un alcance visual en la pista no inferior a 550 m.

c) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS y/o MLS y por ayudas visuales destinadas a operaciones con una altura de decisión inferior a 60 m (200 ft) pero no inferior a 30 m (100 ft) y un alcance visual en la pista no inferior a 350 m.

d) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría III. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS y/o MLS hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma; y

d-1) destinada a operaciones con una altura de decisión inferior a 30 m (100 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista no inferior a 200 m.

d-2) destinada a operaciones con una altura de decisión inferior a 15 m (50 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista inferior a 200 m, pero no inferior a 50 m.

d-3) destinada a operaciones sin altura de decisión y sin restricciones de alcance visual en la pista.

Pista de vuelo visual: Pista destinada a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación.

- **Factores relacionados con el emplazamiento, orientación y número de pistas**

Los factores más determinantes vinculados al emplazamiento que influyen en la decisión de estos factores son:

- Tipo de operación que tendrá el aeródromo donde se tienen en cuenta cuestiones relacionadas al tipo y volumen del tránsito aéreo, proximidad de otras pistas, entre otras.
- La topografía de la ubicación del aeródromo y alrededores.
- Condiciones meteorológicas del lugar, sobre todo lo relacionado con los vientos y la presencia de neblinas.
- El medioambiente.
- Otros.

En cuanto a la orientación, la pista principal debe estar orientada en la dirección del viento predominante. Todas las pistas deberían orientarse de modo que las zonas de aproximación y de despegue se encuentren libres de obstáculos y, preferentemente, de manera que las aeronaves no vuelen directamente sobre zonas pobladas.

En cuanto al el número de pistas, debe ser suficiente para atender las necesidades del tránsito aéreo, a saber, número de llegadas y de salidas de aviones y mezcla de tipos de avión que habrán de atenderse por hora en las horas punta. La decisión acerca del número total de pistas que habrán de suministrarse debería tener también en cuenta el coeficiente de utilización del aeródromo.

Es muy importante contar con un estudio de minucioso tanto del sentido como de la intensidad de los vientos, no solo para definir la orientación de la pista, son que también es un parámetro muy importante para cumplir con el factor de operación de la pista.

Se define como factor de operación de una pista de aterrizaje al porcentaje de operación que debe tener una determinada pista y el cual no debe ser inferior al 95% para los aviones que el aeródromo esté destinado a servir. Este coeficiente se aplica suponiendo que, en circunstancias normales, se impide el aterrizaje o despegue de un avión por acción de una componente transversal del viento que exceda de:

- 37 km/h, cuando se trata de aviones cuya longitud de campo de referencia es de 1500 m o más, excepto cuando se presenten con alguna frecuencia condiciones de eficacia de frenado

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

deficiente en la pista debido a que el coeficiente de fricción longitudinal es insuficiente, en cuyo caso debería suponerse una componente transversal de viento que no exceda de 24 km/h.

- 24 km/h en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es de 1200 m o mayor de 1200 pero inferior a 1500 m.
- 19 km/h en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es inferior a 1200 m.

En caso de no verificarse el factor de operación debe analizarse la posibilidad de ejecutar otra pista de aterrizaje orientada en sentido de la componente de viento trasversal que provoca la no verificación del factor.

En cuanto al número de pistas que debe contener un aeródromo responde únicamente a satisfacer la demanda de tráfico aéreo. En caso de necesitarse más de una pista se debe disponer pistas paralelas entre sí, siempre que se verifique el factor de utilización de la pista.

- **Longitud de la pista**

La longitud de la pista de aterrizaje debe ser la adecuada para satisfacer los requisitos operacionales de las aeronaves para las cuales se ha proyectado la pista. Asimismo, la longitud además de satisfacer los requisitos de la aeronave de diseño, debe cumplir con las correcciones correspondientes a condiciones meteorológicas (Viento y temperatura), características de pista (pendientes) y altitud respecto al nivel del mar ya que incide sobre la presión barométrica.

La determinación de la longitud de la pista es la suma de:

$$\text{Long Pista} = A + B + C + D$$

Dónde:

A= Longitud de referencia del avión de diseño a nivel del mar, temperatura óptima, sin viento y pista sin pendiente.

B = Corrección por elevación de la pista respecto a nivel del mar.

C = Corrección por temperatura.

D= Corrección por pendiente de pista.

Corrección por elevación: La longitud básica de la pista debe incrementarse a razón de un 7% cada 300 m de elevación respecto al nivel del mar.

Corrección por temperatura: La longitud de la pista debe aumentarse por sobre la corrección por elevación a razón de 1% por cada 1°C en que la temperatura de referencia del aeródromo exceda a la temperatura de la atmósfera tipo correspondiente a la elevación del aeródromo (Tabla 3-1 Manual de diseño de aeródromos de la OACI).

Altitud (m)	Temperatura (° Centígrados)	Presión (Kg/m ³)
0	15,00	1,23
500	11,75	1,17
1 000	8,50	1,11
1 500	5,25	1,06
2 000	2,00	1,01
2 500	-1,25	0,96
3 000	-4,50	0,91
3 500	-7,75	0,86
4 000	-10,98	0,82
4 500	-14,23	0,78
5 000	-17,47	0,74
5 500	-20,72	0,70
6 000	-23,96	0,66

Tabla 3-1 Valores atmosféricos tipo

Corrección por pendiente: Cuando los requisitos de despegue sean de 900 m o más, la longitud corregida por elevación y temperatura deberá incrementarse a razón de un 10% por cada 1% de pendiente de pista.

➤ Ancho de pista

La anchura de toda pista no debería ser menor de la dimensión apropiada especificada en la Tabla 5-1 del Manual de diseño de aeródromos de la OACI. En ella, figuran las anchuras mínimas de pista consideradas necesarias para garantizar la seguridad operacional. Los factores que influyen en la anchura de la pista son:

- a) desviación de la aeronave fuera del eje al momento de tomar contacto.
- b) condición de viento de costado.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

- c) contaminación de la superficie de la pista (p. ej., lluvia, nieve, nieve fundente o hielo).
- d) depósitos de caucho.
- e) aproximaciones en vuelo diagonal para aterrizaje con condiciones de viento transversal.
- f) velocidades de aproximación empleadas.
- g) visibilidad.
- h) factores humanos.

Núm. de clave	Letra de clave					
	A	B	C	D	E	F
1ª	18 m	18 m	23 m	—	—	—
2ª	23 m	23 m	30 m	—	—	—
3	30 m	30 m	30 m	45 m	—	—
4	—	—	45 m	45 m	45 m	60 m

a. La anchura de toda pista de aproximación de precisión no debería ser menor de 30 m, cuando el número de clave sea 1 ó 2.

Tabla 5-1 Ancho de Pista

- **Pendientes longitudinales**

La pendiente longitudinal se obtiene al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de ésta.

Esta no debería exceder del:

- 1%, cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 2%, cuando el número de clave sea 1 o 2.

En ninguna parte de la pista la pendiente longitudinal debería exceder del:

- 1,25%, cuando el número de clave sea 4, excepto en el primero y el último cuarto de la longitud de la pista, en los cuales la pendiente longitudinal no debería exceder del 0,8%.
- 1,5%, cuando el número de clave sea 3, excepto en el primero y el último cuarto de la longitud de una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III, en los cuales la pendiente no debería exceder del 0,8%.
- 2%, cuando el número de clave sea 1 o 2.

- **Cambios de pendiente**

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente entre dos pendientes consecutivas, ésta no debería exceder del:

- 1,5%, cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 2%, cuando el número de clave sea 1 o 2.

La transición de una pendiente a otra debería efectuarse por medio de una superficie curva con un grado de variación que no exceda de:

- 0,1% por cada 30 m (radio mínimo curvatura de 30000 m) cuando el número de clave sea 4.
- 0,2% por cada 30 m (radio mínimo curvatura de 15000 m) cuando el número de clave sea 3.
- 0,4% por cada 30 m (radio mínimo curvatura de 7500 m) cuando el número de clave sea 1 o 2.

- **Distancia visible**

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente, el cambio debería ser tal que desde cualquier punto situado a:

- 3 m por encima de una pista sea visible todo otro punto situado también a 3 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual, por lo menos a la mitad de la longitud de la pista cuando la letra de clave sea C, D o E.

- 2 m por encima de una pista sea visible otro punto situado también a 2 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual, por lo menos, a la mitad de la longitud de la pista, cuando la letra de clave sea B.

- 1,5 m por encima de una pista sea visible otro punto situado también a 1,5 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual, por lo menos, a la mitad de la longitud de la pista, cuando la letra de clave sea A.

Deberá tenerse en cuenta que en las pistas únicas que no disponen de calle de rodaje paralela a todo lo largo debe proporcionarse una línea de mira sin obstrucciones en toda su longitud.

- **Distancia entre cambios de pendiente**

A lo largo de una pista deberían evitarse ondulaciones o cambios de pendiente apreciables que estén muy próximos. La distancia entre los puntos de intersección de dos curvas sucesivas no debería ser menor que:

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

a) La suma de los valores numéricos absolutos de los cambios de pendiente correspondientes, multiplicada por el valor que corresponda entre los siguientes:

30000 m cuando el número clave sea 4.

15000 m cuando el número clave sea 3.

5000 m cuando el número clave sea 1 o 2.

b) 45 m.

Se deberá adoptar el valor mayor.

- **Pendientes transversales**

Para facilitar la rápida evacuación del agua, la superficie de la pista, en la medida de lo posible, debería ser convexa, excepto en los casos en que exista una pendiente transversal única que descienda en la dirección del viento que acompaña a la lluvia con mayor frecuencia, que asegure el rápido drenaje.

La pendiente transversal ideal debería ser de:

➤ 1,5%, cuando la letra de clave sea C, D, E o F.

➤ 2%, cuando la letra de clave sea A o B.

Además, la pendiente no debería exceder del 1,5 o 2%, según corresponda, ni ser inferior al 1%, salvo en las intersecciones de pistas o de calles de rodaje en que se requieran pendientes más aplanadas.

5-3-2- UMBRAL

El umbral de una pista de aterrizaje y despegue se encuentra en cada una de las cabeceras de la pista y su función es delimitar el comienzo de la parte de la pista habilitada para las operaciones de aterrizaje y despegue.

En algunos casos cuando no puedan respetarse las distancias de zona libre de obstáculos, el umbral puede hallarse desplazado y así de esta forma cumplir con los requisitos de seguridad. El umbral desplazado se distingue por demarcación de flechas blancas en el eje de la pista antes de comenzar el umbral según se identifica en la imagen siguiente:



Umbral Desplazado



Umbral

5-3-3- FRANJA DE PISTA

La franja de pista es la zona que se extiende lateralmente hasta una distancia específica desde el eje de la pista, longitudinalmente hasta antes del umbral, y más allá del extremo de la pista.

Su función es la de proveer un área libre de objetos que pudieran poner en peligro a las aeronaves. Además, la franja incluye una porción nivelada que debe prepararse de forma tal que no cause el desplome del tren de proa al salirse la aeronave de la pista.

La franja tiene una zona despejada de obstáculos. Todo equipo o instalación requeridos para propósitos de navegación aérea ubicados en esta zona despejada de obstáculos, debe ser frangible y estar montado lo más bajo posible.

La franja abarca la pista y cualquier zona asociada de parada.

- **Longitud**

Toda franja debería extenderse, antes del umbral y más allá del extremo de la pista o de la zona de parada, hasta una distancia de por lo menos:

- 60 m cuando el número de clave sea 2, 3 o 4.
- 60 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo por instrumentos.
- 30 m cuando el número de la clave sea 1 y la pista sea de vuelo visual.

- **Ancho**

Siempre que sea posible, toda franja que comprenda una pista para aproximaciones de precisión se extenderá lateralmente en una distancia a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja de por lo menos:

- 150 m cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 75 m cuando el número de clave sea 1 o 2.

Toda franja que comprenda una pista para aproximaciones que no sean de precisión debería extenderse lateralmente en una distancia a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja de por lo menos:

- 150 m cuando el número de clave sea 3 o 4
- 75 m cuando el número de clave sea 1 o 2.

Toda franja que comprenda una pista de vuelo visual debería extenderse a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja, en una distancia de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 40 m cuando el número de clave sea 2.
- 30 m cuando el número de clave sea 1.

- **Franja Nivelada**

Del total de las dimensiones de la franja, una porción de estar perfectamente nivelada con el objetivo de lograr una superficie que reduzca al mínimo los peligros provenientes de las diferencias de carga admisible respecto de las aeronaves para las que se ha previsto la pista, en el caso de que se salga de la misma

La parte de la franja nivelada para una pista de vuelo por instrumentos, debería proveer una distancia desde del eje de la pista y de su prolongación de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 40 m cuando el número de clave sea 1 o 2.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

La parte de la franja nivelada para una pista de vuelo visual, debería proveer una distancia desde del eje de la pista y de su prolongación de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 40 m cuando el número de clave sea 2.
- 30 m cuando el número de clave sea 1.

La parte de la franja situada por lo menos 30 m antes del umbral debería prepararse contra la erosión producida por el chorro de los motores, a fin de proteger los aviones que aterrizan de los peligros que ofrecen los bordes expuestos.

➤ **Pendiente longitudinal**

La pendiente longitudinal a lo largo de la franja nivelada no debería exceder de:

- 1,5%, cuando el número de clave sea 4.
- 1,75%, cuando el número de clave sea 3.
- 2%, cuando el número de clave sea 1 o 2.

➤ **Pendiente transversal**

Las pendientes transversales en la parte de la franja nivelada, deberían ser adecuadas para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no deberían excederse de:

- 2,5%, cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 3%, cuando el número de clave sea 1 o 2.

Las pendientes transversales en cualquier parte de una franja más allá de la parte que ha de nivelarse, no deberían exceder una pendiente del 5% medida en el sentido de alejamiento de la pista.

➤ **Objetos dentro de la franja**

A excepción del equipo o las instalaciones requeridas para los fines de navegación aérea, todo objeto situado en la franja de una pista y que pueda constituir un peligro para los aviones, debe considerarse como un obstáculo, y eliminarse siempre que sea posible.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Cualquier equipo o instalación requerida para fines de navegación aérea que deba estar emplazado en la franja de pista, debería tener la menor masa y altura posible, ser de diseño y montaje frangibles y situarse de tal modo que el peligro para las aeronaves se reduzca al mínimo.

De acuerdo a lo descripto en el párrafo anterior, se detalla que no se permitirá ningún objeto fijo en la franja de una pista dentro de una distancia de:

- 77,5 m del eje de una pista de aproximación de precisión de las Categorías I, II o III, cuando el número clave sea 3 o 4 y la letra de código sea F.
- 60 m del eje de una pista de aproximación de precisión de las Categorías I, II o III, cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 45 m del eje de una pista de aproximación de precisión de Categoría I, cuando el número de clave sea 1 o 2.

5-3-4- MARGEN

Banda de terreno o pavimento que bordea el pavimento de la pista y calles de rodaje, tratada de forma que sirva de transición entre ese pavimento y el terreno adyacente. También evita la ingestión de elementos u objetos sueltos sobre la pista.

5-3-5- ÁREA DE SEGURIDAD DE EXTREMO DE PISTA (RESA)

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 efectúen aterrizajes demasiado cortos o demasiado largos y además deberán estar libres de equipos e instalaciones frangibles.

Debe proveerse un área de seguridad de extremo de pista en cada extremo de una franja de pista cuando:

- El número de clave sea 3 o 4.
- El número de clave sea 1 o 2 y la pista sea de aterrizaje por instrumentos.

- **Longitud de la RESA**

El área de seguridad de extremo de pista debe extenderse desde el extremo de una franja de pista hasta la mayor distancia posible, y por lo menos hasta 90 m.

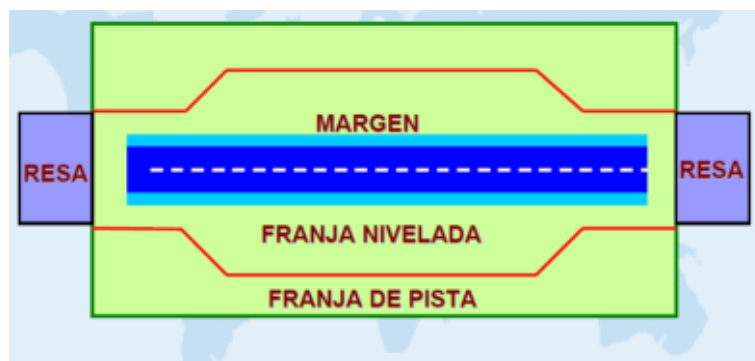
Las áreas de seguridad de extremo de pista deberían, en la medida de lo posible, extenderse desde el extremo de la franja de la pista hasta una distancia de por lo menos:

- 240 m cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 120 m cuando el número de clave sea 1 o 2.

- **Ancho**

La anchura de un área de seguridad de extremo de pista debe ser por lo menos el doble de la anchura de la pista correspondiente.

En la siguiente imagen se refleja la distribución espacial de cada una de las zonas descritas anteriormente.



Distribución espacial de los componentes de la pista

5-3-6- ZONA LIBRE DE OBSTÁCULOS

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. La zona libre de obstáculos debe estar en el extremo del recorrido de despegue disponible.

- **Longitud**

La longitud de la zona libre de obstáculos no debería exceder de la mitad de la longitud del recorrido de despegue disponible.

- **Ancho**

La zona libre de obstáculos debería extenderse lateralmente hasta una distancia mínima de 75 m a cada lado de la prolongación del eje de la pista.

En la figura se ilustra la zona libre de obstáculos CWY



Zona libre de Obstáculos

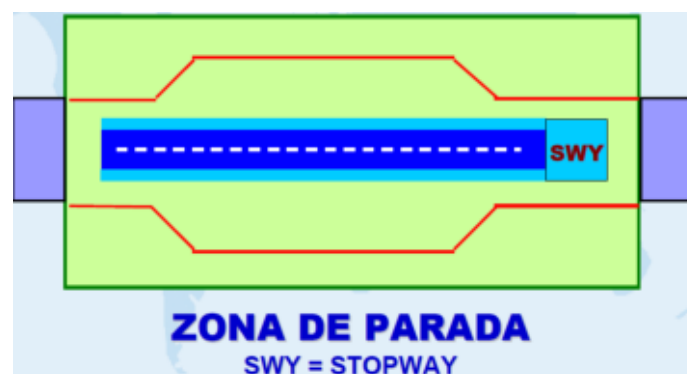
5-3-7- ZONA DE PARADA

Área rectangular definida en el terreno, situada a continuación del recorrido de despegue disponible, preparada para que puedan pararse las aeronaves en caso de un despegue abortado. Las zonas de parada deben construirse de manera de soportar el peso de la aeronave sin ocasionar daños estructurales.

- **Ancho**

La zona de parada tendrá la misma anchura que la pista con la cual esté asociada.

En la imagen se ilustra la zona de parada SWY



Zona de Parada

5-3-8- DISTANCIAS DECLARADAS

Debido a la existencia de zonas de parada, delibre de obstáculos, la utilización de umbrales desplazados en las pistas, surgió la necesidad de disponer de información precisa con respecto a las diferentes distancias físicas disponibles y adecuadas para el aterrizaje y el despegue de los aviones.

Para este propósito se emplea el término “distancias declaradas”, con las cuatro distancias asociadas con una pista determinada:

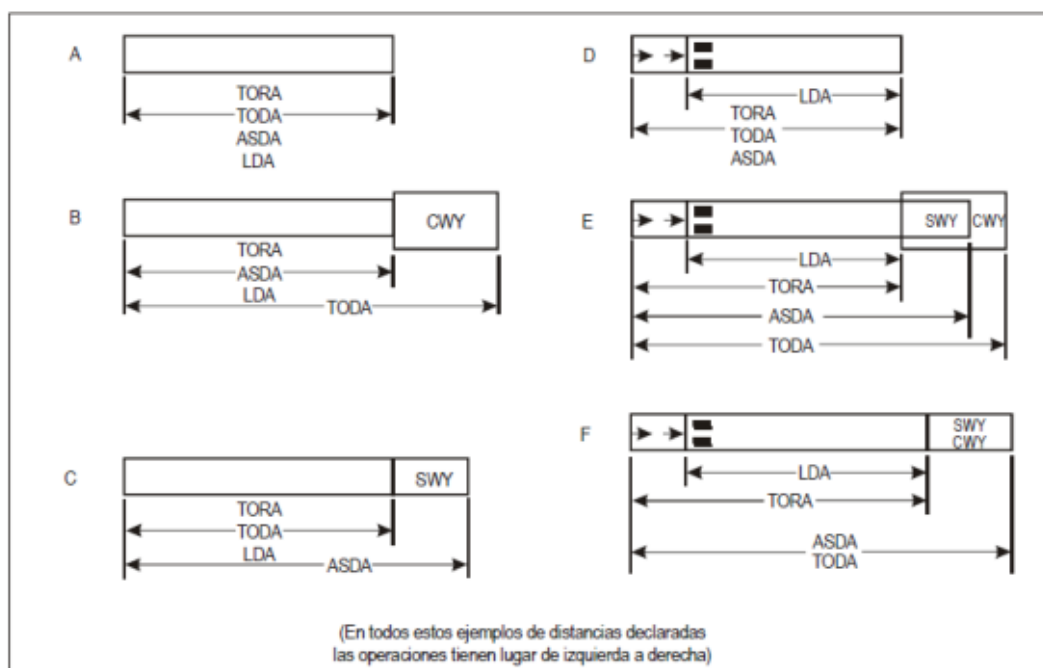
a) Recorrido de despegue disponible (TORA): Es la longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que despega.

b) Distancia de despegue disponible (TODA): Es la longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de la zona libre de obstáculos, si la hubiera.

c) Distancia de aceleración-parada disponible (ASDA): Es la longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de zona de parada, si la hubiera.

d) Distancia de aterrizaje disponible (LDA): Es la longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que aterrice.

En la figura 3-1 de Manual de diseño de aeródromos de la OACI, se muestran distintas alternativas de distancias declaradas:



Distancias Declaradas

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En el caso A no se dispone de zona libre de obstáculos ni de parada y umbral está en el extremo de la pista. En este caso las cuatro distancias declaradas son iguales a la longitud de la pista.

En el caso B la pista está provista de una zona libre de obstáculos (CWY), entonces en la TODA se incluye la longitud de la zona libre de obstáculos.

En el caso C la pista está provista de una zona de parada (SWY), entonces en la ASDA se incluye la longitud de la zona de parada.

En el caso D la pista tiene el umbral desplazado, entonces en el cálculo de la LDA se restará de la longitud de la pista, la distancia a que se haya desplazado el umbral. Esto influye cuando la aproximación tiene lugar hacia el mencionado umbral. Si opera en dirección opuesta no afecta el cálculo de las distancias declaradas.

Los casos E y F muestran pistas provistas de zona libre de obstáculos, de zona de parada y que tienen el umbral desplazado. Para calcular las distancias se tendrá en cuenta lo mencionado en los párrafos anteriores.

6- CALCULO DE LA LONGITUD DE LA PISTA Y DE PARAMETROS FISICOS

En este apartado se determinará la longitud de la pista de despegue y aterrizaje teniendo en cuenta, la verificación de las condiciones de nuestra aeronave de diseño. El correspondiente cálculo se realizará a continuación:

a) Datos del avión

Avión de Diseño: **BOMBARDIER CRJ 200**

La elección de esta aeronave se justifica en primer orden, por cubrir la capacidad mínima de tripulantes estipulada y también con un resto para cubrir el aumento de la demanda a futuro, y en segundo orden es porque es una aeronave muy utilizada en el ámbito de las compañías aerocomerciales que realizan vuelos de cabotaje de mediana distancia.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

De acuerdo a las especificaciones técnicas que brinda el fabricante de la aeronave, obtenemos los datos más relevantes para la determinación de la longitud de pista como así también otros datos de interés.

En la tabla 5 se muestran las características generales de la aeronave tales como número de pasajeros, de tripulación entre otras cosas

Características Generales	
Pasajeros	50
Tripulación de vuelo	2
Tripulación de cabina	1 ó 2
Volumen de equipaje en bodega	308 ft ³ (8.71 m ³)
Capacidad de equipaje en bodega	3500 lb (1588 kg)

Tabla 5: Características Generales

En la tabla 6, se muestran parámetros de operación de la aeronave respecto a velocidades, rango y altura de operación.

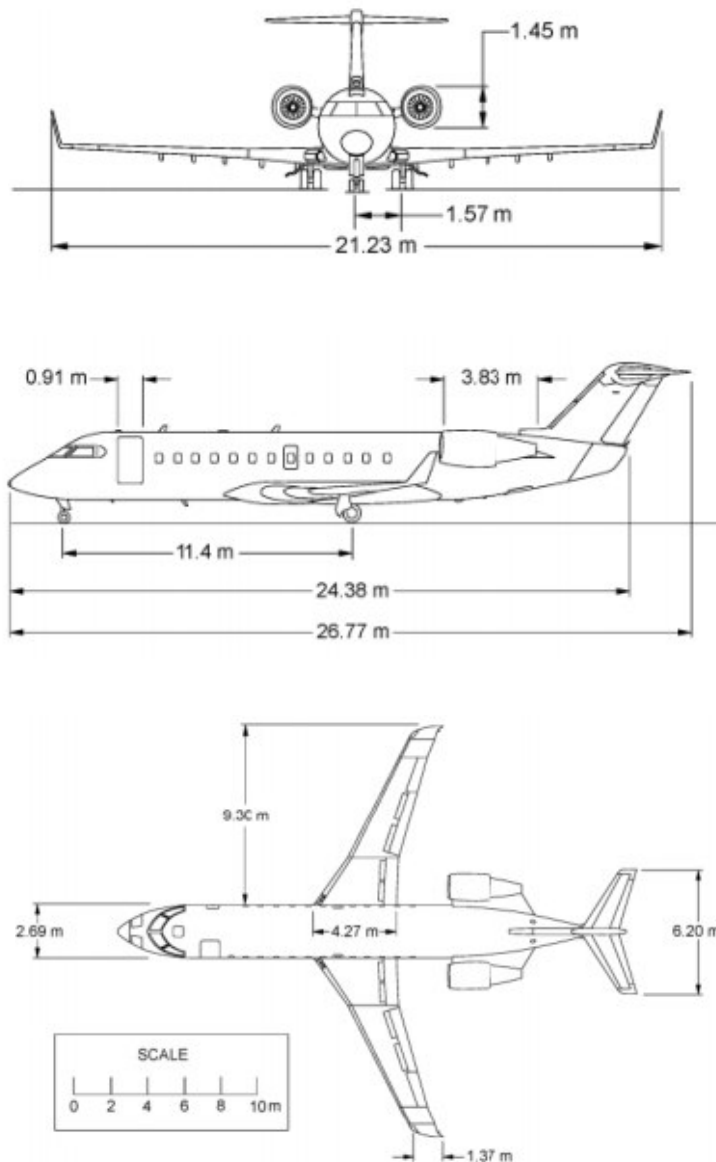
Parámetros de Operación	
Rango o Alcance	
CRJ200 ER	2491 km
Velocidad	
Velocidad Máxima	0.81 Mach - 860 km/h
Velocidad Crucero	0.74 mach - 785 km/h
Techo de Vuelo	
Máxima altitud de operación	41000 ft - 12496 m

Tabla 6: Parámetros de Operación

En la tabla 7 se expresan las características físicas de la aeronave que son de suma importancia. En la siguiente imagen se representa la aeronave de diseño.

Dimensiones Externas	
Longitud	26.77 m
Envergadura	21.23 m
Superficie de las alas	48.35 m ²
Altura	6.32 m
Separación tren de aterrizaje principal	3.14 m

Tabla 7: Dimensiones de la aeronave



Aeronave de Diseño: Bombardier CRJ 200

En la tabla 8, se expresan los pesos dentro de los cuales debe manejarse la aeronave para realizar las maniobras de despegue y aterrizaje.

Pesos de Operación	
Peso máximo de despegue (MTOW)	51000 lb - 23133 kg
Peso máximo de aterrizaje (MLW)	47000 lb - 21319 kg
Peso de operación de la aeronave	30900 lb - 14016 kg
Máxima carga de combustible	14305 lb - 6489 kg
Máxima carga útil	13100 lb - 5942 kg

Tabla 8: Pesos de Operación

En la tabla 9 se expresan la longitud de campo de la aeronave para las maniobras de despegue y aterrizaje en condición atmosfera tipo, a nivel de mar y con el máximo peso de despegue disponible.

Rendimiento del campo de aviación (SL, ISA, MTOW)	
Longitud de campo de despegue	5510 ft - 1680 m
Longitud de campo de aterrizaje	4850 ft - 1480 m

Tabla 9: Rendimiento del campo de aviación en condiciones SL, ISA y MTOW

Las condiciones SL, ISA y MTOW responden a valores referidos al nivel del mar, atmosfera estándar y al máximo peso de despegue.

b) Campo de Referencia

De acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores, y tomando como referencia la tabla 1-1 del manual de diseño de aeródromos de la OACI, determinamos el campo de referencia de nuestro aeródromo en función de nuestra aeronave de diseño de la siguiente manera:

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

- Longitud de campo de la aeronave: 1580 m → Numero de la clave: 3
- Envergadura: 21.21 m → Letra de la clave: B
- Tren de aterrizaje principal: 3.14 m

CLAVE DE REFERENCIA → 3B

c) Longitud de Pista

Se determinará teniendo en cuenta las dos condiciones de operación a las que están sujetas las aeronaves: El despegue y el aterrizaje aplicando los correspondientes factores de corrección por altitud, temperatura y pendiente de pista.

c-1) Despegue

La longitud de despegue necesaria para la aeronave se determinará teniendo en cuenta los siguientes requisitos de operación:

- La Longitud de pista requerida por la aeronave de diseño para despegar en un emplazamiento plano, situado al nivel del mar y en condiciones de atmósfera tipo es de: 1680 m.
- Elevación del aeródromo respecto al nivel del mar: 111 m.
- Temperatura de referencia del aeródromo 23.8 °C.
- Temperatura a 111 m en la atmósfera tipo 14.25°C.
- Pendiente de la pista 0.05 %.

A continuación, se realiza la corrección por **elevación**:

$$L_{pelev} = L_{campo} + \left(L_{campo} \times 0.07 \times \left(\frac{\text{elevación}}{300} \right) \right)$$

$$L_p \text{ elev} = 1680 \text{ m} + \left(1680 \text{ m} \times 0.07 \times \left(\frac{111 \text{ msnm}}{300 \text{ msnm}} \right) \right)$$

$$L_p \text{ elev} = 1723 \text{ m}$$

Seguidamente, la corrección por **elevación y temperatura**:

$$Lp \text{ elev, temp} = Lp \text{ elev} + ((Lp \text{ elev} \times (T_{\text{ref}} - T_{\text{ref atm tipo}}) \times 0.01))$$

$$Lp \text{ elev, temp} = 1723 \text{ m} + ((1723 \text{ m} \times (23.8 \text{ °C} - 14.25 \text{ °C}) \times 0.01))$$

$$Lp \text{ elev, temp} = 1887 \text{ m}$$

Por último, la corrección por **elevación y temperatura y pendiente**:

$$Lp \text{ elev, temp, pend} = Lp \text{ elev, temp} + (Lp \text{ elev, temp} \times \text{pend} \times 0.10)$$

$$Lp \text{ elev, temp, pend} = 1887 \text{ m} + (1887 \text{ m} \times 0.05 \times 0.10)$$

$$Lp \text{ elev, temp, pend} = 1896 \text{ m}$$

La longitud de pista requerida para despegar la aeronave de diseño (Bombardier CRJ 200) en condición MTOW (máximo peso de despegue) teniendo en cuenta las condiciones de emplazamiento del aeródromo es de:

c-2) Aterrizaje

La longitud de aterrizaje necesaria para la aeronave se determinará teniendo en cuenta los siguientes requisitos de operación:

➤ La Longitud de pista requerida por la aeronave de diseño para aterrizar en un emplazamiento plano, situado al nivel del mar y en condiciones de atmósfera tipo es de: 1480 m.

➤ Elevación del aeródromo respecto al nivel del mar: 111 m.

➤ Temperatura de referencia del aeródromo 23.8 °C.

➤ Temperatura a 111 m en la atmósfera tipo 14.25°C

➤ Pendiente de la pista 0.05 %

Para aterrizaje, se realiza únicamente la corrección por **elevación**:

$$L_p \text{ elev} = L_{\text{campo}} + \left(L_{\text{campo}} \times 0.07 \times \left(\frac{\text{elevación}}{300} \right) \right)$$

$$L_p \text{ elev} = 1480 \text{ m} + \left(1480 \text{ m} \times 0.07 \times \left(\frac{111 \text{ msnm}}{300 \text{ msnm}} \right) \right)$$

$$L_p \text{ elev} = 1518 \text{ m}$$

La longitud de pista requerida para aterrizar la aeronave de diseño (Bombardier CRJ 200) en condición MLW (máximo peso de aterrizaje) teniendo en cuenta las condiciones de emplazamiento del aeródromo es de:

$$L \text{ pista} = 1520 \text{ m}$$

c-3) Adopción de Longitud la pista

En función de las longitudes de pista necesarias para el despegue y aterrizaje de la aeronave de diseño, y teniendo en cuenta la necesidad de tener una distancia de revancha para mantener la operación del aeródromo ante alguna condición atmosférica más desfavorable que las consideradas en el cálculo, se adopta en como longitud de pista la siguiente:

$$L \text{ pista} = 2200 \text{ m}$$

Es decir, la pista actual cuya longitud es de 1500 m deberá incrementarse en una razón de 700 m para cumplir con los nuevos requisitos de operación del aeródromo.

d) Ancho de Pista

Para determinar en ancho de la pista, se tendrá en consideración la clave de referencia del aeródromo determinado en el ítem b del punto 6 y mediante tabla 5-1 del Manual de diseño Aeródromos de la OACI, se establece el ancho de la pista:

Clave de Referencia: **3B**

Núm. de clave	Letra de clave					
	A	B	C	D	E	F
1ª	18 m	18 m	23 m	—	—	—
2ª	23 m	23 m	30 m	—	—	—
3	30 m	30 m	30 m	45 m	—	—
4	—	—	45 m	45 m	45 m	60 m

a. La anchura de toda pista de aproximación de precisión no debería ser menor de 30 m, cuando el número de clave sea 1 ó 2.

Tabla 5-1: Ancho de Pista

El ancho que se establece para la pista es:

$$\text{Ancho pista} = 30 \text{ m}$$

Dado el hecho de que la pista en actualidad posee es ancho, se conserva el mismo ancho de 30 m que la pista actual y a lo largo de la extensión de la longitud de la misma.

e) Pendiente Longitudinal

Clave de Referencia = **3B**

La pendiente longitudinal de la pista para un número de clave 3, la pendiente no debe exceder el 1%.

Se adopta para la extensión de la pista, mantener la pendiente longitudinal de la pista actual.

$$\text{Pendiente Longitudinal} = 0.5 \%$$

f) Cambios dependiente

No están proyectados cambios de pendiente.

g) Distancia Visible

Debido a que no tenemos variaciones en la pendiente longitudinal, la distancia visible en condiciones normales de operación será completa a lo largo de toda la extensión de la pista.

h) Pendiente Transversal

Clave de Referencia = **3B**

La pendiente transversal se establece relacionando la letra correspondiente a la clave de referencia. En este caso para la letra de clave B, la pendiente transversal para asegurar el correcto escurrimiento del agua hacia los laterales se establece entre 1.5 % y 2%.

