

ANÁLISIS TRANSICIONAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE HONG KONG

Memoria del Trabajo Final de
Máster Universitario en Gestión Aeronáutica
realizado por
Santiago Gil Vidal
y dirigido/supervisado por
Ángel Villa Hernando
Sabadell, 17 de septiembre de 2018

El/La abajo firmante, Ángel Villa Hernando

Profesor/a de los estudios de Máster Universitario en Gestión
Aeronáutica de la UAB,

CERTIFICA:

Que el trabajo al que corresponde la presente memoria ha sido realizado
bajo su dirección por el alumno: Santiago Gil Vidal

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ángel Villa Hernando". The signature is fluid and cursive, with distinct loops and strokes.

Ángel Villa Hernando

Sabadell, 12 de septiembre de 2018

ABSTRACTE

Actualment el transport aeri experimenta un potencial creixement que ha ocasionat la saturació d'aeroport y espais aeris, provant retards per la limitada que presenten aquests elements. En aquest aspecte, en l'Aeroport de Hong Kong es preveu que en els pròxims anys la demanda arribi al límit de la capacitat havent de ser ampliat.

En aquest projecte s'analitza la posada en funcionament de les noves infraestructures que s'hauran d'executar per a que l'aeroport pugui absorbir la futura demanda de manera que es realitzi una transició fluida que no suposi una afecció per a la contínua operativa de l'aeroport.

ABSTRACTO

Actualmente el transporte aéreo experimenta un potencial crecimiento que ha ocasionado la saturación de aeropuertos y espacios aéreos, provocando retrasos por la limitada capacidad que presentan estos elementos. En este aspecto, en el Aeropuerto de Hong Kong se prevé que en los próximos años la demanda alcance el límite de capacidad debiendo de ser ampliado.

En este proyecto se analiza la puesta en marcha de las nuevas infraestructuras que se deberán ejecutar para que el aeropuerto pueda absorber la futura demanda de manera que se realice una transición fluida que no suponga una afección para la continua operativa del aeropuerto.

ABSTRACT

Actually, air transport is experiencing a potential growth that has led to the saturation of airports and airspace, causing delays due to the limited capacity of these elements. In this regard, in Hong Kong Airport it is expected that in the coming years the demand will reach the capacity limit and should be expanded.

This project is analyzed the implementation of the new infrastructures that will have to be executed in order that the airport could absorb the future demand in a way that there is a fluid transition that does not suppose an affection for the continuous operative of the airport.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	11
1. ANTECEDENTES.....	13
1.1. ESCENARIO DE PARTIDA	13
1.2. ESCENARIO FINAL.....	18
1.3. ORAT.....	21
1.4. ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS	23
2. GESTIÓN TÉCNICA Y OPERACIONAL.....	25
2.1. FASE CONSTRUCTIVA	25
I. Campo de vuelo.....	27
II. Edificio terminal.....	28
III. otras infraestructuras	31
2.2. INTEGRACIÓN CON EL ESPACIO AÉREO.....	32
2.3. ANÁLISIS OPERACIONAL	34
I. Análisis de Riesgos	35
3. FORMACIÓN Y FAMILIARIZACIÓN.....	39
3.1. COLECTIVOS IMPLICADOS	39
3.2. PROGRAMA DE FORMACIÓN.....	41
3.3. PROGRAMAS DE DIFUSIÓN	42
4. ENSAYOS OPERACIONALES.....	45
4.1. ENSAYOS SISTEMAS DEL CAMPO DE VUELO	45
I. Pista.....	45
II. Rodaduras	47
III. Estacionamientos	47
4.2. ENSAYOS SISTEMAS DE PASAJEROS	49
I. Sistema procesado de pasajeros	50
II. Sistema transporte de equipajes.....	51
III. Sistema de seguridad	52
IV. Sistemas de elementos comerciales.....	53
4.3. ENSAYOS SISTEMAS DEL CENTRO DE CONTROL DE OPERACIONES.....	53
4.4. ENSAYOS CONTROLADORES TRÁFICO AÉREO	55
5. ENTREGA AL GESTOR AEROPORTUARIO.....	57
5.1. INDICADORES DEL DESEMPEÑO (KPI).....	57
5.2. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA	61
5.3. PUESTA EN MARCHA	62
I. Contingencias	63
6. CONCLUSIONES	65
7. BIBLIOGRAFIA	67
ANEXO I. Hoja de seguimiento de ensayos.	69
ANEXO II. Progresión de la estrategia 90/60/30.....	71

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Vista Aérea del Aeropuerto de Hong Kong.	13
Ilustración 2 Carta de Aeródromo.	14
Ilustración 3 Distribución de terminales.	15
Ilustración 4 Sistema de 3 pistas paralelas.	18
Ilustración 5 Estado final del Aeropuerto.	20
Ilustración 6 Organigrama del equipo ORAT	22
Ilustración 7 Propuesta de recuperación de terreno al mar.	25
Ilustración 8 Cronograma de las actuaciones en el Aeropuerto de Hong Kong.	27
Ilustración 9 Diseño nueva pista.	27
Ilustración 10 Aspecto final del aeropuerto.	29
Ilustración 11 Sistema APM actual.	30
Ilustración 12 Futuro APM con la nueva terminal.	30
Ilustración 13 Huella de ruido del sistema de pistas.	33
Ilustración 14 Trayectorias del nuevo sistema de pistas.	34
Ilustración 15 Organigrama del Aeropuerto.	41
Ilustración 16 Boletín Informativo Aeropuerto de Praga.	43
Ilustración 17 Luces del PAPI.	46
Ilustración 18 Sistemas Meteorológicos.	46
Ilustración 19 Sistema Visual de Guía de Atraque.	48
Ilustración 20 Pasarelas de embarque.	48
Ilustración 21 Maquinas de auto-facturación.	50
Ilustración 22 Detalle del sistema, maleta y bandeja.	51
Ilustración 23 Centro Gestión Aeroportuaria de Barcelona-El Prat	54
Ilustración 24 Cambio de terminal de Cathay Pacific.	61

Tablas

Tabla 1 Características físicas de las pistas.....	14
Tabla 2 Nuevas Capacidades de Pistas.....	19
Tabla 3 Matriz de clasificación de riesgos.....	35
Tabla 4 Factores y defensas.	36
Tabla 5 Riesgos Operacionales.....	36
Tabla 6 Indicadores 1.000 operaciones.....	59
Tabla 7 Metodología 90/60/30.....	62

INTRODUCCIÓN

Los aeropuertos son infraestructuras que permiten la conectividad entre ámbitos remotos mediante el transporte aéreo, dotando a regiones con mayor accesibilidad y conectándolas con otras regiones geográficamente distanciadas.

En la actualidad, el volumen de usuarios de aeropuertos, en adelante pasajeros, que desean hacer uso de esta infraestructura se ve incrementado año tras año a la vez que el sector aéreo evoluciona lanzando al mercado aeronaves más eficientes y que se ajustan mejor a las necesidades de las aerolíneas y consecuentemente a los pasajeros. Estos hechos provocan que los aeropuertos deban evolucionar y adaptarse a estas nuevas demandas para, por un lado, afrontar mayor volumen de pasajeros y, por otro lado, adaptar el campo de vuelo a los nuevos requisitos de las aeronaves.

Estos cambios que se requieren en los aeropuertos, ya sea ampliaciones o remodelaciones, han de desarrollarse de una forma compatible con la operativa diaria del aeropuerto ya que el aeropuerto no puede permitirse cerrar durante las ampliaciones, y de manera que en su apertura se integre al aeropuerto de una forma fluida y con la mínima afección. Por estos motivos, en la actualidad se implementa una nueva metodología conocida como ORAT (Operational Readlines and Airport Transfer), que promueve como principal objetivo la entrega de la nueva infraestructura al Gestor Aeroportuario de una manera fluida e integradora en el conjunto.

Uno de los aeropuertos que presenta un gran crecimiento tanto a volumen de operaciones, pasajeros y carga es el Aeropuerto Internacional de Hong Kong y debido a su diseño actual en un futuro se deberá realizar una serie de ampliaciones para poder dar cabida en un futuro de la futura demanda. Para el desarrollo de este trabajo se pretende aplicar esta metodología (ORAT) en una futura ampliación del Aeropuerto Internacional de Hong Kong mediante un análisis de las fases del proyecto hasta llegar al día de la primera operación en la nueva infraestructura.

1. ANTECEDENTES

Antes de proceder con el análisis transicional de la nueva infraestructura del Aeropuerto de Hong Kong, se requiere abordar una serie de premisas teóricas, así como de definición del alcance del proyecto de transición.

Toda nueva infraestructura que se pretenda poner en servicio requiere de una planificación previa en la cual se establece una serie de fases o hitos a cumplir antes de la puesta en servicio. En este proyecto hay un punto de partida que es el escenario actual del aeropuerto y como consecuencia del crecimiento del aeropuerto se requiere una ampliación del campo de vuelo con una tercera pista y una nueva terminal de pasajeros llegando así al escenario final. Estas actuaciones están comprendidas en un proyecto constructivo en el cual se detallan las características técnicas de estas nuevas infraestructuras, en apartados posteriores se procederá a una síntesis de dicho proyecto.

A continuación, se procede a detallar estos dos escenarios y las asunciones previas que caracterizan este cambio.

1.1. ESCENARIO DE PARTIDA

En este apartado se procede a describir el estado actual del Aeropuerto Internacional de Hong Kong, también conocido como aeropuerto Chek Lap Kok.



Ilustración 1 Vista Aérea del Aeropuerto de Hong Kong.

El aeropuerto se ubica en la Región Administrativa de Hong Kong en la República Popular de China. Es un aeropuerto de reciente construcción ya que se inauguró en 1998 como resultado de la clausura del anterior aeropuerto de Kai Tak ubicado en el centro de la ciudad de Hong Kong y su indisponibilidad de terreno anexo para su ampliación. Este nuevo aeropuerto se ubicó en la isla de Chek Lap Kok mediante una ampliación de esta ganando terreno al mar.

Está compuesto por dos pistas paralelas con las siguientes características:

Tabla 1 Características físicas de las pistas.

Nomenclatura	Longitud	Anchura
07R-25L	3.800 m	60 m
07L-25R	3.800 m	60 m

Toda la información referente al campo de vuelo se puede encontrar publicada en el AIS (Aeronautical Information Services) de Hong Kong [1]. En la siguiente ilustración se puede observar la carta de aeródromo del Aeropuerto, en la cual se puede observar su configuración geométrica y principales elementos:

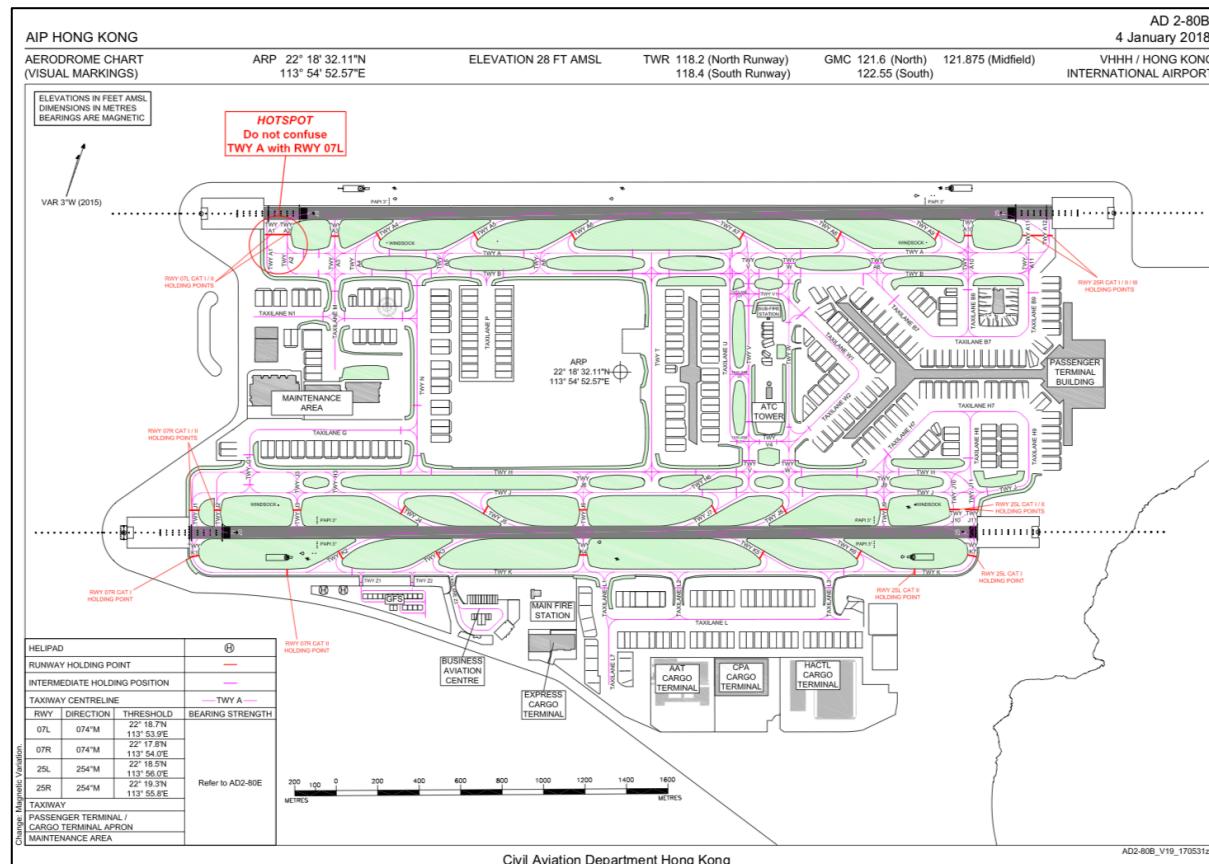


Ilustración 2 Carta de Aeródromo.