Pendiente Transversal = 2 %

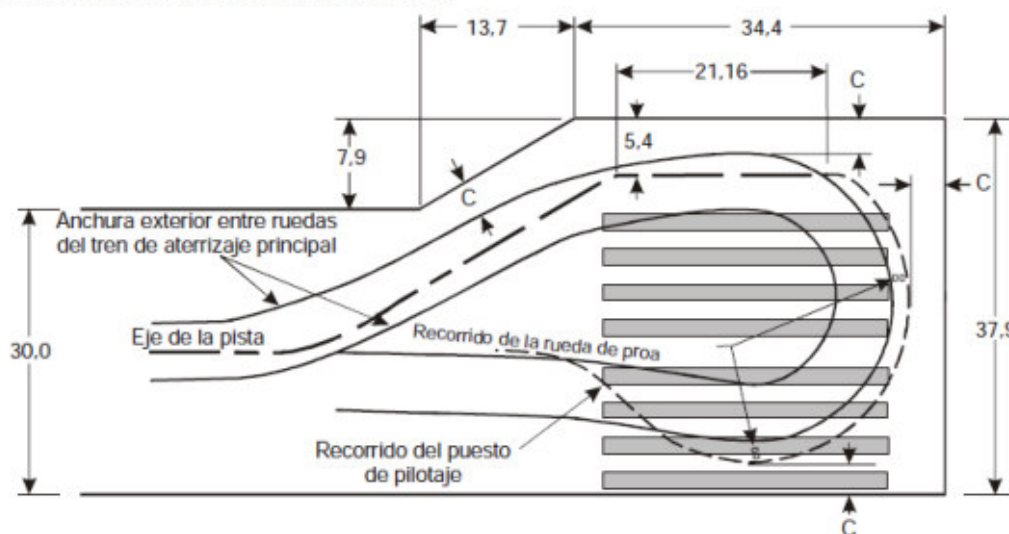
i) Umbral de Pista

Los umbrales de la pista se mantienen en las orientaciones 04 y 22 reubicados en la nueva ubicación debido al incremento de longitud de pista.

Se adiciona en cada cabecera una plataforma de viraje para efectuar giros en 180° y agilizar el despeje de la pista.

Las dimensiones de la plataforma de viraje se obtienen de acuerdo con la letra de clave de acuerdo con la imagen que sigue a continuación. En este caso, se corresponde con la letra de clave B.

Aeronave de letra de clave 'B'
 Anchura de la pista = 30 m
 Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje = 8,0 m
 Distancia entre el puesto de pilotaje y el tren de aterrizaje principal = 11,9 m
 Radio de curvatura = 18,75 m
 C = Distancia mínima hasta el borde de la plataforma de conformidad con lo especificado en el Anexo 14, Volumen I, 3.3.6



Plataforma de Viraje

j) Franja de Pista

La franja de la pista tendrá las siguientes dimensiones:

Numero de clave = 3

Longitud = 60 m posteriores a la longitud de pista más la zona de parada SWY.

Ancho = 75 m a cada lado del eje de la pista.

A su vez debemos tener una proporción de la franja que estar nivelada y acondicionada para que las aeronaves eventualmente en caso de salir de pista puedan circular por ella sin provocar demasiados inconvenientes.

Las dimensiones la parte nivelada de la franja son:

Numero de clave = 3

Longitud = Igual a la franja de pista.

Ancho = 75 m a cada lado del eje de la pista.

Pendiente Longitudinal

Numero de Clave = 3

Pendiente = 1.75 %

Pendiente Transversal

Numero de Clave = 3

Pendiente = 2.5 %

k) Área de seguridad de extremo de pista (RESA)

Debido que tenemos un número de clave igual a 3, debemos proporcionar a nuestra pista un área de seguridad en el extremo de la pista, o bien la mencionada RESA, cuyas dimensiones de la misma son las siguientes:

Según la norma lo mínimo recomendado es 90 m.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Por seguridad, nosotros adoptamos:

Longitud = 90 m

Ancho = 60 m (2 veces el ancho de la pista)

l) Zona Libre de Obstáculos CWY

Ancho = 75 m a cada lado del eje de la pista.

Longitud = 200 m desde final de pista en las dos cabeceras de la pista.

m) Zona de Parada SWY

Ancho = 30 m (Ancho de pista).

Longitud = 200 m desde final de pista en las dos cabeceras de la pista.

n) Distancias Declaradas

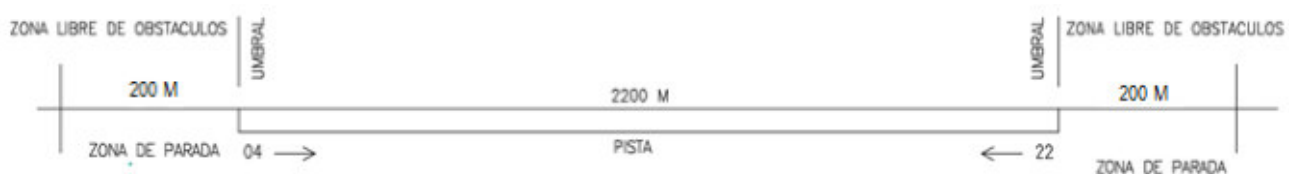
Las distancias declaradas del aeródromo son distancias que se utilizan de referencia para realizar las maniobras de despegue y aterrizaje tanto en condiciones óptimas como ante algún fallo de la aeronave. Como describimos anteriormente, las distancias para las cabeceras 04 y 22 son las siguientes:

LDA: Distancia de aterrizaje disponible = 2200 m

TORA: Distancia de despegue disponible = 2200 m

ASDA: Distancia de aceleración y frenado disponible = 2400 m

TODA: Distancia total de despegue disponible = 2400 m



7- CALLES DE RODAJE

7-1-SISTEMAS DE CALLES DE RODAJE

Requisitos funcionales:

La máxima utilización de la capacidad y eficacia de un aeródromo sólo puede conseguirse logrando un equilibrio apropiado entre las necesidades relativas a pistas, terminales para pasajeros y mercancías y áreas de aparcamiento y servicio de aeronaves. Estos elementos funcionales de aeródromo separados y distintos están enlazados por el sistema de calles de rodaje. Por lo tanto, los componentes del sistema de calles de rodaje sirven para establecer el enlace con las funciones del aeródromo y son necesarios para alcanzar la utilización óptima del mismo.

El diseño del sistema de calles de rodaje debería ser tal que redujera al mínimo las restricciones a los movimientos de aeronaves entre las pistas y las plataformas. En un sistema con el diseño adecuado debería mantenerse un flujo uniforme y continuo del tráfico de aeronaves en tierra a la velocidad máxima factible con un mínimo de aceleración o desaceleración. Este requisito garantiza que el sistema de calles de rodaje funcionará con los más elevados grados de seguridad como de eficacia.

En todo aeródromo, el sistema de calles de rodaje debería permitir atender (sin considerable demora) la demanda de llegadas y salidas de aeronaves para el sistema de pistas.

Las pistas y calles de rodaje son los elementos menos flexibles del aeródromo y, por lo tanto, deben tenerse en cuenta en primer lugar cuando se planifica la construcción de un aeródromo. Debería tenerse cuidado de que la atención que se preste a las necesidades actuales del sistema no haga que se descuiden las etapas ulteriores de desarrollo, que tienen igual o mayor importancia.

Principios de planificación:

- a) El trayecto descrito por las calles de rodaje debería conectar los diversos elementos del aeródromo utilizando las distancias más cortas, para reducir al mínimo el tiempo de rodaje y el costo.
- b) El trayecto descrito por las calles de rodaje debería ser lo más sencillo posible, con objeto de evitar confundir al piloto y la necesidad de tener que dar instrucciones complicadas.
- c) Siempre que sea posible, deberían utilizarse tramos rectos de pavimento. Cuando los cambios de dirección sean necesarios, se diseñarán curvas con radio adecuado, así como superficies de enlace o calles de rodaje más anchas, a fin de permitir el rodaje a la máxima velocidad que sea posible.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

d) Debería evitarse que las calles de rodaje crucen las pistas u otras calles de rodaje, siempre que sea posible, en interés de la seguridad y para reducir la posibilidad de que ocurran demoras importantes en el rodaje. A su vez las calles de rodaje deberían tener tantos tramos unidireccionales como sea posible, para reducir al mínimo los conflictos de tráfico de aeronaves y las demoras.

f) El sistema de calles de rodaje debería planificarse de modo que se logre la máxima vida útil de cada componente, a fin de que en las futuras etapas de ampliación se incluyan elementos del sistema existente.

g) En el fondo, un sistema de calles de rodaje funcionará únicamente con la eficacia de su componente menos adecuado. Por lo tanto, en la etapa de planificación deberían localizarse y eliminarse los posibles atrasos.

Además de los principios que se detallaron anteriormente, es necesario tener en cuenta ciertas consideraciones:

a) El trayecto descrito por las calles de rodaje debería evitar las áreas en las que el público pueda tener fácil acceso a las aeronaves.

b) Los trazados de las calles de rodaje deberían estar planificados de manera que las aeronaves en rodaje o los vehículos terrestres que utilicen la calle de rodaje, no causen interferencia a las ayudas para la navegación.

c) Todas las partes del sistema de calles de rodaje deberían ser visibles desde la torre de control del aeródromo.

d) Deberían atenuarse los efectos del chorro de gases procedente de los motores de reacción en las áreas adyacentes a las calles de rodaje, estabilizando los suelos sin cohesión e instalando, donde sea necesario, barreras para proteger a las personas o las estructuras.

7-2-DIMENSIONAMIENTO DE LA CALLE DE RODAJE

Teniendo en cuenta los puntos descriptos anteriormente y considerando el número y letra de Clave, podemos mediante una tabla generar con buen criterio un dimensionamiento de las calles de rodaje.

De acuerdo a nuestro diseño, la calle de rodaje está pensada criteriosamente con el objetivo de que la aeronave al momento del aterrizaje pueda salir de la pista lo más rápido para llegar a la plataforma y así liberar la pista para nuevas operaciones.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Del mismo está pensado para las maniobras de despegue, donde el objetivo del diseño principal es que la aeronave tenga el menor recorrido en tierra posible para llegar a la cabecera para luego realizar el despegue.

Con esa premisa, la calle de rodaje proyectada, conecta, por un lado, la plataforma con la cabecera 04 mediante un tramo recto y uno curvo al llegar a esta última. La otra calle de rodaje se proyectó con el objetivo de generar una salida rápida de la pista de las aeronaves o para movilizarse hacia la cabecera 22 cuando la aeronave requiera realizar las maniobras en sentido contrario.

Recordamos que los parámetros de nuestra clave del aeródromo son los siguientes:

Número de Clave: 3

Letra de Clave: B

Se determinan los parámetros físicos de la calle de rodaje:

a) Ancho de calle de rodaje

De acuerdo a la tabla 1-1 de Manual de diseño de aeródromos de la OACI, el ancho de la calle de rodaje se determina en función de la distancia libre entre el tren de aterrizaje y el borde del pavimento de acuerdo al código de letra tomado de la clave de aeródromo.

Tabla 1-1. Criterios relativos al diseño de una calle de rodaje

Características físicas	Letra de clave					
	A	B	C	D	E	F
Anchura mínima de: pavimento de la calle de rodaje	7,5 m	10,5 m	18 m ^a	23 m ^c	23 m	25 m

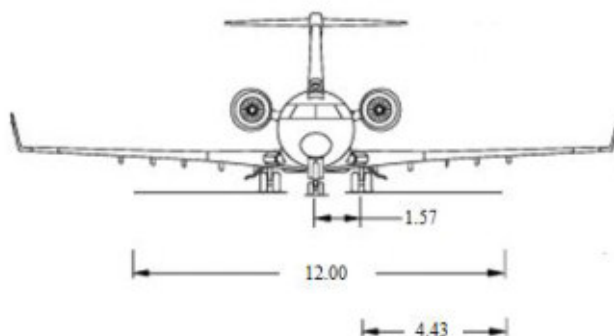
Tabla 1-1: Ancho de calle de rodaje

El ancho mínimo solicitado de acuerdo con la tabla es de 10.50 metros. El proyecto a fin de cumplir con las separaciones mínimas a los bordes del pavimento y su vez para dar un margen de seguridad para las aeronaves adopta un ancho de 12 m.

b) Verificación de distancia libre a los bordes

Se debe verificar que la distancia libre mínima entre la rueda exterior del tren de aterrizaje principal y el borde de la calle de rodaje para la letra de clave B no sea inferior a 2.25 m

En la próxima imagen se observa con claridad la verificación de que la mencionada distancia libre del tren de aterrizaje a los bordes del pavimento.



Verificación de distancia libre al borde del pavimento

c) Verificación de la separación entre el eje de la calle de rodaje y el eje de pista

A continuación, se verifica la separación entre los ejes de la calle de rodaje y la pista principal la cual debido a la letra de la clave B de nuestro aeródromo y teniendo en cuenta que nuestra pista es de vuelo visual, la separación mínima debe ser 93 m.

En nuestro caso, vamos a dejar planteado una separación mínima, pensando que en un futuro la pista pase de vuelo visual a vuelo por instrumentos, por lo cual se adopta una separación mínima de 168 m. La misma se observa con detalle en la figura que se detalla a continuación:



Distancia entre ejes de Pista y calle de Rodaje

8- PLATAFORMAS

Por plataforma se entiende una zona definida destinada a dar espacio 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.

8-1-TIPOS DE PLATAFORMAS

a) Plataforma de la terminal de pasajeros

La plataforma de la terminal de pasajeros es una zona designada para las maniobras y estacionamiento de las aeronaves que está situada junto a las instalaciones de la terminal de pasajeros o que ofrece fácil acceso a las mismas. Desde esta zona los pasajeros que salen de la terminal embarcan en la aeronave. La plataforma de la terminal de pasajeros facilita el movimiento de pasajeros y se utiliza para el abastecimiento de combustible y mantenimiento de aeronaves, así como para el embarque y desembarque de carga, correo y equipaje. Cada uno de los lugares de estacionamiento de aeronaves en la plataforma de la terminal de pasajeros se denomina puesto de estacionamiento de aeronaves.

b) Plataforma de la terminal de carga

Puede establecerse una plataforma distinta para las aeronaves que sólo transportan carga y correo situada junto a un edificio terminal de carga. Es conveniente la separación de las aeronaves de carga y de pasajeros debido a los distintos tipos de instalaciones que cada una de ellas necesita en la plataforma y en la terminal.

c) Plataforma de estacionamiento

En los aeropuertos puede necesitarse una plataforma de estacionamiento, además de la plataforma de la terminal, donde las aeronaves puedan permanecer estacionadas durante largos períodos. Estas plataformas pueden utilizarse durante la parada-estancia de la tripulación o mientras se efectúa el servicio y mantenimiento periódico menor de aeronaves que se encuentran temporalmente fuera de servicio.

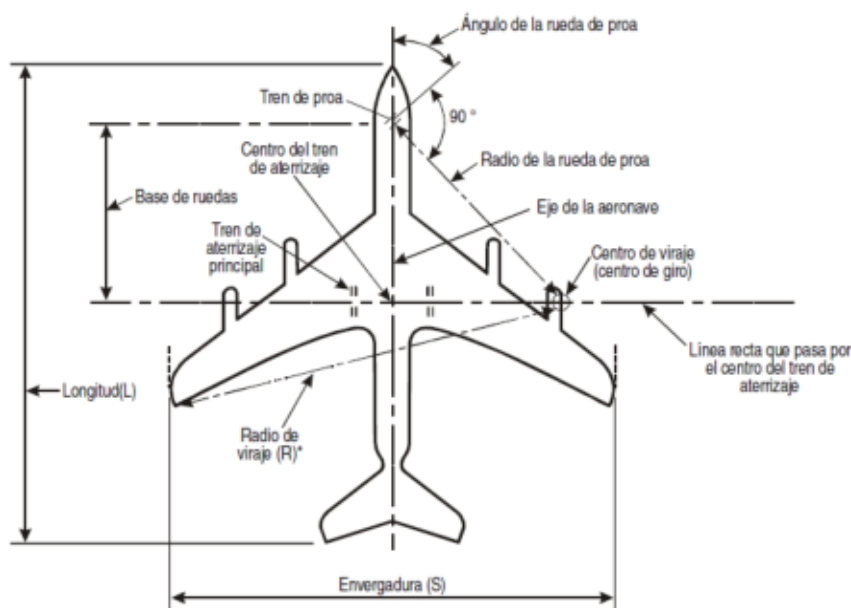
8-2-DIMENSIONAMIENTO DE PLATAFORMA

Para determinar las dimensiones o el espacio necesario de la plataforma, tenemos presente los siguientes factores condicionantes.

a) La dimensión y las características relativas a las maniobras de la aeronave que utilice la plataforma.

Para comenzar con el diseño de la plataforma es necesario conocer la dimensión y maniobrabilidad de las aeronaves que se prevé que la utilizarán, en nuestro caso nuestro avión de diseño.

En la siguiente figura se indican las dimensiones necesarias para evaluar el tamaño de un puesto de estacionamiento de aeronaves.



Dimensiones a considerar para el dimensionamiento de plataformas

Las dimensiones totales de la aeronave relativas a la longitud total (L) y envergadura (S) pueden utilizarse como punto de partida para determinar la dimensión de la superficie total de plataforma que se requiere para un aeródromo.

A partir de estas dimensiones, tenemos nuestro punto de partida para dimensionar el tamaño del puesto de estacionamiento de nuestra aeronave de diseño.

b) El volumen de tráfico que utilice la plataforma.

Si bien los manuales de diseño recomiendan que se plantee la plataforma para poder atender un período razonable de actividad intensa en la menor demora posible. Por ejemplo, el número de puestos de estacionamiento de aeronaves en la terminal de pasajeros debería ser adecuado para las necesidades de la hora de mayor intensidad de tráfico del día medio del mes de mayor actividad. Pero en nuestro caso al tener una frecuencia de actividad relativamente baja, este es un aspecto que no condiciona nuestro diseño.

c) Requisitos en cuanto a distancias libres.

En este aspecto un puesto de estacionamiento de aeronaves debería proporcionar las siguientes distancias libres mínimas entre las aeronaves, así como entre éstas y los edificios adyacentes u otros objetos fijos. En la siguiente tabla del manual de diseño d aeródromos de la OACI, podemos ver que, según la letra de clave, existe un valor mínimo que debemos cumplir.

A su vez las calles de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves y las calles de rodaje en la plataforma deberían permitir una separación entre el eje de estas calles de rodaje y las aeronaves en el puesto de estacionamiento:

<i>Lista de clave</i>	<i>Distancia libre (m)</i>
A	3,0
B	3,0
C	4,5
D	7,5
E	7,5
F	7,5

Distancia libre entre aeronaves en la plataforma

d) Modalidad de entrada y salida del puesto de estacionamiento de aeronaves.

Existen varios métodos por el cuál las aeronaves pueden ingresar y egresar de la plataforma, básicamente pueden hacerlo sirviéndose de su propia propulsión o remolcadas, pueden también entrar a su puesto de estacionamiento por sus propios medios y salir remolcadas. Esto se transforma en un factor importante en cuanto a las dimensiones de las plataformas.

A continuación, se realizarán las dimensiones del espacio y las verificaciones que permitan asegurar con total seguridad los movimientos de las aeronaves en la plataforma. Para ello comenzamos con:

Antes de empezar a determinar dimensiones debemos determinar en primera medida la modalidad de ingreso y egreso de la plataforma. La segunda medida es establecer la forma de estacionamiento que va a tener la aeronave en la plataforma. Esto va a ser de suma importancia ya que a partir de esto vamos a establecer cuál es el radio de giro y el espacio necesario para que el avión realice las maniobras de ingreso y egreso de la plataforma.

Modalidad de ingreso y egreso

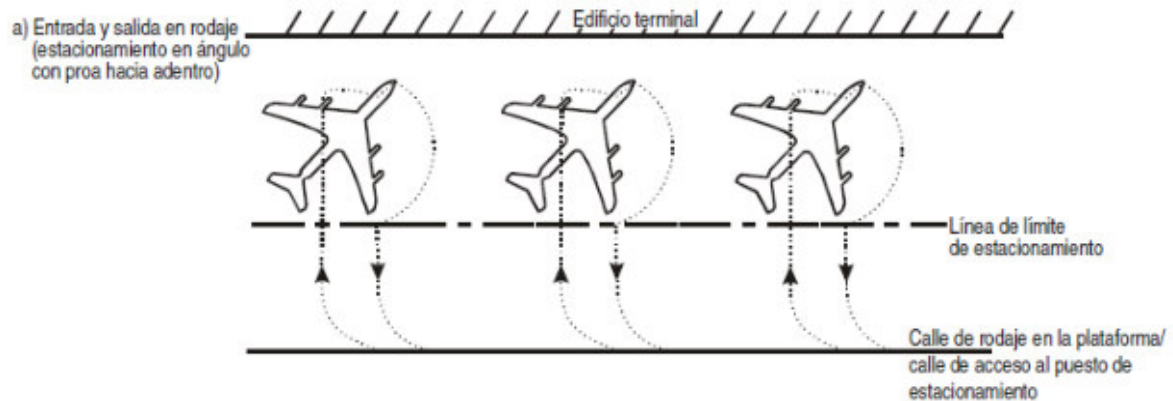
En nuestro caso optamos por un ingreso y egreso de la plataforma en forma autónoma, esto significa que la aeronave realiza las mencionadas maniobras por sus propios medios sin la necesidad de contar con un vehículo de remolque.

La justificación de esta medida se apoya en que el aeródromo va a tener un nivel de operación en un rango bajo o medio, lejos del nivel de un gran aeropuerto. Esta medida, lleva consigo disponer de una mayor superficie libre para el aparcamiento y la movilidad de las aeronaves en la plataforma con total seguridad.

Forma de estacionamiento

Para el caso de optar por una modalidad de ingreso y egreso del estacionamiento en plataforma en forma autónoma, tenemos 3 maneras diferentes de estacionar la aeronave las cuales pueden ser en ángulo con la proa hacia adentro, en ángulo con la proa hacia afuera o en paralelo.

En nuestro caso, optamos por un estacionamiento en ángulo con la proa hacia adentro, dado que nuestra aeronave posee las características operacionales para realizar la maniobra de giro de 180 grados que requiere esta forma de estacionamiento y a su vez, esta modalidad de aparcamiento ocupa un espacio físico menor que un estacionamiento en paralelo. En la imagen siguiente tomada del Manual de diseño de aeródromos podemos observar la modalidad de estacionamiento adoptada para nuestra plataforma.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"


Estacionamiento en ángulo con proa hacia adentro

Dimensiones del puesto de estacionamiento

Como se mencionó en el principio de este capítulo, como primera consideración para determinar cuál es el espacio físico que debe ocupar nuestra aeronave de diseño son las dimensiones de la misma, siendo principalmente la longitud total y envergadura, como así también sus correspondientes radios de giro.

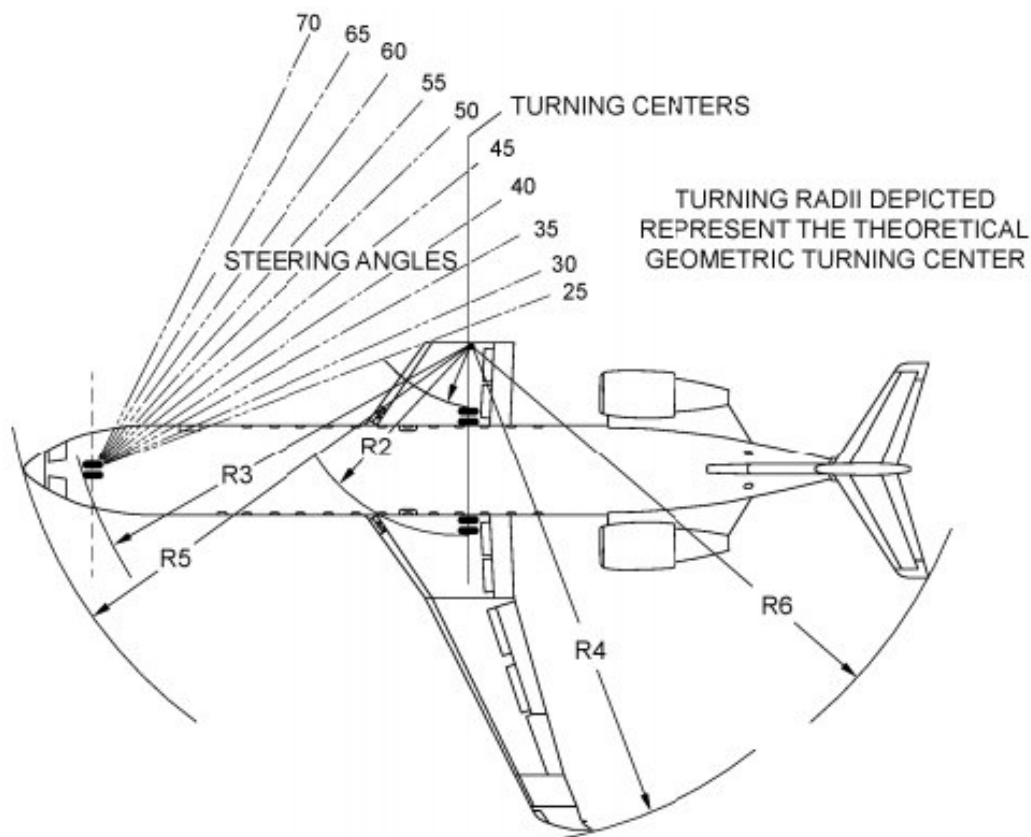
Las dimensiones principales del avión de diseño a considerar son:

- Longitud Total (L): 26.77m
- Envergadura (S): 21.23m

A continuación, se muestran dos imágenes que tienen una importancia fundamental para determinar el espacio en la plataforma. En la primera imagen se observan los distintos radios de giro de la aeronave en función de la variación en sus ángulos de giro. En la segunda imagen se muestran el espacio total mínimo necesita el avión para poder girar libremente en 180 grados y salir de su espacio de aparcadero.

Estas dimensiones no incluyen las distancias libres de seguridad que se necesitan a distintos objetos que se encuentren en la plataforma.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"



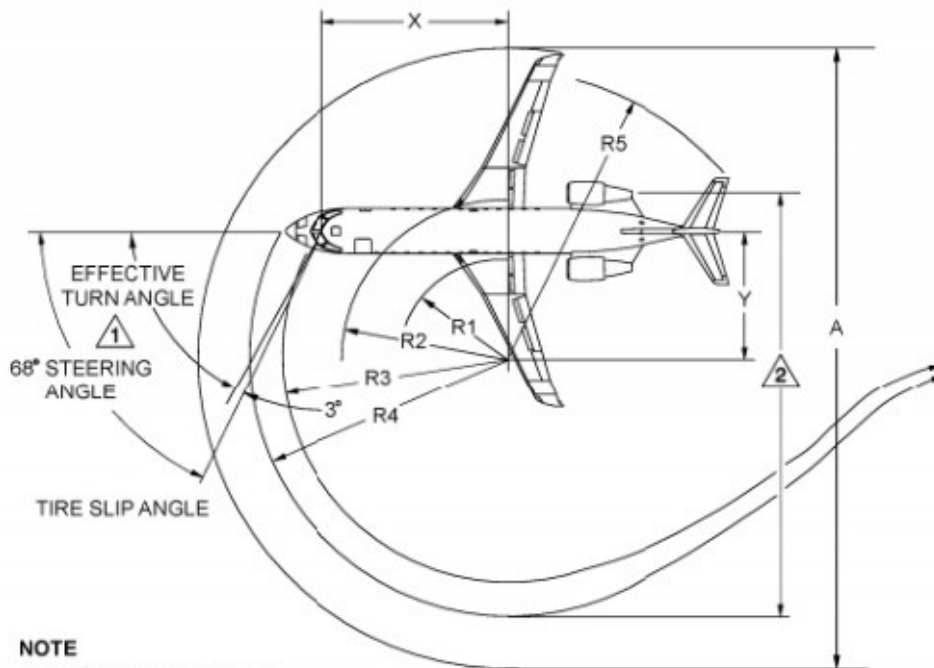
NOTE

Tire slippage is not considered in these calculations.
 Actual operating data will be greater than the values shown.
 Consult the operating airline for operating procedures.

Steering Angle	R1		R2		R3		R4		R5		R6	
	ft - in.	m	ft - in.	m	ft - in.	m	ft - in.	m	ft - in.	m	ft - in.	m
25°	73-10	22.51	86-5	26-35	88-5	26.95	115-7	35.23	91-8	27.93	100-2	30.54
30°	58-5	17.81	71-0	21.65	74-9	22.78	100-3	30.56	78-6	23.93	86-7	26.39
35°	47-1	14.35	59-8	18.19	65-2	19.86	89-0	27.12	69-5	21.16	77-0	23.46
40°	38-3	11.66	50-10	15.50	58-2	17.72	80-3	24.45	62-11	19.17	69-10	21.29
45°	31-1	9.48	43-8	13.32	52-10	16.11	73-2	22.29	58-0	17.69	64-5	19.63
50°	25-1	7.64	37-8	11.48	48-9	14.87	67-2	20.48	54-4	16.57	60-1	18.31
55°	19-11	6.06	32-6	9.90	45-8	13.91	62-1	18.92	51-7	15.71	56-8	17.26
60°	15-4	4.67	27-11	8.50	43-2	13.15	57-7	17.55	49-5	15.06	53-10	16.40
65°	11-2	3.41	23-9	7.24	41-3	12.57	53-6	16.31	47-9	14.54	51-5	15.68

Radios de giro en función de la variación del ángulo de viraje (Manual del fabricante)

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"



NOTE

Actual operating data will be greater than values shown since tire slippage is not considered in these calculations. Consult the operating airline for operating procedures.

- 1 A 3° tire slip is for a 68° turn angle only.
- 2 75.0 feet (22.90 m) minimum for 180° turn. 10 feet (3.05 m) margin.

EFFECTIVE TURN ANGLE		X	Y	A	R1	R2	R3	R4	R5
65°	ft-in.	37-4	17-5	107-0	11-2	23-9	41-3	47-8	51-5
	m	11.39	5.31	32.61	3.41	7.24	12.57	14.54	15.68

Dimensiones necesarias para realizar el giro en 180° (Manual del fabricante)

Con lo cual, en función del tipo estacionamiento y del estudio de movimiento de la aeronave para realizar las maniobras necesarias para el ingreso y egreso de la plataforma, el espacio mínimo es:

- Lado mínimo = 33 m(De acuerdo dimensión A de la tabla de la imagen 2)

A esta dimensión se debe adicionar la distancia libre que debe quedar entre aeronaves estacionadas en plataformas consecutivas. Esta separación está vinculada al código de letra de la clave de aeródromo.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En nuestro caso, para la clave de letra B, la distancia libre entre aeronaves estacionadas consecutivamente es de 3 m. Con lo cual, ahora la distancia mínima es la distancia que necesita el avión más distancia libre entre aviones, es decir:

- Lado mínimo = 33 m + 3 m =
- Lado mínimo = 36 m

Por último, debe dejarse el espacio para realizar el servicio de la aeronave en tierra. Estos servicios incluyen los equipos para la provisión de combustible, la carga y descarga del equipaje, equipos para el ascenso y descenso de la tripulación y pasajeros, entre algunos de los servicios mínimos.

De acuerdo a distintos modelos de diseño, se establece adicionar una distancia mínima adicional de 8 m, con lo cual la distancia del puesto de estacionamiento es:

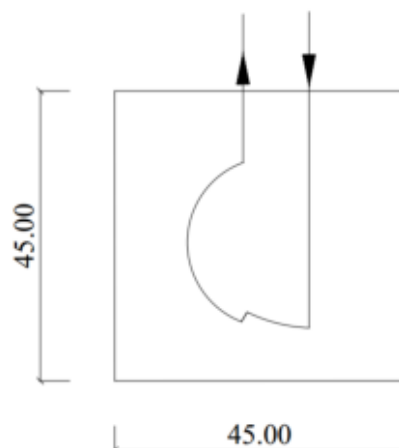
- Lado mínimo = 36 m + 8 m =
- Lado mínimo = 44 m

Finalmente adoptamos una plataforma de estacionamiento tal como se ilustra en la siguiente imagen, la cual asegura las condiciones de seguridad para el movimiento de la aeronave, la cual tiene las siguientes dimensiones:

Largo = 45 m

Ancho = 45 m

Superficie = 2025 m²



Giro en Plataforma de Estacionamiento

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En cuanto a la cantidad, se adoptan diez plataformas de estacionamiento dispuestas en dos filas simétricas de cinco plataformas separadas por una calle de rodaje en plataforma que vincula la zona de estacionamiento de las aeronaves con la pista de aterrizaje y despegue.

Para ello, se debe verificar la separación mínima entre la línea que delimita la zona de estacionamiento y el eje de la calle de rodaje en plataforma que está vinculado a la letra de clave de aeródromo. En nuestro caso, para la letra de clave B, la separación mínima es de 21.50 m.

La separación entre la línea de estacionamiento es de 22.50 m por lo que verifica la separación mínima entre estas dos líneas.

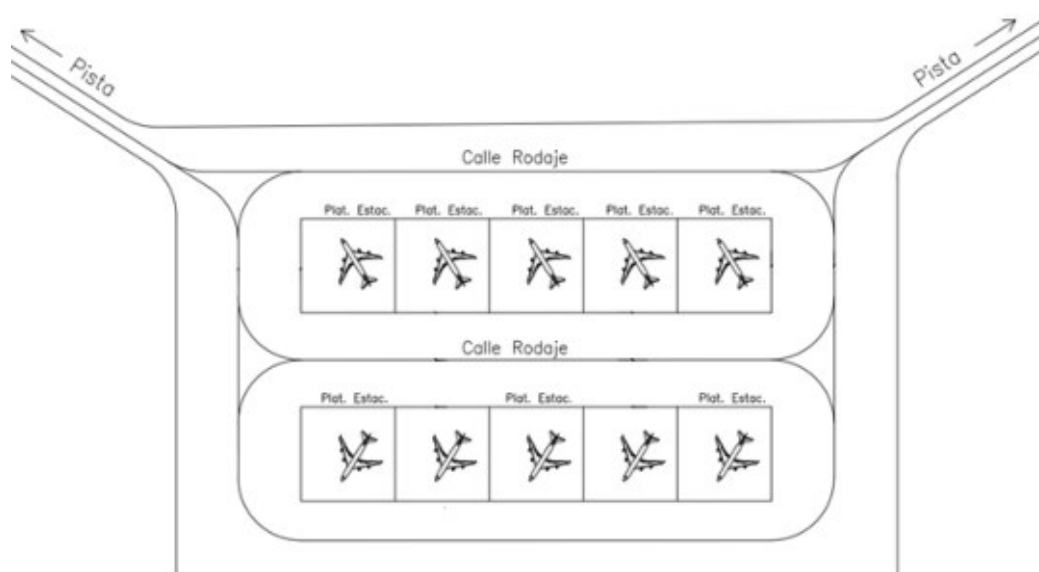
Con lo cual, entre el total de zonas de estacionamiento para las aeronaves, sumado a las calles de rodaje en plataforma se dispone para satisfacer nuestra demanda, una plataforma de las siguientes dimensiones:

Largo = 345 m

Ancho = 195 m

Superficie = 67275 m²

En la siguiente imagen se ilustra la mencionada plataforma donde se observan con detalle las zonas de estacionamiento y las calles de rodaje para lograr el movimiento de las aeronaves con total seguridad.



Plataformas y calles de rodaje en plataforma.

9- PAVIMENTOS

En esta etapa se procede a determinar los espesores del pavimento tanto de su capa de rodadura como el paquete estructural de los distintos componentes que involucran la pista, calles de rodaje y plataformas para adecuarse a las nuevas necesidades a las que estará expuesto el aeródromo.

9-1-CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO ACTUAL

A partir de la consulta con los encargados del aeródromo local, se nos proporcionó la información respecto a la capacidad portante de la pista Aeródromo de Vendo Tuerto, la cual esta materializada mediante un pavimento flexible asfáltico con las siguientes características:

- Valor soporte = 19tn en un eje
- Valor soporte = 25tn en dos ejes.

9-2-PROPUESTA DE PAVIMENTACION

Pista

El planteo que proponemos para la pista de aterrizaje y despegue es teniendo en cuenta aprovechar al máximo, mientras sea posible, la pista actual. De esta manera nuestra propuesta es utilizar la traza actual de 1500m x 30m de pista actual y ampliarla según lo calculado en punto 6, manteniendo la tipología de pavimento actual, es decir, un pavimento flexible de asfalto con su respectivo paquete estructural.

Calle de Rodaje

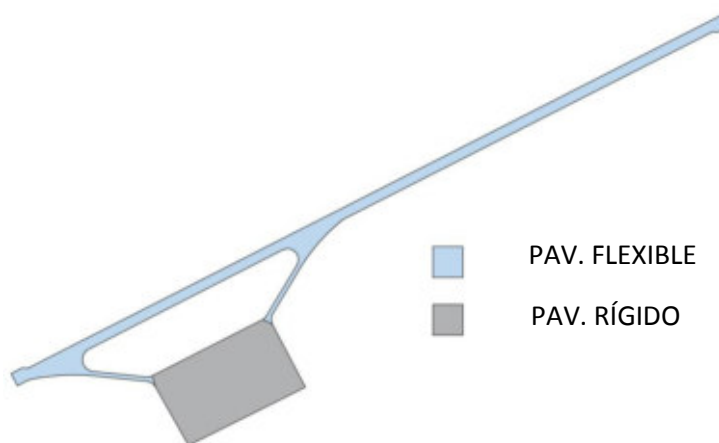
En calles de rodaje proyectadas van a mantener la misma tipología que la pista principal dado que al igual que esta última, la aeronave se encuentra en movimiento por lo tanto la incidencia de la carga que produce sobre el pavimento es menor a que cuando el avion se encuentra detenido.

La elección de pavimento asfático en calles de rodaje y en la ampliación de la pista, si bien las aeronaves en algún instante pueden detenerse hasta recibir la orden de despegue desde la torre de control, en general suele ser un tiempo relativamente corto por lo que no es necesario aplicar un pavimento rígido en dichas areas. Asimismo, este tipo de pavimento nos permite mantener la continuidad en la materialidad de la pista.

Plataforma

La plataforma se ejecutara mediante un pavimento rígido materializado por losas de hormigón basados en la concepto de que las aeronaves en ese sector se encuentran detenidas por un determinado tiempo que es mayor a otros sectores del aerodromo. Esta situación produce que la carga producida por la aeronave genere un efecto punzante sobre el pavimento que el pavimento rígido es capaz de tolerar con una mejor capacidad portante a lo largo de su vida útil.

Lo descrito anteriormente, se detalla en la siguiente imagen donde quedan indicadas cada una de las zonas a ejecutar y de que manera van a ser materializadas.



Tipo de pavimento a utilizar en cada sector a intervenir.

9-3-CALCULO DE PAVIMENTOS

Metodos utilizados para el calculo de pavimentos

Para el cálculo de los pavimentos, tanto flexible como rígido adoptamos la Práctica de los Estados Unidos, indicada en el Manual de Diseño de Aeródromos – parte III Pavimentos de la OACI Organización de la Aviación Civil Internacional.

Esta practica adopta para el cálculo de la resistencia de los pavimentos el método basado en función del peso bruto de la aeronave, para cada tipo de tren de aterrizaje. Esto permite evaluar un pavimento respecto a su idoneidad para soportar varios tipos de pesos y aeronaves.

La Administración Federal de la Aviación de los Estados Unidos adoptó el método del Índice de Resistencia de California (CBR) para el cálculo de pavimentos flexibles y la hipótesis de carga en borde para el cálculo de pavimentos rígidos y para la clasificación de suelos, el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

9-3-1- CÁLCULO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Los pavimentos flexibles consisten básicamente en una capa de rodadura asfáltica colocada sobre una capa de firme y cuando lo requiera la condición del terreno de fundación, una capa de cimentación.

Para el cálculo del paquete estructural del pavimento utilizamos el Método de los Estados Unidos, que adopta como parámetro de cálculo para el pavimento flexible el Índice de Resistencia de California (CRB).

Para la aplicación de este método se utilizan curvas de las cuales se obtiene las dimensiones necesarias para el paquete estructural de los pavimentos flexibles. Es necesario para la utilización de las mismas conocer el valor de K coeficiente de Balásto (Norma ASTM D1586-84) para el material del terreno de fundación, un valor CBR (ASTM D-1883, AASHTO T-193) para el material del cemento, el peso bruto de la aeronave de cálculo, el número de salidas anuales de la misma y el tipo de tren de aterrizaje de la aeronave de Diseño (este último nos indicará que curva utilizar).

Las curvas utilizadas indican el espesor total de pavimento requerido y el espesor del revestimiento asfáltico necesario.

Estas curvas de espesores de pavimento que se presentan se han preparado mediante la correlación de los datos obtenidos luego de un análisis de datos experimentales relativos al pavimento y un estudio del comportamiento de los pavimentos en condiciones de servicio real realizados por la FAA (Administración Federal de Aviación) de los Estados Unidos.

Los pavimentos calculados de acuerdo a estas curvas, están previstos para proporcionar una vida útil de veinte años, libre de grandes mantenimientos salvo que ocurran modificaciones de magnitud en el tráfico previsto.

Consideraciones relativas al terreno.

Como mencionamos anteriormente para el cálculo del pavimento necesitamos conocer ciertas características físicas del suelo de cimentación. En nuestro caso sin hacer un estudio de suelo adoptamos por proximidad una clasificación de suelo que esta presente en la zona de Venado Tuerto, y a travez de la carta de Casagrande (S.U.C.S. - Casagrande), podemos obtener sus características físicas necesarias.

DIVISION PRINCIPAL			SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS		
SUELOS DE GRANO GRUESO 50% o más es retenido por el tamiz n° 200.	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz n° 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% pasa por el tamiz n° 200 GW, GP, SW, SP. Más del 12% pasa por el tamiz n° 200 GM, GC, SM, SC. Entre el 5 y el 12 % se utilizan símbolos dobles (ej SM-SW)	
		GRAVAS	GP	Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocos finos o sin finos.		
		GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.		
		GRAVAS ARCILLOSAS	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.		
	ARENAS más del 50 % de la fracción gruesa pasa el tamiz n° 4.	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o sin finos.		
		ARENAS	SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.		
		ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo.		
		ARENAS ARCILLOSAS	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena arcilla.		
SUELOS DE GRANO FINO 50% o más pasa por el tamiz n° 200.	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido de 50 % o inferior.	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.	Con límite líquido, límite plástico se clasifica en la Carta de Casagrande.		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.			
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido superior a 50%.	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o limos plásticos.			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.			
		OH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta o media.			
Suelos Altamente orgánicos			PT	Turba, estiércol y otros suelos.		

Tabla de clasificación unificada de suelos – (S.U.C.S. – Casagrande).

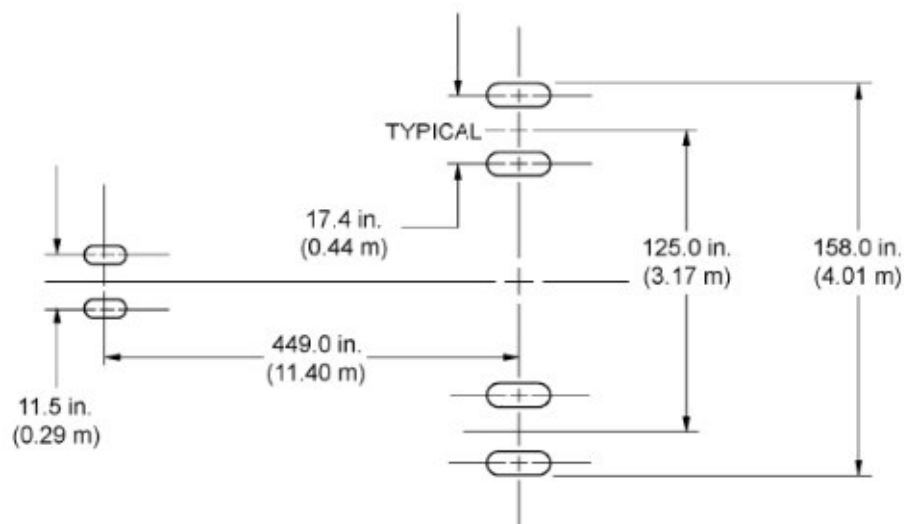
Divisiones principales (1)	Letras (2)	Nombre (3)	Valor como cimiento, no sujeto al efecto de la helada (5)	Valor como firme directamente debajo del revestimiento (6)	Posible efecto de la helada (7)	Compresibilidad y dilatación (8)	Características de avenamiento (9)	Equips de compactación (10)	Peso seco unitario (lb/ft ³) (11)	CBR del lugar (12)	Módulo del terreno de fundación (lb/m ²) (13)
Baja compresibilidad LL < 50 Suelos de grano fino	ML	Limo, limo arenoso, limo arcilloso o suelos diatomáceos	Aceptable hasta malo	Inadecuado	Mediana hasta muy alta	Ligera hasta media	Aceptable hasta mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra, control estricto de la humedad	100-125	5-15	100-200
	CL	Arcillas pobres, arcillas arenosas o arcillas con grava	Aceptable hasta malo	Inadecuado	Mediana hasta alta	Mediana	Prácticamente impermeable	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	100-125	5-15	100-200
	OL	Limo orgánico o arcilla orgánica pobre	Malo	Inadecuado	Mediana hasta alta	Mediana hasta mala	Mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	90-105	4-8	100-200

Características del paquete estructural de cimentación.

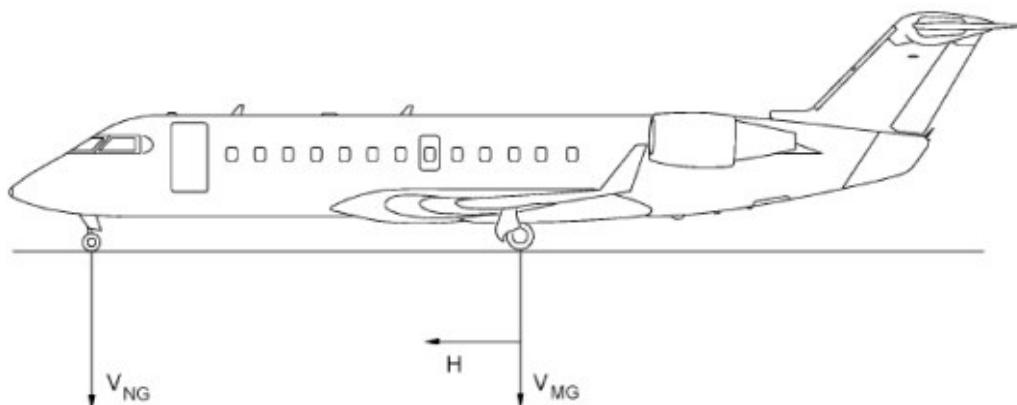
Consideraciones relativas a la aeronave

El tipo de tren de aterrizaje y su configuración determinan de que modo se distribuye el peso de la aeronave en el pavimento y establecen la respuesta del pavimento a las cargas producidas por la aeronave. Como mencionamos anteriormente el espesor de los pavimentos que se muestran en los gráficos dependen de la configuración del tren de aterrizaje.

En nuestro caso nuestro avión de diseño posee un tren de aterrizaje de Ruedas Gemelas. A continuación, en la imagen se detalla un esquema provisto por el fabricante, donde se muestra tal distribución como así también la distribución de la carga al pavimento.



Distribucion del tren de aterrizaje.



Distribución de peso.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

	MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT	V_{NG}		V_{MG} (PER STRUT)	H (PER STRUT)	
		STATIC AT MOST FORWARD CG	STATIC + BRAKING 16 ft/sec ² (4.88 m/sec ²) DECELERATION	MAXIMUM LOAD OCCURRING AT STATIC AFT CG	AT STEADY BRAKING 10 ft/sec ² (3.05 m/sec ²) DECELERATION	AT INSTANTANEOUS BRAKING (COEFFICIENT OF FRICTION 0.8)
CRJ100/200	47 700 lb (21 636 kg)	4728 lb (2145 kg)	8302 lb (3766 kg)	22 800 lb (10 342 kg)	21 680 lb (9834 kg)	16 120 lb (7312 kg)
CRJ100 ER CRJ200 ER	51 250 lb (23 247 kg)	5083 lb (2306 kg)	8839 lb (4009 kg)	23 892 lb (10 837 kg)	22 711 lb (10 302 kg)	16 857 lb (7646 kg)

Cargas máximas que transmite la aeronave (Datos del fabricante).

Consideraciones relativas al volumen de tráfico y a la aeronave de cálculo

Para el diseño de pavimentos es necesario disponer de pronósticos de salidas anuales por tipo de aeronave. Este pronóstico da como resultado una lista de varias aeronaves diferentes, la aeronave de cálculo debería seleccionarse a base de la que requiera mayor espesor de pavimento. Además se debería verificar cada tipo de aeronave respecto al espesor de pavimento requerido.

En nuestro caso se da que nuestro avión demandante es nuestro avión de diseño con el que dimensionamos la pista principal, las calles de rodaje y plataforma para este tipo de avión, ya que las demás aeronaves que transitarían la pista son en general aeronaves livianas en relación a la de diseño y por ende la mayor sollicitación sobre el pavimento viene dado por esta última.

Observando el análisis de mercado indicado en el punto N° 4, y la elección de la aeronave de diseño indicada en el punto N° 6, estimamos que el volumen de tráfico aéreo de diseño se establece en 624 salidas anuales contemplando que se duplicarán las frecuencias y cantidad de vuelos en los próximos diez años.

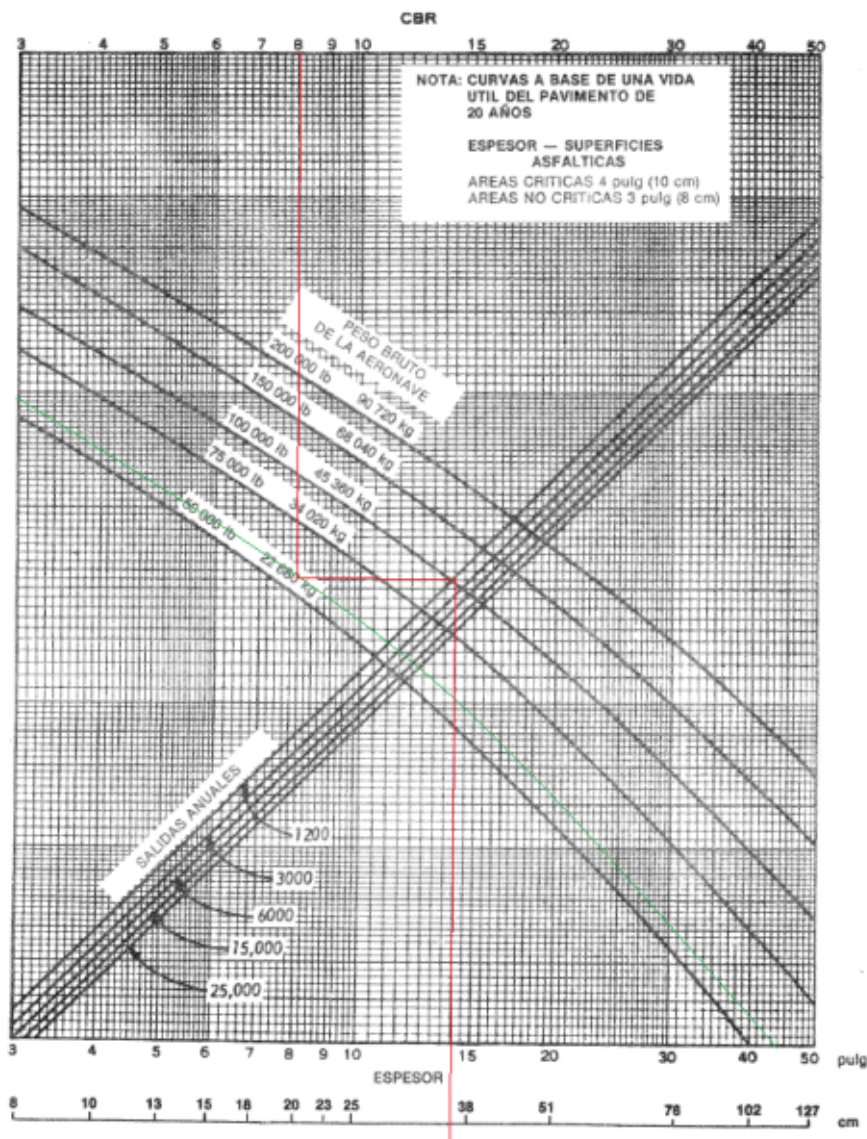
Cálculo de Pavimento Flexible

Datos para el cálculo:

- Aeronave de Diseño: Bombardier ERJ200 ER
- Volumen de tráfico de cálculo: 624 salidas anuales.
- Tipo de tren de aterrizaje: Ruedas Gemelas.
- Peso bruto de despegue de diseño: 23247kg
- CRB para capa de cimentación: 16
- CRB para terreno de fundación: 8

Espesor de la capa de cimentación

El espesor de la capa de cimentación se determina utilizando el siguiente gráfico, que corresponde al tren de aterrizaje de dos ruedas. El procedimiento es el siguiente, nos ubicamos en la abscisa superior con el valor CBR 8 correspondiente al terreno de fundación. Trazamos verticalmente hacia abajo hasta el peso bruto de la aeronave de cálculo. En el punto de intersección de la proyección vertical y el peso bruto de la aeronave, trazamos una proyección horizontal hasta las salidas anuales. A partir del punto de intersección de la proyección horizontal y el nivel de salida anual, trazamos una proyección vertical hasta la abscisa inferior y allí determinamos el espesor de la capa de cimentación.



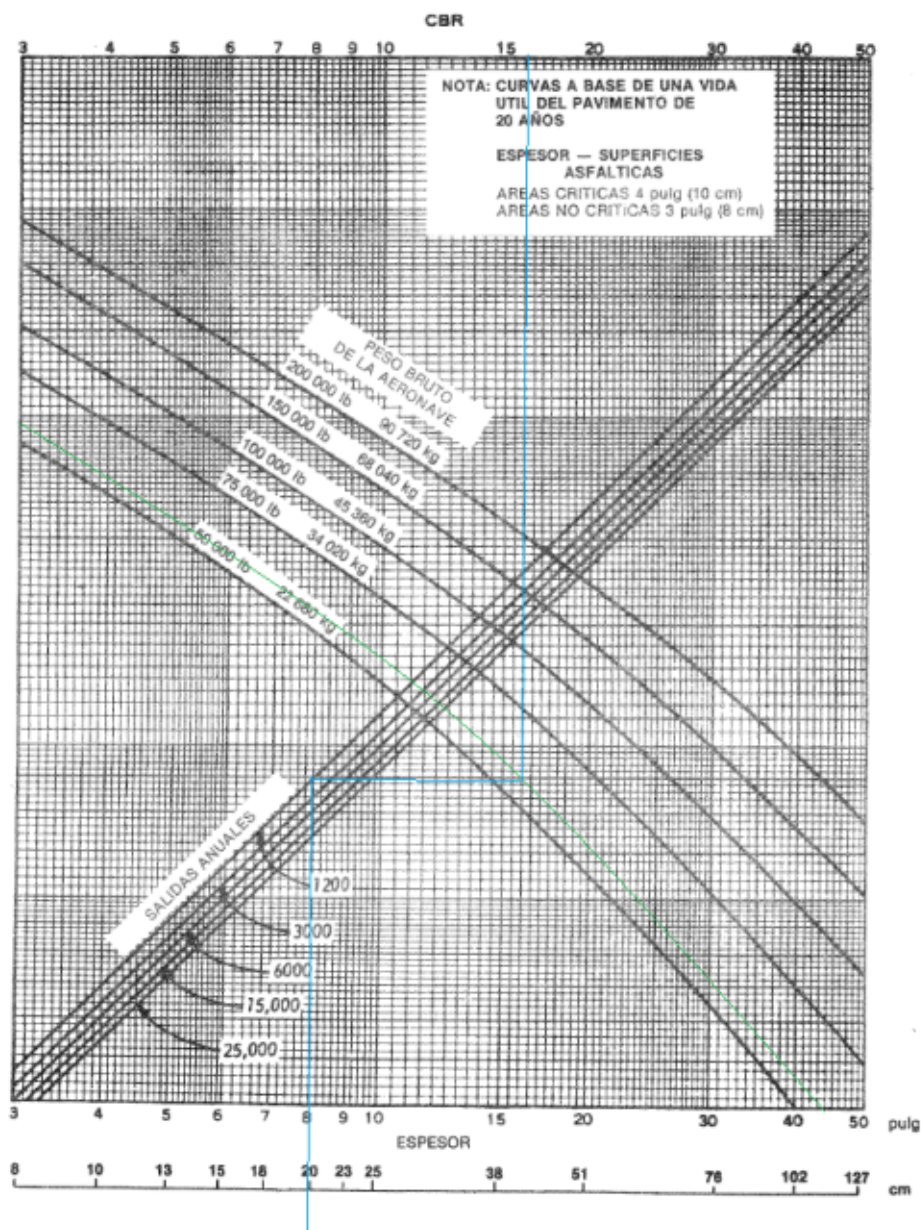
Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para tren de ruedas gemelas.

Como podemos leer en el gráfico el espesor necesario para la capa de cimentación es de 35cm.

Espesor de la capa de firme

El espesor de la capa de firme se determina de modo similar a la del espesor de la capa de cimentación. Ingresando en el gráfico con el valor CBR de la capa de cimentación, que es 16, en la abscisa superior. De la misma manera que el punto anterior trazamos una vertical hasta el peso bruto de la aeronave, la proyección horizontal hasta las salidas anuales y la proyección vertical hasta la abscisa inferior y aquí leemos el espesor necesario.

En este caso el espesor obtenido es de 20 cm.



Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para tren de ruedas gemelas.

Espesor de la superficie asfáltica.

El espesor necesario de asfalto se indica en la parte superior derecha del gráfico, para las zonas críticas de la pista el espesor = 10cm.

Resumen:

Los espesores calculados anteriormente quedarían de la siguiente manera:

SUPERFICIES	ESPESOR	
➤ Superficie asfáltica	10cm	10cm
➤ Capa de Firme - CBR-16	20cm	20cm
➤ Capa de Cimentación – CBR-8	35cm	35cm



9-3-2-CALCULO DE PAVIMENTO RIGIDO

Datos para el cálculo:

- Aeronave de Diseño: Bombardier ERJ200 ER
- Volumen de trafico de cálculo: 624 salidas anuales.
- Tipo de tren de aterrizaje: Ruedas Gemelas.
- Peso bruto de despegue de diseño: 23247kg
- Hormigón: H-30
- K para terreno de fundación: 100lb/pulg³ – 27MN/m³

Los valores que indican las características del suelo, fueron obtenidos a partir del Manual de Diseño de Pavimentos para aeródromos de la OACI.

Las curvas utilizadas para el cálculo del pavimento rígido se basan en el análisis de cargas en los bordes de las losas ya que las tensiones en los pavimentos son mayores en los bordes de junta que en el interior de las losas.

Las convalidaciones de los ensayos y el comportamiento en el campo indican que prácticamente todas las grietas producidas por las cargas comienzan en el borde de la junta y se propagan hacia el interior de la losa.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En las curvas de cálculo se encuentran líneas para cinco volúmenes diferentes de tráfico anual. El espesor del pavimento determinado a partir de estas curvas se refiere únicamente al espesor de la losa ya que el espesor de la capa de cimentación se determina por separado.

Para el cálculo del espesor del pavimento rígido se han confeccionado curvas de cálculo similares a las utilizadas para el cálculo del pavimento flexible, es decir, curvas separadas de acuerdo al tren de aterrizaje, tales como trenes de aterrizaje simples, de ruedas gemelas y de boiges. Estas se basan en una hipótesis de carga en los bordes de junta en que la carga es tangencial a la junta. El uso de las curvas de cálculo requieren de cuatro parámetros de entrada: resistencia del hormigón a flexión, coeficiente de balasto del terreno de fundación, peso bruto de la aeronave de cálculo y salidas anuales de la misma aeronave.

Resistencia del hormigón a flexión

El espesor requerido del pavimento está relacionado con la capacidad a flexión del hormigón utilizado para el pavimento. La resistencia a compresión del hormigón se evalúa por el método de la resistencia a flexión del hormigón ya que el trabajo primario de una losa de pavimento de hormigón es a la flexión.

En nuestro caso este valor lo obtenemos de la tabla que resume los valores del gráfico que muestra la variación porcentual de la resistencia a flexión (a los tercios) respecto de la resistencia a compresión en el hormigón – valores obtenidos del libro “Ese material llamado hormigón”.

Método de evaluación	Porcentajes referidos a la resistencia a compresión
Flexión a los tercios de luz	12 la 20%

Tabla: Porcentaje de resistencia a flexión del hormigón en función de la compresión.

Tomando como referencia el 15% de la resistencia a compresión del hormigón H-30, queda resultante una resistencia a la flexión de 4.5 Mpa.

Requisitos de la Capa de Cimentación

El objetivo de una capa de cimentación bajo un pavimento rígido es el de proporcionar un apoyo estable y uniforme para la losa de pavimento. Se requiere un espesor mínimo de 10cm bajo todo pavimento rígido excepto lo indicado en el siguiente cuadro tomado del Manual de diseño de pavimentos de la OACI.

Clasificación del suelo	Buen avenamiento		Mal avenamiento	
	Sin heladas	Con heladas	Sin heladas	Con heladas
GW	X	X	X	X
GP	X	X	X	
GM	X			
GC	X			
SW	X			

Condiciones en donde no se requiere capa de cimentación.

En nuestro caso según la clasificación de nuestro suelo el cual es del tipo ML (Limo arcilloso), y de acuerdo al cuadro de condiciones de cimentacion, no es necesario generar una capa de cimentación bajo el pavimento de hormigón. Sólo será necesario el retiro del suelo organico de la capa superior hasta encontrar suelo apto para fundar y rellenar con suelo inorgánico y compactar hasta alcanzar en nivel optimo. También podemos observar que el manual recomienda generar una capa de cimentación estabilizada de unos 10cm de espesor cuando el peso de la aeronave de diseño supere los 45000 kg el cual no es nuestro caso.

Cálculo del espesor

Para la determinación del espesor de pavimento a través de las curvas de cálculo correspondiente, se debe en primer lugar tomar la carta que corresponda al tren de aterrizaje que posee nuestra aeronave de diseño, en nuestro caso la que corresponda a un tren de ruedas gemelas.

Ingresamos a la carta con el valor de la resistencia del hormigón a flexión, trazamos una proyección horizontal hasta intervenir con la curva del módulo de fundación pertinente "K". Luego trazamos una proyección vertical a partir de ese punto hasta la línea que corresponde al peso bruto de la aeronave, y por último trazamos una proyección horizontal hasta intersectar con la línea correspondiente a la cantidad de salidas anuales, en donde allí podremos visualizar el espesor de pavimento mínimo recomendado. Recordemos que este espesor sólo corresponde al espesor del pavimento sin tener en cuenta la capa de cimentación.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

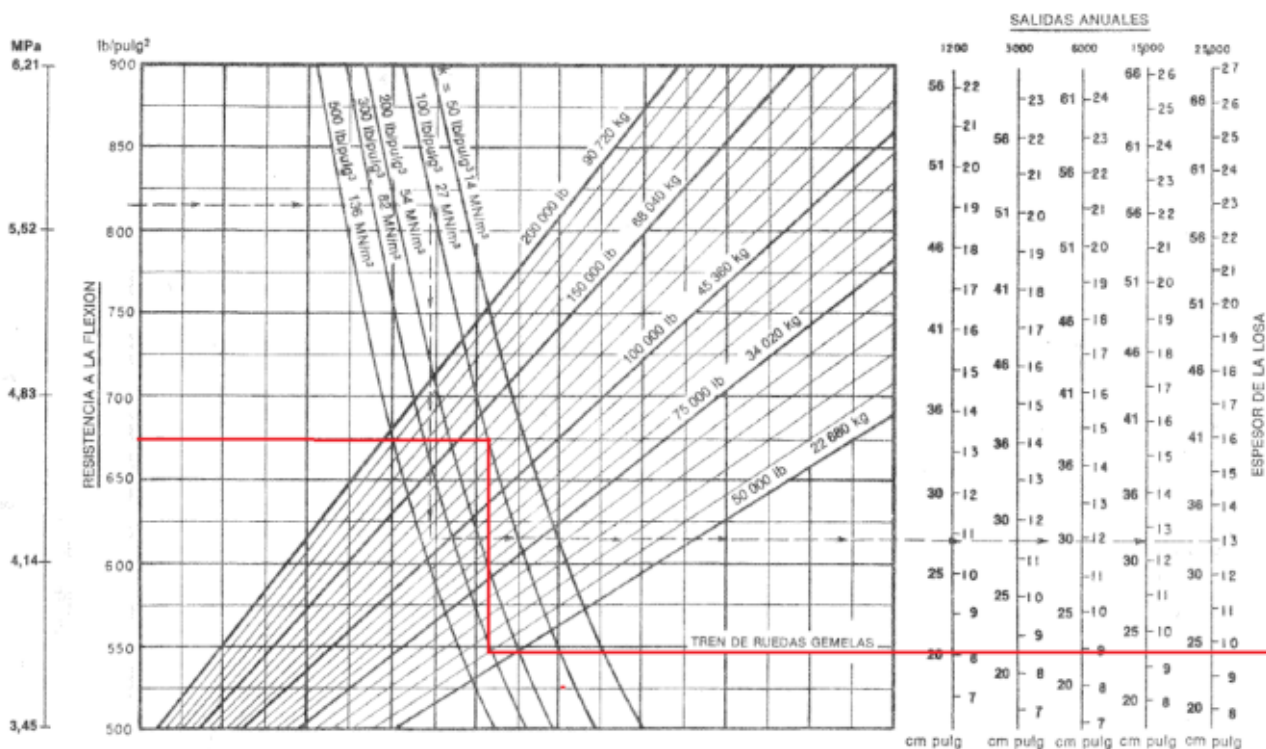


Figura 4-47. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - tren de ruedas gemelas

Curva de cálculo de pavimento rígido – tren de ruedas gemelas.

En nuestro caso podemos ver que el espesor mínimo de pavimento recomendado es de 21cm, correspondiente a un hormigón H-30.

Armadura necesaria para el pavimento de hormigón

Las armaduras pueden estar constituidas mediante mallas electro soldadas o bien formadas con barras de hierro nerburado. La superposición de los extremos debería ser como mínimo 31cm pero no menor a 30 veces el diámetro de la barra longitudinal. La superposición lateral deberá ser como mínimo 15cm y no menos de 20 veces el diámetro de la barra.

La cantidad mínima de armadura de acero deberá ser del 0.05%. El porcentaje de acero se calcula dividiendo el área de acero, A_s por el área de hormigón por unidad de longitud (o de ancho) y multiplicando por 100. Este porcentaje se considera como el mínimo porcentaje de acero que se puede instalar económicamente.

La cantidad de acero mínima a colocar es la siguiente:

$$0.05\% = \left(\frac{As}{Ag}\right) * 100$$

$$As = \left(\frac{0.05}{100}\right) * 1m^2$$

$$As = 5cm^2/m$$

Adoptamos como armadura general para las losas malla electro soldada \emptyset 10mm de 15x15 cm. Esta tiene una cuantía longitudinal de 5.24cm²/m, suficiente para cubrir la armadura mínima requerida.

Diseño de juntas en pavimento

En pavimentos rígidos es necesaria la ejecución de juntas para el buen funcionamiento del mismo. Una serie de factores tales como la retracción del hormigón, los gradientes térmicos que se producen en el pavimento al ir variando la temperatura ambiente a lo largo del día, las diferencias de temperatura entre el verano y el invierno, la posible aparición de empujes como consecuencia de dilataciones, las paradas de la puesta en obra (ejemplo fin de jornada), y las limitaciones del ancho de los equipos de construcción hacen necesario la disposición de juntas en el pavimento, dividiendo a este en losas.

En nuestro diseño de pavimento rígido encontramos los siguientes tipos de juntas:

- Juntas Contracción.
- Juntas Expansión/Construcción.
- Juntas de Aislamiento.

En nuestro primer caso la función de las juntas de contracción es la de controlar las fisuras del pavimento producidas por la disminución del contenido de humedad o por los cambios de temperatura. Las juntas de contracción también disminuyen los esfuerzos causados por las deformaciones de losa.

En nuestro segundo caso la función de una junta de expansión es la de aislar las intersecciones de pavimentos y aislar elementos estructurales del pavimento.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En nuestro tercer caso las juntas de construcción son necesarias cuando por razones imprevistas se suspende el vaciado de hormigón sin cubrir las dimensiones previstas, cuando dos placas colindantes son vaciadas en diferentes días o entre líneas de pavimentación.

De la combinación de este tipo de juntas es que obtenemos la modulación de las losas. Esta se refiere a definir la forma que tendrán los tableros de losas del pavimento. Esta forma se da en base a las dimensiones de tableros o, dicho de otra forma, a la separación entre juntas tanto transversales como longitudinales. Existe una regla práctica que nos permite dimensionar los tableros de losas para inducir el agrietamiento controlado bajo los cortes de losas.

$$S_{JT} = (21 \text{ a } 24) D$$

Dónde:

- S_{JT} = Separación de Juntas Transversales ≤ 5.50 m
- D = Espesor del Pavimento

En nuestro caso tenemos un espesor de pavimento de 21 cm, entonces de acuerdo con la fórmula, el tamaño aproximado de tablero sería:

$$S_{JT} = 22.5 \times 0.21\text{m} = 4.73 \text{ m}$$

En este caso, estamos cerca del límite recomendado, por lo tanto, vamos a optar por el valor de 5.00 m.

La forma ideal de un tablero de losa es la cuadrada, de esta manera consideramos que la dimensión de losa sea de 5.00 m x 5.00m.

Es necesario que este tipo de juntas tengan elemento de unión o pasadores, de esta manera se logra que ambas losas trabajen solidariamente al momento en que se le aplica una carga en la unión del tablero, permitiendo de esta manera una correcta transferencia de carga de un tablero a otro.

Para el caso de las juntas transversales los pasadores serán de hierro redondo liso con un extremo envainado y engrasado, de esta manera se permite el trabajo de contracción.

Las dimensiones de los pasadores lo obtenemos de la siguiente tabla:

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Espesor de Losa		Barras Pasajuntas					
		Diámetro		Longitud		Separación	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 15	5 a 6	19	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	1 1/2	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	1 3/4	56	22	46	18

Diámetro de pasadores para juntas transversales (Manual Cemento Portland).

Para nuestro caso, adoptamos para las juntas transversales pasadores de \varnothing 25mm con una longitud de 46 cm y una separación entre sí de 30cm.

Calculo de juntas en Pavimento Rígido

En el diseño de juntas lo que hacemos es encontrar el tamaño necesario que tiene que tener la misma para permitir su correcta dilatación. En este caso nos basamos en la deformación máxima del hormigón, esta misma es de 3‰.