En cuanto a facilidades para los pasajeros el aeropuerto está conformado por 4 terminales [2], que se describen a continuación:

- **Terminal 1:** Es el edificio principal con una superficie de 570.000 km². Esta terminal fue diseñada por Norman Foster e inaugurada en 1998. Esta terminal tiene forma de “Y”, con un dique longitudinal que termina con la bifurcación en dos diques. Esta terminal está destinada a aerolíneas de bandera o tradicionales, mayoritariamente a las aerolíneas que pertenecen a alianzas. Entre las compañías que operan en la terminal 1 se encuentran Cathay Pacific, Singapore Airlines, Air France, Air China, Lufthansa, KLM, Qantas, entre otras.
- **Terminal 2:** Esta nueva terminal fue inaugurada en 2007 y recibe mayoritariamente operadores de bajo coste. Es un edificio que sirve para el proceso de facturación de los pasajeros que posteriormente son transportados a la Terminal 1 para poder acceder a las puertas de embarque. Entre las compañías operadoras se encuentran Air Asia (con sus filiales), Jet Airways, Tiger Airways, Air Pacific, Peach, entre otras.
- **Terminal North Satellite Concourse:** Inaugurada en 2009 es una terminal satélite destinada para albergar a 10 aeronaves de fuselaje estrecho. Está operada principalmente por las aeronaves de la familia A320 de la compañía Cathay Dragon, los cuales están destinados a las rutas de corto radio de la compañía.
- **Terminal Midfield Concourse:** Es la terminal de construcción más reciente, inaugurada en 2016. Tiene capacidad para albergar a 20 aeronaves de fuselaje ancho con 3 stands para aeronave de clave F, como el A-380. En esta terminal operan aerolíneas tanto de la terminal 1 como la 2, las cuales operan con aeronaves de gran fuselaje, como pueden ser Hong Kong Express, Hong Kong Airlines, Virgin Australia, Emirates, Lufthansa, entre otras.

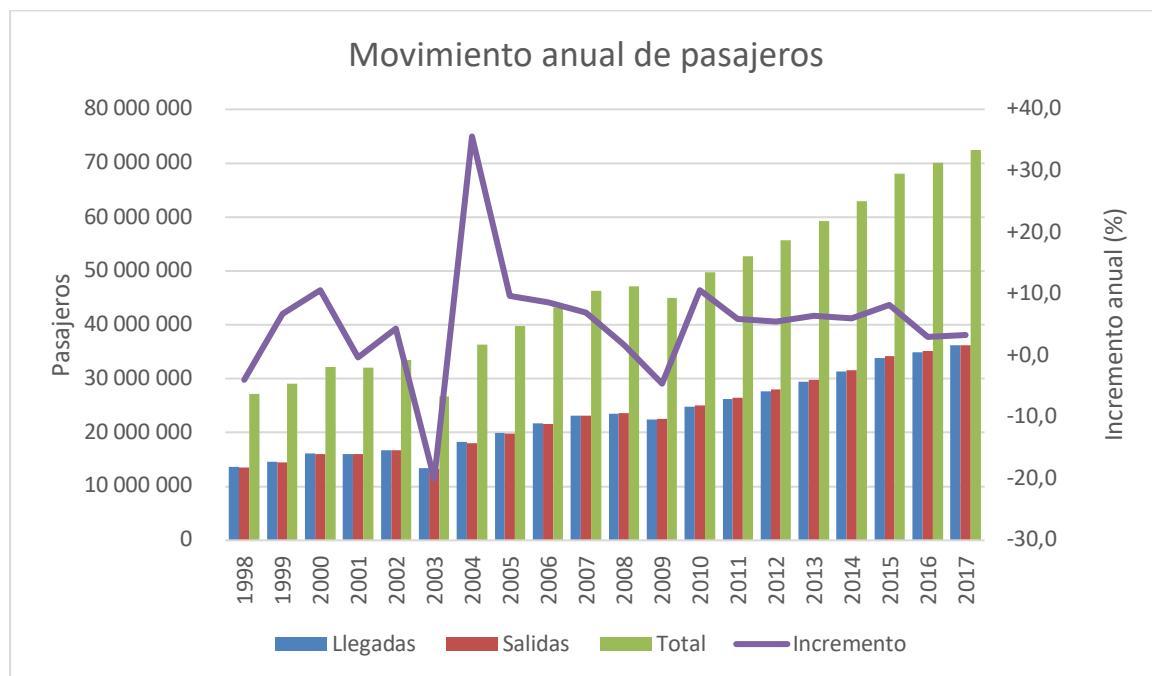


Ilustración 3 Distribución de terminales.

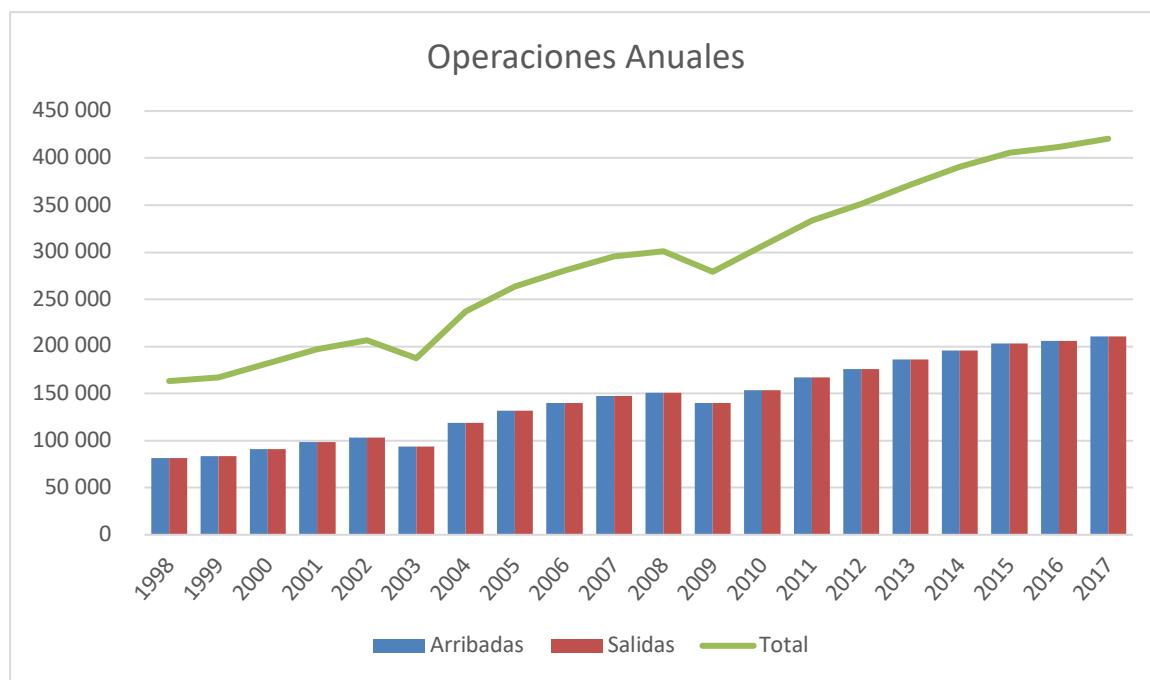
Además, el Aeropuerto de Hong Kong es uno de los aeropuertos a nivel mundial que más volumen de carga procesa. Por este motivo tiene destinado 47 posiciones de estacionamientos a aeronaves cargueras, así como 5 terminales para el procesado de carga ya sean propias de aerolíneas o de procesado postal.

Con el fin de poder cuantificar el estado actual del Aeropuerto, a continuación, se procede a detallar cuantitativamente las capacidades y recursos del aeropuerto de Hong Kong.

Hong Kong es un aeropuerto que tiene una capacidad declarada de 74 millones de pasajeros anuales con una capacidad de pista declarada de 68 operaciones/hora (33 arribadas y 35 salidas) con su sistema actual de dos pistas paralelas. Actualmente con incremento anual promedio del 3,5% se observa que se está llegando al máximo de capacidad declarada del aeropuerto tal y como se puede observar en la siguiente gráfica [3]:



Como se puede observar en el gráfico anterior en el año 2017 se ha logrado la cifra de 72,5 millones de pasajeros aproximándose al límite de capacidad declarada. Por este motivo en los últimos años el aeropuerto ha experimentado un estancamiento en el crecimiento.



En el gráfico anterior se puede ver como el número de operaciones anuales se ha ido incrementando anualmente, este hecho causará que las pistas en un futuro lleguen a su máximo de capacidad creando así una congestión del sistema que puede causar una limitación del potencial crecimiento que ofrece el aeropuerto. Según los expertos se ve necesario la construcción de una tercera pista para 2024 momento en el cual se verá sobrepasada la demanda respecto la capacidad actual.

1.2. ESCENARIO FINAL

Una vez analizado el estado actual del Aeropuerto Internacional de Hong Kong se procede a describir el proceso de ampliación que se contempla en su Máster Plan [4]. Este documento elaborado por la autoridad gestora del Aeropuerto de Hong Kong describe la hoja de ruta del aeropuerto hasta 2030 con los futuros hitos de crecimiento del aeropuerto. El proyecto de construcción se estima en 141,5 millardos (10^9) de Dólares de Hong Kong (15,55 millardos de Euros) con una fecha estimada de puesta en pleno funcionamiento para 2030.

Para la realización del presente trabajo de análisis transicional se define un escenario en el cual se pone en marcha una tercera pista y un nuevo edificio terminal. A continuación, se procede a detallar las actuaciones que se contemplan en el citado Máster Plan que representarán los hitos del proyecto de transición, es decir, las puestas en funcionamiento de estas nuevas infraestructuras marcarán el objetivo a alcanzar en el cronograma de la planificación de la ORAT.

La primera actuación consiste en un aumento del campo de vuelo con la construcción de una tercera pista paralela a las dos existentes. Esta tercera pista se ubicará más adentro lo que implicará que se tenga que ganar terreno al mar y rediseñar el sistema de rodaduras para poder integrar esta nueva pista al sistema actual. A continuación, se puede observar una imagen descriptiva de esta nueva pista con su ubicación.



Ilustración 4 Sistema de 3 pistas paralelas.

En la *Ilustración 4* se puede observar el sistema compuesto por 3 pistas paralelas en los dos posibles sentidos de operación (07 y 25). Los colores de las flechas de la ilustración muestran el uso al cual se destinaría las pistas, siendo el color azul referente a las arribadas, el amarillo a las salidas, y el verde a las maniobras de aproximación frustrada¹.

¹ Maniobra que ejecuta el piloto cuando la aproximación no culmina en aterrizaje debiendo elevar el vuelo para volver a iniciar la maniobra de aproximación.

Con esta tercera pista se podrá ver aumentada la capacidad de las 68 operaciones/horas actuales a 102 operaciones/hora, lo que supone un aumento del 50% dado que al introducir una pista de uso mixto cambiaría la capacidad actual (se utiliza una para arribadas y otra para salidas). Esto se debe a que la tercera pista (07L/25R) se destinaría para aterrizajes, la actual pista Norte pasaría a denominarse (07C/25C) y sería destinada para despegues y finalmente, la actual pista Sur pasaría a denominarse (07R/25L) y sería destinada tanto para despegues como para aterrizajes con una capacidad máxima de 34 operaciones/hora. De manera que las capacidades del nuevo sistema serían:

Tabla 2 Nuevas Capacidades de Pistas.

Pista	Uso	Arribadas	Salidas	Total
07L / 25R	Arribadas	33	-	33
07C / 25C	Salidas	-	35	35
07R / 25L	Mixto	17	17	34
Total		50	52	102

La segunda actuación consiste en un aumento de la capacidad de pasajeros con un nuevo edificio terminal estilo satélite, es decir, que el acceso a este mismo se realiza con un sistema de transferencia de pasajeros (People Mover) respecto un edificio diferente. Este tipo de diseño terminal permite aprovechar toda su superficie de fachada para albergar aeronaves, además permite crear un sistema centralizado en el cual dispones únicamente de un terminal en el cual procesas todo el volumen de pasajeros. El procesador central de esta terminal satélite se ubicaría en la actual Terminal 2 mediante una ampliación de esta.

En la siguiente imagen se puede observar el diseño de la nueva terminal y como se integraría en el sistema aeroportuario.

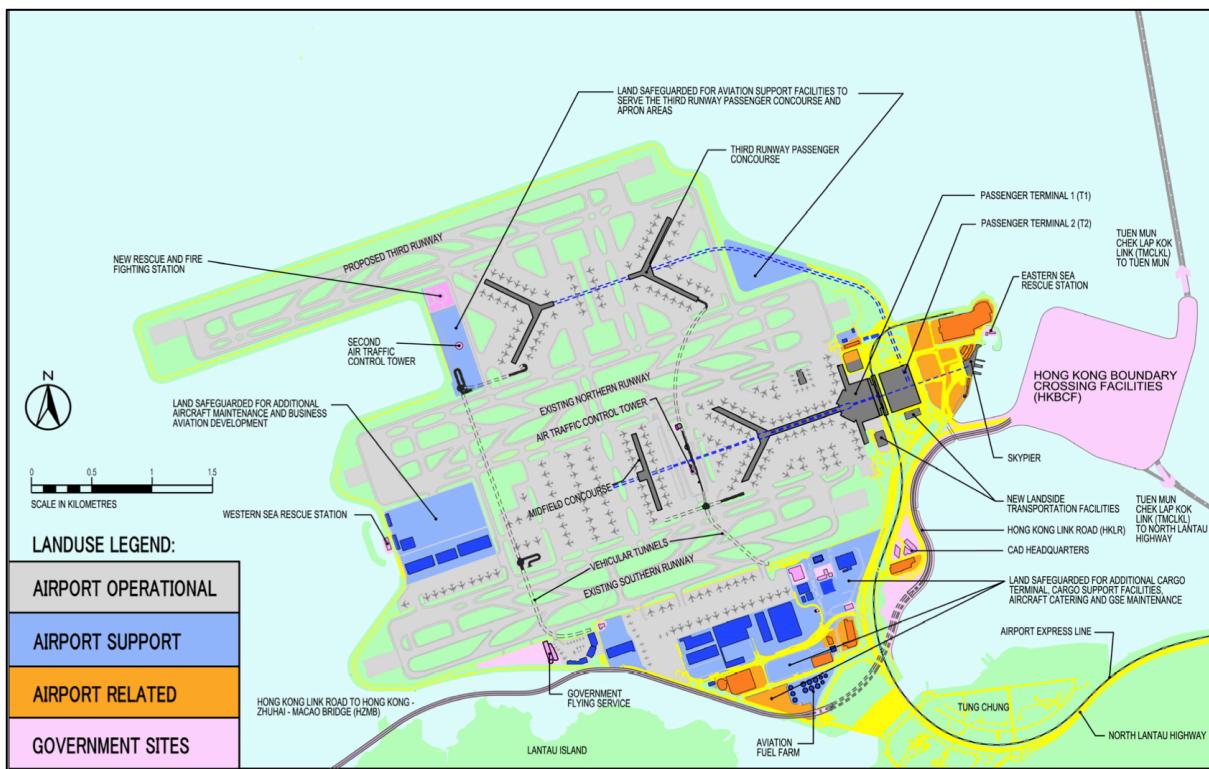


Ilustración 5 Estado final del Aeropuerto.

Adicionalmente a la nueva pista y terminal, se deberán realizar otras actuaciones de menor nivel que modificarán el aeropuerto. Entre estas actuaciones podemos encontrar una nueva torre de control, para mejorar la visibilidad del campo de vuelo, nuevas instalaciones de servicios auxiliares a aeronaves (zonas de aparcamiento de equipos handling, nuevo centro de servicio de salvamento, nuevos edificios para servicios de carga aérea, nuevos párquines, ...). Adicionalmente se construirá el Hong Kong Boundary Crossing Facilities (HKBCF) que servirá como un intercambiador terrestre entre el aeropuerto y las regiones cercanas.

En los próximos capítulos se procederá a detallar las actuaciones que se deben llevar a cabo para la ejecución de los trabajos asociados a la ampliación del Aeropuerto Internacional de Hong Kong.

1.3. ORAT

El concepto ORAT, del inglés Operational Readiness and Airport Transfer [5], es un término utilizado para designar al proceso en el cual se a partir de una infraestructura recién construida se convierte en una plenamente funcional.

Para llevar a cabo este proceso se requiere de una planificación previa y la ejecución de una serie de formaciones y ensayos para que no sólo la infraestructura esté preparada para el día de la operación (AOD – Airport Opening Day), sino que también lo han de estar todas las personas que la hagan funcionar. Por este motivo, se define una hoja de ruta a seguir en la fase de transición que pretende culminar con la entrega de la infraestructura al operador de esta y que esta sea plenamente funcional.

La ORAT se sustenta en una serie de pilares que servirán para la puesta en marcha de la nueva infraestructura aeroportuaria:



- **Planificación:** Es la primera etapa en la cual se ha de conformar el equipo que llevará a cabo la planificación de la ORAT y la definición del proyecto. Para la configuración de este equipo no únicamente se requerirá de técnicos especializados en la ORAT, sino que también se deberá integrar en el equipo los principales stakeholders (partes interesadas). Una vez conformado el equipo se procederá a la definición de la hoja de ruta a seguir para alcanzar el AOD.
- **Ensayos:** En esta etapa se pone a prueba la infraestructura y los componentes que la constituyen, tales como pueden ser el sistema de procesamiento de equipajes, sistemas de información al público, entre otros. Para ello previamente se ha tenido que definir y procedimentar todos los procesos que serán requeridos seguir en el día a día del aeropuerto, o en su defecto, modificar los existentes teniendo en cuenta la nueva infraestructura.
- **Formación:** Una vez se han consolidado los procedimientos, es necesario instruir a los futuros operadores de la infraestructura. Por ello es vital una correcta formación de los empleados para garantizar el correcto traspaso.
- **Trasferencia al operador:** Es la última etapa del proyecto, en el cual se alcanza el AOD (Airport Opening Day), el día en el cual se pone en marcha la infraestructura. Para ello previamente se ha debido entregar toda la documentación asociada al proyecto y haber definido planes de contingencia ante las posibles adversidades que se puedan afrontar en la operativa de la infraestructura.

Todo este proceso se puede realizar de diferentes vías, de manera que la entrada en operativa sea por fases o de forma consolidada [6]:

- **Fases;** Este tipo de aperturas cuentan con menor riesgo dado que al fasear la apertura te permite hacerlo progresivamente y en caso de detectar alguna incidencia o desviación te permite generalmente corregirla de una manera más sencilla y rápida. Esta opción te permite que gradualmente los empleados se vayan adaptando a la nueva infraestructura. La principal desventaja de este tipo de apertura son los elevados costes asociados a tener duplicidad de tareas respecto la vieja infraestructura y la nueva. Además, este tipo de puesta en marcha tiene asociado mayor número de retrasos debido a la larga duración temporal.
- **Consolidada:** Este tipo de aperturas consiste en poner en marcha todas las nuevas infraestructuras simultáneamente. Esta opción presenta mayores riesgos debido a iniciar la puesta en marcha con una elevada carga de trabajo que puede producir grandes deviaciones y cancelaciones. En cambio, te permite comenzar la captación de ingresos de una forma más rápida.

Otro hecho que se ha de tener en cuenta es la definición del AOD (Airport Opening Day) para ello existen dos tipos de metodologías:

- **Fixed;** La fecha de la apertura es inamovible, es decir, se define el día en el cual la infraestructura de pondrá en marcha y a partir de ese día se hace toda la programación temporal. Esta metodología es ventajosa para las aerolíneas debido a que las planificaciones de las temporadas la suelen realizar con 6 meses de antelación, en cambio, es mucho más rígida y requiere de una gran precisión en la ejecución de las tareas.
- **Soft;** Esta metodología no define un día para la puesta en marcha si no que persigue una serie de hitos, que pueden ser los 90/60/30 días que a falta de 90 días evalúa el estado de las actuaciones, si están todas realizadas adecuadamente se procede a las actividades de los 60 días para la apertura, y de la misma forma a los 30 días; en caso de no haberse completado las actividades se prorroga la apertura 30 días más.

Finalmente, el equipo de trabajo de la ORAT ha de estar conformado por personal que esté implicado en las diferentes áreas funcionales del Aeropuerto para poder dar un correcto asesoramiento y permitir un trabajo de forma conjunta adecuado. En la siguiente ilustración se puede observar un organigrama tipo del equipo de trabajo:

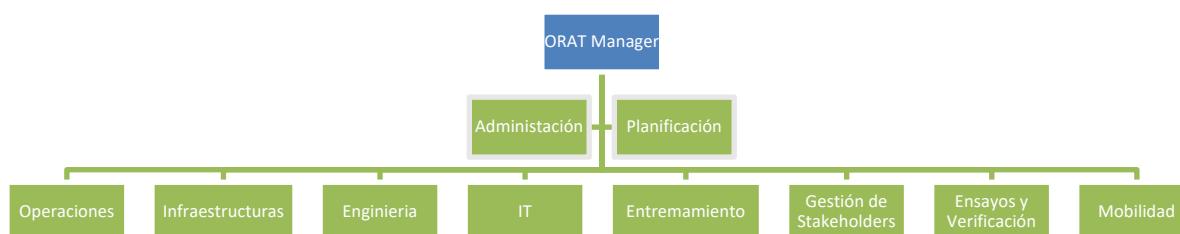


Ilustración 6 Organigrama del equipo ORAT

1.4. ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS

Antes de iniciar un proyecto de estas dimensiones como es una ampliación de un aeropuerto, se requiere hacer un análisis del entorno aeroportuario en el cual se identifiquen todos aquellos grupos de influencia en el desarrollo de este, como pueden ser los entes gubernamentales, explotadores del aeropuerto, aerolíneas, agentes de asistencia en tierra, entre otros. Por este motivo el explotador del aeropuerto, que en este caso es el Airport Authority Hong Kong (AAHK) deberá contar con las opiniones y requerimientos de estos grupos para garantizar un exitoso desarrollo del proyecto y de manera que se adapte a las exigencias y requisitos de los interesados.

A continuación, se procede a citar los principales stakeholders [7] y su participación en el proceso:

- **Ciudad de Hong Kong**: La ciudad de Hong Kong, así como su desarrollo económico está íntimamente ligado con el crecimiento del aeropuerto. En este sentido el Aeropuerto al ser un motor económico de la ciudad y la puesta de entrada a la misma deberá cumplir con dichas exigencias. Así mismo los habitantes de esta deberán ser conocedores de los cambios debido a posibles afecciones medioambientales del crecimiento.
- **Aerolíneas**: Las aerolíneas tendrán que participar activamente en el diseño de las futuras instalaciones, en este sentido las principales aerolíneas operadoras del aeropuerto son Cathay Pacific, Hong Kong Airlines entre otras. Es importante relacionarse con ellas al ser las mayores operadoras del aeropuerto, que transmitan sus necesidades, así como las intenciones de crecimiento de flota para poder diseñar el dimensionamiento del campo de vuelo.
- **Agentes de Asistencia en Tierra**: Serán partícipes al ser los que se dediquen a las tareas diarias de asistencia a las aeronaves. Su participación en el proceso ayudará en el dimensionamiento del interior del terminal y la realización de los ensayos de puesta en marcha de los sistemas.
- **Proveedores de Servicios de Navegación Aérea**: Al integrarse una tercera pista en el campo de vuelo, esta tendrá que integrarse en el espacio aéreo y garantizar su compatibilidad con las trayectorias actualmente definidas.
- **Proveedores externos**: Al ejecutarse una obra de gran envergadura, se requerirá de empresas externas que ejecuten las tareas (constructoras) así como empresas que realicen el mantenimiento de las instalaciones.
- **Usuarios**: Los usuarios del aeropuerto serán aquellos pasajeros que inician o finalizan su vuelo, o que efectúan escala en el aeropuerto. Para hacerlos partícipes del proceso se pueden hacer encuestas de satisfacción con las infraestructuras actuales y los aspectos de mejora que consideran de mejora para tener en cuenta los resultados en la planificación de las nuevas infraestructuras.

2. GESTIÓN TÉCNICA Y OPERACIONAL

En este apartado se procederá a detallar las soluciones técnicas que se han de llevar a cabo para realizar la ampliación del Aeropuerto Internacional de Hong Kong. Para ello, se procederá a describir todas las actuaciones relacionadas con la construcción de la tercera pista y el edificio terminal, así como las actuaciones derivadas de estas.

Además, durante el transcurso de estas actuaciones el aeropuerto seguirá con su operación normal, motivo por el cual la ejecución de la ampliación ha de tener la mínima operación operativa, por este motivo se procederá a detallar las medidas a contemplar para garantizar que las operaciones se ejecuten de una forma segura y eficiente.

Finalmente, se estudiará el proceso de integración del nuevo aeropuerto dentro del espacio aéreo colindante y la afección que puede tener el uso de una tercera pista en mismo.

2.1. FASE CONSTRUCTIVA

A continuación, procede a detallar las actuaciones relativas a la ejecución de las obras constructivas de esta nueva infraestructura [8].

Debido a la casuística del Aeropuerto de Hong Kong de estar ubicado en el mar, será necesario, antes de la fase de edificación, realizar una ampliación de la isla sobre la cual se asienta el aeropuerto. Por este motivo se realizarán tareas de recuperación de terreno al mar. En total se requerirá emplear unas 650 hectáreas de tierra. Adicionalmente, se emplearán técnicas de bombeo de cemento (DCM) y uso de drenes (Drained Reclamation), para garantizar la estabilidad del terreno y que este se asiente bien sobre el lecho marino.

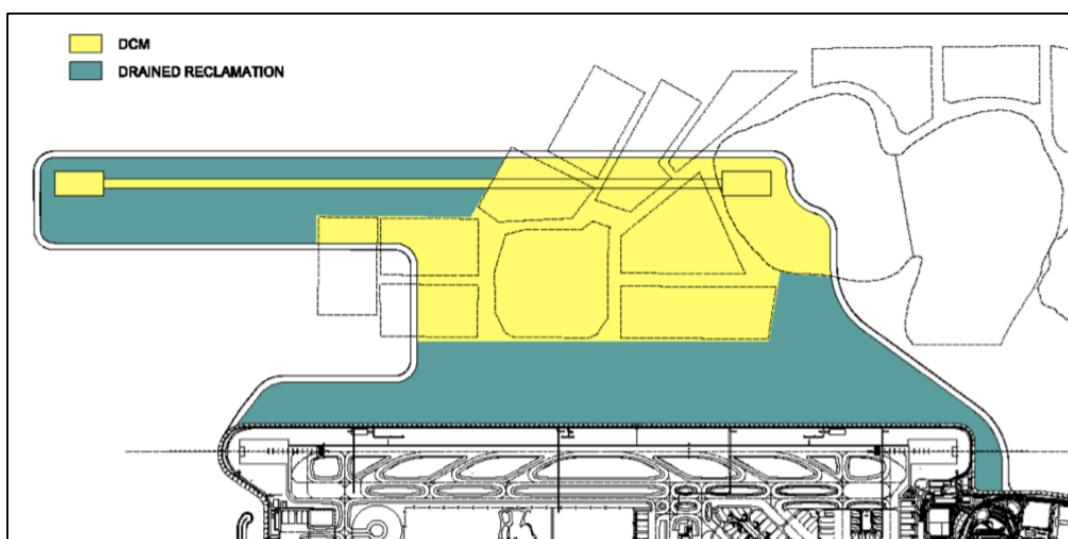


Ilustración 7 Propuesta de recuperación de terreno al mar.

Esta fase inicial de recobrar el terreno al mar supone una duración estimada de 4 años.

Una vez recobrado el terreno al mar se podrán iniciar los trabajos en la tercera pista y edificios terminales. En la siguiente tabla se puede observar el coste orientativo de las tareas constructivas a llevar a cabo:

Trabajos	Coste (en HK\$ ¹ x10 ⁹)
Recuperación de terreno	56.2
3 ^a Pista	11.5
Trabajos en plataforma	5.0
Modificación Terminal 2	16.5
Nuevo edificio terminal	26.3
Sistema Transporte de Personas (APM)	10.9
Sistema Automatizado de Equipajes	7.8
Otras facilidades aeroportuarias	7.3
TOTAL	141.5

Se puede observar que los trabajos de recuperación de terreno serán los que presentan mayor coste, suponiendo más de una tercera parte del total del coste del proyecto. En conjunto, se estima que el coste total del proyecto sea de unos 141,5 millardos de Dólares de Hong Kong, suponiendo una gran inversión de capital, pero necesaria para poder garantizar que el Aeropuerto pueda absorber la demanda futura.

Par llevar a cabo todas las actuaciones asociadas a la ampliación del Aeropuerto se seguirá el siguiente cronograma de trabajo:

¹ 1 HK\$= 0,10910 EUR

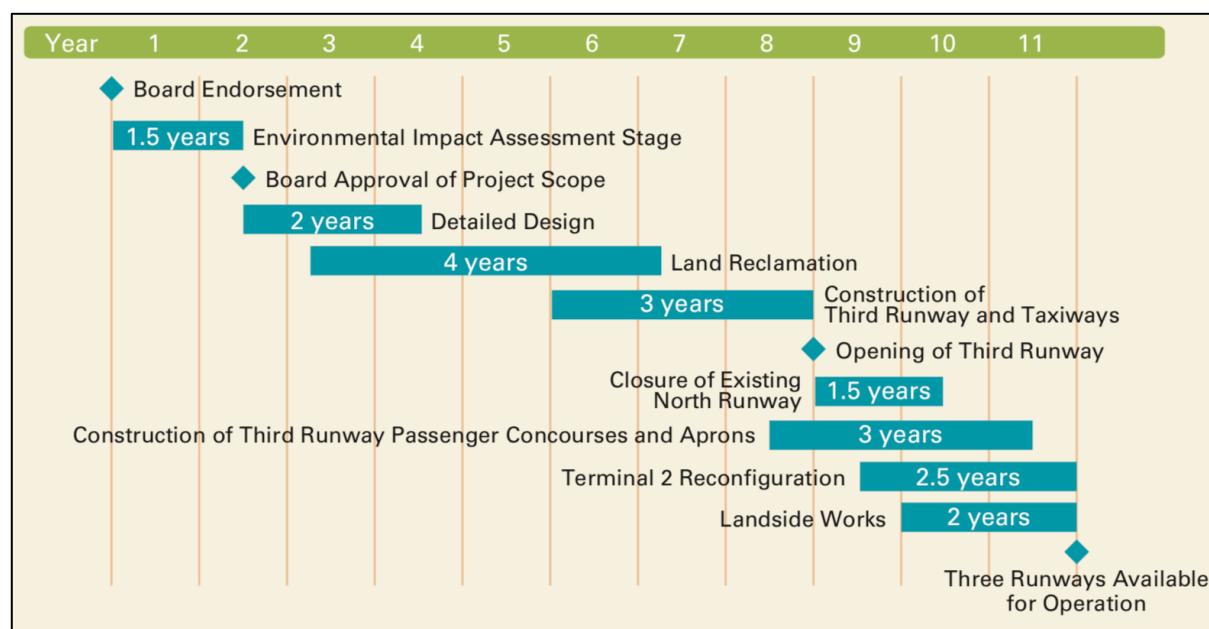


Ilustración 8 Cronograma de las actuaciones en el Aeropuerto de Hong Kong.