Teniendo en cuenta las dimensiones del tablero, que en nuestro caso es de 5.00m x 5.00m, calculamos la deformación máxima por losa.

$$\text{Deformación} = 0.003 \times 5000\text{mm}$$

$$\text{Deformación} = 15.00\text{mm} = 1.50 \text{ cm}$$

Vemos que cada tablero se deforma un total de 1.50 cm. Contemplamos que la deformación es igual en todos sus sentidos.

Por cuestiones constructivas y de funcionamiento, repartimos el espesor necesario de la junta a cada lado de la losa, es decir, 0.750 cm para cada lado y sin sumar el espesor de junta necesario de la losa lindante. De esta manera es necesario que cada tres paños se genera una junta de dilatación de 2.25 cm.

Esto se debe a que al generar juntas más delgadas de lo necesario está faltado espacio para la dilatación, que termina realizándose al ejecutar la junta de dilatación luego de tres paños.

Finalmente, la disposición de las juntas queda de la siguiente manera:

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Suponiendo que la ejecución de la losa de hormigón en la plataforma es en el sentido de mayor longitud, el cual tomaremos como sentido longitudinal de junta, vamos a generar en su ejecución juntas longitudinales de construcción como podemos ver en la figura, estas se realizan sin pasadores y en lugar de estos, su diseño posee un diente que permite que una losa trabaje y se desplace respecto de la otra y al mismo tiempo proporciona una trabazón y transferencia de carga.

También en sentido longitudinal se coloca cada tres paños de losa una junta longitudinal de expansión con pasadores con un ancho de 22.5 mm como lo calculado anteriormente.

Luego en sentido transversal vamos a colocar juntas de juntas de contracción con pasadores de \varnothing 25mm con una longitud de 76 cm y con un extremo envainado y engrasado. Cada tres paños vamos a colocar una junta de expansión también de 22.5 mm como lo calculado anteriormente con pasadores de \varnothing 25mm con una longitud de 46cm y una separación entre ambos de 30cm, de esta manera sólo restringimos un solo grado de libertad a la losa y permitimos su movimiento en una sola dirección.

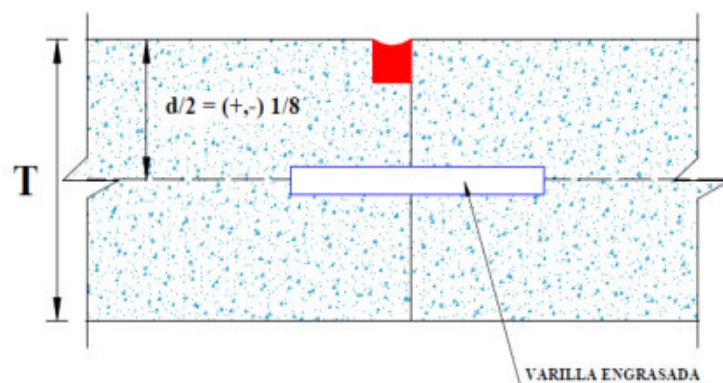


Figura – junta de Contracción.

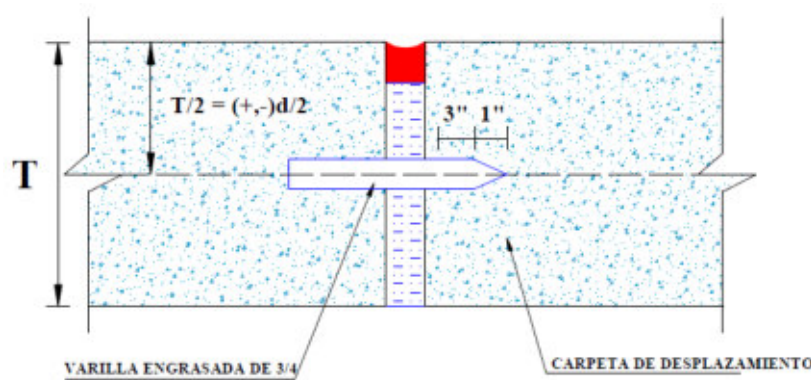


Figura – junta de Expansión.

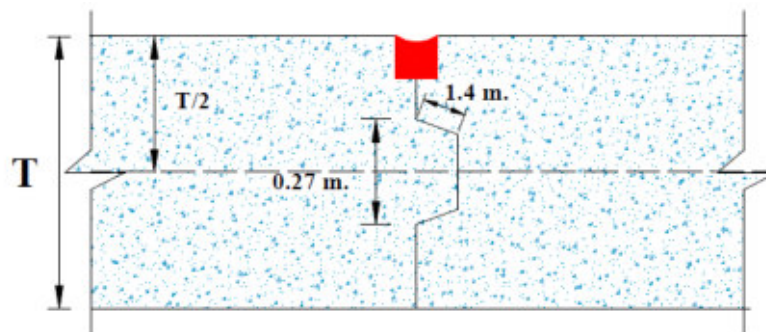
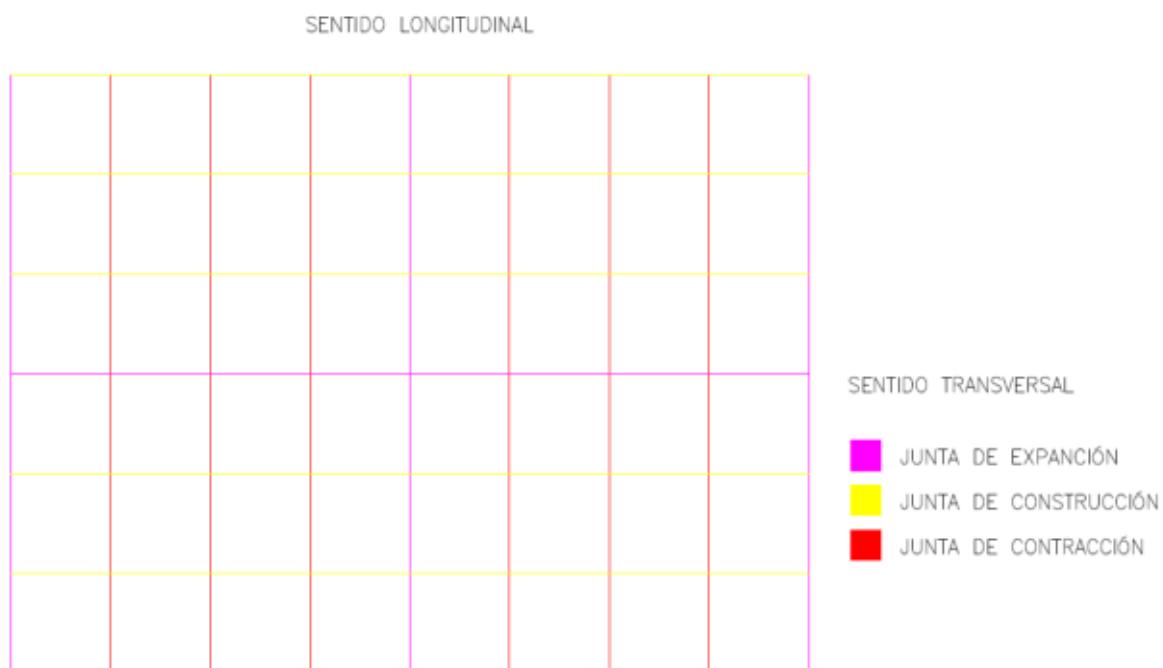


Figura – junta de Construcción.

Esquema de disposición de juntas

Finalmente, el esquema de disposición de juntas es el siguiente:



10- SEÑALIZACIONES

En este capítulo, se detallará toda la señalización o las también llamadas ayudas visuales, las cuales necesarias para facilitar las maniobras que realicen las aeronaves tanto en tierra como en el aire con el objetivo de que estas se ejecuten con total seguridad sin poner en peligro la integridad de las aeronaves y las personas que se encuentran dentro de ellas.

Las ayudas visuales según la OACI, son todos aquellos elementos expuestos a la vista de los pilotos que se utilizan para el guiado de la aeronave durante la navegación. Pueden ser desde indicaciones pintadas en pistas, calles de rodajes y plataformas como también señales luminosas que brinden información al piloto de la aeronave.

Estos indicadores y dispositivos de señalización son elementos que se deben disponer de tal manera que puedan ser vistos desde el aire, es decir, son señales terrestres para comunicarse con las aeronaves en el vuelo a fin de transmitir información aeronáutica.

Deben colocarse tanto en pistas pavimentadas como sin pavimentar. Para el caso de vuelos nocturnos deben tener un material reflectante para mejorar la visibilidad de las mismas.

A continuación, se describen los dispositivos de ayudas visuales con que debemos contar en el aeródromo, las cuales se componen en las siguientes tres categorías:

- Indicadores de la dirección de viento.
- Lámpara de señales.
- Señales de Pista, calles de rodaje y plataformas.
- Sistemas visuales de indicadores de pendiente de aproximación.

Indicadores de la dirección de viento

Se debe disponer un indicador de viento de manera que sea visible por las aeronaves desde el vuelo o desde tierra sin que sufra efectos por las perturbaciones del aire producidos por objetos cercanos.

El indicador de la dirección del viento, manga de viento o anemoscopio, deberá tener forma de cono truncado y estar hecho de tela, su longitud deberá ser por lo menos de 3.60 m, y su diámetro, en la base mayor, por lo menos de 0.90 m. Deberá estar construido de modo que indique claramente la dirección del viento en la superficie y dé idea general de su velocidad.

El color o los colores deberán escogerse para que el indicador de la dirección del viento pueda verse e interpretarse claramente desde una altura de por lo menos 300 m teniendo en cuenta el fondo sobre el cual se destaque. De ser posible, deberá usarse un solo color, preferiblemente el blanco o el anaranjado. Si hay que usar una combinación de dos colores para que el cono se distinga bien sobre fondos cambiantes, deberá preferirse que dichos colores sean rojo y blanco, anaranjado y blanco, o

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

negro y blanco, y deberán estar dispuestos en cinco bandas alternadas, de las cuales la primera y la última serán del color más oscuro.

El emplazamiento de los indicadores de la dirección del viento se señalará por medio de una banda circular de 15 m de diámetro y 1.20 m de ancho. Esta banda debería estar centrada alrededor del soporte frangible del indicador y debería ser de un color elegido para que haya contraste, de preferencia blanco.

La manga utiliza la dirección y fuerza del viento respecto a la horizontal del suelo, indicando una idea aproximada de la velocidad del viento según el nivel de hinchamiento y de inclinación del cono de forma que:

- Cono vertical: Viento flojo
- Cono 45°: Viento Considerable
- Cono horizontal: Viento fuerte

En nuestro caso se colocarán dos mangas de viento dispuestos cerca de cada una de las cabeceras de la pista señalizadas correctamente dado el hecho que la pista puede utilizarse en ambos sentidos. En la siguiente imagen se observa una manga de viento típica a utilizar.



Manga de viento

Lámpara de señales

Es un dispositivo de señalización visual a utilizarse en caso de falla de del sistema de comunicación por radio o para aeronaves que no tengan equipamiento de radio.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Mediante la emisión de un haz de luz que puede emitir hasta 3 colores (rojo, verde y blanco) en forma destellada o estabilizada, emite una señal que es captada por el avión y este responde a la misma moviendo las alas en vuelo o los alerones si es en tierra.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes maniobras que deben realizar las aeronaves de acuerdo al tipo y color de luz:

Color y tipo de Luz	Desde Torre de Control	
	Aeronave en Vuelo	Aeronave en Tierra
Verde Fija	Autorizado a aterrizar	Autorizado a despegar
Roja Fija	Ceda el paso y siga en espera	No despegue
Verde destella	Regrese para aterrizar	Autorizado para rodaje
Roja destellada	Aeródromo peligroso, no aterrice	Apártese de la zona de aterrizaje
Blanca destellada	Aterrice y diríjase a la plataforma	Regrese al punto de partida

Tabla: Indicador de maniobras para lámpara de señales

Señales de Pista, calles de rodaje y plataformas

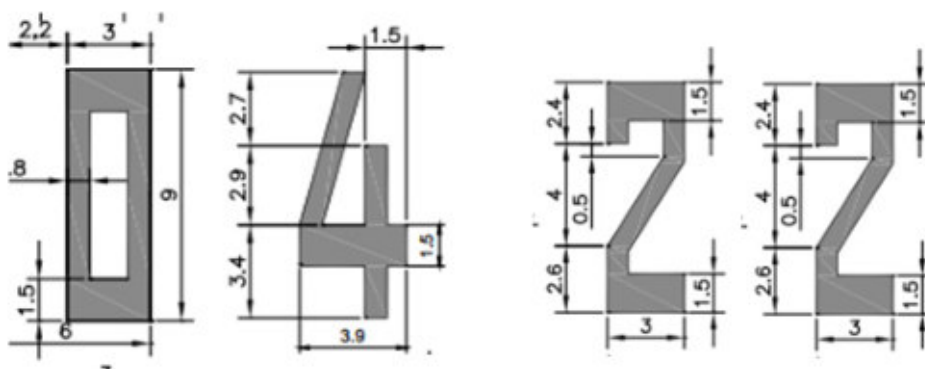
Dentro de las señales de pista, podemos diferenciar a las señales de acuerdo a su color ya que toda señal de color blanco se utiliza para demarcar la pista mientras que con color amarillo se señalan las calles de rodaje y plataformas. A partir de ello, nuestro aeródromo debe tener la siguiente señalización:

➤ Señal designadora de pista

La señal designadora de pista se emplazará 6 m antes del umbral de pista, en el sentido de la aproximación. La señal designadora de pista consistirá en un número de dos cifras, el cual será el entero más próximo a la décima parte del azimut magnético del eje de la pista, medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte magnético, visto en la dirección de la aproximación. Cuando la regla anterior dé un número de una sola cifra, ésta irá precedida de un cero.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

La pista tiene designación 04 y 22, los cuales deben plasmarse con las siguientes dimensiones de acuerdo con próxima imagen para ser visualizados con claridad por las aeronaves al momento de la aproximación.



Números de señal designadora de pista

➤ Señal de eje de pista

La señal de eje de pista se dispone a lo largo del eje de la pista entre la señal designadora de pista mediante una línea de trazos uniformemente espaciada. La longitud de un trazo más la del intervalo no será menor de 50 m ni mayor de 75 m.

La longitud de cada trazo será por lo menos igual a la longitud del intervalo, o de 30 m, tomándose la que sea mayor.

La anchura de los trazos no será menor de 0.45 m en pistas para aproximaciones que no sean de precisión cuyo número de clave sea 3.

➤ Señal de umbral

La señal de umbral de pista consiste en una configuración de fajas longitudinales de dimensiones uniformes, dispuestas simétricamente con respecto al eje de la pista y ubicadas a 6 m del umbral.

El número de fajas estará de acuerdo con el ancho de la pista, el cual puede determinarse de acuerdo con la siguiente tabla:

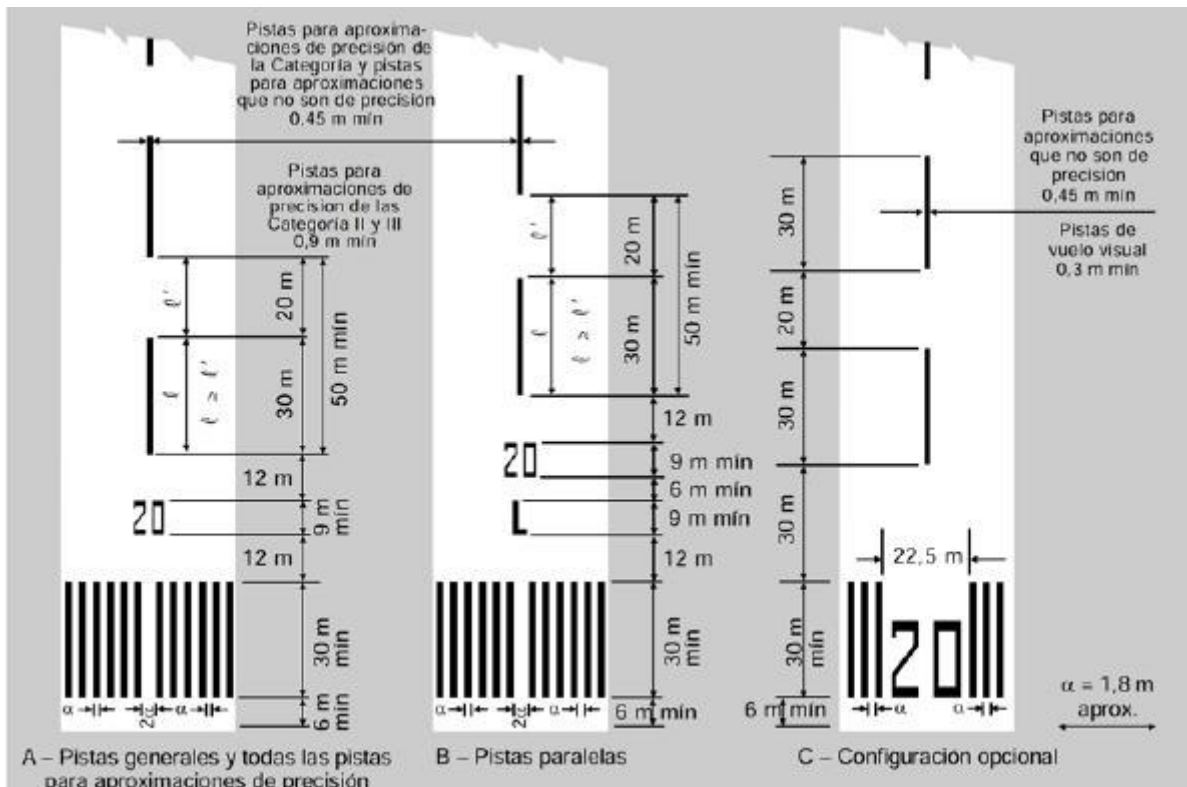
Anchura de la pista	Número de fajas
15 m	4
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

Tabla: Numero de fajas para señal de umbral

Las fajas se extenderán lateralmente hasta un máximo de 3 m del borde de la pista, o hasta una distancia de 27 m a cada lado del eje de la pista, eligiéndose de estas dos posibilidades la que dé la menor distancia lateral.

Las fajas tendrán por lo menos 30 m de longitud y 1.80 m aproximadamente de ancho, con una separación entre ellas de 1.80 m aproximadamente.

Las señales de designación de pista, de eje de pista y la señal de umbral se materializan de acuerdo a la siguiente figura:



Señales de designación de pista, de eje y umbral

➤ Señal de Punto de visada

Para pistas pavimentadas con número de clave 3 debe señalizarse un punto de visada a una distancia respecto del umbral de acuerdo a la siguiente tabla:

Emplazamiento y dimensiones (1)	Distancia disponible para aterrizaje			
	Menos de 800 m (2)	800 m hasta 1 200 m (exclusive) (3)	1 200 m hasta 2 400 m (exclusive) (4)	2 400 m y más (5)
Distancia entre el umbral y el comienzo de la señal	150 m	250 m	300 m	400 m
Longitud de la faja ^a	30-45 m	30-45 m	45-60 m	45-60 m
Anchura de la faja	4 m	6 m	6-10 m ^b	6-10 m ^b
Espacio lateral entre los lados internos de las fajas	6 m ^c	9 m ^c	18-22,5 m	18-22,5 m

Tabla: Distancia de Punto de Visada

Dado que distancia disponible entre 1200 m y 2400 m las características de la faja de punto de visada responden a la tercera columna de la tabla.

➤ Señal de eje de calle de rodaje

Dado que el número de clave es 3, se obliga a disponer de la señal de eje de calle de rodaje de manera de generar una continuidad entre el eje de la pista y los puestos de estacionamiento de las aeronaves.

La señal se materializará mediante una línea de trazo continuo de 15 cm de ancho de color amarillo.

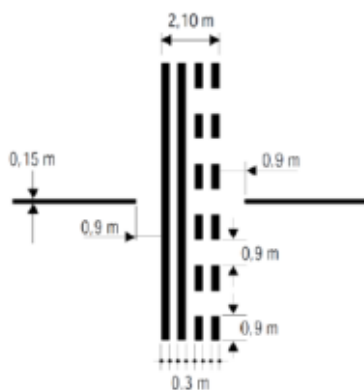
➤ Señal de plataforma de viraje en pista

Se debe suministrar la señal en la plataforma de viraje de modo que las aeronaves puedan realizar una maniobra de 180 grados y alinearse con el eje de la pista. La señal será de trazo continuo y de 15 cm de espesor.

➤ Señal de punto de espera de la pista

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Se debe disponer de esta señal en la intersección de las calles de rodaje con la pista a modo de esperar la autorización para realizar maniobras en pista. La tipología de la señal de punto de espera se muestra en la siguiente imagen.



Señal de punto de espera de la pista

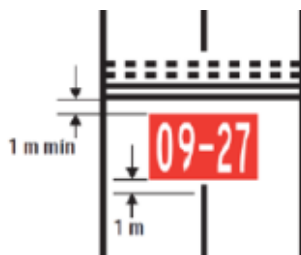
➤ Señal de estacionamiento de aeronaves en plataforma

Deberán proporcionarse señales de puesto de estacionamiento de aeronaves para los lugares de estacionamiento designados en una plataforma pavimentada. Las líneas de entrada, de viraje y de salida deberán normalmente ser continuas en el sentido longitudinal y tener una anchura de 15 cm y debe tener su correspondiente identificación.

➤ Señales de información

Se disponen señales de emplazamiento dispuestas transversalmente a la superficie de la calle de rodaje o plataforma según donde fuese necesario y de manera que pueda leerse desde el puesto de pilotaje de una aeronave que se aproxime.

La señal con instrucciones en calles de rodaje para clave sea B, se colocarán transversalmente en la calle de rodaje centrada en el eje y en el lado de espera de la señal de punto de espera de la pista. La distancia entre el borde más próximo de esta señal y esta señal de punto de espera de la pista o la señal de eje de calle de rodaje no será inferior a 1 m. En la próxima imagen se ilustra cómo deben disponerse las señales de información.



Señal de información

➤ Iluminación

Dado que la pista posee actualmente dispositivos de iluminación, también se ampliará la iluminación de toda la extensión de la pista de acuerdo a la distancia establecida en nuestro proyecto.

Sistemas visuales de indicadores de pendiente de aproximación

Se utilizará el actual sistema de aproximación visual que tiene el aeródromo a fin de facilitar la aproximación a la pista. El sistema utilizado es el denominado PAPI dado que por el número de clave 3 de be utilizarse este sistema de aproximación.

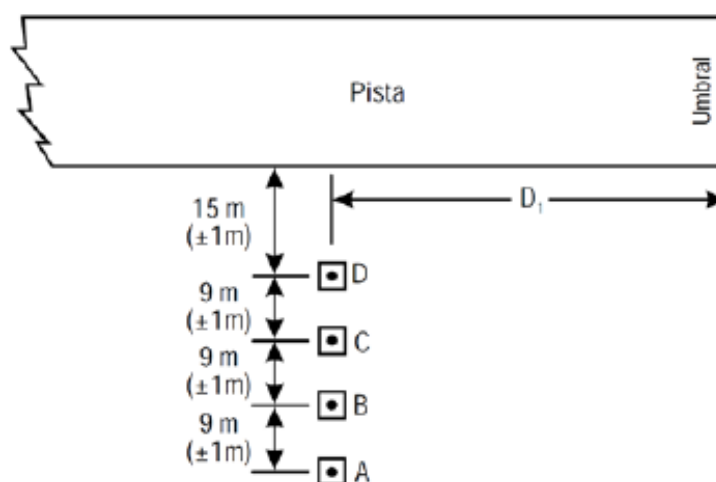
El sistema PAPI consistirá en una barra de ala con cuatro elementos de lámparas múltiples de transición definida situados a intervalos iguales que se utiliza tanto en condiciones diurnas como nocturnas. El sistema se colocará al lado izquierdo de la pista, a menos que sea materialmente imposible. La barra de ala de un PAPI estará construida y dispuesta de manera que el piloto que realiza la aproximación:

- a) vea rojas las dos luces más cercanas a la pista y blancas las dos más alejadas, cuando se encuentre en la pendiente de aproximación o cerca de ella.
- b) vea roja la luz más cercana a la pista y blancas las tres más alejadas, cuando se encuentre por encima de la pendiente de aproximación y blancas todas las luces en posición todavía más elevada.
- c) vea rojas las tres luces más cercanas a la pista y blanca la más alejada, cuando se encuentre por debajo de la pendiente de aproximación, y rojas todas las luces en posición todavía más baja.

Las ubicaciones de las alas del PAPI se deben ubicar a una distancia D_1 desde el umbral de pista de forma tal que el ángulo de aproximación de las aeronaves sea 3° grados medidos desde la horizontal según se detalla en la próxima imagen.

En función de lo descripto en el párrafo anterior, la distancia a la cual estará ubicado nuestro PAPI respecto del umbral de pista es:

$$D_1 = 145 \text{ m}$$



Ubicación del PAPI desde el umbral de pista

11 - TUNEL BAJO NIVEL DE PISTA

Uno de los puntos a resolver es la intersección de la futura traza de la pista de aterrizaje con la traza actual de la calle de acceso al aeródromo.

Dentro de las posibles soluciones planteadas para resolver ese conflicto, surgieron dos propuestas. Una de ellas era la de desviar la traza actual de la calle de acceso, bordeando el cementerio Otoñal y volviéndose a vincular una vez pasada la pista de aterrizaje. La segunda propuesta que surgió fue la de ejecutar un túnel por debajo traza de la futura pista, permitiendo que la calle de acceso mantenga trazado actual sin sufrir desviaciones.

Comparando ambas proposiciones decidimos optar por la segunda propuesta, o sea la ejecución de un túnel subterráneo. Analizando un poco la elección, a primera vista vemos que se ahorraría un gran costo de tiempo y dinero producto de las expropiaciones y la ejecución de la nueva traza tal

como se menciona en la primera propuesta. Aun sabiendo que para la excavación del túnel implica un gran movimiento de suelo y una complejidad mayor en la ejecución de la obra, decidimos optar por esta idea. Podemos mencionar como una gran ventaja la de aprovechar la gran cantidad de suelo extraído de la fosa que alberga al futuro túnel para la nivelación y ejecución de la nueva pista, esto si lo vemos desde un punto de vista técnico, es una gran ventaja poder utilizar suelo del lugar ahorrando así un gran costo en la logística del movimiento de suelo. Otro factor relevante que influyó en la decisión fue, que si se ejecutara la primera propuesta terminaríamos por encajonar la pista, bloqueando cualquier futura ampliación, ya que por el otro extremo de la misma nos veríamos imposibilitados debido a construcción de la futura Autopista Ruta 33.

Por nuestra parte nos toca proponer un diseño geométrico del túnel, de esta manera nos avocamos a la obtención de las presión horizontales y verticales que este tendría soportar, así como también obtener el valor de las pendientes y alturas máximas.

11-1- DISEÑO GEOMÉTRICO

En el diseño de la calzada interna del túnel, se propuso mantener el ancho actual de la calle de acceso, de esta manera el túnel se proyectó con dos carriles de circulación de igual dirección, pero de sentido contrario con un ancho de carril de 3.65m dejando una berma a cada lado de la calzada de 1.35m de ancho, de esta manera nos queda un ancho interno de túnel de 10.00m.

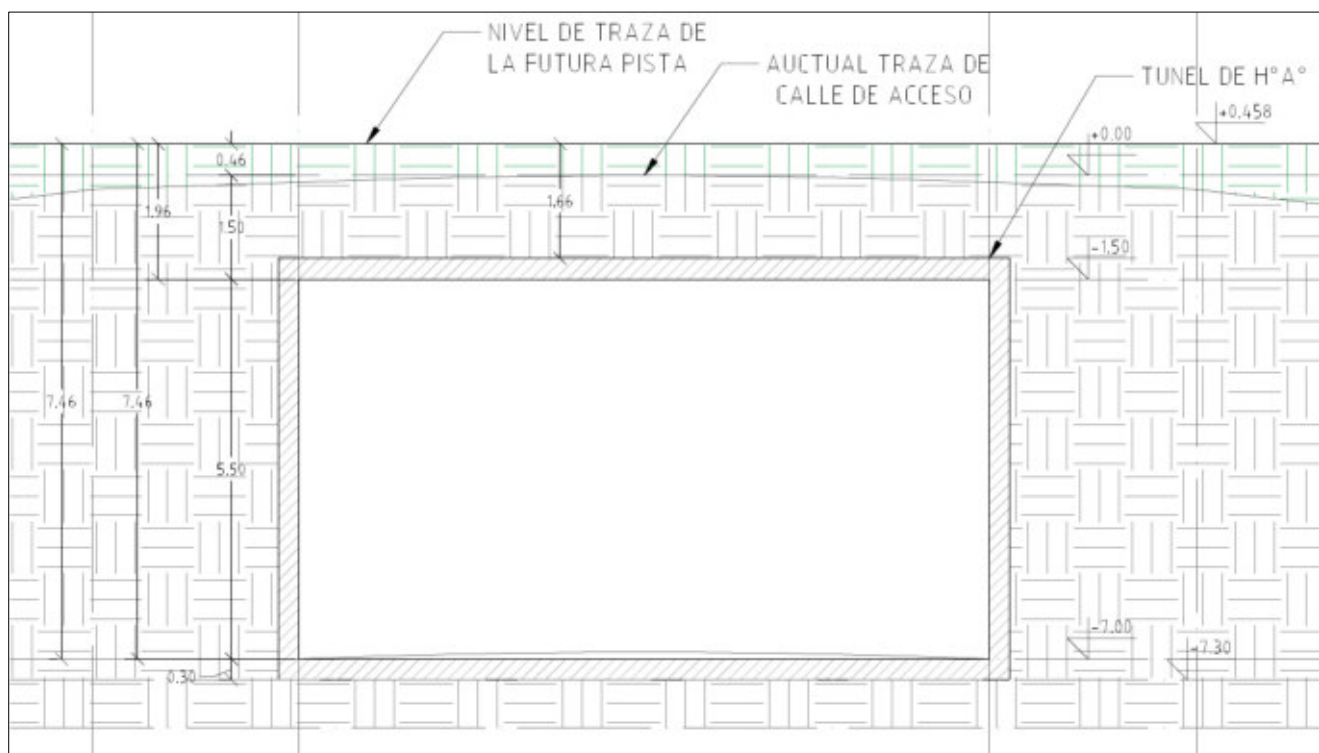
En cuanto a la profundidad, la cota superior del túnel se ubica a unos 1.20m por debajo de la cota de pavimento de la calle actual, que sumado a la diferencia que hay con la cota de pista se llega a tener un estrato de suelo de 1.66m por encima. Se decidió dar esta profundidad para que en el caso que un avión se llegase a salir de pista y quedara encima del puente exista un espacio de suelo que ayude en la redistribución del peso de la aeronave y que la absorción de la carga no sea únicamente soportada por la estructura de hormigón del túnel.

En cuanto al diseño geométrico del túnel se presentaron una serie de conflictos, ya que se debió tener en cuenta la pendiente y la longitud del plano inclinado de ingreso al túnel, ya que la longitud está condicionada por el acceso al cementerio Otoñal y al futuro nuevo ingreso al aeródromo. En cuanto a la pendiente, se respetaron las pendientes máximas para no crear inconvenientes en el tránsito pesado principalmente.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Como resultado adoptamos como pendiente del camino de ingreso y egreso del túnel un porcentaje de inclinación del 7% que no afecta la normal circulación de los vehículos. La mencionada pendiente representa una longitud horizontal en planta de unos 150m aproximadamente.

En la siguiente imagen, se muestra un perfil transversal del túnel donde se observan los niveles de respecto de la pista y de la calle de acceso actual.



Perfil transversal del túnel

11-2- PRESIONES SOBRE TUNEL

Para conocer a que esfuerzos estará sometido el túnel se procedió al cálculo de las presiones Verticales y Horizontales actuantes sobre el mismo, para esto suponemos que el túnel está inmerso en un medio (suelo) que se encuentra en equilibrio estático. Definimos entonces el coeficiente de presión de tierra en reposo (K_0) y la relación que existe entre presiones horizontales y verticales mediante la siguiente relación:

$$K_0 = \sigma_h / \sigma_v$$

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

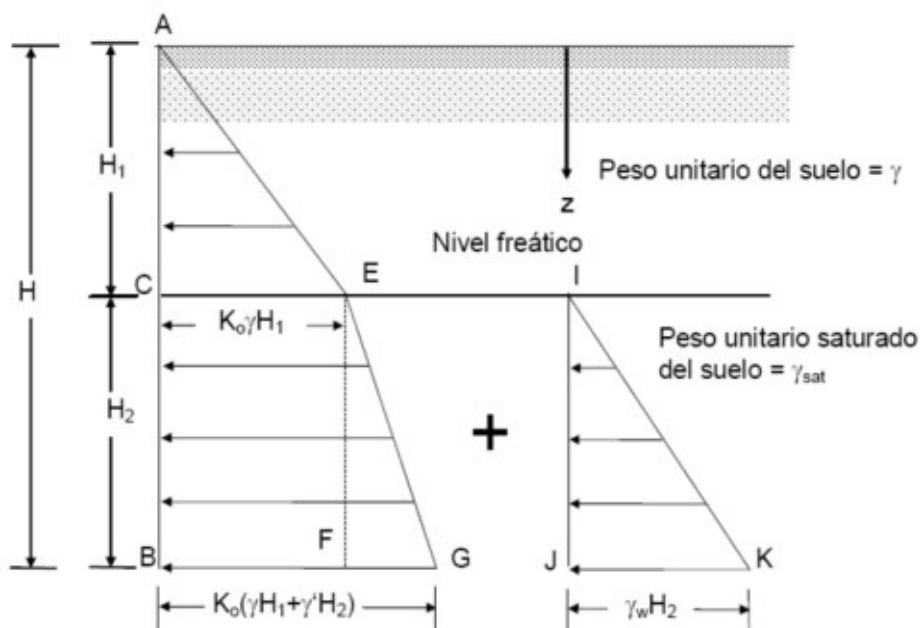
En nuestro caso adoptamos un valor de K_0 de acuerdo al suelo del lugar, este lo obtuvimos de la tabla de valores típicos de K_0 . Dentro del rango que propone la tabla adoptamos el valor de $K_0=0.6$

Rango usual de valores de k :

k	Granular	Cohesivo
k_p	3-14	1-2
k_0	0.4-0.6	0.4-0.8
k_a	0.33-0.22	1-0.5

Valores típicos de K_0

El suelo está parcialmente sumergido dado el hecho que tenemos el nivel freático a unos 2.75m por debajo del nivel cero. En función de lo descrito anteriormente, el cálculo de las presiones en reposo horizontales para un suelo parcialmente sumergido, tiene una distribución de presiones tales como se muestra en el siguiente diagrama.



Distribución de presiones en suelo parcialmente sumergido

Para la obtención de las presiones verticales utilizamos la siguiente relación:

$$K_0 = \sigma_h / \sigma_v$$

$$\sigma_v = \gamma z$$

$$\sigma_h = K_0 (\gamma z)$$

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

PRESIONES HORIZONTALES DE TIERRA EN REPOSO

$$\sigma_h = K_0 \times \gamma \times Z$$

ESTRATIGRAFÍA SUPUESTA

	m	KN/m ³	KN/m ²			KN/m ³
1	2,50	17,20	12,00	13,00		
2	2,75	NIVEL FREATICO				
3	3,20	17,90	25,00	7,00	0,60	10
4	2,90	18,30	32,00	9,00		
5	8,20	18,90	10,00	21,00		

PRESIONES HORIZONTALES TOTALES

1	25,80	KN/m ²
2	55,34	KN/m ²
3	89,70	KN/m ²
4	121,55	KN/m ²
5	214,53	KN/m ²

PRESIONES HORIZONTALES NEUTRAS

1	0,00	KN/m ²
2	0,00	KN/m ²
3	19,20	KN/m ²
4	36,60	KN/m ²
5	85,80	KN/m ²

PRESIONES EFECTIVAS TOTALES

1	25,80	KN/m ²
2	55,34	KN/m ²
3	108,90	KN/m ²
4	158,15	KN/m ²
5	300,33	KN/m ²

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

PRESIONES VERTICALES DE TIERRA EN REPOSO

$$\sigma_v = \gamma \times Z$$

ESTRATIGRAFÍA SUPUESTA

	m	KN/m3	KN/m2			KN/m3
1	2,50	17,20	12,00	13,00	0,00	10
2	2,75	NIVEL FREATICO				
3	3,20	17,90	25,00	7,00		
4	2,90	18,30	32,00	9,00		
5	8,20	18,90	10,00	21,00		

PRESIONES VERTICALES TOTALES

0	28,55	KN/m2	PRESION VERTICAL EN LOSA SUPERIOR DE TUNEL			
1	43,00	KN/m2				
2	92,23	KN/m2				
3	149,51	KN/m2				
4	202,58	KN/m2				
5	357,56	KN/m2				

PRESIONES HORIZONTALES NEUTRAS

1	0,00	KN/m2
2	0,00	KN/m2
3	32,00	KN/m2
4	61,00	KN/m2
5	143,00	KN/m2

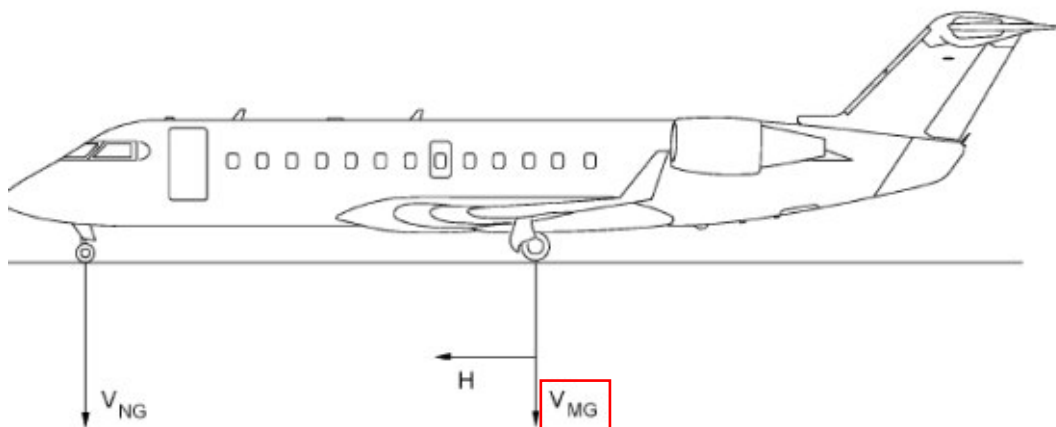
PRESIONES EFECTIVAS TOTALES

1	43,00	KN/m2
2	92,23	KN/m2
3	117,51	KN/m2
4	141,58	KN/m2
5	214,56	KN/m2

11-3-PRESIÓN ADICIONAL

En el caso de la presión vertical sobre túnel, es necesario tener en cuenta la presión que podría ejercer un avión que por alguna maniobra de emergencia quedase detenido encima de él, también tenemos que pensar que, en una ampliación futura de la pista, esta pasaría por encima del mismo.

Para obtener la presión que ejerce el avión sobre el túnel, suponemos que cada tren de rueda es una carga puntual y mediante la expresión de Boussinesq de la distribución de esfuerzos en el terreno debido a una carga puntual obtenemos que valor de presión alcanza la zona superior del túnel.



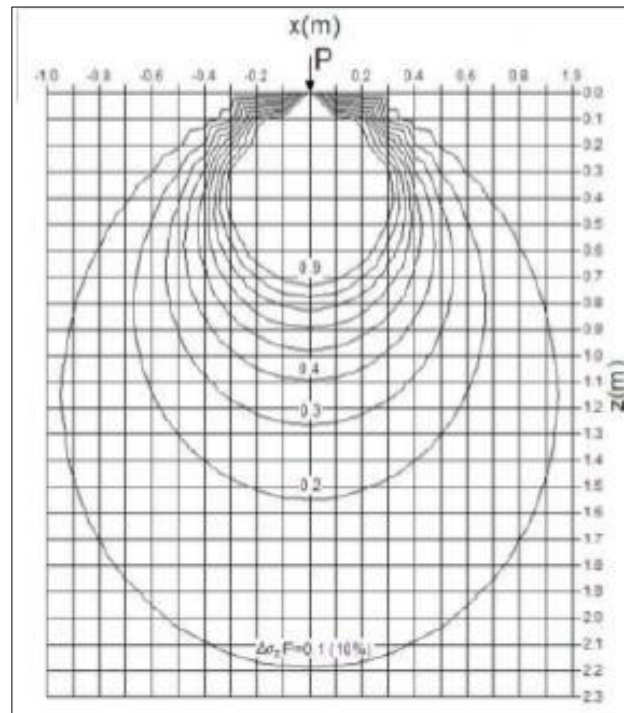
		V_{NG}		V_{MG} (PER STRUT)	H (PER STRUT)	
		STATIC AT MOST FORWARD CG	STATIC + BRAKING 16 ft/sec. ² (4.88 m/sec. ²) DECELERATION	MAXIMUM LOAD OCCURRING AT STATIC AFT CG	AT STEADY BRAKING 10 ft/sec. ² (3.05 m/sec. ²) DECELERATION	AT INSTANTANEOUS BRAKING (COEFFICIENT OF FRICTION 0.8)
CRJ100/200	47 700 lb (21 636 kg)	4728 lb (2145 kg)	8302 lb (3766 kg)	22 800 lb (10 342 kg)	21 680 lb (9834 kg)	16 120 lb (7312 kg)
CRJ100 ER CRJ200 ER	51 250 lb (23 247 kg)	5083 lb (2306 kg)	8839 lb (4009 kg)	23 892 lb (10 837 kg)	22 711 lb (10 302 kg)	16 857 lb (7646 kg)

Distribución de la carga del avión de diseño

El valor de P para el cálculo de presiones lo obtenemos de la tabla que ofrece el catálogo del avión. Analizando la distribución de carga en cada tren de aterrizaje, podemos observar que en el eje trasero se encuentra la carga de mayor valor, y la que tomamos en cuenta como carga puntual para verificar los esfuerzos.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Se adoptará el factor de influencia de acuerdo al tipo de carga según la distribución de Boussinesq. En la imagen se observa la distribución de presiones para una carga puntual según la mencionada teoría.



Distribución de presiones para carga puntual. Teoría de Boussinesq

El efecto de la carga del peso del avión sobre el túnel se debe afectar por el coeficiente de Boussinesq a la profundidad de 1.66 m.

$$P=10837 \text{ Kg}$$

$$P= 108370 \text{ KN} \times 0.2 \text{ (influencia de P de acuerdo a bulbo de presiones de Boussinesq)}$$

$$P= 21674 \text{ KN}$$

Presiones de Boussinesq

La presión de una carga puntual debido al bulbo de presiones es:

$$\sigma_z = \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right]^{\frac{5}{2}}} \frac{P}{z^2}$$

Donde:

- σ_z = Vertical stress
- r = Radial distance from load
- z = Depth
- P = Point load

Dónde:

- $r=0.85\text{m}$
- $z=1.66\text{m}$
- $P=21674\text{KN}$

La tensión que recibe la losa superior del túnel a la profundidad especificada producto del peso del avión es:

$$\sigma_z = 2.66 \text{ KN/m}^2$$

11-4- GRAFICO RESULTANTE DE PRESIONES

En el siguiente grafico podemos visualizar el diagrama final de presiones que se ejercen sobre el túnel.

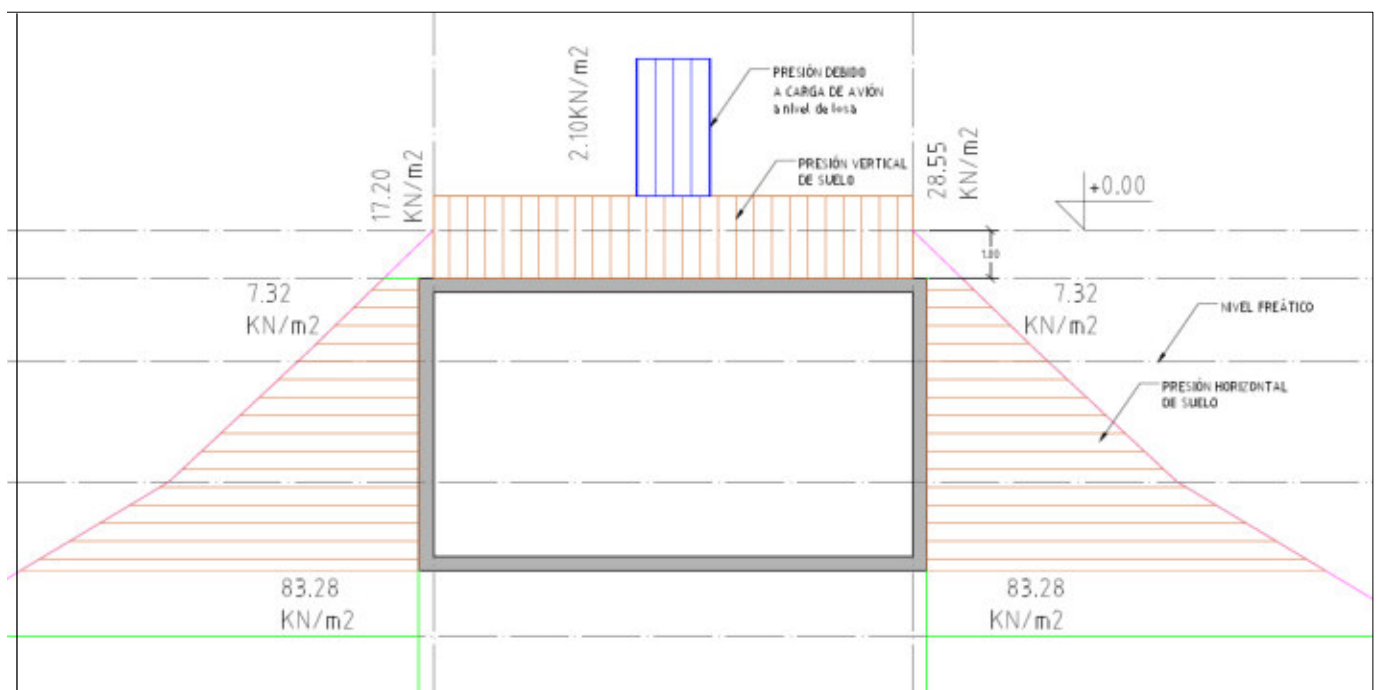


Diagrama de presiones sobre el túnel

12-ETAPAS DE OBRA

Si bien este proyecto se centra en la ampliación de la pista de aterrizaje principal, plataforma y calle de rodaje, también engloba a una serie de proyectos u obras que son necesarias para el funcionamiento general del aeródromo.

Las obras complementarias, son los nuevos ingresos al predio, el túnel, la nueva terminal aérea, la nueva torre de control y el nuevo estacionamiento vehicular, las cuales son parte de un gran conjunto que permite el movimiento y la articulación del nuevo proyecto con el actual aeródromo. Esto último es un punto importante a tener en cuenta, ya que se debe llevar adelante la ejecución de cada etapa sin entorpecer el funcionamiento actual.

La división en etapas del proyecto global permite seccionar la obra, analizar y darle prioridad a cada fase de la ejecución. De acuerdo a la importancia, planteamos la división de proyecto en 5 etapas:

- **1° Etapa:** Ejecución de Túnel vial bajo pista, acceso a Nuevo estacionamiento, Expropiación.
- **2° Etapa:** Ejecución de ampliación de Pista Principal y Márgenes de seguridad.
- **3° Etapa:** Ejecución de nueva Plataforma, Calles de Rodaje y nuevo aprovisionamiento de combustible.
- **4° Etapa:** Ejecución de nueva Torre de Control y Terminal aérea.
- **5° Etapa:** Ejecución de nuevo Estacionamiento y nuevo Ingreso al aeródromo actual.

Descripción general de cada Etapa:

1° Etapa: En la primera etapa notamos que está como prioridad la ejecución de un túnel sobre la actual traza del Camino al Aeródromo, esto es debido a la necesidad de generar un espacio plano que permita extender las dimensiones de la pista actual y espacios de seguridad. Estos espacios se encuentran en el mismo sitio que la traza actual del camino de acceso, de esta manera es necesario darle prioridad a la solución de este conflicto para luego poder dar inicio a la ampliación de pista.

En la ejecución de la estructura portante del túnel se propone en H°A° H-25 o superior, y la ejecución del pavimento tanto en el túnel como en la rotonda se plantea continuar con la misma tipología de material que se encuentra en la traza actual (pavimento asfáltico).

En esta etapa observamos que existen otros puntos a tratar, como lo es el desvío temporal de la circulación de vehículos que utilizan el camino existente de acceso al Aeródromo. En la siguiente

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

imagen planteamos un camino alternativo como posible solución, sería necesario tener presente que es un camino rural sin ningún tratamiento y en días de lluvia su tránsito se vería anegado si no se realizará algún tipo de mejora. Se podría plantear un tratamiento superficial como puede ser un perfilado y el agregado de piedra 10-30.

Otro punto a tener en cuenta el planteo de un acceso temporal al cementerio otoñal haciendo uso de la banquina para permitir la ejecución de la rotonda que dará posibilidad de ingreso al cementerio y al mismo tiempo permitir el paso de maquinaria para la ejecución de la obra del Túnel.



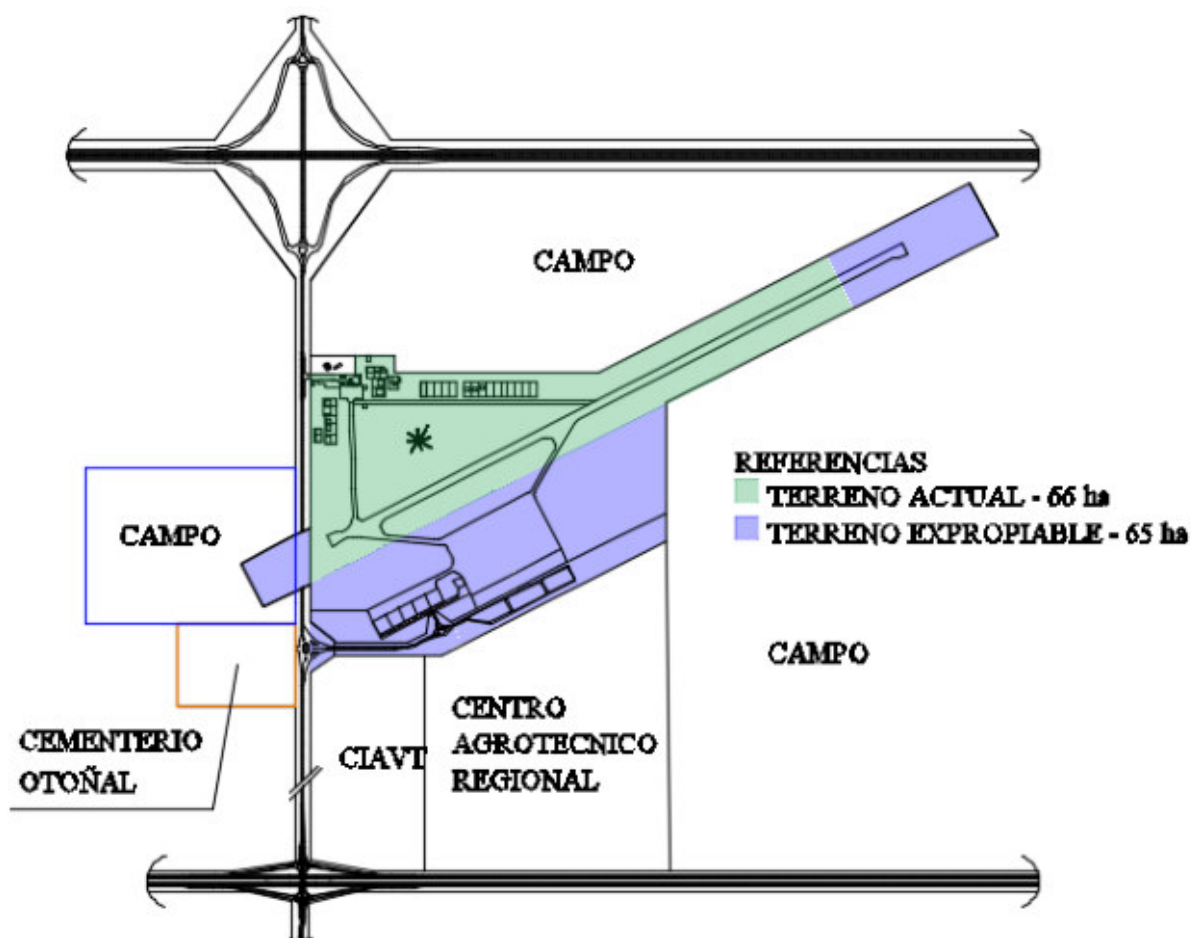
Posible camino alternativo para el acceso al aeródromo.

En color violeta, ubicación de túnel

En color rojo, alternativa de camino para acceso a aeródromo

En celeste, ubicación de cementerio Otoñal

Dentro de la ejecución de la primera etapa se encuentra una fase que no se puede evitar, que es la de expropiar los terrenos lindantes al aeródromo actual para continuar con las etapas siguientes. En la siguiente imagen mostramos la superficie de terreno necesaria a expropiar.



Superficie a expropiar

En esta primera etapa, si sumamos los costos individuales de la obra de Túnel, el acceso y las expropiaciones, esta etapa tendría un valor aproximado de \$237.531.961,19.

2° Etapa: En la segunda etapa se encuentra la ampliación de los márgenes de pista y la ejecución de la extensión de la misma. Habiendo concluido la primer Etapa y teniendo el terreno disponible procedemos a la ejecución de la ampliación y delimitación de los márgenes de seguridad, Para poder dar inicio a la obra de la extensión de la pista de aterrizaje. En este punto será necesario anular por completo el uso de la traza actual, mientras esta permanezca en obra.

El diseño de la pista se llevó a cabo siguiendo las normativas que se indican el Manual de la OACI, Organización de Aviación Civil Internacional, eligiendo un avión de Diseño en base a un estudio de mercado.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Por practicidad se decidió generar la ampliación de la pista continuando con la tipología del material utilizado en la traza actual, de esta manera se ejecutaron las ampliaciones utilizando pavimento asfáltico debido a la rapidez de puesta en servicio que este posee, de manera tal que se mantenga la pista cerrada el menor tiempo posible.

En esta segunda etapa, si sumamos los costos individuales de la ampliación de Pista Principal y márgenes de seguridad, tendría un valor aproximado de \$96.391.543,53.

3° Etapa En la tercera etapa se encuentra la ejecución de la plataforma de aparcamiento de aeronaves, junto con las calles de rodaje y el sector de aprovisionamiento de combustible. La plataforma será ejecutada en Hormigón Armado, calidad H-25, con su correspondiente diseño de juntas, alcanzando un tamaño máximo de 345 m x 195 m. Se decidió ejecutarla en este material debido a los esfuerzos que está sometido por los aviones, ya que estos producen un mayor efecto cuando se encuentran detenidos.

La plataforma posee un diseño que permite aparcar a diez aeronaves de tamaño similar a la tomada como aeronave de diseño, y por su geometría el estacionado es de forma frontal a la terminal, quedando espacio suficiente para que realizando un giro se retome hacia la salida. Todos los movimientos realizados por parte de las aeronaves y del personal se ejecutan siguiendo un circuito marcado sobre el pavimento de la misma.

El sector de carga de combustible se posicionó en un sector lindero a la plataforma, esto se decidió debido a la necesidad de que este sitio este en un lugar de tránsito a baja velocidad y cercano al emplazamiento, permitiendo que tanto aviones como helicópteros puedan arribar sin mayor peligro ni dificultad. Por el tipo de hidrocarburo que se maneja se optó por ejecutar el piso de este emplazamiento con la misma tipología que se utilizó en la plataforma.

Las calles de rodaje que conectan la plataforma con la pista principal son de dimensiones similares entre si y están ejecutadas en asfáltico con una dimensión de 200m de longitud x 12 m de ancho.

Tanto la plataforma como las calles de rodaje se diseñaron de acuerdo a las normativas que se expresan el manual de Diseño de aeropuertos de la OACI.

Esta tercera etapa sumando los costos individuales de cada componente, se alcanza un valor aproximado de \$542.187.743,01.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

4° Etapa: En la cuarta etapa, se centrará la ejecución de la terminal aérea y la nueva torre de control. Para el alcance de nuestro proyecto sólo planteamos la ubicación geográfica y proponemos una dimensión geométrica a fin de poder contemplar un valor a la hora de generar un cómputo y graficar el espacio que estos elementos ocuparían en el espacio.

A modo de dar una idea para el caso de la terminal se propone generar una estructura metálica de dos niveles, en la planta baja se ubicaría todo lo necesario para los pasajeros y el a planta alta oficinas privadas y algún servicio extra o función que se pueda desarrollar en el edificio. Se recomienda generar un cerramiento vidriado en todo su perímetro, permitiendo una vista 360° hacia todo el predio pudiendo observar tanto el movimiento de aviones como tener una vista general del predio.

En el caso de la torre de control se genera un planteo similar, se propone realizar el cuerpo principal de la torre en estructura metálica, generando un cerramiento vidriado perimetral en el sector de oficinas, combinado con placas de aluminio prepintado.

La ejecución de la cuarta etapa sumando los costos individuales alcanza un valor aproximado de \$150.444.364,00.

5° Etapa: En la quinta etapa, se plantea la ejecución del nuevo estacionamiento y calle de ingreso para la nueva terminal y la reforma a realizar en el ingreso existente, parte actual del aeródromo.

Para la ejecución del nuevo estacionamiento y el ingreso al mismo se plantea un diseño que acompañe la ubicación de la terminal aérea de manera de facilitar el acceso a la misma. La superficie de rodadura se decidió hacer en asfalto, ya que es un sitio que no es sometido a grandes esfuerzos, continuando además con la tipología de pavimento que existe en el ingreso.

La ejecución de la quinta etapa sumando los costos individuales alcanza un valor aproximado de \$75.529.467,21.

El costo total de la obra, sumando las cinco etapas alcanzaría un valor de \$ 1.102.085.078,94 que trazando un paralelo del costo a valor dólar tomando como referencia un dólar a \$63 pesos argentinos obtenemos un valor de USD 17.493.413,95.

Planteamos este listado etapas y orden de ejecución para permitir articular la ejecución de la totalidad de la obra tratando de interrumpir el menor tiempo posible del funcionamiento del aeródromo y la circulación vehicular por el camino de acceso. En ciertos puntos se verán afectados tanto la circulación vehicular como la navegación aérea. La idea general que planteamos es que la

parte existente quede solo para uso de fumigadores y los particulares que se radican actualmente y toda la nueva obra pasaría a ser utilizada por la aerolínea regular y proporcionar abastecimiento de combustible a aeronaves, siendo la actual torre de control desafectada por completo y tomando la responsabilidad la nueva torre.

Haciendo un resumen, planteamos primero la preparación del terreno necesario, como lo son las expropiaciones y ejecución del túnel para lograr generar una superficie plana y sin obstáculos y permitir la circulación aérea y terrestre sin interferencias. Como segundo se propone generar la nivelación de la superficie de terreno natural y ampliación de la pista principal con sus márgenes de seguridad correspondientes. De esta manera puede empezar a operar la nueva aerolínea, utilizando la actual torre de control como guía para la navegación y el sector existente para el ingreso de pasajeros. Como tercer punto se pretende generar un espacio para la detención y aparque de los aviones de mayor porte permitiendo no generar interferencia con la actividad que se desarrolla en el aeródromo actual. Como cuarto punto tenemos la edificación de la terminal y la torre de control, posibilitando la independencia en cuanto a navegación de la actual gestión con la nueva. Por último, tenemos la quinta etapa en donde se genera el ingreso vehicular y estacionamiento en la nueva terminal. De esta manera se desvincula por completo la parte existente de la nueva edificación, quedando como único punto en común la utilización de la pista principal.

13- PROYECTOS A FUTURO

Dentro del proyecto de remodelación del aeródromo de la ciudad de Venado Tuerto, se engloban una serie de otros proyectos que no se desarrollaron en profundidad dado el hecho que no estaban alcanzados dentro de los objetivos o el alcance del trabajo.

Si bien no se profundizaron algunos proyectos que formarían parte de la integridad del nuevo aeródromo propuesto, si deja planteado para que sean desarrollados en mayor profundidad en futuro.

Como se puede apreciar, los objetivos del proyecto consisten en realizar un diseño geométrico general de las principales partes que son necesarias para la re funcionalización integral del aeródromo, haciendo énfasis principalmente en el diseño geométrico y ejecución de la pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de maniobra y estacionamiento con su respectiva señalización para brindar la seguridad correspondiente a las aeronaves.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Se deja realizado un planteo sin entrar en profundidad de las partes que no son parte de los objetivos pero que si forman parte de la remodelación integral del aeródromo. El planteo ejecutado es principalmente un diseño geométrico de las siguientes partes:

- Túnel bajo nivel de pista.
- Ingresos y egresos a la nueva y a la actual terminal aérea.
- Ubicación y diseño de nueva terminal aérea y torre de control.
- Zona de estacionamientos para vehículos.
- Planteo de conexión a la futura autopista 33 y actual Ruta Nacional 33. Estos diseños se tomaron del proyecto de Vialidad Nacional para el caso de la traza futura autopista. Para la resolución del nudo vial entre el camino de acceso al aeródromo y la actual ruta nacional 33 se utilizó el desarrollo propuesto en su proyecto final por el Ingeniero Mauricio Revelant.

Estos ítems se dejan planteados para que puedan ser desarrollados a futuro con mayor detalle, puesto que cada ítem mencionado puede convertirse en un futuro proyecto para los alumnos dada la importancia de cada uno de ellos.

14- FINANCIACION

Durante el proceso de planificación de un proyecto de la categoría como lo es el nuestro, deberá estudiarse las posibles fuentes de fondos para la financiación del proyecto aeroportuario y seleccionarse aquellas que habrán de considerarse.

En este tipo de obras que significan una gran inversión económica es importante el estudio y la correcta elección del tipo de financiación elegida.

Los estudios de las posibles fuentes son importantes porque permiten contar desde el comienzo con una indicación de la probabilidad de conseguir financiación, disponer del tiempo necesario para las gestiones preliminares, normalmente prolongadas, que preceden el otorgamiento de préstamos, e interiorizarse de los procedimientos y demás requisitos propios del proceso de obtención de crédito.

Las posibles fuentes de fondos varían considerablemente de un Estado a otro y deben estudiarse en cada proyecto para determinar a cuáles podrá recurrirse. Tradicionalmente, las fuentes de fondos más comunes para el desarrollo aeroportuario son las fuentes públicas. Estas incluyen los fondos

proporcionados directamente por el Estado Nacional a través de los Organismos pertenecientes a este como así también, pueden entrar en juego instituciones u organismos públicos internacionales.

Hoy en día es mucho mayor el uso de créditos comerciales, lo que también subraya la multiplicación de entidades autónomas que deben procurarse su propia financiación. También se observa una tendencia interesante en la creciente importancia de títulos de deuda y capitales accionarios, otra indicación de las nuevas estructuras de organización en los aeropuertos.

La prefinanciación de proyectos de inversión mediante los derechos aeroportuarios es otra fuente que puede utilizarse en casos específicos y bajo determinadas condiciones.

- **Fuentes Nacionales**

Las fuentes nacionales pueden obtenerse por diversos medios disponibles dentro del propio Estado, incluyendo préstamos (y en ocasiones, subvenciones) de fuentes estatales, préstamos comerciales negociados a través de bancos y otras instituciones financieras del país, y la financiación otorgada por los propios contratistas y otras firmas que participan en el proyecto.

La asistencia estatal, en forma de préstamos sin interés o incluso de subvenciones, puede solicitarse en reconocimiento de los beneficios locales, regionales y nacionales derivados de la existencia y desarrollo del aeropuerto. Si los ingresos no alcanzan a cubrir todos los costos de explotación, lo que incluye la depreciación y los intereses, la ejecución de cualquier nueva obra aeroportuaria dependerá inevitablemente de la asistencia estatal en cierta medida, y para conseguir esa asistencia los beneficios que se acaban de mencionar pueden jugar un papel de particular importancia.

Por supuesto, en reconocimiento de esos beneficios puede también solicitarse asistencia financiera del gobierno regional y local, además del nacional, pero al hacerlo el aeropuerto deberá estar en condiciones de demostrar que las comunidades de esas jurisdicciones obtendrán con el proyecto ventajas adicionales a las que benefician al resto del país.

- **Fuentes Extranjeras**

Cuando no sea posible obtener la financiación necesaria por medio de las instituciones nacionales, es preciso recurrir a fuentes extranjeras tales como:

Instituciones bilaterales

En algunos casos puede conseguirse financiación de gobiernos extranjeros en forma de préstamos negociados directamente con el gobierno del país receptor, o con la facilitación de determinadas dependencias u agencias estatales creadas con el fin primordial de impulsar y promover el desarrollo económico y social en diversas zonas del mundo.

Bancos y fondos para el desarrollo

De todas las fuentes de financiación extranjera a disposición de los Estados en desarrollo, es posible que las más importantes sean los bancos y fondos internacionales creados para asistir en la financiación y ejecución de proyectos destinados a promover el desarrollo económico nacional.

• Otras Fuentes de Financiación

Para algunos aeropuertos, la venta de capital social del aeropuerto como medio para la generación de fondos para el desarrollo de proyectos aeroportuarios ha resultado ventajosa. Al emitir estas acciones, los propietarios del capital accionario participan tanto en las ganancias como en los riesgos inherentes a la explotación del aeropuerto.

Si bien es poco habitual, otra de las opciones para la financiación de un desarrollo aeroportuario es el contrato de “construcción, explotación y transferencia” (CET). En esta modalidad, una empresa se compromete a construir instalaciones aeroportuarias (por ejemplo, una terminal) y explotarlas durante un número determinado de años, después de lo cual la propiedad se transfiere al aeropuerto.

14-1 ELECCION DE LA FINANCIACION DE NUESTRO PROYECTO

Para elegir el tipo de financiación que más se adecue a nuestro proyecto analizamos nuestra situación actual, la proyectada a futuro como así también se investigaron ciudades de características similares a la nuestra en relación a cantidad de habitantes y las actividades comerciales, industriales y turísticas que desarrollan y que además han llevado adelante proyectos de con gran similitud al nuestro. Como principal ejemplo de esto último, podemos citar la remodelación del aeródromo que llevo adelante la ciudad de Sunchales, una ciudad que si bien tiene una cantidad menor de habitantes, si tiene un desarrollo económico agroindustrial y comercial del mismo tenor que nuestra ciudad.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

Recordando lo mencionado en el principio de nuestro trabajo, vemos que la necesidad de la ejecución de este proyecto proviene principalmente del sector agroindustrial y metalúrgico, dado que ellos son los posibles usuarios de este servicio que incluyen a las grandes compañías nacionales e internacionales que demandan un medio de transporte seguro y rápido principalmente hacia la ciudad de Buenos Aires.

Por otro lado, tenemos el posible desarrollo e integración que la ciudad y la región va a experimentar, incrementando los beneficios locales y regionales derivados de la existencia y desarrollo del aeropuerto y de la posibilidad de contar vuelos regulares. Podemos citar como ejemplo el desarrollo del turismo regional, congresos académicos del ámbito universitario, de profesionales de diversas ramas son solo algunos de los beneficios que pueden generarse a partir de este proyecto.

De esta manera vemos una gran posibilidad de obtener la financiación de la obra mediante aportes del sector Público, ya sea por créditos con tasa de interés baja o subvenciones otorgados por la provincia y la nación. Asimismo debe contarse también con aportes económicos provenientes del sector privado como lo son las grandes industrias de la ciudad tales como los semilleros multinacionales, las industrias metalmeccánicas, como así también compañías del ámbito financiero, dado que serían los principales potenciales usuarios beneficiados con este proyecto.

El aporte del sector privado sería retribuido con beneficios exclusivos para cada uno de los aportantes, principalmente en el uso del transporte aéreo ya sea a través de viajes exclusivos para personal de la empresa, como también, mantener una reserva permanente de asientos en la aeronave a su disposición.

A su vez es importante la participación de los gobiernos estatales en sus distintas escalas no solo en la etapa de ejecución del proyecto, sino también en la etapa operativa del mismo, a través de subvenciones o ayudas que fomenten y faciliten el funcionamiento de aerolíneas que realicen vuelos regulares con frecuencia; como así mismo incentiven el desarrollo de este tipo de transporte, dado el hecho que es lo que se viene en materia de transporte debido a los beneficios que este tipo de transporte trae consigo.

Creemos convincentemente que de esta manera se puede llevar adelante nuestro proyecto dado que se han llevado con éxito proyectos de este tipo. Podemos citar como ejemplo en la Provincia de Santa Fe la remodelación del Aeródromo de la ciudad de Sunchales. La mencionada ciudad posee una población aproximada de 21.000 habitantes según el censo de 2010 y una actividad agrícola,

industrial y administrativa importante por parte de grupos empresariales, condición muy similar a lo que ocurre en nuestra ciudad que posee grandes grupos empresariales e industrias que hacen que pueda llevarse adelante una inversión como la realizada en Sunchales.

A partir del año 2011 con aportes privados del grupo Sancor Seguros y el Estado Provincial se comenzó con la tarea de remodelación del aeródromo, adquiriendo 97 hectáreas necesarias para la remodelación de la infraestructura, que incluía la extensión de la pista de aterrizaje y despegue, un sistema de balizamiento de mayor intensidad, un nuevo sistema de luces de aproximación que mejoran las condiciones de visibilidad, alineación y distancia en la fase final de aterrizaje, mejoras en sistema de provisión de combustible, demarcación y ayudas visuales un pista, calle de rodaje y plataformas. Por otra parte, para el servicio de pasajeros, se diseñó una sala de pre-embarque dividida en salones VIP, tanto para vuelos comerciales como para vuelos privados y ejecutivos que partan desde el Aeródromo. Dentro de los nuevos servicios, se destaca el bar con máquinas de café y bebidas, Wi-Fi, sala de espera completamente equipada y mostrador de chequeo para pasajeros de vuelos comerciales. A esto, se suma la Estación Meteorológica local, un área administrativa, oficina para los pilotos y estacionamiento gratuito para los usuarios con sistema de vigilancia las 24 horas. Con lo cual, podemos ver que cuando existe un interés mutuo entre lo público y lo privado en la ejecución de este tipo de proyectos de gran envergadura es posible llevarlos a cabo.