En la ilustración anterior se puede observar que todas las actuaciones que se llevarán a cabo no implican una apertura simultánea (pista y terminal), sino que en primer lugar se construirá la tercera pista y una vez esta pista entre en funcionamiento se procederá a cerrar la pista norte del aeropuerto (actual 07R/25L) para facilitar las actuaciones a llevar a cabo en la nueva terminal, permitiendo así el paso de maquinaria y de la tuneladora del sistema automático de transporte de pasajeros minimizando el impacto y riesgos a la operativa del aeropuerto.

I. CAMPO DE VUELO.

Tal y como se ha descrito anteriormente se procederá a construir una nueva pista paralela a las dos existentes. Esta nueva pista requerirá modificaciones adicionales en el actual campo de vuelo ya que se tendrá que rediseñar el sistema actual de calles de rodaje para poder acceder a ella.



Ilustración 9 Diseño nueva pista.

En la ilustración anterior se puede observar el diseño de la nueva pista. Dicha pista estaría conformada por 6 calles de salida rápida, tres en cada sentido de operación de la pista, así como 6 calles de rodaje de acceso a pista, tres por sentido, de las cuales una de ellas sería para despegue desde intersección de pista (no se usaría la totalidad de la distancia disponible para el despegue) y dos para realizar despegue desde cabecera. Así mismo, se construirían dos calles de rodaje paralelas a la pista.

Esta pista tendrá que dotarse de la señalización y el balizamiento correspondiente a la vez que se sitúen todas las ayudas tanto instrumentales (ILS, DME, LOC), ayudas visuales como el SIA (Sistema de Iluminación de Aproximación) y equipos meteorológicos (mangas de viento, transmisómetros, ceilómetros, termómetros y barómetros). Todas las especificaciones para la pista se pueden observar en el Anexo 14 de OACI.

La nueva pista tendría las mismas dimensiones que las actuales, 60 m. de ancho por 3.800 m. de largo, así como la misma orientación. Por este motivo se deberá renombrar el sistema de pistas, siendo la tercera pista la 07L/25R, la actual pista Norte cambiará de nombre ~~07L/25R~~ → 07C/25C, en cambio la actual pista Sur no deberá renombrarse siendo la 07R/25L.

Así mismo se definirían los sistemas de calles de rodaje para poder acceder a la plataforma acorde con el diseño del terminal para poder encajar con la geometría de los estacionamientos y de la terminal.

II. EDIFICIO TERMINAL

La principal ampliación en cuanto a infraestructura destinada al procesamiento de pasajeros es la construcción de una nueva terminal satélite ubicada entre la nueva pista y las actuales existentes para poder obtener mayor superficie de fachada terminal, hecho que permite aumentar el número de posiciones de estacionamiento en contacto. Su diseño geométrico será conformado por dos edificios en forma de "V" con este propósito.

Al tratarse de una terminal satélite se requiere de un procesador central desde el cual se lleven a cabo las tareas de facturación, control de pasaportes, recogida de equipaje y controles de seguridad. Desde este procesador central los pasajeros acceden mediante un sistema APM hasta la terminal satélite donde están ubicadas las puertas de embarque. Este procesador central se ubicará en la actual Terminal 2, pero dado que la capacidad de la actual no es capaz de soportar la demanda futura se tendrá que realizar una ampliación de esta, así como la construcción de nuevos sistemas que permitan la comunicación de esta terminal con la satélite, haciendo viable el tráfico de personas, equipajes y elementos de servicios de aeronaves entre ambas terminales.



Ilustración 10 Aspecto final del aeropuerto.

En la ilustración anterior se pueden observar las infraestructuras a desarrollar y su integración en el sistema aeroportuario. En dicha imagen se pueden ver las infraestructuras asociadas que no son puramente destinadas a la operativa de las aeronaves y a los servicios de procesamiento de pasajeros, pero en cambio son necesarios para el conjunto del sistema. Dichas infraestructuras se procederán a detallar en el siguiente apartado.

Ante el hecho de construirse dos terminales satélites que estarán distanciadas de las instalaciones actuales se deberá construir un sistema transportador de personas y equipajes adicional al actual. En las siguientes imágenes se puede observar el sistema actual y el futuro a desarrollar. En el diseño de este se puede observar la redundancia del sistema, es decir, la duplicidad de este para poder actuar en caso de contingencia en el supuesto de que el sistema falle o se produzca indisponibilidad de una de las vías.

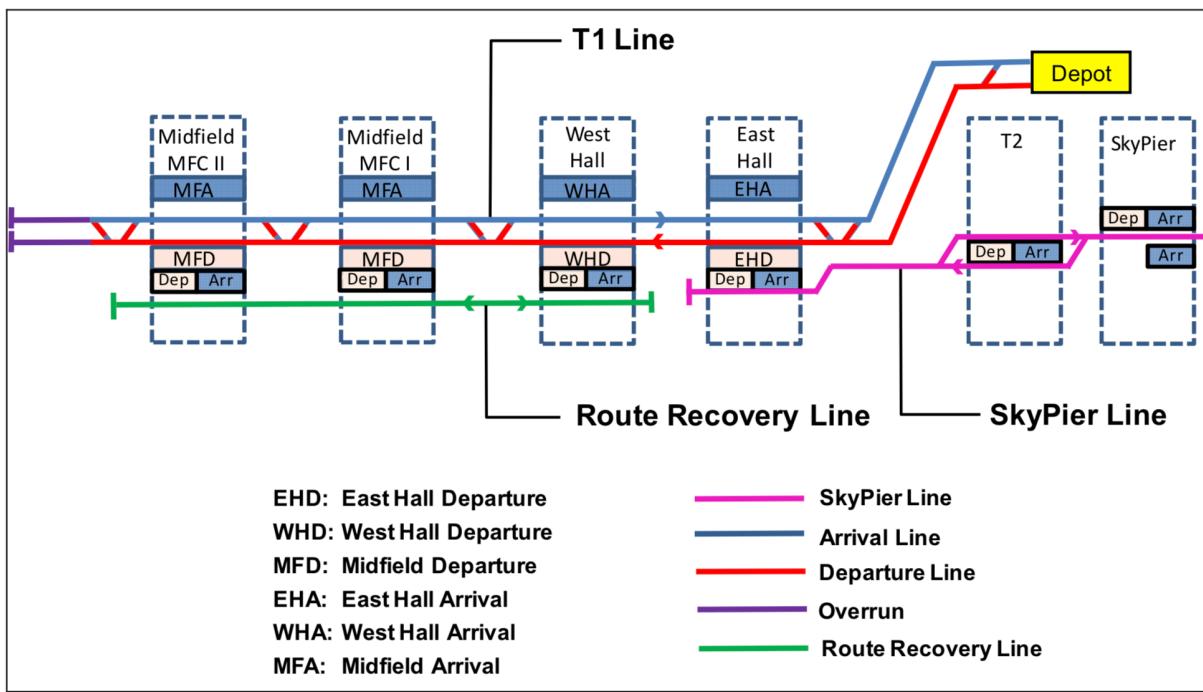


Ilustración 11 Sistema APM actual.

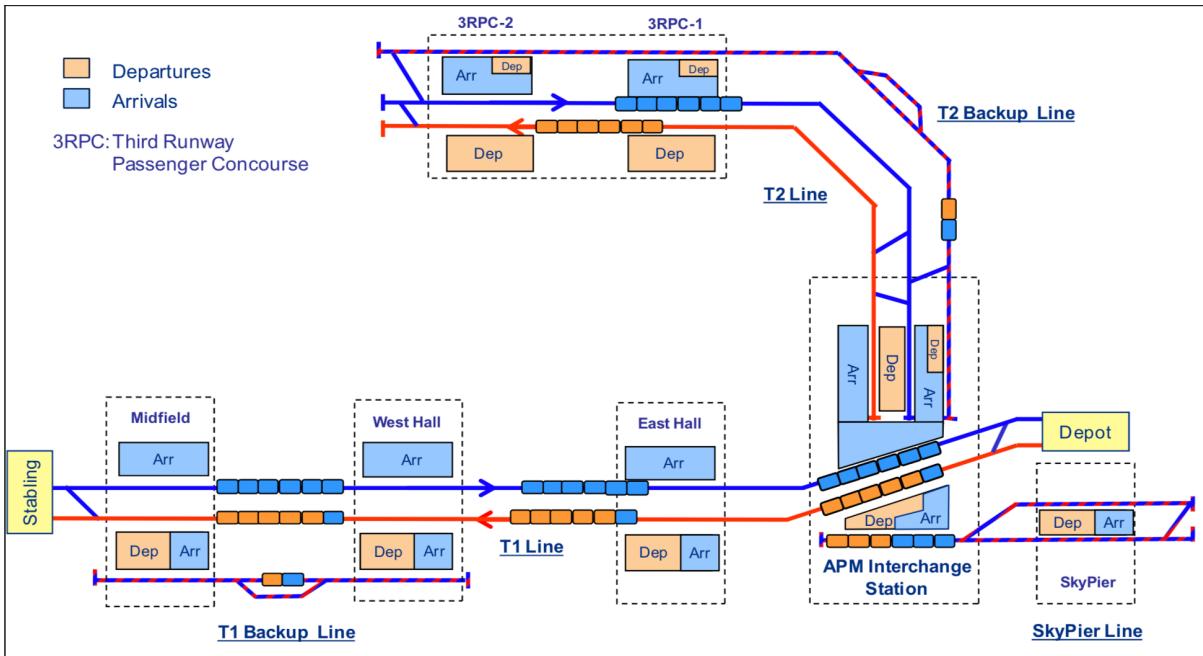


Ilustración 12 Futuro APM con la nueva terminal.

III. OTRAS INFRAESTRUCTURAS

La ampliación del aeropuerto conlleva la creación y modificación de infraestructuras secundarias para poder dar soporte a la infraestructura aeroportuaria.

Dentro de estas infraestructuras se encuentran las siguientes:

- **Mejora del sistema de carreteras:** Al aumentar la capacidad actual del aeropuerto se deberán aumentar las rutas de acceso al aeropuerto con carriles adicionales.
- **Ampliación de estacionamientos de vehículos:** Como consecuencia de la mejora en accesos y aumento de la capacidad se deberían ampliar los estacionamientos destinados a vehículos de los pasajeros, así como los destinados a trabajadores.
- **Nueva estación intermodal:** Conocida como HKBCF (Hong Kong Boundary Cross Facilities), esta estación intermodal permitirá conectar por carretera Hong Kong con Macao y Zuhai con su correspondiente paso fronterizo. Esta estación abastecerá el aeropuerto y servirá como conexión entre el transporte aéreo y terrestre (ferrocarril, autobuses y vehículos).
- **Nuevas estaciones de salvamento:** Estos nuevos puestos permitirán mejorar las zonas de cobertura requeridas por los servicios de salvamento (bomberos). Dado que al ampliar el campo de vuelo las actuales estaciones no cumplen con los tiempos de respuesta requeridos.
- **Nueva torre de control:** Al ampliar las rodaduras y estacionamientos a la vez que se construyen nuevos edificios que pueden obstaculizar el alcance visual de las actuales supondrá la necesidad de construir una nueva segunda torre de control (TWR) que permita que los Controladores Aéreos puedan observar todo el campo de vuelo.
- **Nuevos equipamientos para asistencia de aeronaves:** Los agentes de asistencia en tierra ampliarán su flota de equipos y sus instalaciones al tener que atender mayor volumen de aeronaves. Dentro de estas nuevas instalaciones pueden requerirse naves de reparación de equipos, hangares y zonas de estacionamiento de equipos.

2.2. INTEGRACIÓN CON EL ESPACIO AÉREO

El hecho de introducir una tercera pista implica una afección considerable al actual espacio aéreo, por este motivo se requiere de un análisis del impacto que supone, así como las futuras trayectorias para ver la posible afección al territorio colindante.

Esta integración del espacio aéreo es responsabilidad del Proveedor de Servicios de Navegación Aérea (PSNA / ANSP) del Aeropuerto y del espacio aéreo colindante. Para la realización del estudio se tendrán que detallar y procedimientar las arribadas y salidas de la tercera pista, así como nuevos procedimientos de rodadura diseñándose las siguientes cartas aeronáuticas:

- **Carta de obstáculos de aeródromo OACI Tipo A y B:** En la cual se detallan los obstáculos colindantes al aeropuerto.
- **Carta topográfica para aproximaciones de precisión:** Esta carta deberá facilitar información detallada sobre el perfil del terreno de determinada parte del área de aproximación final, para que las empresas explotadoras de aeronaves puedan evaluar el efecto del terreno al determinar la altura de decisión empleando radioaltímetros.
- **Carta de salida normalizada – vuelos por instrumentos (SID):** En esta carta se proporcionará a la tripulación de vuelo información que le permita seguir la ruta designada de salida normalizada.
- **Carta de llegada normalizada – vuelos por instrumentos (STAR):** En esta carta se proporcionará a la tripulación de vuelo información que le permita seguir la ruta designada de llegada normalizada.
- **Carta de aproximación por instrumentos:** Mediante esta carta se proporcionará a las tripulaciones de vuelo información que les permita efectuar un procedimiento aprobado de aproximación por instrumentos a la pista prevista de aterrizaje, incluso el procedimiento de aproximación frustrada y, cuando proceda, los circuitos correspondientes de espera. Así mismo existen cartas de aproximación visual pero debido a la topología del aeropuerto no será requerida.
- **Plano de aeródromo:** Se deberá actualizar acorde con el nuevo campo de vuelo.
- **Plano de aeródromo para movimientos en tierra:** Se deberá actualizar acorde con las nuevas rodaduras.
- **Plano de estacionamiento y ataque de aeronaves:** Se deberá actualizar acorde con las nuevas plataformas y estacionamientos.