15- COMPUTO Y PRESUPUESTO

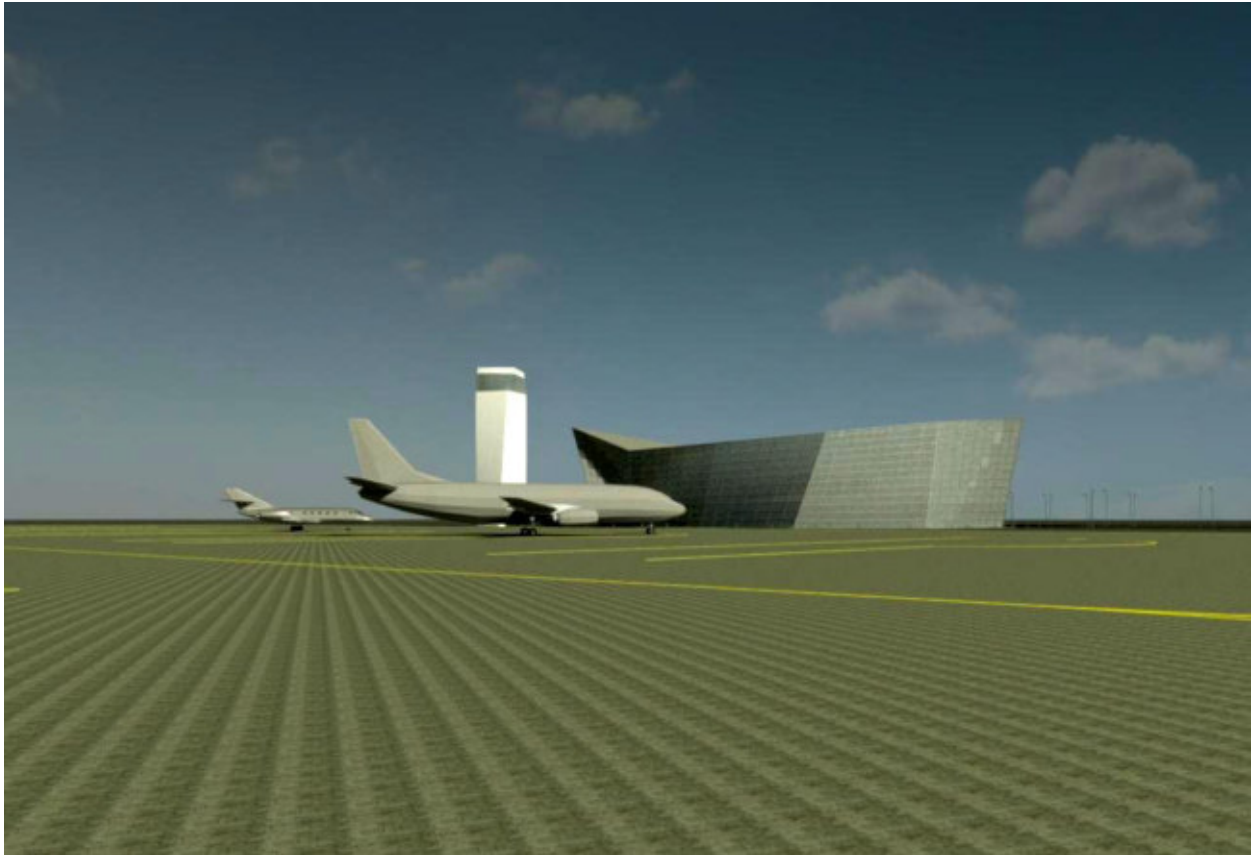
Ver en anexo Computo y Presupuesto.

16- PLANOS

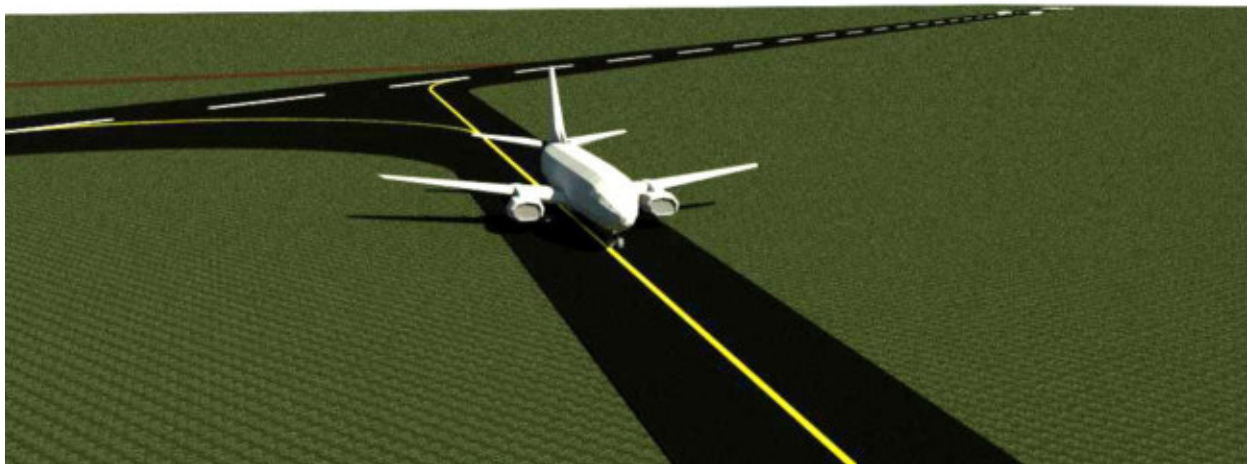
Ver en anexo Planos.

17-ILUSTRACIONES

A continuación se muestran algunos montajes de imágenes renderizadas del proyecto:

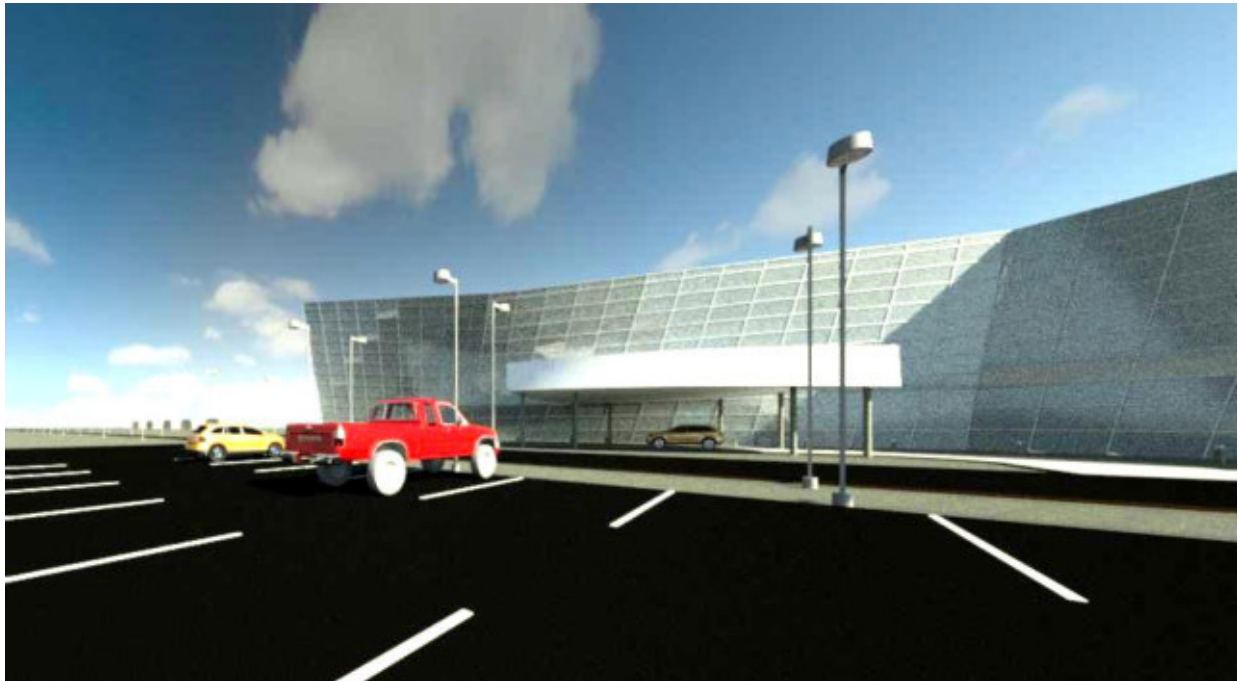


Plataforma de Estacionamiento de Aeronaves

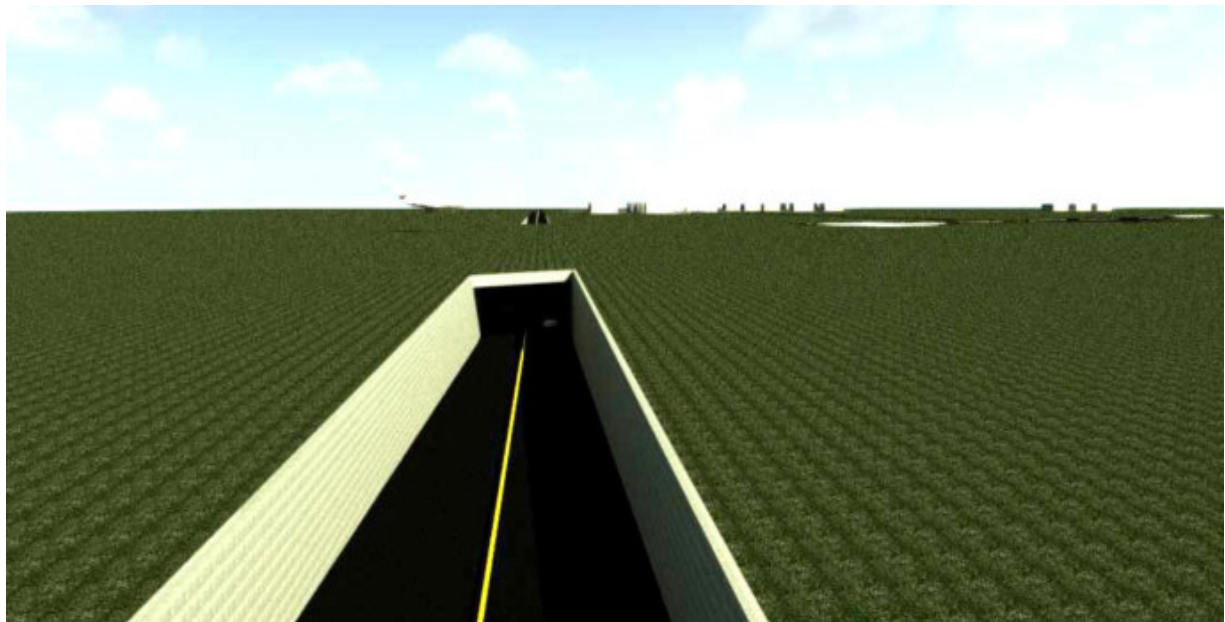


Calle de Rodaje y Pista de Aterrizaje

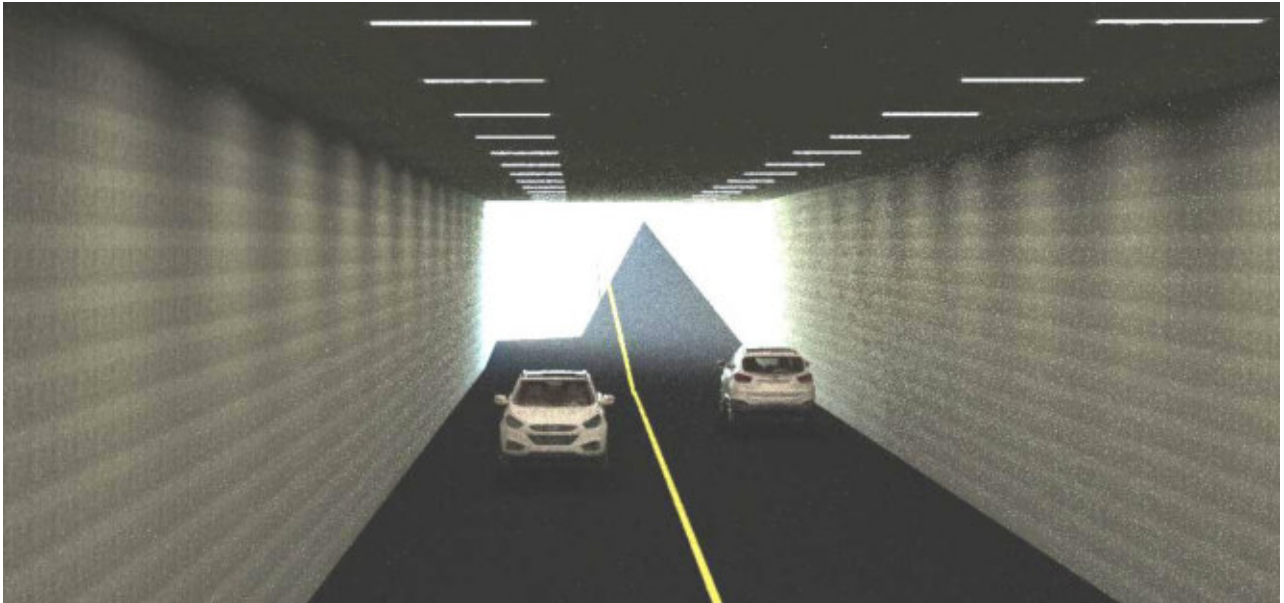
PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"



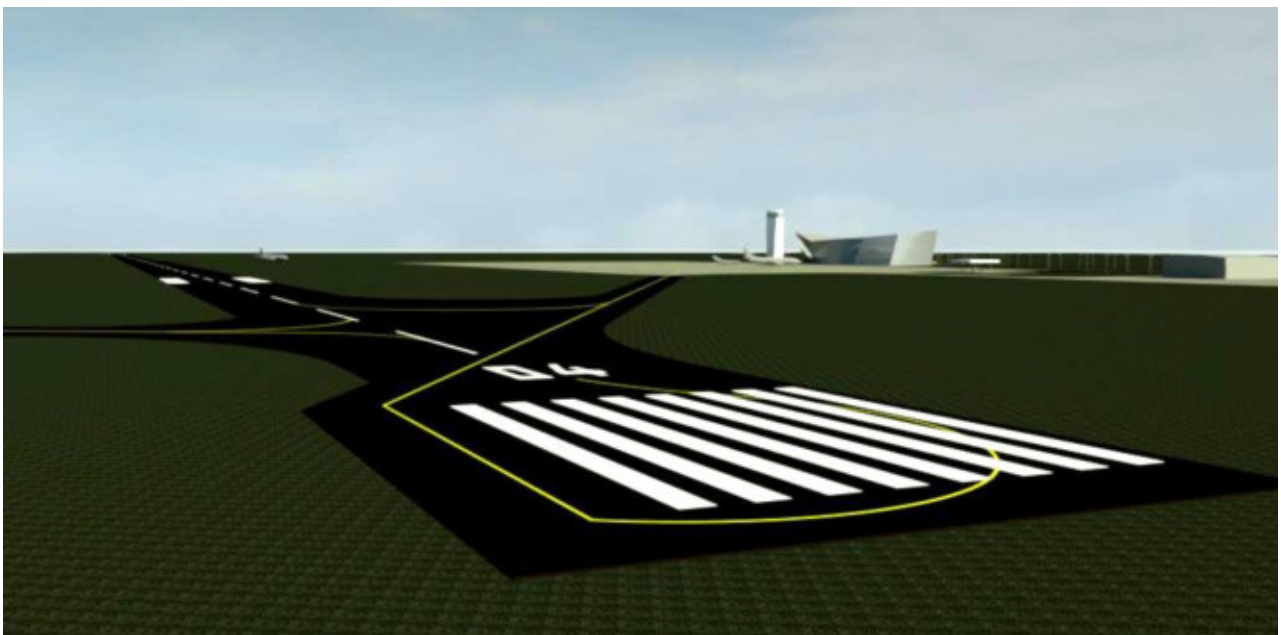
Estacionamiento Vehicular y Terminal Aero comercial



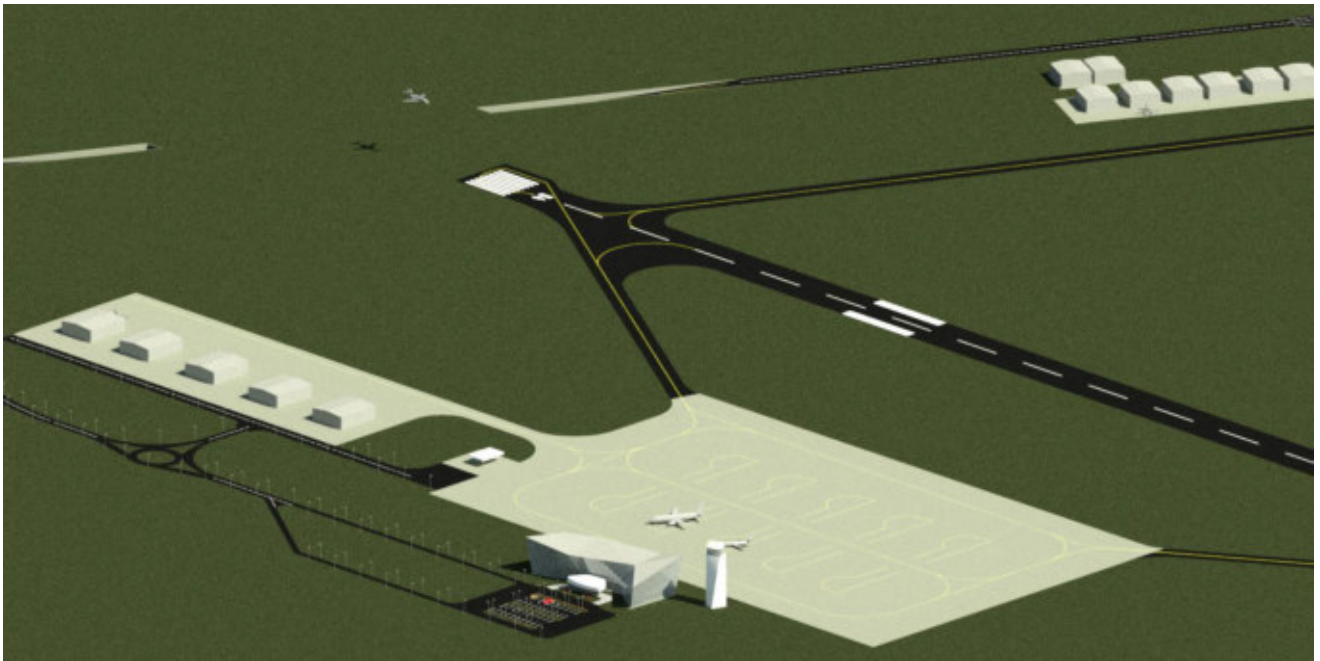
Túnel bajo nivel de Pista



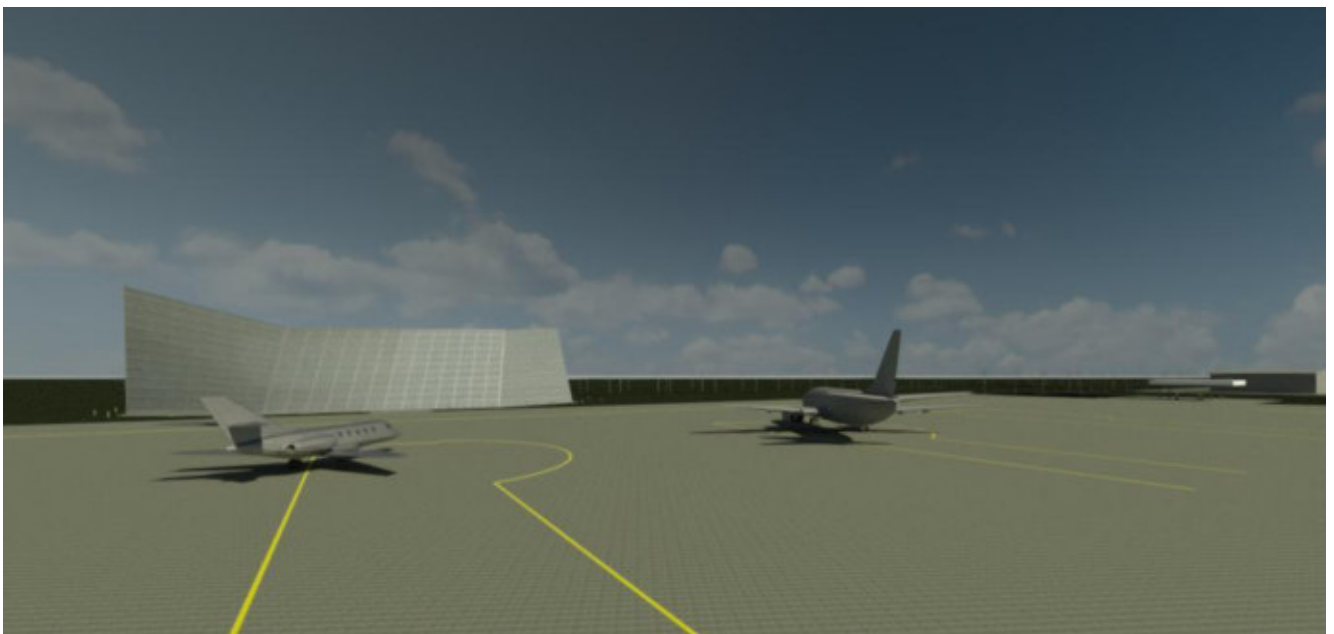
Interior del Túnel



Pista, Calle de Rodaje, Plataforma, Terminal Aerocomercial y Torre de Control



Vista General del Predio



Plataforma de Estacionamiento de Aeronaves

CONCLUSIONES Y AGREDECIMIENTOS

Las conclusiones sobre el proyecto las podemos evaluar tanto desde la parte técnica como también desde lo personal de cada uno de los integrantes que conforman este proyecto. Lo primero hace hincapié en los objetivos técnicos que nos propusimos al comienzo del trabajo y lo segundo en la experiencia y transitar vividos hasta llegar a culminar con este trabajo y convertirnos en futuros ingenieros civiles.

Desde el punto de vista técnico, podemos afirmar que hemos podido cumplir los objetivos que nos planteamos en un comienzo, proyectando una reforma integral del aeródromo de la ciudad de Venado Tuerto que incluye mejoramientos en la pista de aterrizaje, en calles de rodaje, plataformas de estacionamiento como así también el reacondicionamiento de los accesos al mismo.

Todo lo desarrollado en el proyecto sigue estrictamente los lineamientos descriptos en manual de la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil), dado el hecho que la aviación debe cumplir rigurosamente con ciertos protocolos, dimensiones y separaciones mínimas para brindar la total seguridad de las aeronaves y proteger a las personas que se encuentran dentro de ellas.

Si bien nosotros nos enfocamos principalmente en el estudio, diseño geométrico y cálculo estructural de la pista, calles de rodaje y plataformas, también fue necesario pensar el proyecto integrado en el entorno donde se encuentra. Debido a esto, se generaron espacios para ubicar la terminal de pasajeros, los estacionamientos y la readecuación de los accesos teniendo en cuenta no alterar la normal circulación de vehículos. Estos últimos espacios mencionados no están incluidos en los objetivos por lo que, dejamos abierto estos temas para que sea desarrollado en un futuro por alumnos o profesionales con mayor profundidad si están interesados.

Por último, podemos destacar la importancia que generaría la ejecución de este proyecto, como así también el impacto que produciría tanto a nivel regional y nacional dado el hecho que la ciudad cuenta con una gran cantidad de compañías multinacionales, industrias exportadoras, empresas de negocios que generan un movimiento importante y constante de personas abocadas a estos grupos laborales. Asimismo, abre una puerta de acceso de la ciudad hacia el país y el mundo que promovería el desarrollo social y económico de la ciudad.

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

En relación a las conclusiones personales sobre el proyecto, brevemente podemos decir que para poder resolver los problemas ante los cuales nos enfrentamos en este transcurso de este proyecto, nos vimos exigidos al empleo de los conocimientos adquiridos durante largos años de estudio en nuestra facultad, e incluso ir más allá, buscando otras fuentes de información, y apoyándonos en mucha gente que puso su granito de arena para llegar al resultado final, lo cual amplió nuestra fuente de conocimiento sobre un tema poco conocido para nosotros de manera interesante

Las sensaciones con las que nos quedamos al consumir este proyecto final son de felicidad por haber concretado esta tarea encomendada tan importante y la de siempre esmerarnos por lo que queramos y luchar por ello con énfasis. También de orgullo por haber alcanzado una de las etapas más difíciles de nuestras vidas que es la de convertirse en profesionales y de gratitud hacia cada una de las personas que nos acompañaron y nos ayudaron a hacer realidad nuestro sueño.

Nos gustaría mencionar a quienes formaron parte de este camino y de los cuales vamos a tener un agradecimiento para toda la vida:

- La Familia; por el apoyo constante y diario durante toda la etapa facultativa.
- La Universidad; por brindarnos es espacio físico, sus herramientas para facilitarnos el transitar esta etapa.
- Los Docentes; por brindarnos su conocimiento y su predisposición día a día hacia nosotros para formarnos como profesionales.
- Compañeros de la Facultad; con los cuales hemos compartido momentos inolvidables que han hecho más ameno este camino.
- Todos aquellos que han sido parte de la ejecución de este proyecto y que han colaborado desinteresadamente con nosotros.

Reflexionando sobre todo este tiempo vivido como universitarios, concluimos que este camino es extenso y exigente, pero no se realiza solo, sino que necesita el acompañamiento y el apoyo de todas personas que nombramos anteriormente.

BILIOGRAFIA CONSULTADA

A continuación, se detalla el listado de la fuente de información consultada para la ejecución del proyecto:

- Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), 2013, Manual de Aeródromos de la República Argentina.
- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), 2006, Manual de diseño de Aeródromos Parte 1 Pistas.
- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), 2005, Manual de diseño de Aeródromos Parte 2 Calles de Rodaje, Plataformas y Apartaderos de Espera.
- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), 2004, Manual de diseño de Aeródromos Parte 4 Ayudas Visuales.
- Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 2012, Este Material Llamado Hormigón.

PLANILLA DE COMPUTO Y PRESUPUESTO

CR= 1,55

RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO UNIT X CR	PRECIO DE VENTA	TOTALES P/ITEMS	% INC
1	ROTONDA N°1 NUEVO INGRESO						\$32.977.218,54	2,99%
1.10	Excavación	m3	2216,00	\$558,63	\$865,88	\$1.918.782,32		
1.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	2659,20	\$1.024,99	\$1.588,74	\$4.224.771,03		
1.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	7180,00	\$729,88	\$1.131,32	\$8.122.856,78		
1.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	2216,00	\$558,63	\$865,88	\$1.918.782,32		
1.50	Base Granular cementada	m2	7180,00	\$742,50	\$1.150,88	\$8.263.282,50		
1.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	7180,00	\$757,72	\$1.174,46	\$8.432.654,75		
1.70	Señalización Horizontal	m2	80,00	\$774,91	\$1.201,11	\$96.088,84		
2	DARSENA N°2 INGRESO EXISTENTE						\$5.213.494,39	0,47%
2.10	Excavación	m3	376,20	\$558,63	\$865,88	\$325.742,74		
2.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	342,00	\$1.024,99	\$1.588,74	\$543.348,26		
2.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	1140,00	\$729,88	\$1.131,32	\$1.289.701,49		
2.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	376,20	\$558,63	\$865,88	\$325.742,74		
2.50	Base Granular cementada	m2	1140,00	\$742,50	\$1.150,88	\$1.311.997,50		
2.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	1140,00	\$757,72	\$1.174,46	\$1.338.889,47		
2.70	Señalización Horizontal	m2	65,00	\$774,91	\$1.201,11	\$78.072,18		
3	ROTONDA N°2 INGRESO A ESTACIONAMIENTO Y ZONA DE HANGARES						\$7.862.033,57	0,71%
3.10	Excavación	m3	542,40	\$558,63	\$865,88	\$469.651,41		
3.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	493,20	\$1.024,99	\$1.588,74	\$783.565,38		
3.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	1644,00	\$729,88	\$1.131,32	\$1.859.885,31		
3.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	542,40	\$558,63	\$865,88	\$469.651,41		
3.50	Base Granular cementada	m2	1644,00	\$742,50	\$1.150,88	\$1.892.038,50		
3.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	1644,00	\$757,72	\$1.174,46	\$1.930.819,56		
3.70	Señalización Horizontal	m2	380,00	\$774,91	\$1.201,11	\$456.421,99		
4	INGRESO, ESTACIONAMIENTO Y CALLES INTERNAS						\$67.667.433,64	6,14%
4.10	Excavación	m3	4950,00	\$558,63	\$865,88	\$4.286.088,68		
4.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	4500,00	\$1.024,99	\$1.588,74	\$7.149.319,20		
4.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	15000,00	\$729,88	\$1.131,32	\$16.969.756,50		
4.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	4950,00	\$558,63	\$865,88	\$4.286.088,68		
4.50	Base Granular cementada	m2	15000,00	\$742,50	\$1.150,88	\$17.263.125,00		
4.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	15000,00	\$757,72	\$1.174,46	\$17.616.966,75		
4.70	Señalización Horizontal	m2	80,00	\$774,91	\$1.201,11	\$96.088,84		
5	PLATAFORMA						\$243.663.099,22	22,11%
5.10	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	6276,80	\$558,63	\$865,88	\$5.434.933,62		
5.20	Subrasante suelo cal	m2	31384,00	\$729,88	\$1.131,32	\$35.505.255,87		
5.30	Losa de Hormigón H ² A - H-30 - espesor 21cm	m2	31384,00	\$4.161,20	\$6.449,87	\$202.422.632,11		
5.70	Señalización Horizontal	m2	250,00	\$774,91	\$1.201,11	\$300.277,63		
6	CALLES DE RODAJE						\$298.524.643,79	27,09%
6.10	Excavación	m3	17154,60	\$558,63	\$865,88	\$14.853.765,01		
6.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	17154,60	\$1.024,99	\$1.588,74	\$27.254.158,03		
6.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	57182,00	\$729,88	\$1.131,32	\$64.690.974,41		
6.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	17154,60	\$558,63	\$865,88	\$14.853.765,01		
6.50	Base Granular cementada	m2	57182,00	\$742,50	\$1.150,88	\$65.809.334,25		
6.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	57182,00	\$757,72	\$1.174,46	\$67.158.226,18		
6.70	Señalización Horizontal	m2	480,00	\$774,91	\$1.201,11	\$576.533,04		
7	AMPLIACIÓN DE PISTA						\$96.391.543,53	8,75%
7.10	Excavación	m3	6300,00	\$558,63	\$865,88	\$5.455.021,95		
7.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	6300,00	\$1.024,99	\$1.588,74	\$10.009.046,88		
7.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	21000,00	\$729,88	\$1.131,32	\$23.757.659,10		
7.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	6300,00	\$558,63	\$865,88	\$5.455.021,95		
7.50	Base Granular cementada	m2	21000,00	\$742,50	\$1.150,88	\$24.168.375,00		
7.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	21000,00	\$757,72	\$1.174,46	\$24.663.753,45		
7.70	Señalización Horizontal	m2	2400,00	\$774,91	\$1.201,11	\$2.882.665,20		
8	TUNEL						\$40.659.998,26	3,69%
8.10	Excavación	m3	22878,93	\$558,63	\$865,88	\$19.810.331,30		
8.20	Terraplen c/compactac.espec.c/aporte de suelo	m3	1802,00	\$1.024,99	\$1.588,74	\$2.862.905,16		
8.30	Base de suelo estabilizado con cal	m2	4700,00	\$729,88	\$1.131,32	\$5.317.190,37		
8.40	Acarreo cargas y retiro de suelo	m3	1802,00	\$558,63	\$865,88	\$1.560.309,45		
8.50	Base Granular cementada	m2	4700,00	\$742,50	\$1.150,88	\$5.409.112,50		
8.60	Carpeta de concreto asfáltico. Incluido riego de Liga en 0,10 m de espesor	m2	4700,00	\$757,72	\$1.174,46	\$5.519.982,92		
8.70	Señalización Horizontal	m2	150,00	\$774,91	\$1.201,11	\$180.166,58		
9	TERMINAL						\$146.121.600,00	13,26%
9.1	Costo x m2	m2	2400,00	\$39.280,00	\$60.884,00	\$146.121.600,00		
10	EXPROPIACIÓN						\$158.681.250,00	14,40%
10.1	Expropiacion de tierras	ha	65,00	\$1.575.000,00	\$2.441.250,00	\$158.681.250,00		
11	TORRE DE CONTROL						\$4.322.764,00	0,39%
11.1	Costo x m2	m2	71,00	\$39.280,00	\$60.884,00	\$4.322.764,00		

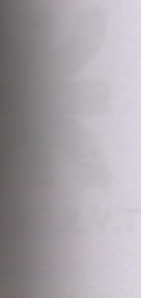
TOTAL \$1.102.085.078,94 100,00%

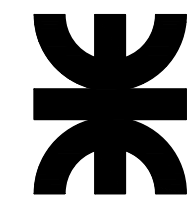
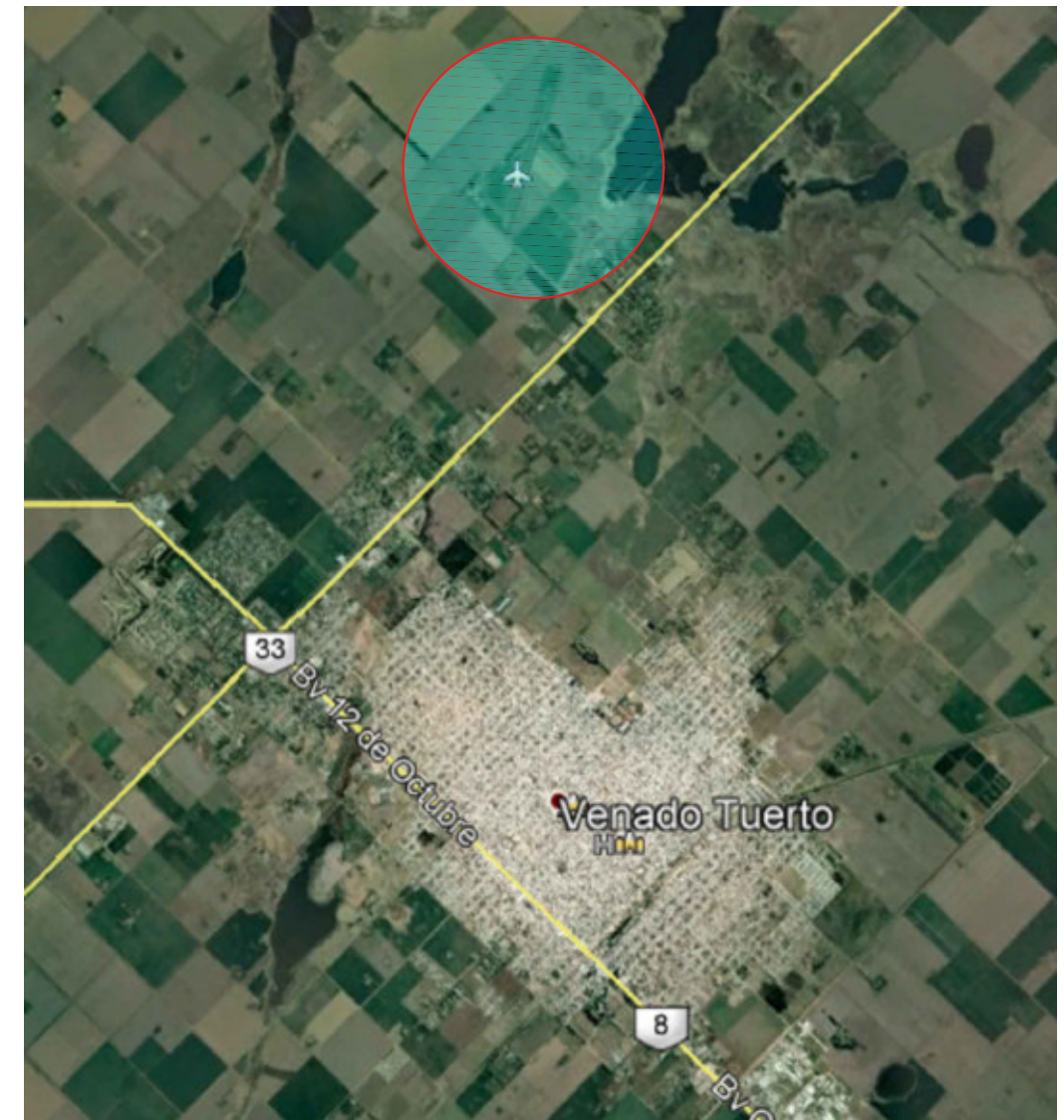
USD 17.493.413,95 100,00%