Todas estas cartas, contenido y formato se encuentran en el Anexo 4 de OACI “*Cartas aeronáuticas*”. A demás, estas cartas deberán ser publicadas en el AIS del Aeropuerto [1].

El primer aspecto que considerar para analizar las trayectorias de las aeronaves, así como el uso de las pistas, es decir, su utilización para despegues o aterrizajes de aeronaves es calcular las huellas de ruido sobre el terreno. En la siguiente ilustración se puede observar las huellas de ruido del uso de las tres pistas del aeropuerto. En ella cabe destacar que dado que el aeropuerto se ubica sobre una isla que ha sido generado artificialmente ganando terreno al mar el impacto acústico sobre terreno habitado y la población es ínfimo debido a su lejanía y orientación de las pistas:

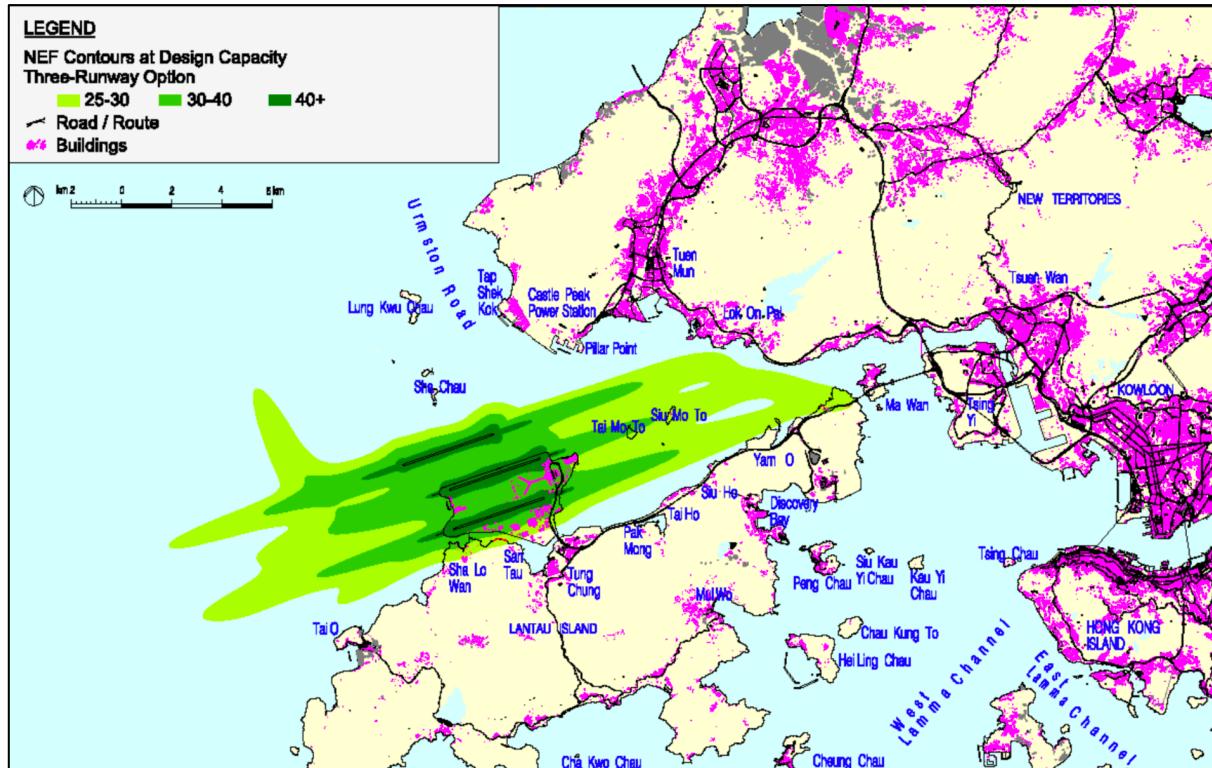


Ilustración 13 Huella de ruido del sistema de pistas.

Actualmente el PSNA NATS ha diseñado nuevas rutas de aproximación y despegue del sistema de 3 pistas. En la siguiente ilustración se puede observar dichas trayectorias. En ellas se observa el uso de las pistas en el cual una de ellas sería destinada para arribadas, otra para despegues y otra para ambas operaciones.

En las trayectorias se observa que se evita sobrevolar las zonas más densamente pobladas como pueden ser la ciudad de Hong Kong o Macao para sí evitar posibles obstáculos y molestias a las zonas urbanas.

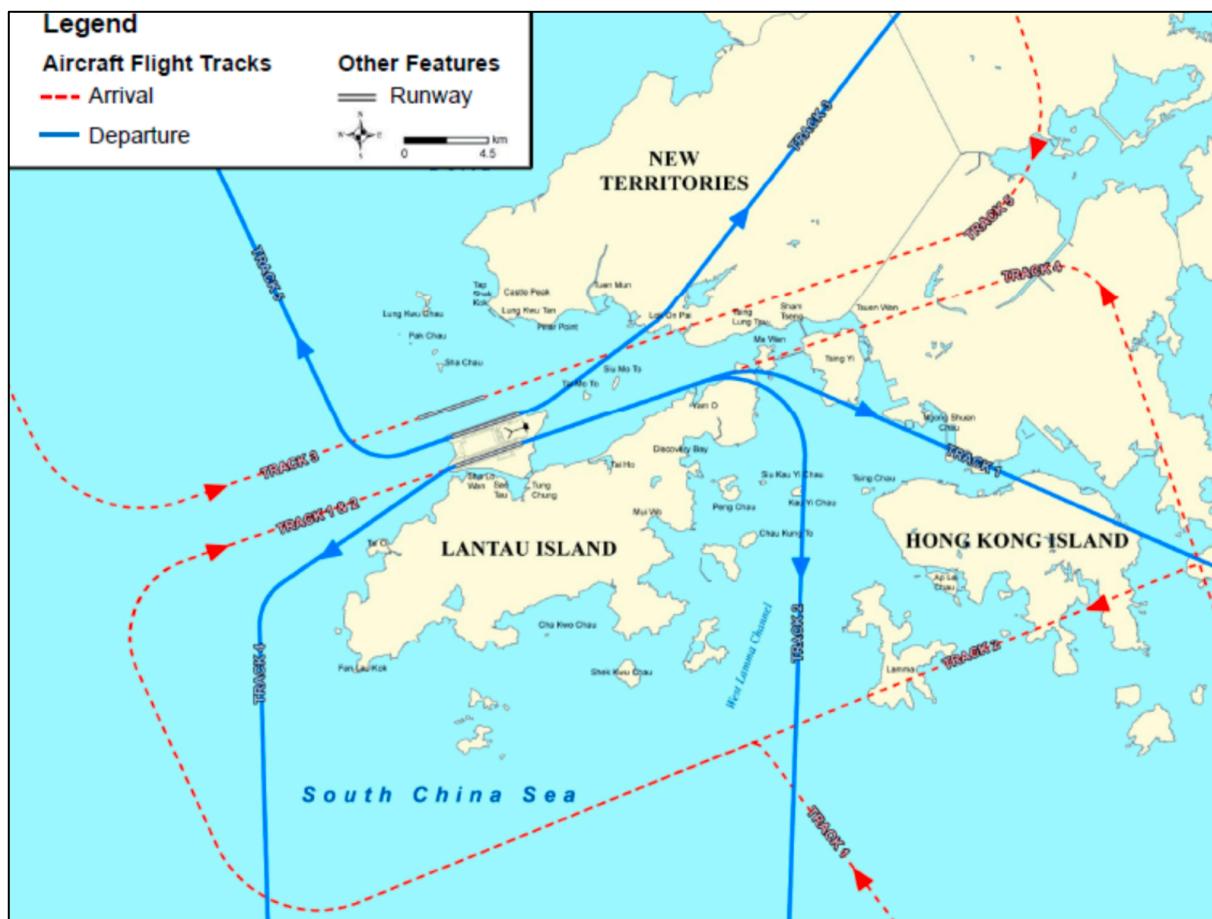


Ilustración 14 Trayectorias del nuevo sistema de pistas.

Finalmente, se deberá actualizar las Servidumbres Aeronáuticas, así como las Superficies Limitadoras de obstáculos asociadas a las pistas para garantizar que ningún elemento colindante vulnera las superficies pudiendo comprometer la seguridad en las operaciones. En caso de que algún elemento vulnerara debería ser eliminado y justificar mediante un Estudio Aeronáutico de Seguridad (EAS) que se mantienen niveles tolerables de seguridad a la vez que es correctamente balizado y señalizado. Dichas superficies y su dimensionamiento se encuentran descritas en el Anexo 14 de OACI.

2.3. ANÁLISIS OPERACIONAL

Durante la fase constructiva del proyecto se deberá seguir manteniendo en uso las infraestructuras aeroportuarias actuales, es decir, no se pueden detener las operaciones del Aeropuerto. Por este motivo se ha de realizar un análisis de los riesgos operacionales que pueden darse al realizar modificaciones en el campo de vuelo a la vez que se mantienen operativas las pistas actuales y el sistema de rodaje [9].

Para realizar un análisis de riesgos se requiere de una gestión conjunta entre expertos de los diferentes sistemas afectados para que consensuen los riesgos que se puedan derivar de la nueva infraestructura y definir las medidas pertinentes para mitigar los posibles riesgos. A la vez que se definen los riesgos estos han de tener una tolerabilidad asociada, esta tolerabilidad se define como la combinación de probabilidad y la severidad, tal y como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 3 Matriz de clasificación de riesgos.

		PROBABILIDAD				
		Raro	Poco probable	Possible	Muy probable	Casi seguro
CONSECUENCIAS	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Las tolerabilidades **Bajas** implican que no deben tomarse medidas mitigadoras, en cambio las **Medias**, **Altas** y **Muy Altas** se han de reducir a bajas mediante medidas o un nivel ALARP (As Low As Reasonably Possible), en el cual se realizará un seguimiento continuo.

Para la determinación de las probabilidades y consecuencias de los riesgos se pueden hacer mediante sesiones de expertos en las cuales los gurús del tema determinan las mismas en base a cálculos o por experiencia.

I. ANÁLISIS DE RIESGOS

Para la realización del análisis de riesgos inicialmente se han de determinar las amenazas tales como:

- Trabajos en el área de movimiento.
- Trabajos de maquinaria en altura.
- Modificaciones de procedimientos.

Una vez determinadas las amenazas se han de determinar los peligros asociados a estos:

- Mala señalización/ejecución de los trabajos.
- Desconocimiento de los procedimientos.
- Generación de FODs¹.

Para poder deducir los riesgos asociados a las actuaciones se ha de determinar las defensas existentes que permiten atenuar las severidades de los riesgos y aquellos factores que pueden suponer un agravante de los riesgos.

Tabla 4 Factores y defensas.

Factores	Defensas
<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de tráfico elevada. - Horario de operaciones H24. - Climatología típica del aeropuerto. - No se prevé variación en la flota de aeronaves que opera en el Aeropuerto. - La velocidad de las aeronaves en rodaje es reducida, mientras que en pista es elevada. - Informe de afección a servidumbres aeronáuticas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de Normativa de Seguridad en Plataforma. Vigilancia del cumplimiento de esta normativa. - Toda la información sobre la configuración del Aeropuerto y sobre la circulación en campo de vuelo se encuentra publicada en el AIP. - El Aeropuerto cuenta con ayudas visuales como señales y letreros con sus correspondientes programas preventivos y correctivos de inspección y mantenimiento. - Reuniones periódicas de coordinación. - Formación previa a los trabajadores.

A continuación, se procede a detallar los posibles riesgos derivados de las actuaciones en el campo de vuelo:

Tabla 5 Riesgos Operacionales.

Riesgo	Probabilidad	Severidad	Tolerabilidad
Choque aeronave-vehículo.	Poco Probable	Catastrófico	Alto
Cruce aeronave-vehículo	Moderado	Poco probable	Medio

¹ Foreign Object Debris.

Incursión en zona operativa.	Mayor	Poco probable	Medio
Daños aeronaves por FOD.	Mayor	Possible	Alto
Afección a radioayudas.	Moderado	Possible	Medio
Aumento carga de trabajo	Poco Probable	Menor	Bajo

Finalmente, para poder minimizar las probabilidades de ocurrencia de los riesgos, así como para reducir su tolerabilidad se deberán tomar medidas de mitigación, tales como:

- Refresco de formación en caso de incidencias.
- Publicación de NOTAMs con zonas inoperativas.
- Actualización y difusión de procedimientos de aeropuerto con nuevas modificaciones del campo de vuelo.
- Supervisión continua y partes diarios de vigilancia.
- Coordinaciones diarias entre contratista / PSNA / gestor aeroportuario.
- Realización de simulaciones de rodadura y aplicar medidas resultantes de su análisis.
- Cerramientos en zonas fuera de servicio delimitando los tajos de obra.
- Seguimiento continuo de incidencias asociadas a la operativa.

3. FORMACIÓN Y FAMILIARIZACIÓN

Previo a la puesta en marcha de las nuevas infraestructuras se han de haber formado a todos aquellos colectivos que serán los explotadores de la nueva infraestructura para que se establezcan las buenas prácticas a llevar a cabo en el día a día del nuevo aeropuerto.

Por estos motivos, se requiere que durante el transcurso de la fase constructiva se empiecen a idear una serie de programas para poder ir preparando a los colectivos para el día de operación. Para poder impartir estas formaciones se deberán crear nuevos programas formativos a la vez que se reformulen los programas formativos actuales consecuencia de la modificación de los procedimientos actuales debido a la ampliación del aeropuerto y posiblemente también al introducir el uso de nuevas tecnologías en los procesos aeroportuarios (nuevos sistemas de facturación, nuevos equipos informáticos, nuevo sistema de transporte de equipajes, ...).

3.1. COLECTIVOS IMPLICADOS

Para poder idear un programa de formación adecuado es necesario que se detecten todos los implicados en los diferentes procesos que se puedan llevar a cabo en un aeropuerto, para poder diseñar los programas formativos. Dentro de los colectivos aeroportuarios se pueden observar los siguientes:

- **Gestor Aeroportuario:** Es el explotador del aeropuerto, en este colectivo se encuentran las direcciones de las diferentes divisiones / departamentos encargados de gestionar la operativa diaria y futura del aeropuerto. Dentro del gestor podemos encontrar las siguientes entidades:
 - **Operaciones:** Tendrán que ser conocedores y familiarizarse con las nuevas infraestructuras para poder definir los procedimientos operacionales del aeropuerto (rodajes, AIP, asignación de stands, ...). También se han de familiarizar con el nuevo aeropuerto para coordinar todos los colectivos de salvamento, centro de operaciones y definir procedimientos de contingencia. Finalmente deberán conocer las nuevas capacidades para poder planificar nuevas rutas y futuras demandas.
 - **Ingeniera:** Deberán familiarizarse con el nuevo diseño del terminal y campo de vuelo para poder determinar y definir los programas de mantenimiento preventivo y corrector.
 - **Medio ambiente:** Deberán establecer protocolos de tratamiento de residuos teniendo en cuenta las nuevas instalaciones. Así mismo, serán

responsables de la afección acústica que pueda producir el aeropuerto al operar una nueva pista.

- **Informática:** Se encargarán de diseñar y procedimentar el uso de las nuevas herramientas informáticas, dentro de estas herramientas se encuentran las líneas telefónicas e internet, equipos radiofónicos, equipos de información de pasajeros, equipos informáticos de soporte a operaciones, equipos de radioayuda (ATIS), entre otros.
- **Aerolíneas:** Como futuras operadoras del aeropuerto se habrán formar a sus tripulaciones. Básicamente va destinado a esas aerolíneas que serán usuarias frecuentes del aeropuerto, es decir, que utilicen el aeropuerto como “hub” y puedan establecer base en él dado que sus empleados harán gran uso de las infraestructuras aeroportuarias pudiendo ser participes en los procesos de asistencia a las aeronaves.
- **Proveedores externos:** Este colectivo es el más amplio de todos, debido a que engloba todas las empresas que ejecutan sus trabajos en el aeropuerto. Dentro de estas empresas se pueden encontrar:
 - **Agentes de asistencia en tierra:** Son aquellas empresas encargadas de llevar a cabo todas las tareas destinadas al procesamiento de la aeronave en su proceso de escala. Dentro de estos procesos están el embarque / desembarque de carga y pasaje, despacho de aeronaves, limpieza, abastecimiento de combustible, mantenimiento en línea, ... Este colectivo ha de formar a sus empleados en los procedimientos locales asociados a la operativa en plataforma.
 - **Empresas de mantenimiento:** Son todas aquellas empresas que ha subcontratado el gestor aeroportuario para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de los sistemas terminales y del campo de vuelo.
- **Proveedor de Servicios de Navegación Aérea:** Este colectivo engloba a los controladores aéreos que desde las torres de control del aeropuerto se encargarán de coordinar las operaciones de despegue y aterrizaje, así como las rodaduras terrestres de las aeronaves. Por este motivo deberán readaptar sus procedimientos con las nuevas rodaduras e incompatibilidades entre tipos de aeronaves, como consecuencia se tendrán que formar todos los Controladores de Tráfico Aéreo (CTA).

Todos estos colectivos serán responsables de las formaciones de sus colectivos adaptando los contenidos específicos para sus empleados. Pero para el diseño de los procedimientos se deberán conformar grupos de trabajo en los cuales se integren todos los colectivos previamente citados para poder plasmar las necesidades y exigencias de todos los colectivos.

3.2. PROGRAMA DE FORMACIÓN

La preparación del personal es uno de los pilares de la ORAT es por esto por lo que se requiere de un programa de formación para poder preparar a los futuros empleados de las nuevas instalaciones y facilitar así la futura compatibilidad entre los sistemas aeroportuarios y los empleados.

Para ello, inicialmente se ha diseñar una estructura con el personal requerido para poder hacer una asignación de roles en los cuales se asigne a cada colectivo sus responsabilidades para poder diseñar un programa formativo acorde con sus necesidades específicas.

En primer lugar, para definir la estructura responsable se han de tomar representantes de las diferentes unidades del aeropuerto. Para ello se puede utilizar el organigrama actual del Aeropuerto Internacional de Hong Kong que se detalla en la siguiente imagen:

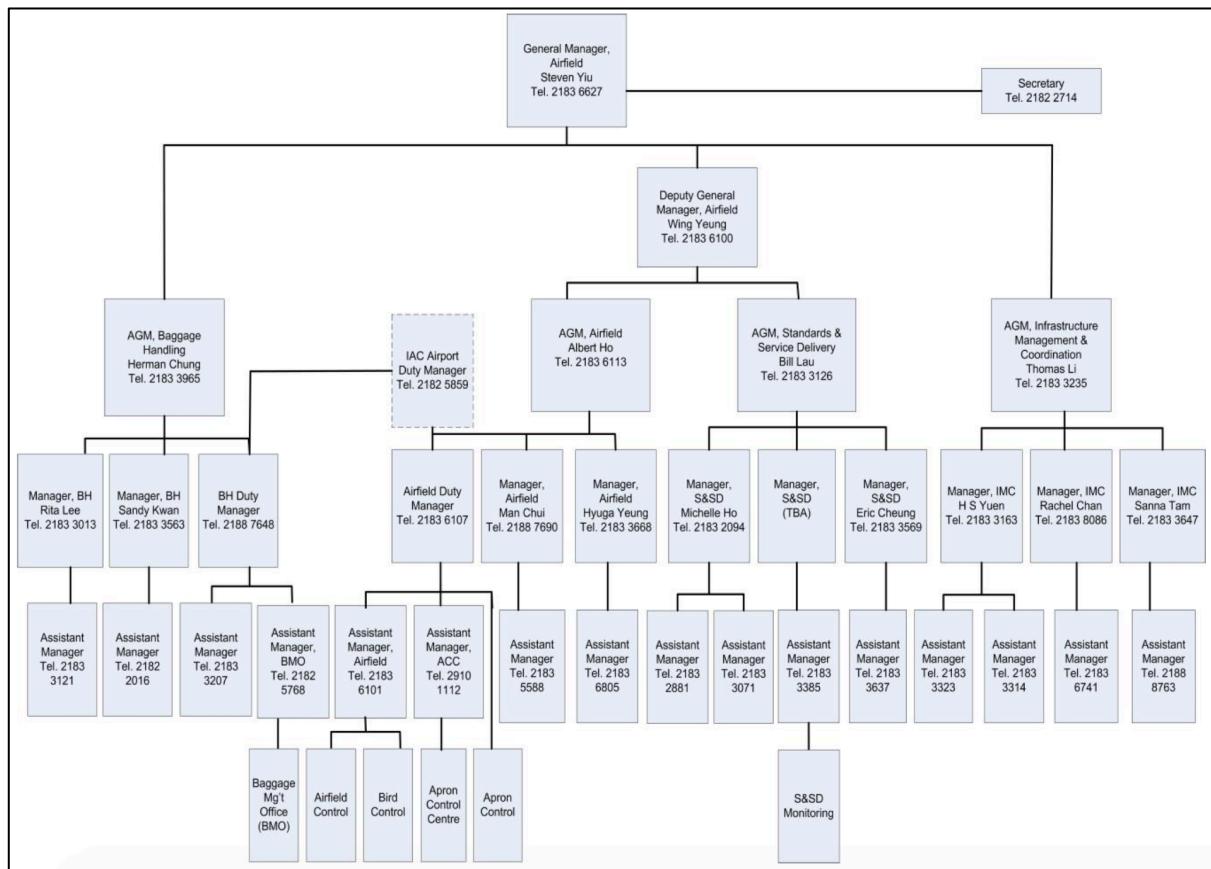


Ilustración 15 Organigrama del Aeropuerto.

Teniendo en cuenta los representantes de la estructura y trabajando juntamente con el Departamento de Recursos Humanos se pueden definir los diferentes itinerarios formativos requeridos para el personal de nuevo ingreso.

Debido a la implementación de nuevos sistemas, las empresas destinadas a la instalación y puesta en marcha de estos nuevos sistemas deberán diseñar manuales

de uso y mantenimiento de estos. A demás, en la fase de puesta en marcha, es decir, en las pruebas del sistema deberán integrar a los futuros empleados para que realicen una formación práctica antes de la puesta en operación.

Otro aspecto a considerar es que debido a las modificaciones del campo de vuelo y, en consecuencia, verse modificado los procedimientos operacionales actualmente definidos no bastará únicamente verse plasmados en AIP sino también se tendrán que realizar una serie de procedimientos con diferentes alcances:

- **Un manual para definir los usos de aeródromo**, en el cual se detallen procedimientos de rodadura en los cuales de detallen las incompatibilidades entre rodaduras (aeronaves máximas), sentidos de rodaduras, aproamientos de aeronaves al retroceder del stand. En lo relativo a pistas se deberá detallar las posibles configuraciones de pistas que se puedan establecer, procedimientos para cruzar pista activa o hacer uso de los apartaderos de espera. Finalmente, para los estacionamientos, se deberán definir las aeronaves máximas que pueden hacer uso de cada estacionamiento así como los servicios que dispone el estacionamiento (pasarela, aire acondicionado, combustible, 400 Hz).
- **Procedimientos de coordinación entre Controladores Aéreos y Gestor Aeroportuario.** Los controladores deberán guiar a las aeronaves a través del aeródromo según los procedimientos definidos por el gestor y llevarlos a los estacionamientos que haya asignado el gestor, por ello se deberá procedimentar los canales de comunicación y las actuaciones en caso de posibles contingencias que se requieran ante situaciones anómalas.
- Definir un procedimiento para actuar en caso de emergencias, es decir, un **Plan de Emergencias** en el cual se detallen todas las actuaciones y comunicaciones que se occasionen ante situaciones de riesgo y se deba mitigar la gravedad derivada.

3.3. PROGRAMAS DE DIFUSIÓN

Dentro del proceso formativo puede ser que varios colectivos deban ser conocedores del cambio, pero debido a la naturaleza de sus trabajos no sea necesario de un programa formativo como tal debido a que no cambien sus tareas y funciones diarias. Por este motivo, paralelamente al previamente citado programa de formación, se deberá llevar a cabo un programa de difusión de en el cual se perseguirá la concienciación de los trabajadores mediante diferentes acciones:

- **Emisión de Boletines:** Mediante esta difusión se pretende hacer llegar a los colectivos de una forma clara y visual la información a los colectivos. Estos boletines se pueden utilizar para difundir modificaciones en el campo de vuelo y restricciones que se pueden occasionar por la fase de obras de la nueva pista

y terminal. A continuación, se puede observar un ejemplo de boletín de seguridad emitido por el Aeropuerto de Praga por unas obras en una TWY [10]:

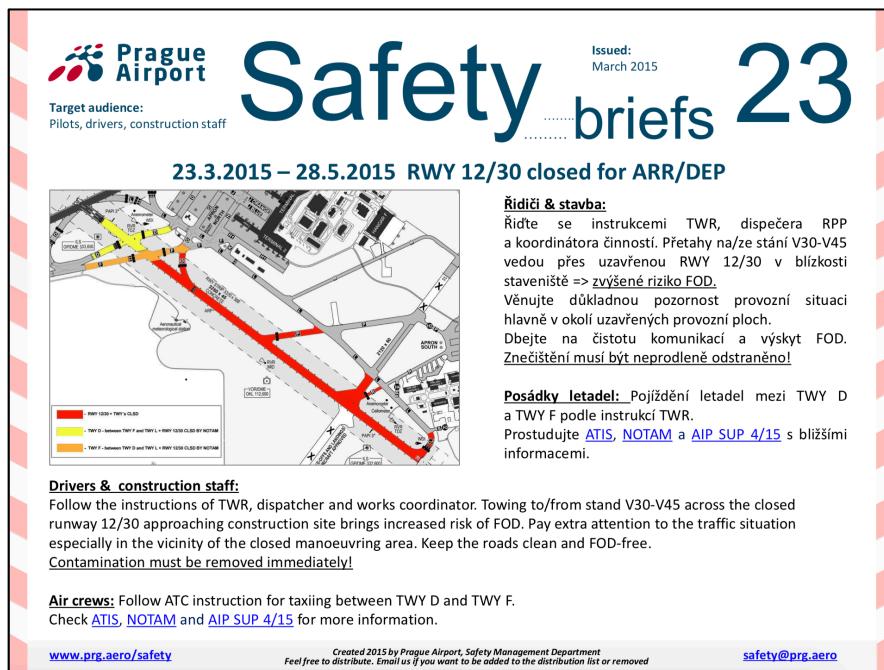


Ilustración 16 Boletín Informativo Aeropuerto de Praga.

- **Emisión de revistas o memorándums:** Este método de difusión es menos visual que el anterior debido a que típicamente hay una predominancia de texto frente a imágenes. Suelen tener una larga extensión y permiten plasmar información referente a nuevos procedimientos y cambios llevados a cabo.
- **Emisión de material guía:** Por esta acción se entiende el conjunto de material que sirve como guía rápida para los colectivos con información que es de gran utilidad para las tareas diarias de los colectivos. Dentro de este material se pueden encontrar listines telefónicos con los nuevos contactos de emergencia, coordinación de operaciones, teléfono de incidencias de equipos, equipos sanitarios, ... Dentro de este material guía se puede incluir trípticos con planos de la nueva terminal con la ubicación de las nuevas oficinas, cintas de equipajes, accesos, ...

4. ENSAYOS OPERACIONALES

Una vez se hayan finalizado la fase de obra de cada una de las facilidades aeroportuarias (terminal, rodaduras, estacionamientos, ...), se ha de iniciar una fase de ensayos en los cuales se ponga a prueba la funcionalidad de los elementos. A demás, estos ensayos son muy útiles para encontrar posibles errores de diseño permitiendo así su corrección previa a la apertura o incluso poner a prueba los sistemas de contingencia ante emergencias que puedan suceder. Para ello se ha diseñado una plantilla genérica que permitirá al equipo de transición analizar la realización de los ensayos. Dicha plantilla se puede observar en el [ANEXO I](#).

A continuación, se procede a listar los elementos principales los cuales serán ensayados, así como el proceso de evaluación de la ejecución.

4.1. ENSAYOS SISTEMAS DEL CAMPO DE VUELO

Dentro del campo de vuelo se van a producir numerosas modificaciones al ser ampliado. Dentro de estas modificaciones encontrarnos la construcción de una nueva pista, rodaduras y estacionamientos. Para cada uno de estos tres elementos se deberá realizar una serie de ensayos para comprobar su idoneidad y así garantizar que están listos para la apertura.

I. PISTA

A continuación, se procede a detallar los elementos analizados asociados a la tercera pista del Aeropuerto de Hong Kong [10]:

- **Ensayos de resistencia:** Al ser una superficie que tendrá que aguantar las cargas dinámicas de las aeronaves en la carrera de despegue y/o aterrizaje se tendrá que analizar el PCN/ACN (Pavement Classification Number / Aircraft Classification Number) que sirve para determinar la capacidad portante del pavimento y la aeronave máxima que puede soportar.
- **Ensayos de rozamiento:** Se debe analizar el coeficiente de rozamiento de la pista para asegurar la seguridad de las operaciones y que este acorde con normativa.
- **Levantamiento Topográfico:** Este no es un ensayo como tal, sino que al finalizar la obra se deberá hacer un levantamiento topográfico en el cual se analicen todas las pendientes de la pista, ubicación de la señalización horizontal, ubicación del balizaje, ... De esta manera se podrán detectar, en caso de existir, posibles desviaciones y ver si están dentro de tolerancias o en caso contrario definir un plan corrector.