PROYECTO FINAL: REMODELACIÓN DEL AERÓDROMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE VENADO TUERTO "TOMAS B. KENNY"

ANEXO

PLANOS

	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNO: TOMAS FERRERAS NICOLAS FERRERAS
	PLANO DE ESQUEMA DE UBICACION		DIRECCION DEL PROYECTO: ING. OSCAR TRUJILLO
ESCALA: GRAFICA	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADÉMICO: ING. ANTONIO BENVENISTE	



U.T.N.F.R.V.T

**PROYECTO REMODELACION
AERODROMO TOMAS B. KENNY**

PLANO DE: ESQUEMA DE UBICACION

ESCALA: GRAFICA

FECHA: MARZO 2020



ALUMNOS:
TOMAS O'DONOHUE
NICOLAS DECLEIRE

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ing. OSCAR BRAUN

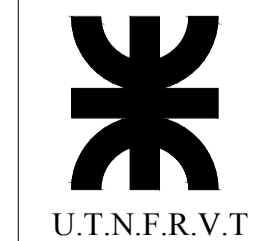
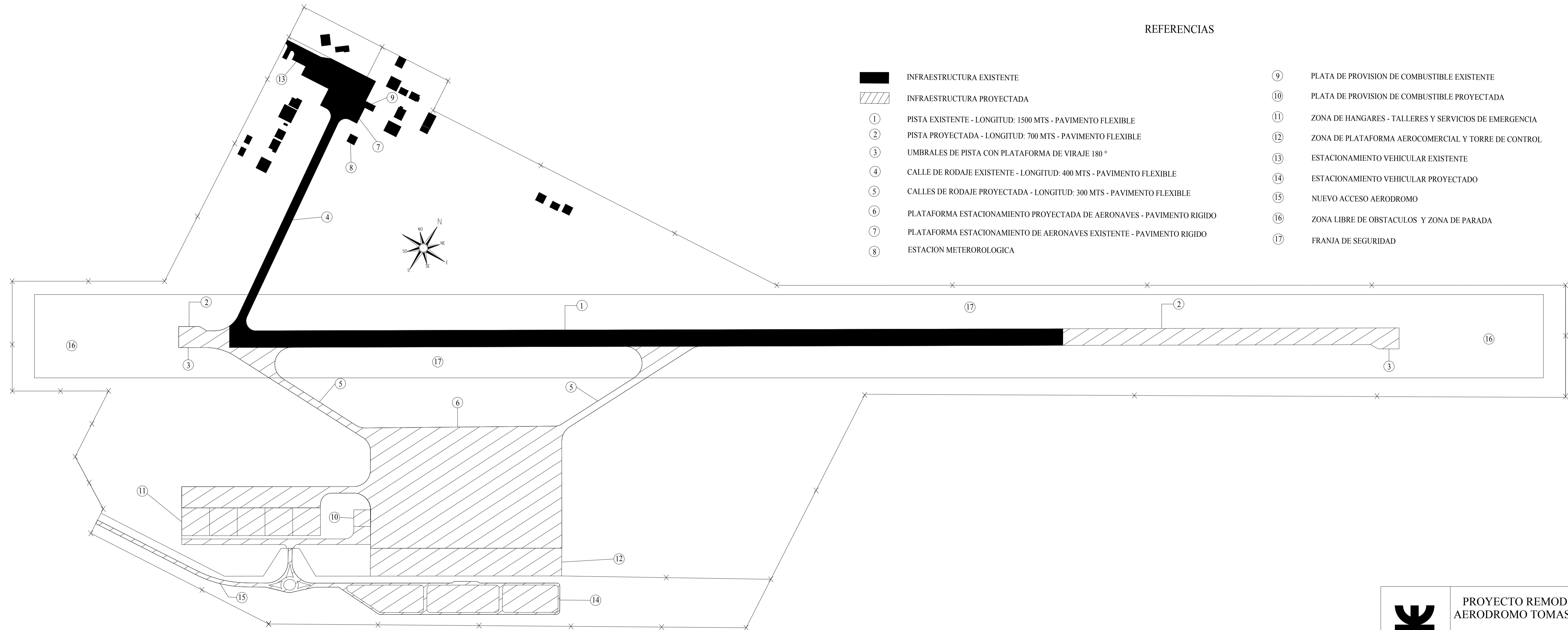
DIRECTOR ACADEMICO:
Ing. MAURICIO REVELANT

PLANO N°: **01**

REFERENCIAS

-  INFRAESTRUCTURA EXISTENTE
-  INFRAESTRUCTURA PROYECTADA
- ① PISTA EXISTENTE - LONGITUD: 1500 MTS - PAVIMENTO FLEXIBLE
- ② PISTA PROYECTADA - LONGITUD: 700 MTS - PAVIMENTO FLEXIBLE
- ③ UMBRALES DE PISTA CON PLATAFORMA DE VIRAJE 180 °
- ④ CALLE DE RODAJE EXISTENTE - LONGITUD: 400 MTS - PAVIMENTO FLEXIBLE
- ⑤ CALLES DE RODAJE PROYECTADA - LONGITUD: 300 MTS - PAVIMENTO FLEXIBLE
- ⑥ PLATAFORMA ESTACIONAMIENTO PROYECTADA DE AERONAVES - PAVIMENTO RIGIDO
- ⑦ PLATAFORMA ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES EXISTENTE - PAVIMENTO RIGIDO
- ⑧ ESTACION METEROROLOGICA

- ⑨ PLATA DE PROVISION DE COMBUSTIBLE EXISTENTE
- ⑩ PLATA DE PROVISION DE COMBUSTIBLE PROYECTADA
- ⑪ ZONA DE HANGARES - TALLERES Y SERVICIOS DE EMERGENCIA
- ⑫ ZONA DE PLATAFORMA AEROCOMERCIAL Y TORRE DE CONTROL
- ⑬ ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EXISTENTE
- ⑭ ESTACIONAMIENTO VEHICULAR PROYECTADO
- ⑮ NUEVO ACCESO AERODROMO
- ⑯ ZONA LIBRE DE OBSTACULOS Y ZONA DE PARADA
- ⑰ FRANJA DE SEGURIDAD



PROYECTO REMODELACION
AERODROMO TOMAS B. KENNY

PLANO DE: PLANIMETRIA GENERAL

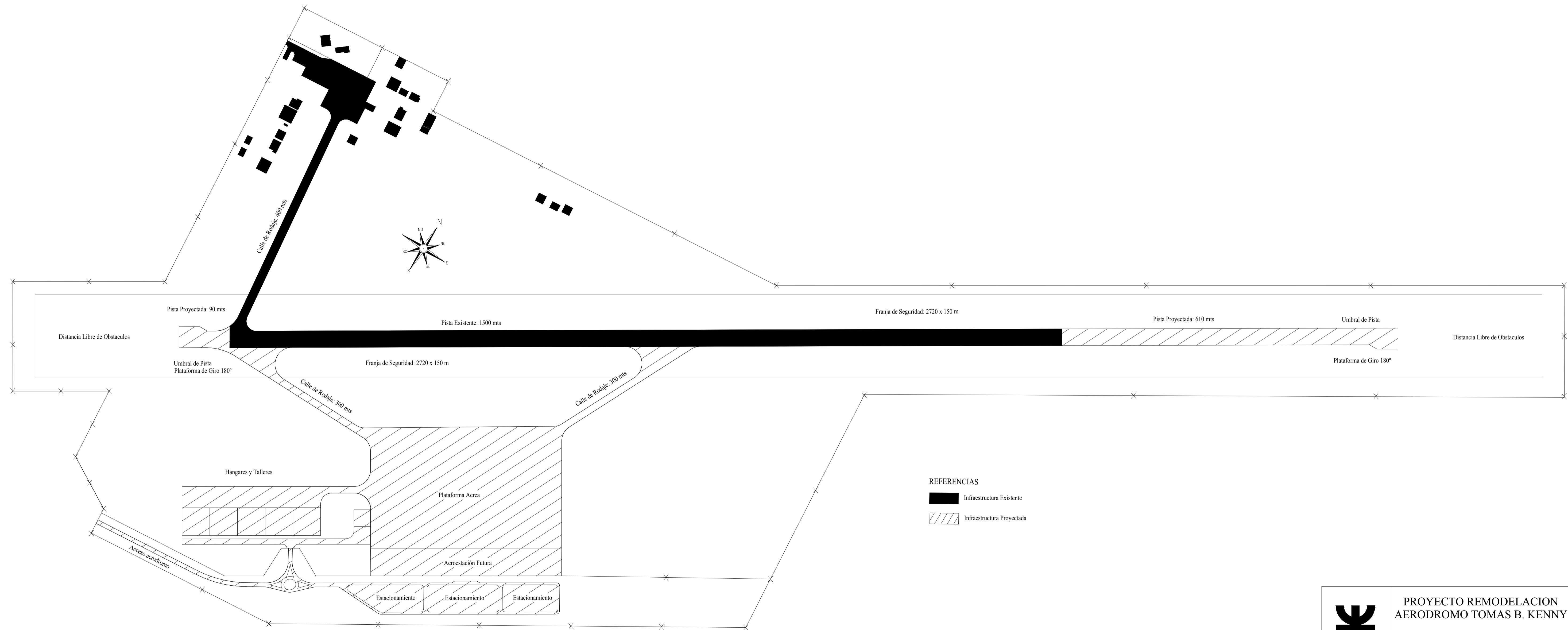
ESCALA: 1:3500

FECHA: MARZO 2020

ALUMNOS:
TOMAS O'DONOHUE
NICOLAS DECLIURE

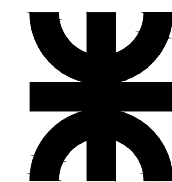
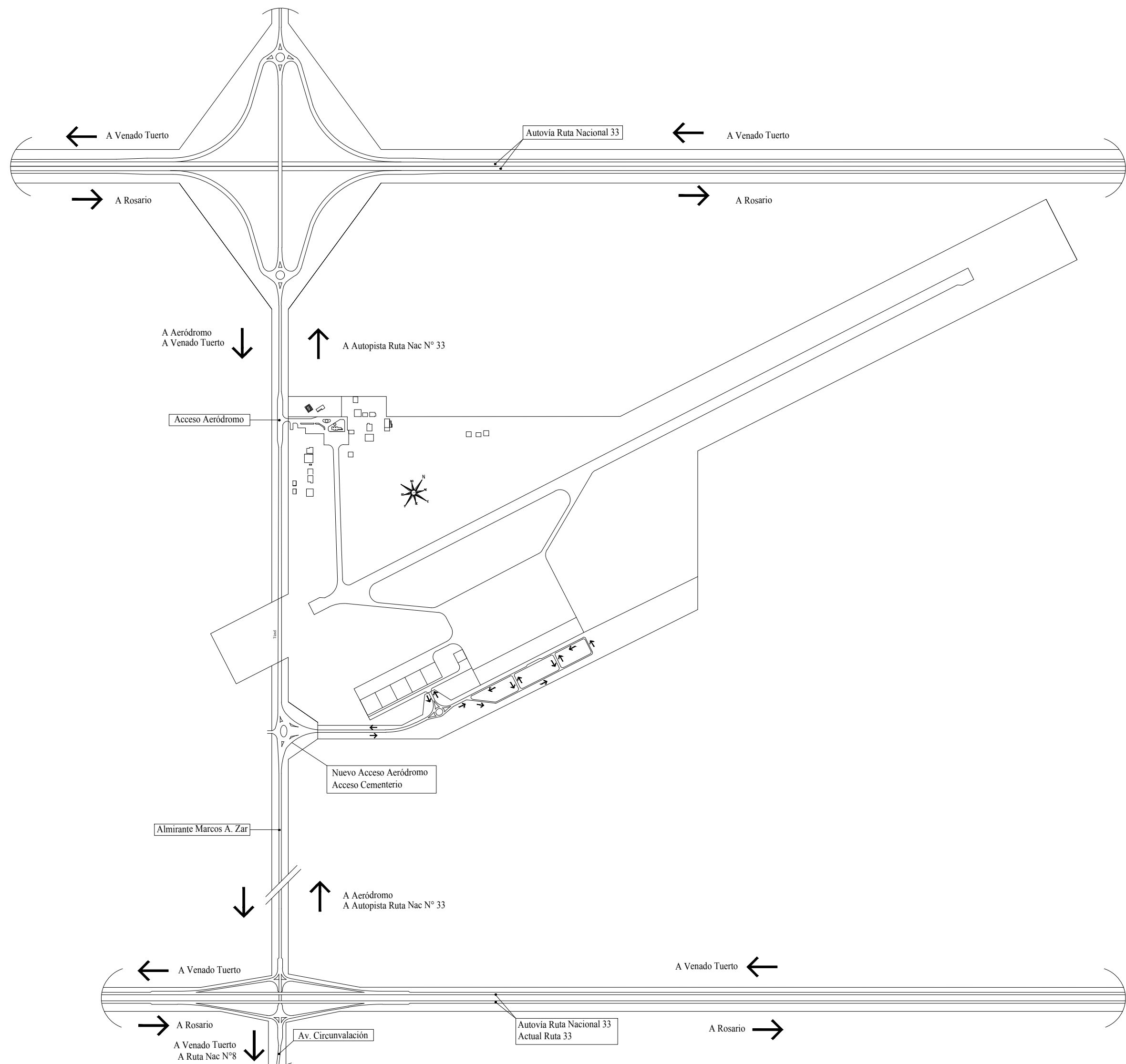
DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ing. OSCAR BRAUN

DIRECTOR ACADEMICO:
Ing. MAURICIO REVELANT



REFERENCIAS
 ■ Infraestructura Existente
 ▨ Infraestructura Proyectada

 U.T.N.F.R.V.T.	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLIREE
	PLANO DE: PLANIMETRIA GENERAL		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:3500	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT



U.T.N.F.R.V.T

**PROYECTO REMODELACION
AERODROMO TOMAS B. KENNY**

ALUMNOS:
TOMAS O'DONOHUE
NICOLAS DECLEIRE

PLANO DE: ESQUEMA DE CIRCULACION

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ing. OSCAR BRAUN

ESCALA: 1:10000

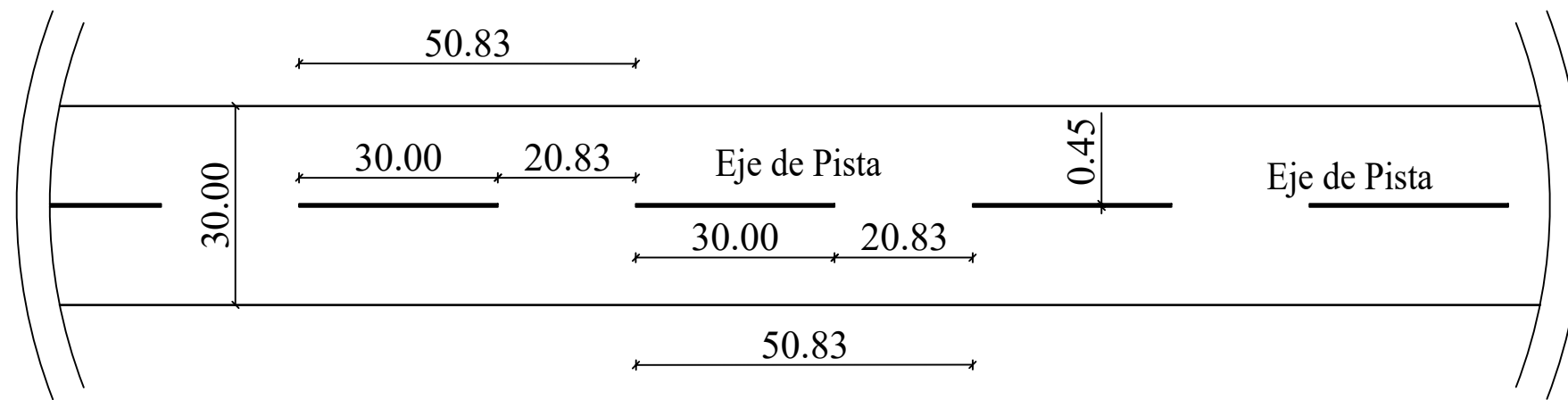
FECHA: MARZO 2020

DIRECTOR ACADEMICO:
Ing. MAURICIO REVELANT

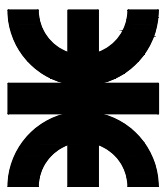


DETALLE PISTA

Longitud Pista: 2200 mts

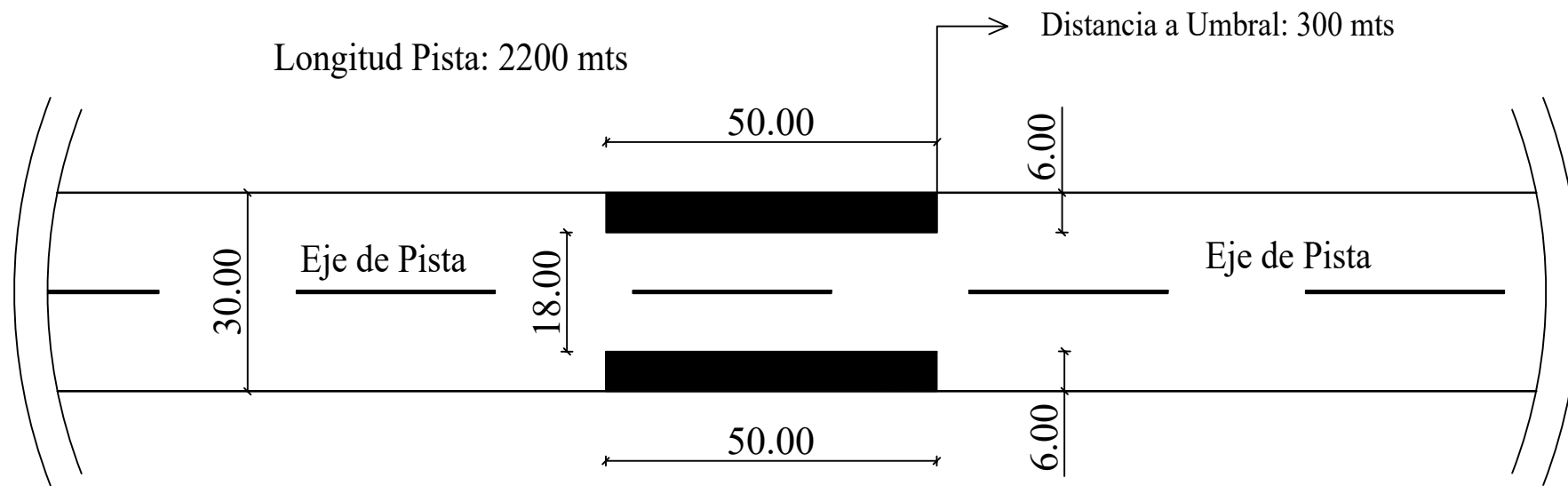


DETALLE PISTA

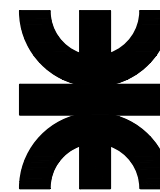
 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: DETALLE DE PISTA		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:1000	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT



DETALLE PUNTO DE VISADA



DETALLE PUNTO DE VISADA



U.T.N.F.R.V.T

PROYECTO REMODELACION
AERODROMO TOMAS B. KENNY

PLANO DE: PUNTO DE VISADA

ESCALA: 1:1000

FECHA: MARZO 2020

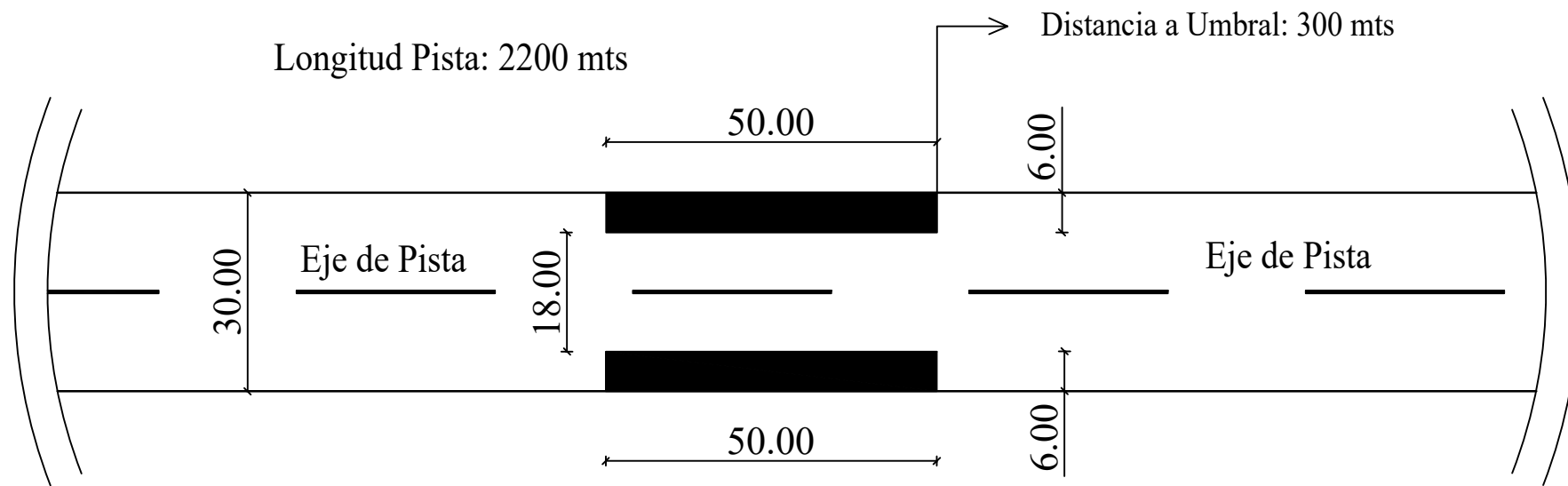
ALUMNOS:
TOMAS O'DONOHUE
NICOLAS DECLEIRE

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ing. OSCAR BRAUN

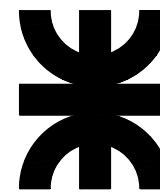
DIRECTOR ACADEMICO:
Ing. MAURICIO REVELANT



DETALLE PUNTO DE VISADA



DETALLE PUNTO DE VISADA



U.T.N.F.R.V.T

PROYECTO REMODELACION
AERODROMO TOMAS B. KENNY

PLANO DE: PUNTO DE VISADA

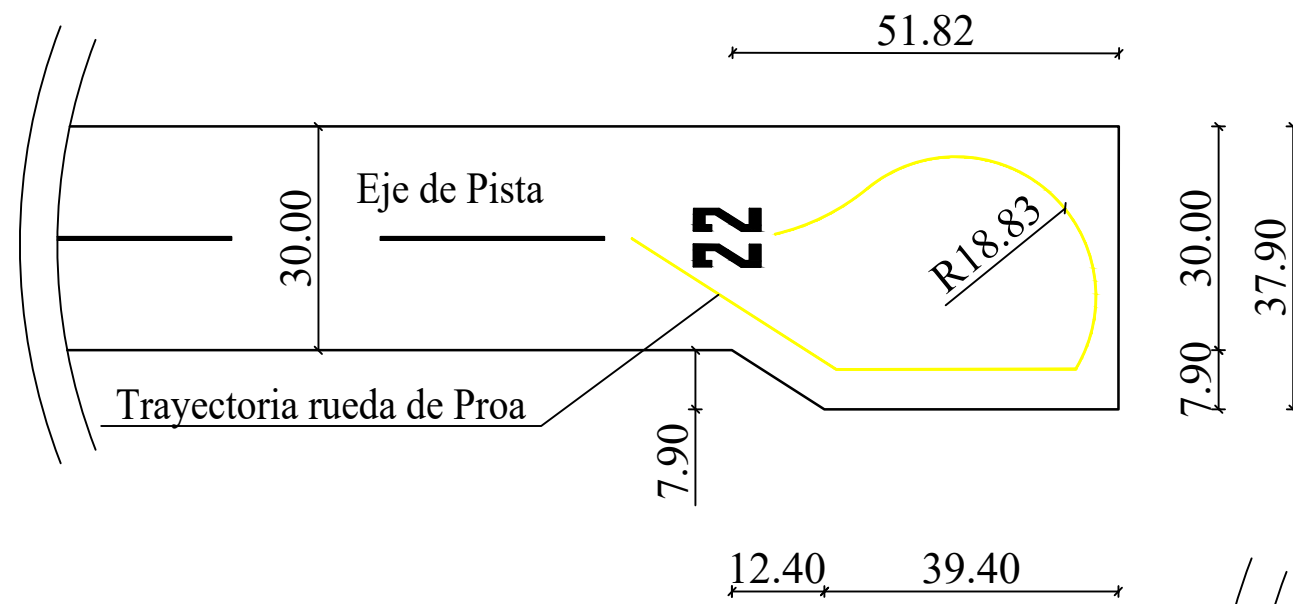
ESCALA: 1:1000

FECHA: MARZO 2020

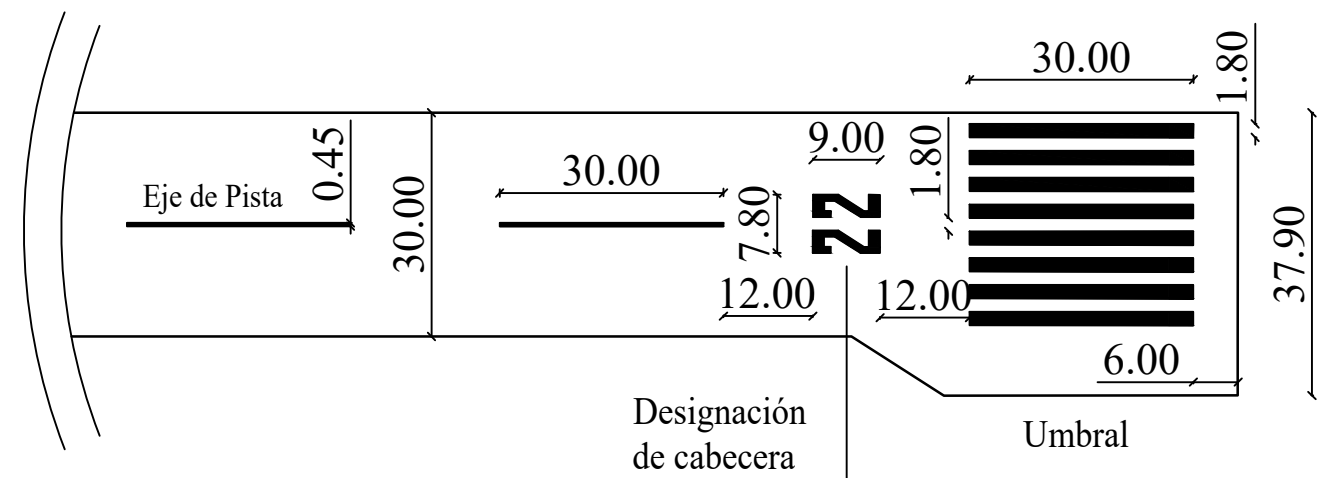
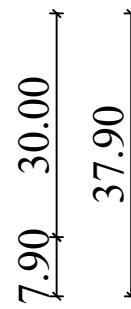
ALUMNOS:
TOMAS O'DONOHUE
NICOLAS DECLEIRE

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ing. OSCAR BRAUN

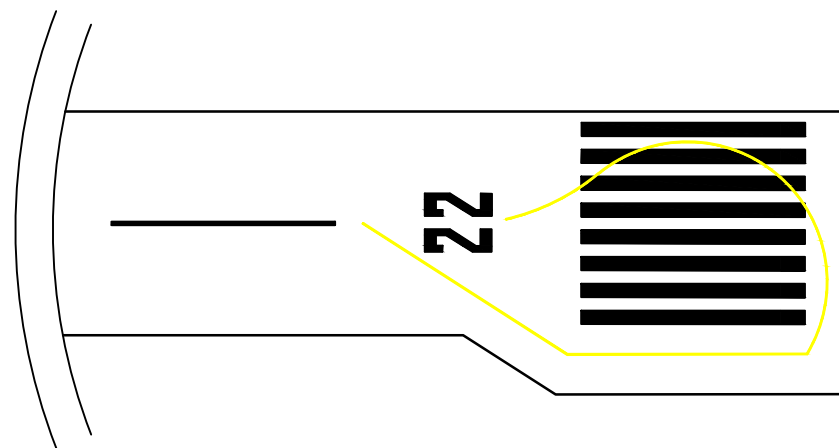
DIRECTOR ACADEMICO:
Ing. MAURICIO REVELANT



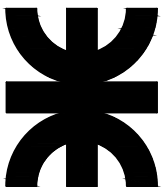
PLATAFORMA DE VIRAJE
CABECERA 22

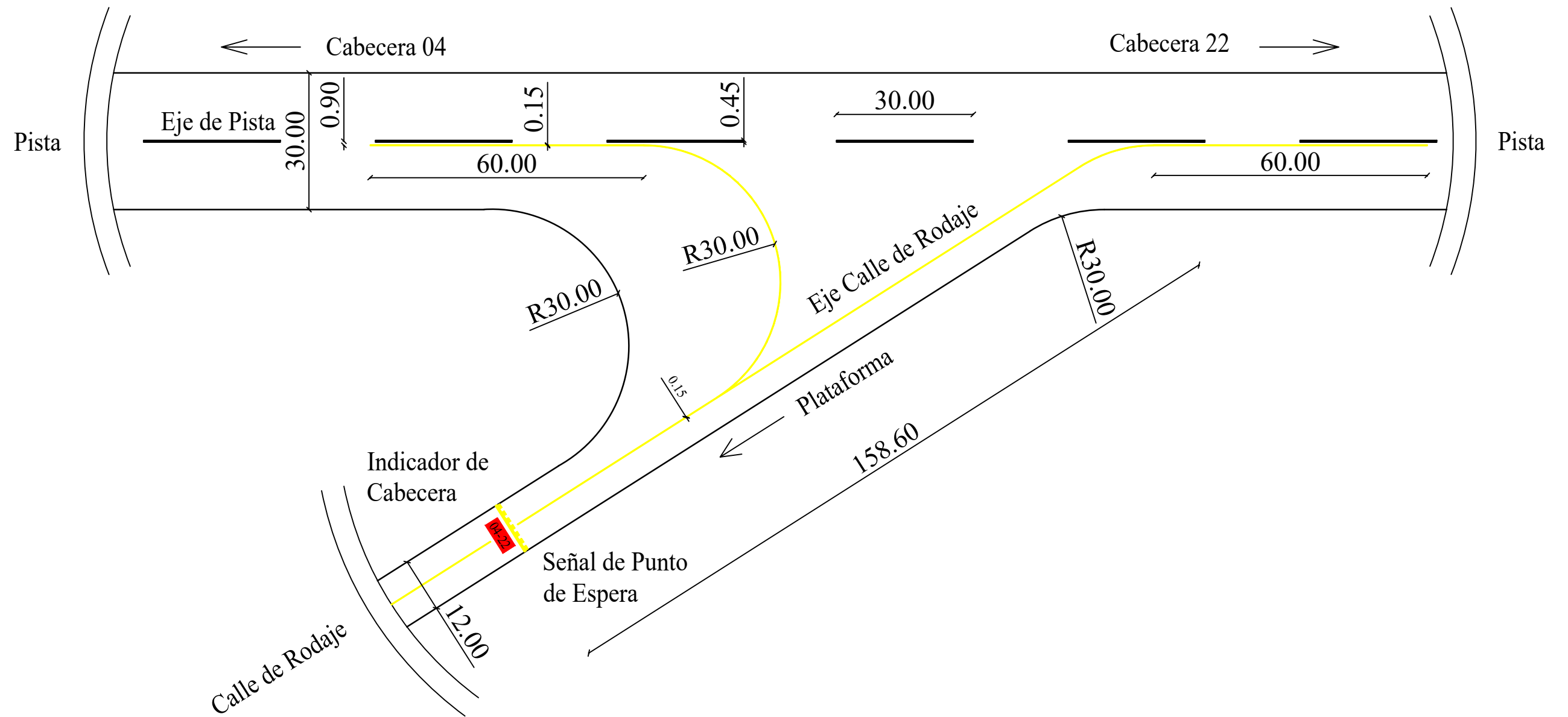


UMBRAL DE PISTA
CABECERA 22

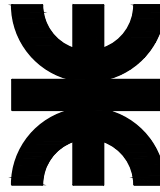


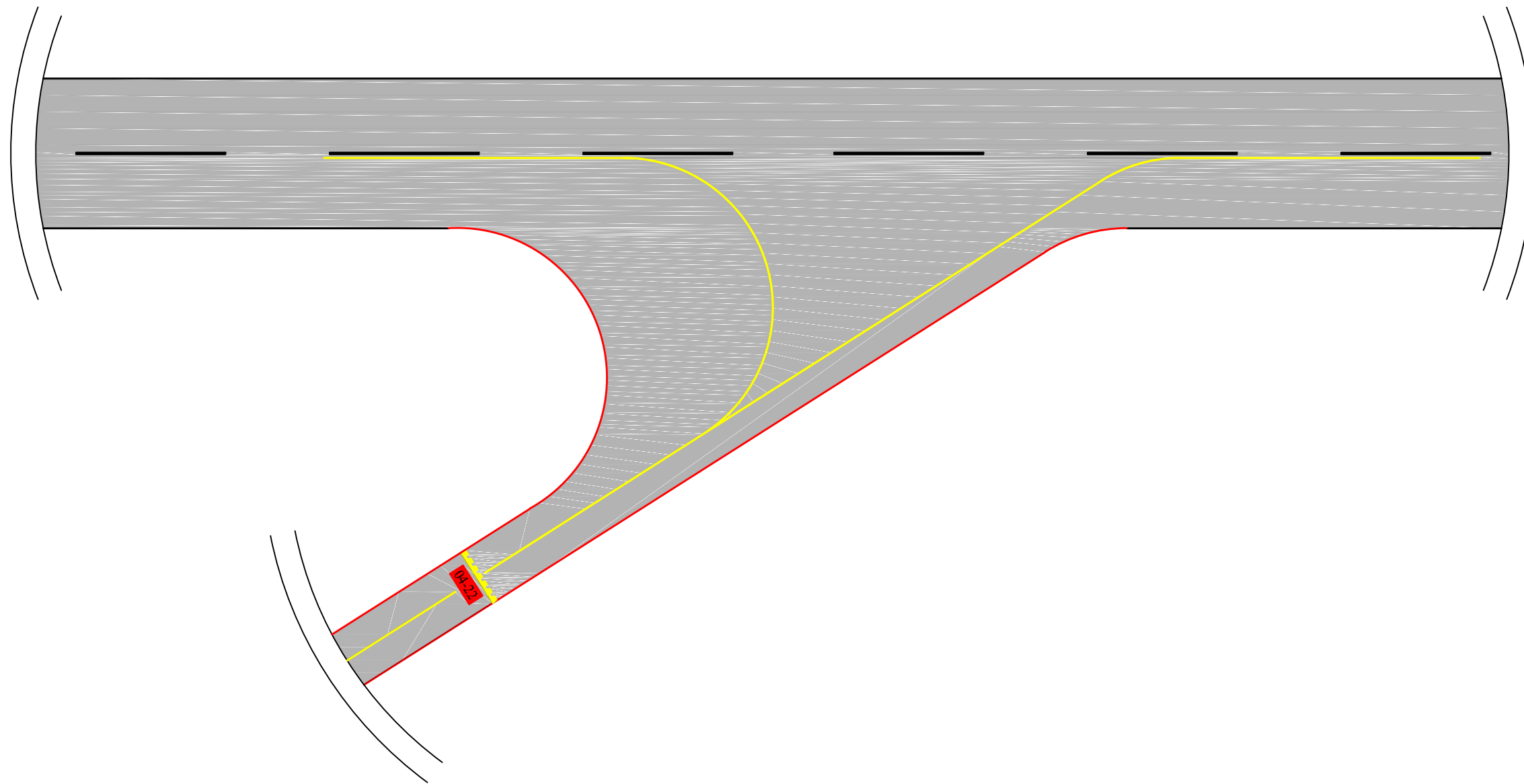
UMBRAL CON PLATAFORMA DE VIRAJE
CABECERA 22