- **Calibración de ayudas radioeléctricas:** La nueva pista al dotarse un sistema ILS (Instrumental Landing System) se deberá calibrar el Localizador y la Senda de Planeo de ambos sentidos de utilización para asegurar la correcta toma de las aeronaves. Así mismo deberá ser calibrado el PAPI que a pesar de ser un sistema de ayuda visual sirve para la aportar información sobre la pendiente de aproximación.



Ilustración 17 Luces del PAPI.

- **Sistemas meteorológicos:** Para poder determinar el sentido de pista en uso y la publicación de información meteorológica en los alrededores de la pista se sitúan una serie de equipos meteorológicos como la manga de viento, anemómetro, termómetro, sistema RVR (Runway Visibility Range). Estos equipos deberán ser calibrados y testados.



Ilustración 18 Sistemas Meteorológicos.

Todos estos ensayos previamente citados deberán realizarse antes de la entrega de la pista al Gestor Aeroportuario. El conjunto de documentación que acompañará dicha entrega se denomina DFO (Documentación de Final de Obra) y está compuesta por los certificados de cumplimiento de normativa, así como todo el material justificativo, que, puede estar formado por planos, fichas técnicas, informes, ...

A demás, para la familiarización de los sistemas asociados al uso de la pista como pueden ser el sistema de balizaje se deberán realizar ensayos. Para ello se probarán los diferentes sistemas en diferentes configuraciones de pista, es decir, dependiendo del sentido de uso de la pista se deben encender una serie de calles de rodaje que son las que usaran las aeronaves para llegar a la cabecera en uso, así como dotar dichas calles de barras de parada que permiten al Controlador Aéreo gestionar las rodaduras de las aeronaves. Todos estos sistemas han de tener un panel de control

en la torre de control del aeropuerto para permitir a los Controladores Aéreos poder configurar la iluminación (intensidad), las barras de parada y la configuración en uso (determina las calles de salida rápida en uso, sistema de aproximación). Para ello se realizarán una serie de ensayos en los cuales tanto los controladores como los técnicos de sistemas eléctricos trabajarán conjuntamente para familiarizarse con el sistema y detectar posibles anomalías.

II. RODADURAS

A continuación, se procede a detallar los elementos analizados asociados a las nuevas rodaduras del Aeropuerto de Hong Kong:

- **Ensayos de resistencia:** De misma manera que la pista se tendrá que analizar el PCN/ACN (Pavement Classification Number / Aircraft Classification Number) que sirve para determinar la capacidad portante del pavimento y la aeronave máxima que puede soportar.
- **Levantamiento Topográfico:** Este no es un ensayo como tal, sino que al finalizar la obra se deberá hacer un levantamiento topográfico en el cual se analicen todas las pendientes, ubicación de la señalización horizontal, ubicación del balizaje, ... De esta manera se podrán detectar, en caso de existir, posibles desviaciones y ver si están dentro de tolerancias o en caso contrario definir un plan corrector.
- **Limitaciones de rodaje:** Se tendrá que realizar un análisis de compatibilidad de rodajes, es decir, las aeronaves máximas que pueden rodar por calles de rodaje paralelas debido a sus envergaduras. Así mismo la ubicación de las barras de parada deberán ser analizadas debido a que estas por su ubicación pueden hacer que la aeronave produzca vulneraciones a algunas de las Superficies Limitadoras de Obstáculos de alguna de las pistas.

De mismo modo que sucede con los sistemas anteriormente mencionados de la pista se deberá hacer entrega de la DFO. Así mismo los sistemas de iluminación de calle de rodaje serán testados juntamente con los sistemas de las pistas debido a su dependencia mutua.

III. ESTACIONAMIENTOS

A continuación, se procede a detallar los elementos analizados asociados a los nuevos estacionamientos del Aeropuerto de Hong Kong:

- **Ensayos de resistencia:** De misma manera que la pista y rodadura se tendrá que analizar el PCN/ACN (Pavement Classification Number / Aircraft Classification Number) que sirve para determinar la capacidad portante del pavimento y la aeronave máxima que puede soportar debido a que es una carga estática que puede estar durante horas.

- **Análisis de la iluminación:** En los estacionamientos se proveerá de iluminación artificial para poder realizar las tareas de asistencia en tierra. Para ello, en el Anexo 14 de OACI [11] se determinan los luxes y las huellas de iluminación que han de presentar los estacionamientos para no ocasionar posibles deslumbramientos a los pilotos.
- **Calibración del Sistema Visual de Guía de Atraque:** Cada estacionamiento estará dotado de un sistema que permite aportar información al piloto sobre la posición de la aeronave de manera que este pueda estacionarla correctamente acorde con las indicaciones de la barra de parada. Dicho sistema deberá ser calibrado correctamente con todos los modelos de aeronave que vayan a hacer uso de ese estacionamiento.



Ilustración 19 Sistema Visual de Guía de Atraque.

- **Sistemas auxiliares a las aeronaves:** Dichos sistemas son el de Aire Acondicionado y de 400 Hz. Son sistemas que se requieren durante la escala de la aeronave, en este caso cada estacionamiento estará dotado de dichos sistemas que serán proporcionados por el aeropuerto. Se deberá comprobar su correcto funcionamiento para prevenir posibles daños a la aeronave.
- **Pasarelas de embarque:** En aquellos estacionamientos de aeronaves que sean en contacto con la fachada terminal se proveerá de pasarelas de embarque. En dichas pasarelas deberán comprobarse su correcto funcionamiento, así como las compatibilidades con los diferentes modelos de aeronave, es decir, analizar que aeronaves pueden ser conectadas y el número de pasarelas que pueden ser conectadas, debido a que puede ser que algunas no se puedan conectar por los ángulos de giro de la pasarela, o por quedar la pasarela muy cerca del ala y/o motor pudiendo ocasionar daños.



Ilustración 20 Pasarelas de embarque.

4.2. ENSAYOS SISTEMAS DE PASAJEROS

Otros nuevos sistemas que se pondrán en funcionamiento son los asociados a la nueva terminal de pasajeros. Estos sistemas son los destinados principalmente a la asistencia de pasajeros, mientras que los anteriormente vistos, asociados al campo de vuelo, eran destinados principalmente a las aeronaves.

En estos ensayos se utiliza figurantes que simulan ser pasajeros haciendo uso de las infraestructuras del aeropuerto. Hay dos ejemplos del uso de estas técnicas [12]:

- **Aeropuerto de Larnaka** (2009): se contó con 1.000 figurantes que realizaron 5 ensayos de dos horas de duración. Inicialmente se contaba con 100 figurantes y a medida que iba avanzando el ensayo se incrementaba el número de figurantes hasta que los 1.000 figurantes entraban en juego. Este hecho permitía simular el funcionamiento ante una hora pico.
- **Aeropuerto de Pafos** (2008): se contó con 3.500 figurantes que realizaron 7 ensayos de dos horas de duración. En estos ensayos se iniciaban con 150 figurantes y se iba incrementando progresivamente el número hasta llegar a 1.500 figurantes simultáneos.

La ejecución de estos ensayos se realizará un mes antes de la apertura del aeropuerto, tiempo suficiente para ensayar los procedimientos establecidos y los procedimientos de contingencia.

Para cada uno de los ensayos que se proceden a describir a continuación, cada jornada de trabajo se caracterizará por realizar la siguiente cronología:

1. **Briefing** entre el equipo de la ORAT y los participantes de los ensayos. En esta reunión se definirán los objetivos y los recursos que se usarán en el transcurso del ensayo.
2. **Preparación** del ensayo, es decir, los diferentes implicados en el ensayo se ubicarán en sus posiciones para iniciar el ensayo.
3. **Desarrollo** del ensayo.
4. **Finalización** del ensayo y recopilación de resultados. En esta fase los diferentes implicados, tanto figurantes como organizadores rellenarán formularios destinados al posterior análisis del ensayo. Los figurantes deberán proporcionar un feedback de sus sensaciones percibidas, dificultades que se han encontrado y aspectos percibidos.
5. **Análisis** del ensayo. Una vez recibido todos los datos el equipo de la ORAT tendrá que evaluar la eficacia de los procedimientos y los procedimientos aplicados. En este análisis se validarán los elementos testados o en su defecto, se corregirán los defectos detectados.

A continuación, se procede a detallar los principales sistemas relacionados con los pasajeros:

I. SISTEMA PROCESADO DE PASAJEROS

Este primer sistema está destinado a la facturación de los pasajeros para que puedan acceder a su vuelo. Este sistema permite que los pasajeros puedan obtener sus tarjetas de embarque y las etiquetas del equipaje que van a facturar. A demás, también sirve para dotar a las puertas de embarque de los elementos pertinentes para poder embarcar a los pasajeros. Debido a que este sistema se compone de la facturación y del embarque se procede a detallar los elementos de los dos procesos:

- **Facturación:** Este primer proceso se puede realizar de dos maneras mediante mostradores de facturación o de manera autónoma:
 - Mostradores: Es la manera más convencional de realizarse el check in. En este proceso los pasajeros se dirigen a un mostrador en el cual un agente mediante un ordenador verifica la identidad del pasajero y le proporciona la tarjeta de embarque y etiqueta el equipaje para ser lanzado a través de unas cintas para que llegue a la aeronave. En la posición del agente se ha de proveer de un equipo informático (pantalla y torre) a demás de dos impresoras una para tarjetas de embarque y otra para las etiquetas de maletas.
 - Autónomo: Está conformado por una máquina que permite al pasajero realizar él mismo el proceso de check in. Esta máquina, después de comprobar la identidad del pasajero, proporciona al pasajero su tarjeta de embarque y la etiqueta para el equipaje. A continuación, el pasajero puede depositar la maleta en una cita de entrega de equipajes. En este proceso el pasajero no requiere de interacción con el personal de la aerolínea.



Ilustración 21 Maquinas de auto-facturación.

- **Embarque:** El segundo proceso que realizan los pasajeros es el embarque en la aeronave. En este proceso un agente de la aerolínea mediante un equipo informático equipado con un lector de código de barras o códigos QR escanea las tarjetas de embarque del pasajero permitiéndole el acceso a la aeronave. Del mismo modo que el sistema de facturación ha de presentar sincronismo con los datos de la aerolínea y con los sistemas de facturación.

Estos sistemas se han de coordinar con los datos que proporcionan las aerolíneas, en cuanto a sus vuelos, listados de pasajeros, ... Por este motivo en la fase de ensayos se realizarán vuelos ficticios que permitan comprobar la coordinación entre los sistemas de las aerolíneas y los sistemas del aeropuerto.

A demás, se suelen acompañar tanto los mostradores como a la puerta de embarque de pantallas que muestran la asignación del vuelo que están procesando. Este elemento requiere a demás de coordinación con los sistemas que muestran la información de los vuelos por todo el aeropuerto.

II. SISTEMA TRANSPORTE DE EQUIPAJES

Este sistema es uno de los más complejos que existen en el aeropuerto. Debido a que la nueva terminal está diseñada como un procesador central y una terminal satélite en la cual están ubicadas las puertas de embarque y consecuentemente las aeronaves, se diseñará un sistema automatizado de traslado de equipajes.

Este sistema recibe las maletas que han sido procesadas en la facturación. Los colectores de maleta son los mismos mostradores de facturación. A continuación, el equipaje es escaneado para leer el código de barras de la maleta y así identificar el vuelo al cual ha de dirigirse. Cada maleta es depositada en una bandeja que tiene un código único, y enlazando el código de barras de la maleta con la bandeja que lo transportará, permite localizar la maleta en todo el sistema.

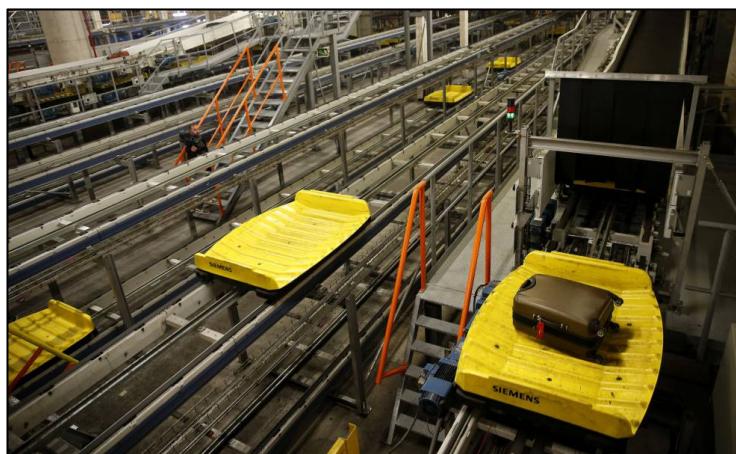


Ilustración 22 Detalle del sistema, maleta y bandeja.

A lo largo del circuito hay varios lectores que hacen que la bandeja se dirija al hipódromo¹ correspondiente.

Adicionalmente, a lo largo del sistema de maletas se ubican una serie de escáneres de rayos X que permiten identificar el contenido de la maleta para detectar posibles mercancías peligrosas. En caso de detectar alguna sustancia sospechosa la maleta es sacada del circuito para realizar inspecciones de mayor detalle y finalmente, si es

¹ Hipódromo: Lugar donde se dirigen las maletas de un vuelo para posteriormente cargarse en los contenedores y dirigirse a la aeronave.

necesario realizar una conciliación entre el pasajero y la maleta o proceder a la destrucción de esta.

Este sistema ha de ser dotado con una instalación de almacenamiento de equipajes, para así poder derivar allí las maletas de aquellos pasajeros que han realizado una llegada temprana al aeropuerto y a medida que se acerca que la hora de salida del vuelo las maletas salen del almacén dirección al hipódromo correspondiente.

III. SISTEMA DE SEGURIDAD

Actualmente la seguridad en los aeropuertos es uno de los aspectos que mayor control tiene debido a su importancia. Una de las tareas principales del equipo de seguridad es garantizar el control sobre el acceso de personal y mercancías al lado aire del aeropuerto. Para ello, un conjunto de ensayos han de ser realizados.

En todo punto donde se vaya a acceder al lado aire se proveerá de un equipo de rayos X para el escaneo de mercancías, maletas y objetos personales, así como un arco detector de metales para el paso de personas. Estos equipos deben de ser calibrados y testados para garantizar su correcto funcionamiento.

Los puntos de acceso ya sea para pasajeros, empleados o tripulaciones han de ser dimensionados para que de acorde con la demanda y los tiempos de procesado requeridos no se conviertan en cuellos de botella del conjunto del sistema. Para ello en los ensayos se simularán los flujos de pasajeros y se medirán los tiempos de cola.