 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: CABECERA NORTE (22)		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:1000	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT



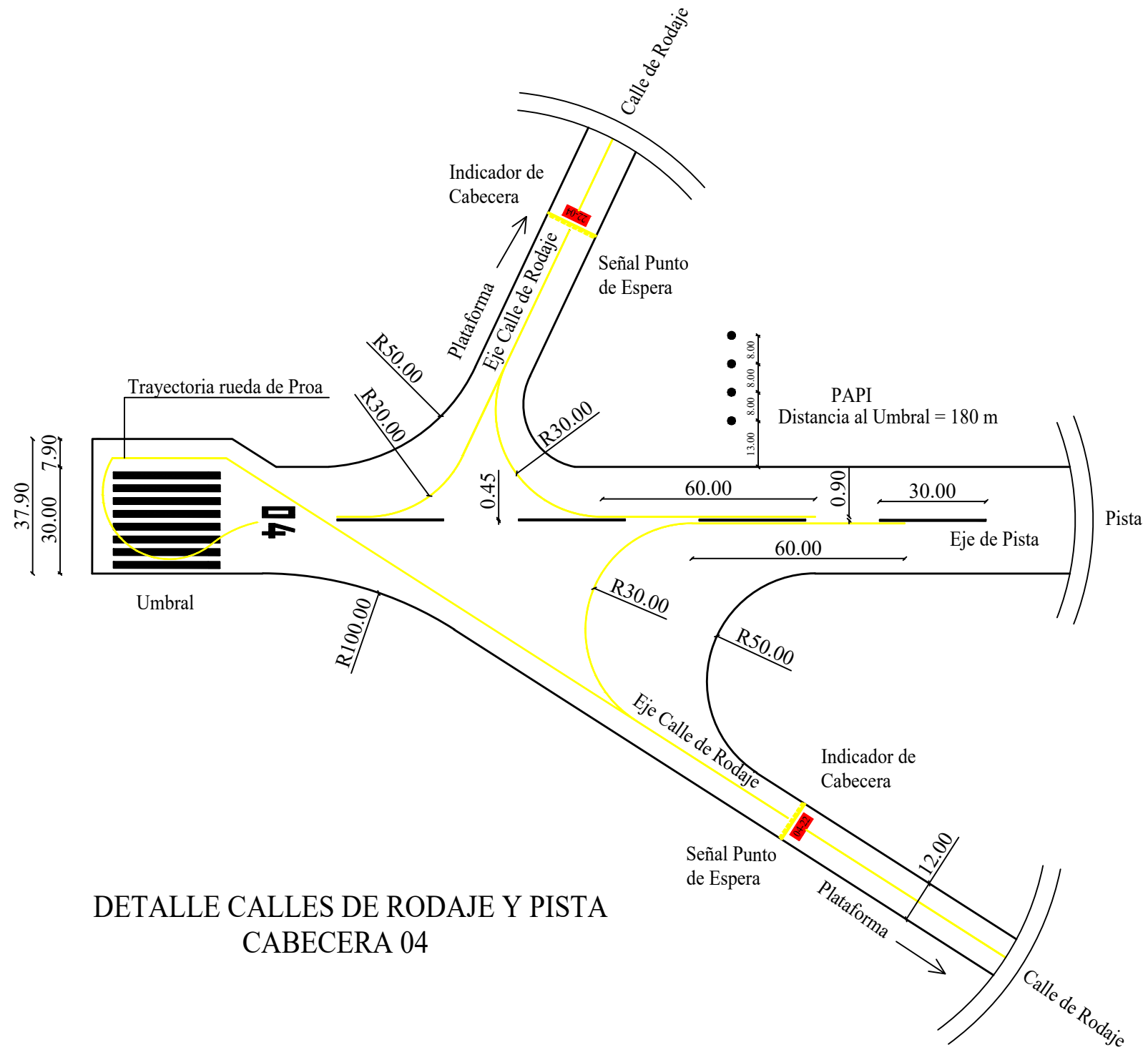
DETALLE CALLE DE RODAJE Y PISTA

 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: PISTA Y CALLE DE RODAJE		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:1000	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT

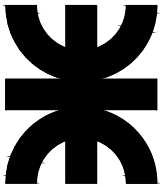


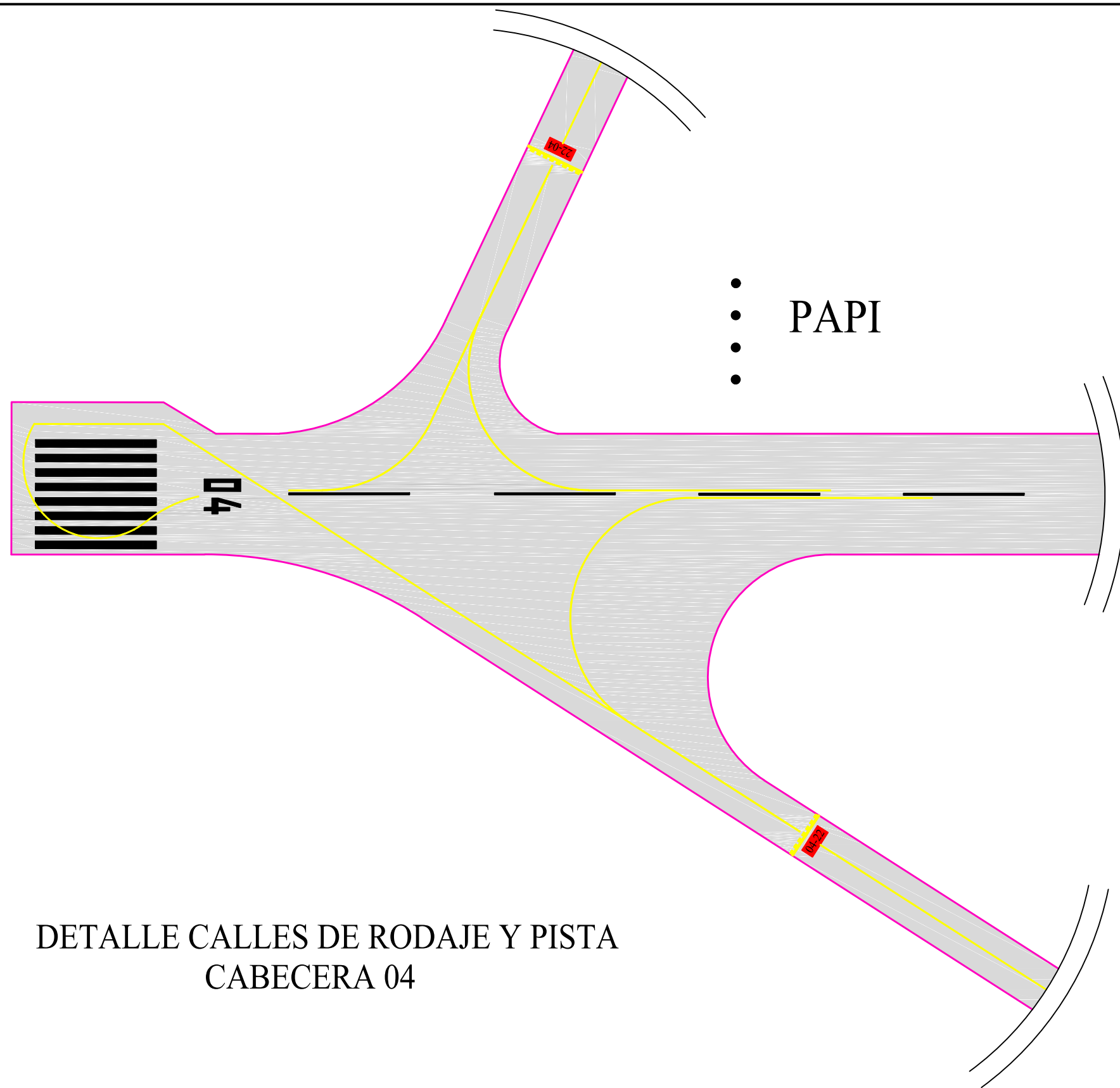
DETALLE CALLE DE RODAJE Y PISTA

 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: PISTA Y CALLE DE RODAJE		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:1000	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT

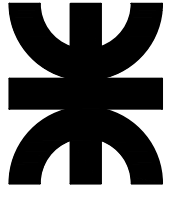


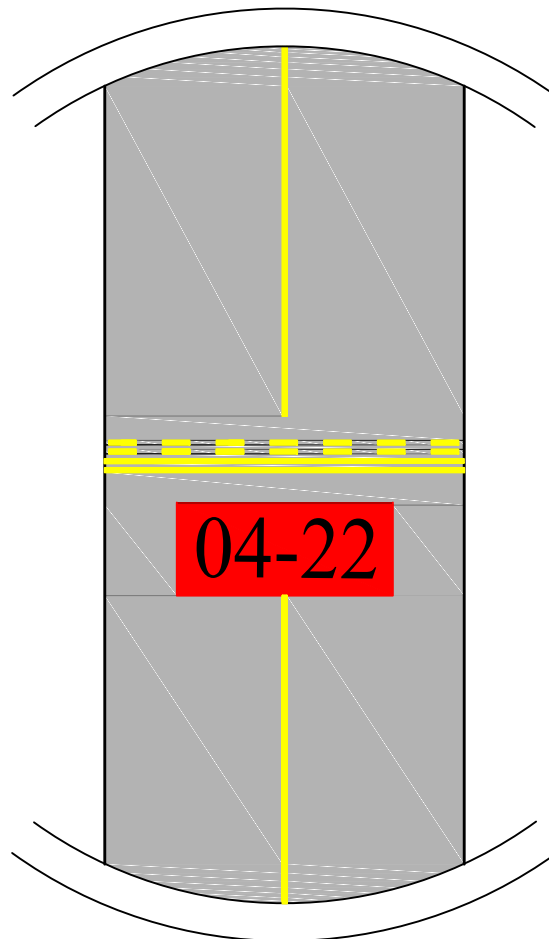
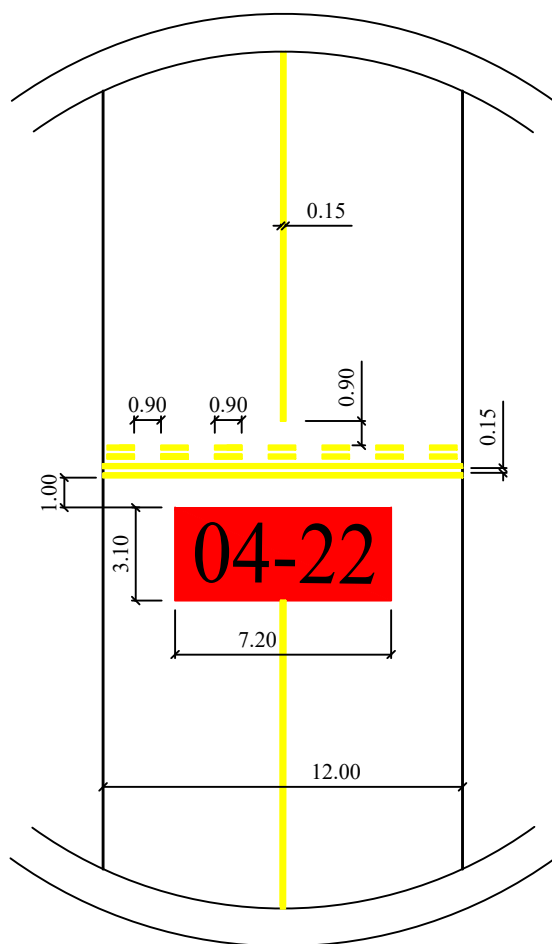
DETALLE CALLES DE RODAJE Y PISTA
CABECERA 04

 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: CABECERA SUR 04		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:1500	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT

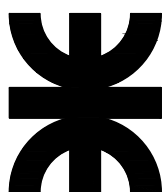


DETALLE CALLES DE RODAJE Y PISTA
CABECERA 04

 U.T.N.F.R.V.T.	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: CABECERA SUR (04)		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:1000	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT



DETALLE SEÑAL PUNTO DE ESPERA EN CALLE DE RODAJE



U.T.N.F.R.V.T

PROYECTO REMODELACION
AERODROMO TOMAS B. KENNY

PLANO DE: SEÑAL PUNTO DE ESPERA

ESCALA: 1:1000

FECHA: MARZO 2020

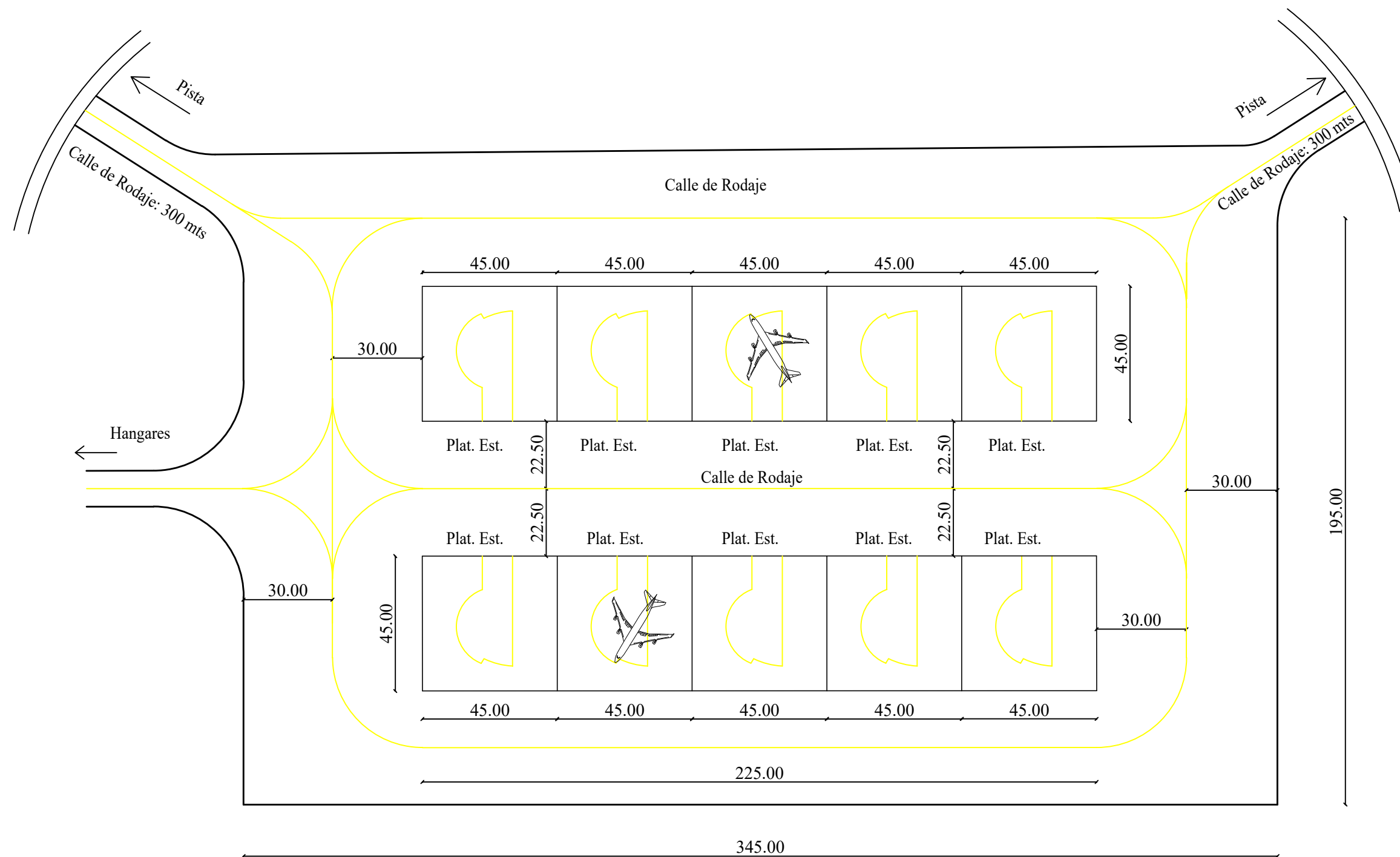
ALUMNOS:

TOMAS O'DONOHUE

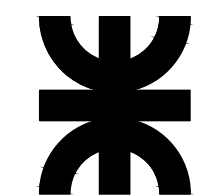
NICOLAS DECLEIRE

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ing. OSCAR BRAUN

DIRECTOR ACADEMICO:
Ing. MAURICIO REVELANT

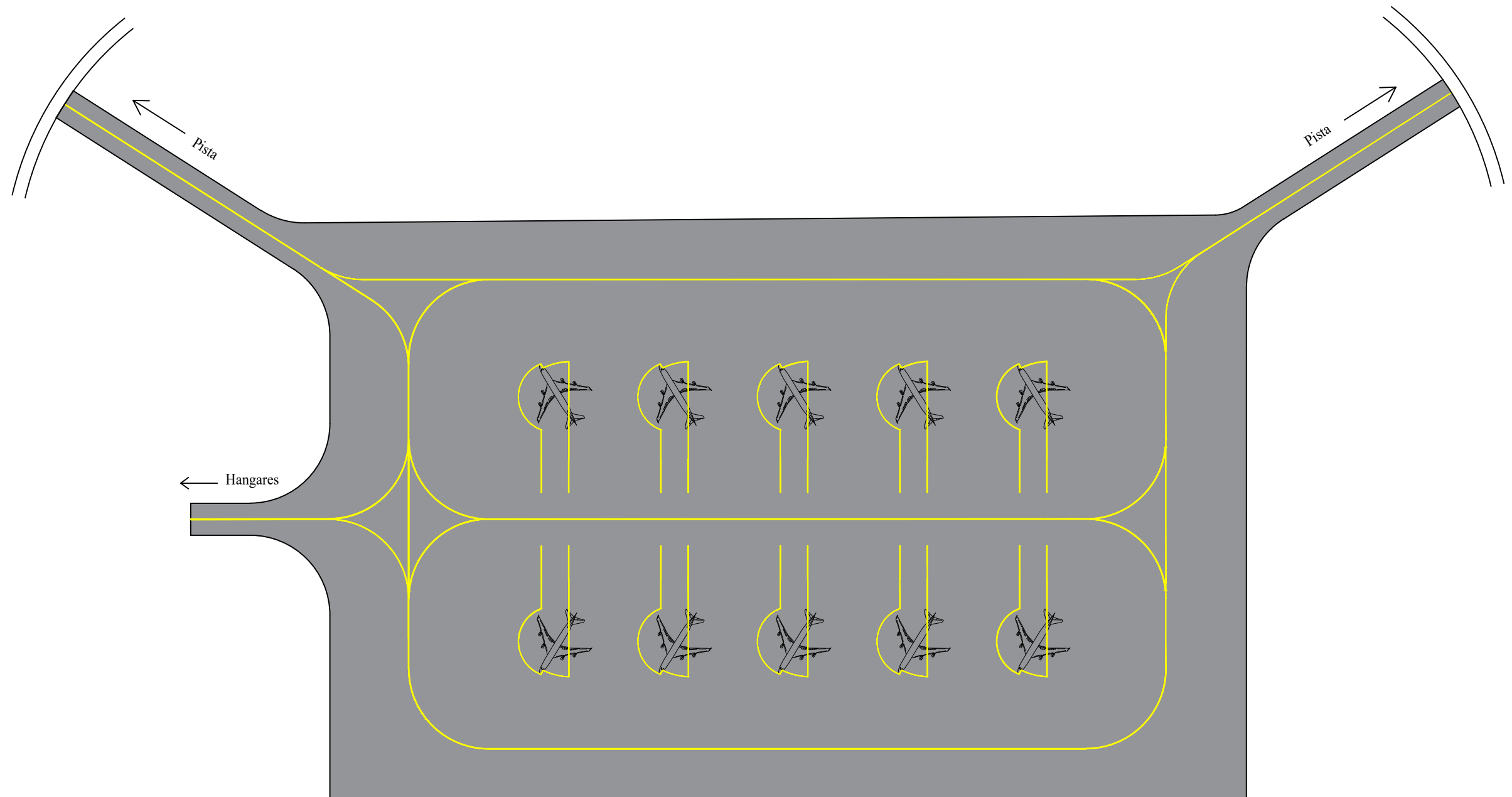


DETALLE PLATAFORMA DE ESTACIONAMIENTO



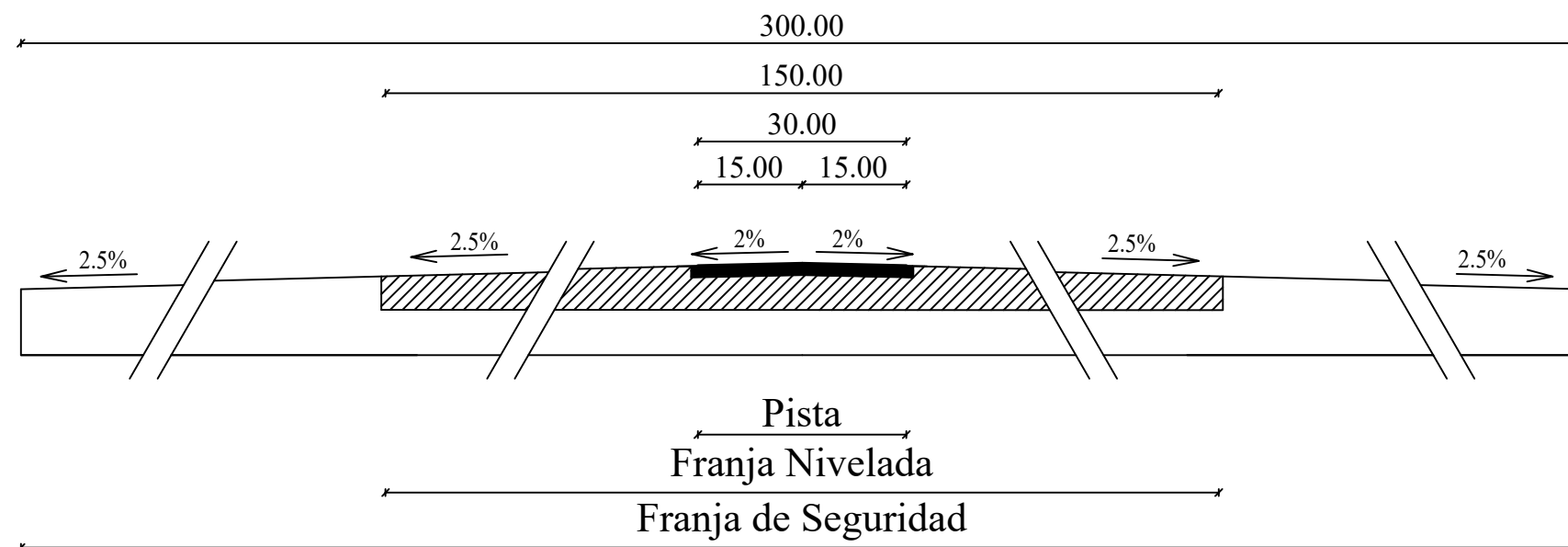
U.T.N.F.R.V.T

<p>PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY</p>		<p>ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE</p>
		<p>DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN</p>
<p>PLANO DE: PLATAFORMA</p>		
<p>ESCALA: 1:1500</p>	<p>FECHA: MARZO 2020</p>	<p>DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT</p>

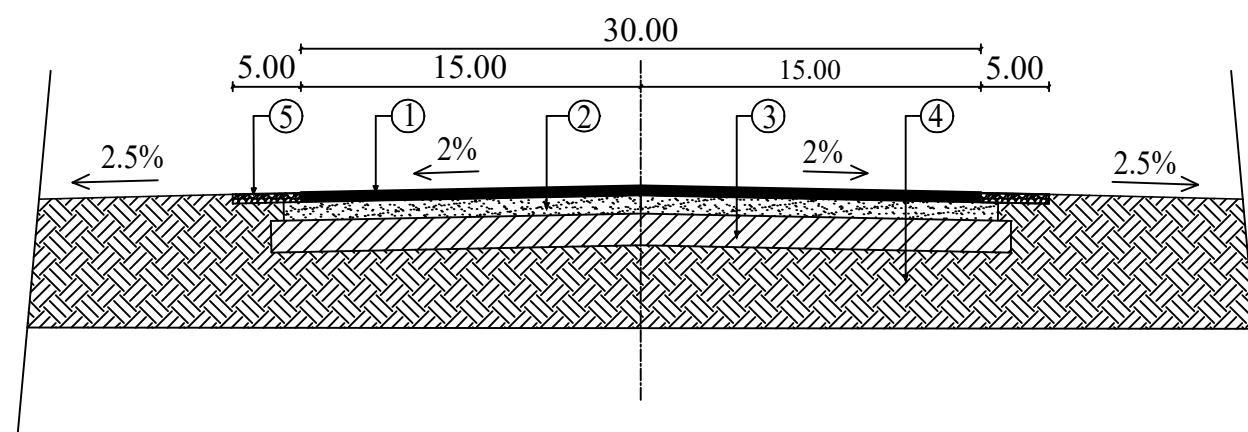


DETALLE PLATAFORMA DE ESTACIONAMIENTO

	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: PLATAFORMA		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: GRAFICA	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT



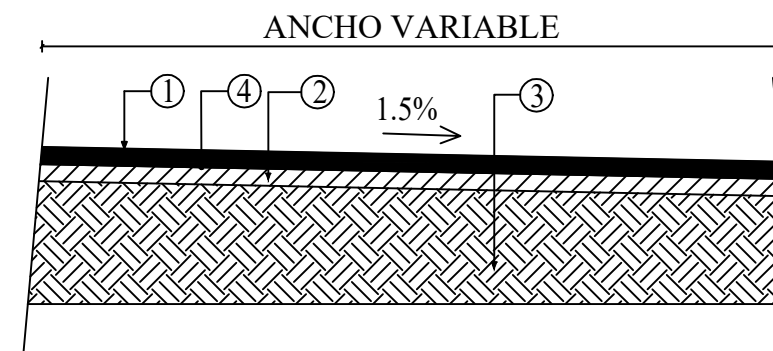
PERFIL TRANSVERSAL TIPO



PERFIL TRANSVERSAL TIPO
PAVIMENTO FLEXIBLE
(PISTA Y CALLE DE RODAJE)

REFERENCIAS PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① CAPA DE RODADURA ASFALTICA ESP: 10 CM SOBRE RIEGO DE LIGA Y DE IMPRIMACION
- ② BASE GRANULAR CEMENTADA ESP: 20 CM SOBRE RIEGO DE IMPRIMACION
- ③ SUB-BASE SUELO - CAL ESP: 35 CM
- ④ SUBRASANTE COMPACTADA
- ⑤ EXTREMO DE PISTA ESTABILIZADO ESP: 10 CM

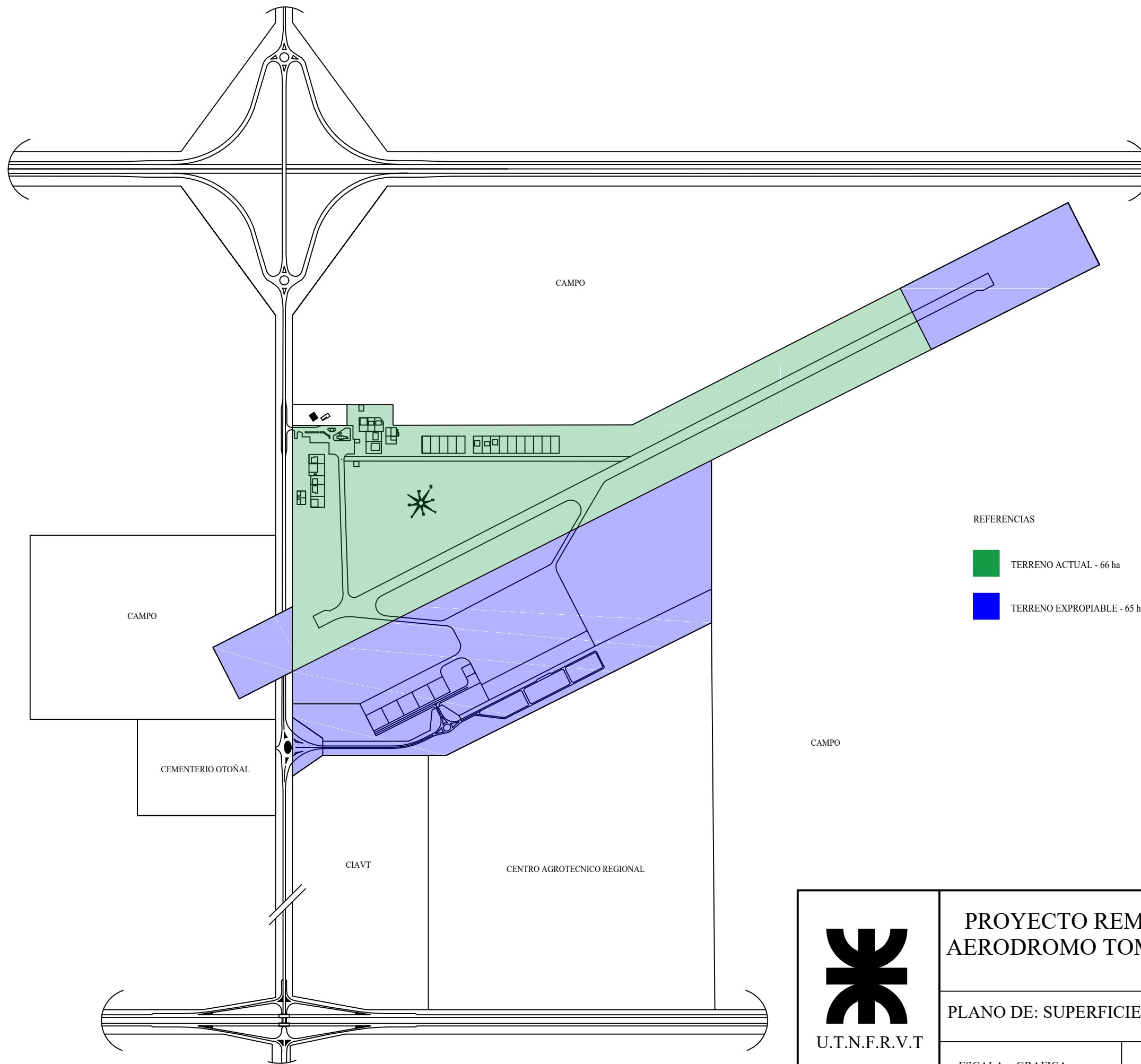


PERFIL TRANSVERSAL TIPO
PAVIMENTO RIGIDO
(PLATAFORMA)

REFERENCIAS PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① CAPA DE RODADURA HORMIGON H30 ESP: 21 CM
- ② SUBRASANTE SUELO CAL ESP: 20 CM
- ③ TERRENO NATURAL
- ④ FILM POLIETILENO

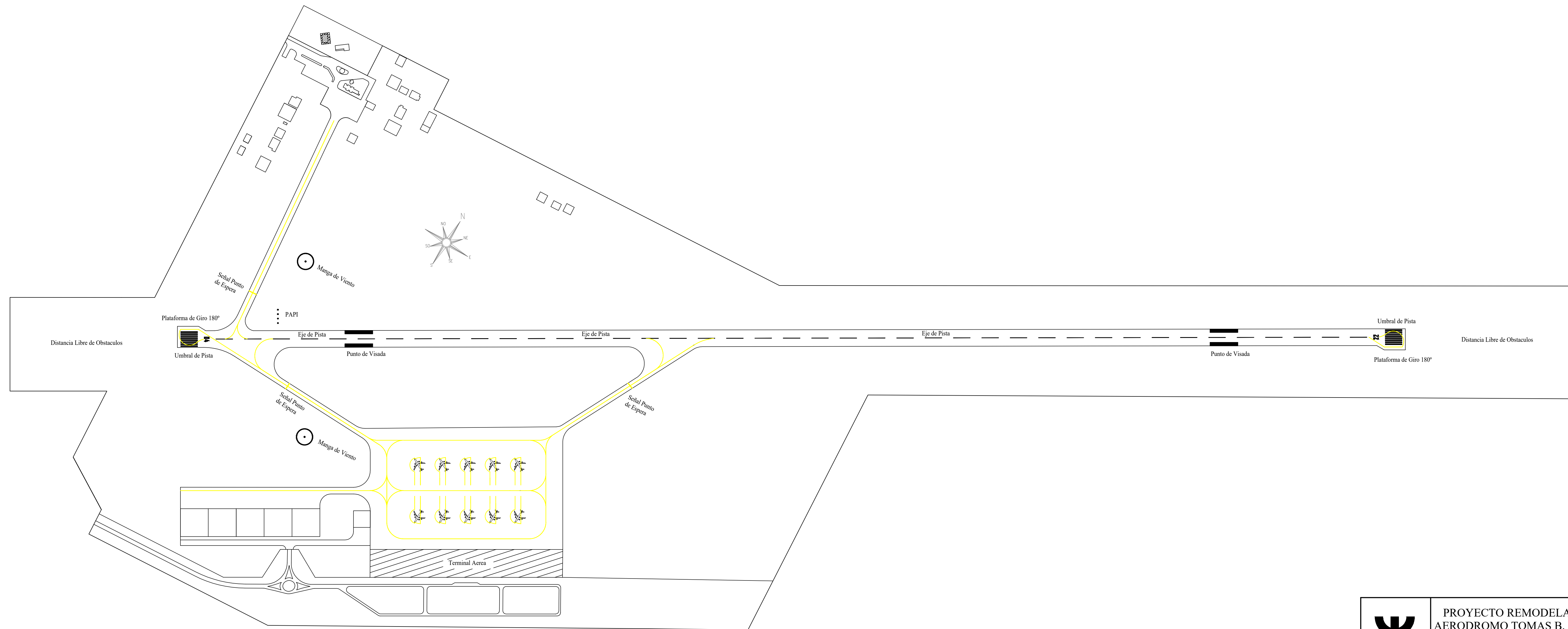
 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY	ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: CORTE TRANSVERSAL CON PAQUETE ESTRUCTURAL	DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: GRAFICA	FECHA: MARZO 2020

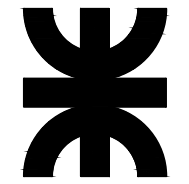


REFERENCIAS

- TERRENO ACTUAL - 66 ha
- TERRENO EXPROPIABLE - 65 ha

 U.T.N.F.R.V.T	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLEIRE
	PLANO DE: SUPERFICIE DE EXPROPIACION		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: GRAFICA	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT



 U.T.N.F.R.V.T.	PROYECTO REMODELACION AERODROMO TOMAS B. KENNY		ALUMNOS: TOMAS O'DONOHUE NICOLAS DECLERE
	PLANO DE: AYUDAS VISUALES		DIRECTOR DEL PROYECTO: Ing. OSCAR BRAUN
	ESCALA: 1:3500	FECHA: MARZO 2020	DIRECTOR ACADEMICO: Ing. MAURICIO REVELANT