Otro aspecto a ensayar es la separación del lado aire y el lado tierra. Por ello se deberán inspeccionar todos los puntos que puedan ser vulnerables a poder pasar a través de ellos elementos de un lado al otro sin que sean sometidos a inspección. Para ello, un equipo recorrerá todas las instalaciones para detectar estos puntos y proponer correcciones para garantizar un correcto aislamiento.

Otro elemento que sirve para garantizar la seguridad del aeropuerto es el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), que es el sistema de cámaras de grabaciones que permiten controlar todos los puntos del aeropuerto. De esta manera se puede detectar posibles incidencias en tiempo real e acudir a grabaciones para incidencias ya acontecidas. En la instalación del sistema se deberá detectar puntos ciegos de las cámaras y analizar si es requerido instalar más cámaras para cubrir esas áreas o si no se requiere.

Finalmente, por motivos de seguridad todos los mostradores serán dotados de botones del pánico, es decir, un botón que emitirá un aviso al centro de control de seguridad advirtiendo de una situación potencialmente peligrosa. Estos botones deberán ser testados para garantizar su buen funcionamiento y también se deberán medir los tiempos de respuesta desde que se emite el aviso hasta que se presencia personal de seguridad en el punto indicado.

IV. SISTEMAS DE ELEMENTOS COMERCIALES

Actualmente el edificio terminal no se limita a servir como procesador de pasajeros, si no que se convierte en un centro de negocios en el cual puedes encontrar tiendas, salas de conferencias, habitaciones de hotel y demás facilidades para mejorar el confort de los pasajeros.

Por este motivo se han de realizar una serie de instalaciones que permitan poder suministrar los servicios que necesitaran estos elementos como pueden ser instalaciones de red de comunicación IP (teléfonos, routers wifi, televisión, ...), agua, electricidad y conectarlo con el sistema de información al público para que los pasajeros puedan ver la información relativa a su vuelo para ver el estado.

Para ello se deberán realizar pruebas para detectar el correcto funcionamiento de todos los sistemas y redes establecidas en el aeropuerto, así como comprobaciones de que la cobertura de los sistemas inalámbricos llega a todos los lugares del edificio terminal.

4.3. ENSAYOS SISTEMAS DEL CENTRO DE CONTROL DE OPERACIONES

El Centro de Control de Operaciones [13] es el núcleo del aeropuerto en el cual se gestionan todas las decisiones tácticas en la operativa diaria del aeropuerto de manera que en un Aeropuerto como el de Hong Kong pueda estar operativa 24 horas los 365 días del año.

Este centro esta dotada con diferentes posiciones en las cuales se sitúan diferentes colectivos del aeropuerto para gestionar posibles incidencias. En la siguiente imagen se puede observar la disposición del centro de operaciones del Aeropuerto de Barcelona – El Prat en este caso se denomina Centro de Gestión Aeroportuaria:

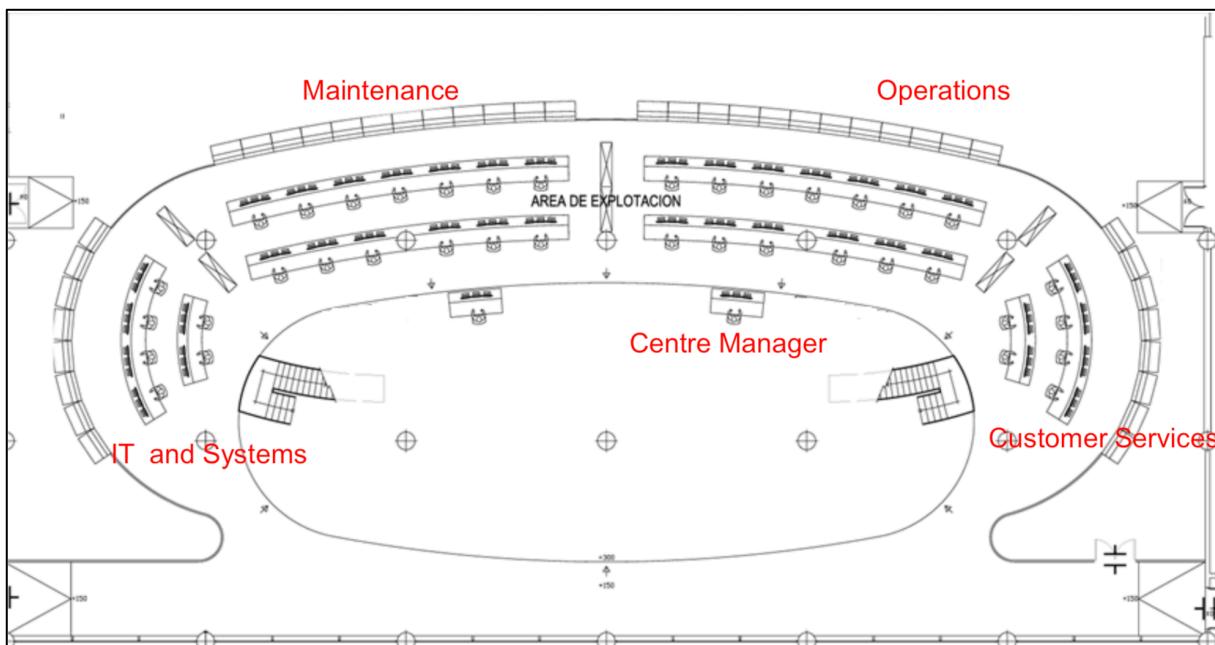


Ilustración 23 Centro Gestión Aeroportuaria de Barcelona-El Prat

Como se puede observar en la ilustración anterior en la sala se contemplan diferentes colectivos como:

- **IT and Systems:** son los representantes de informática encargados de solucionar incidencias con equipos, como pueden ser mostradores, conexiones inalámbricas, sistemas de radio, etc.
- **Maintenance:** Esta conformado por el equipo de mantenimiento para gestionar posibles incidentes con los medios como pueden ser pasarelas, sistema de transporte de pasajeros y de maletas, sistemas eléctricos (iluminación y suministro), equipos de clima, ...
- **Operations:** Es el equipo encargado de coordinar la operativa diaria y las afecciones que puedan derivar de esta. Gestionan en tiempo real posibles retrasos, averías de aeronaves y regulaciones. Debido a estas incidencias este equipo se encarga de asignar nuevos slots, reorganizar estacionamientos de aeronaves, reasignar puertas de embarque y gestionar posibles incidencias de emergencia como el acceso de ambulancias, coordinación ante incidentes y/o accidentes.
- **Customer Services:** Son el colectivo destinado a servicios no aeronáuticos como pueden ser párquines, tiendas, colas en mostradores, colas en filtros de seguridad, etc.
- **Center Manager:** Es el Jefe de Sala encargado de velar por el correcto funcionamiento de todos los colectivos y realizar las coordinaciones con otras entidades del aeropuerto como puede ser la torre de control, empresas externas, ...
- **Security and Police Force:** En el caso del Aeropuerto de Barcelona – El Prat este colectivo no se encuentra en esta sala, sino que se encuentra en otra sala

aislada, por motivos de seguridad. Estos se encargan de velar por la seguridad del aeropuerto actuando ante posibles interferencias ilícitas que se puedan producir en el aeropuerto. Se encargan de coordinar los equipos de seguridad privada que se encargan de velar por el acceso al aeropuerto con los cuerpos de seguridad del estado encargados de fronteras y aduanas, así como de detenciones.

Para velar por el correcto funcionamiento del centro de cara a la puesta en marcha se deberá formar a los colectivos presentes en la sala mediante simulaciones de la operativa diaria. A demás, se deberá realizar simulacros ante posibles incidencias como pueden ser incidentes / accidentes o activaciones de procedimientos de contingencia.

En estas simulaciones y simulacros se ha de verificar el correcto funcionamiento del conjunto y detectar posibles aspectos de mejora para poder actuar en consecuencia antes de la puesta en marcha del aeropuerto.

4.4. ENSAYOS CONTROLADORES TRÁFICO AÉREO

Debido a las modificaciones del campo de vuelo, tal y como se ha descrito en apartados anteriores, se verán modificados los procedimientos de rodadura y procedimientos de arribadas y salidas del aeropuerto. Por este motivo el colectivo de Controladores Aéreo que será el responsable del control del tráfico tanto aéreo como terrestre deberá familiarizarse con los cambios para ello se contemplarán dos tipos de formaciones, ambas obligatorias:

- **Formación Teórica:** Es la formación inicial, se realizará mediante el estudio de los conocimientos teóricos de los procedimientos de nueva generación. Para ello, se pueden usar plataformas digitales para suministrar el contenido a los controladores y posteriormente ser examinados para asegurar la correcta asimilación de los conocimientos.
- **Formación práctica:** Esta segunda parte de la formación se realizará mediante simulaciones con equipos idénticos a los que se ubican en el centro de trabajo del Controlador Aéreo. Para la simulación del tráfico se cargarán el sistema una serie de aviones que formarán diferentes escenarios con situaciones de emergencia y situaciones anómalas que sirvan al controlador como entrenamiento para poder estar prevenido ante posibles situaciones futuras. A demás, se complementarán las simulaciones mediante pseudo-pilotos que controlarán las aeronaves y serán los encargados de dar voz a los vuelos simulados para probar la fraseología y comunicaciones piloto-controlador.

5. ENTREGA AL GESTOR AEROPORTUARIO

Una vez definido el alcance del proyecto se ha de diseñar la entrega al gestor aeroportuario de la nueva infraestructura de manera que se garantice el éxito en la puesta en marcha. Adicionalmente, se diseñarán una serie de procedimientos de contingencia para poder actuar ante posibles desviaciones respecto al diseño.

Para realizar la puesta en marcha del proyecto es conveniente no tener una fecha estable en el tiempo, es decir, se ha de tener una fecha de entrega “soft” debido a que permite poder ser más flexible e ir adaptando la fecha de apertura en función del desempeño del trabajo. Debido a realizar la metodología “soft” se ha de marcar una serie de herramientas que permitan medir el avance del proyecto para reajustar en consecuencia la duración del proyecto.

A demás, se necesita definir la estrategia que seguirá el día de puesta en marcha, así como todos los implicados en el día de operación. El equipo de la ORAT a demás deberá realizar un seguimiento durante un periodo de tiempo prolongado para asegurar que la fase de transición se está desarrollando correctamente y se están asentando las nuevas metodologías de trabajo.

A continuación, se procede a detallar las citadas herramientas que servirán para definir la fecha de apertura:

5.1. INDICADORES DEL DESEMPEÑO (KPI)

Una de las herramientas más útiles para monitorizar el avance de todas las tareas a realizar en la fase de transición es la técnica de KPI (Key Performance Indicator), en castellano, Indicadores del Desempeño. Es una herramienta que permite cuantificar numéricamente, de manera que se pueda medir, el logro de objetivos. Esta herramienta permite que el equipo de la ORAT pueda evaluar el estado del proyecto y así tomar decisiones que permitan reajustar la fecha de entrega, modificar la dedicación de recursos quitando a las tareas con mayor desarrollo y añadiendo recursos adicionales a aquellas tareas que no evolucionan según lo previsto.

Dentro de los indicadores que se considera de interés monitorizar son los siguientes:

- **Formación:** Se ha de cuantificar el número de empleados que requerirán ser formados y el indicador será el porcentaje de empleados formados sobre el total de empleados.
- **Realización de la obra:** Este indicador permitirá ver la evolución de las obras. Para ello, el equipo constructor de la pista y del terminal tendrán que presentar un faseado de las obras que permita monitorizar y mostrar el porcentaje de ejecución de la obra. Una vez se alcance el 100% de los trabajos, o en su

defecto un porcentaje elevado que permita acceder a las nuevas instalaciones, se podrá iniciar la fase de ensayos.

- **Procedimientos:** Tal y como se ha comentado con anterioridad se deberán realizar nuevos procedimientos operativos. Este indicador permitirá saber el porcentaje de redacción de dichos procedimientos.

Esta herramienta de los KPIs no se limita a permitir ver el avance de las actuaciones, sino que también permiten monitorizar la fase de ensayos. En los ensayos se pueden producir desviaciones respecto al procedimiento el cual se debe seguir, por este motivo mediante los KPIs se puede cuantificar la desviación de los ensayos de manera que:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Ensayo Fallido}}{\text{Total de ensayos}}$$

Con esta simple fórmula se permite cuantificar la desviación, de manera que no se dará por operativo un elemento del sistema hasta que el indicador sea cercano a cero o un valor que considere aceptable el equipo de la ORAT. En caso de que el valor reincidamente no sea aceptable se deberá revisar el procedimiento y modificarlo en consecuencia para que este valor se vuelva admisible. Adicionalmente los procedimientos de contingencia servirán para estabilizar y minimizar el impacto de las desviaciones.

Otro indicador que es comúnmente usado es el índice por X operaciones. Este indicador cuantifica las desviaciones de aquellos sistemas que soportan gran carga de trabajo, el método más típicamente utilizado es el índice mil, en el cual se detallan los fallos en dicha operación (incidencia) dividido por el número de operaciones que se han realizado, y se multiplica por 1.000. Dicho cálculo se procede a detallar en la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Incidencias}}{\text{Número de operaciones}} \cdot 1.000$$

Este indicador se puede utilizar para algunos elementos como se puede observar en la siguiente tabla, con valores en índice 1.000 que no deberían ser sobrepasados:

Tabla 6 Indicadores 1.000 operaciones

Sistema	Incidencias	Valor de referencia
Transporte de equipajes	Maletas sin llegar a destino	10
Lectores tarjetas de embarque	Error de lectura	1
Máquinas de impresión de tarjetas/etiquetas	Error Impresión	1
Equipos radio	Interferencias de voz	5

Adicionalmente, una herramienta que se utiliza para analizar el funcionamiento de los elementos aeroportuarios es el DORA (Documento de Regulación Aeroportuaria), un documento realizado por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) [14] que sirve para garantizar el servicio prestado por los Aeropuertos de Aena S.A., en este sentido se pueden utilizar algunos indicadores que establece este documento que pueden ser analizados en la fase de ensayos así como en la fase de explotación del aeropuerto.

A continuación, se procede a detallar algunos de los ensayos en los cuales se usarán indicadores del DORA:

- **Sistema Transporte de Equipajes:** Este sistema deberá ser sometido a un gran número de ensayos en los cuales se impriman etiquetas de maletas de diferentes vuelos ficticios, así como etiquetas complejas como con vuelos de conexión, equipaje Rush¹, ZZZ², etc... Estas maletas etiquetadas se deberán verificar que llegan a destino. Adicionalmente se ensayarán equipajes con tamaños diversos y con etiquetas mal enganchadas para verificar el correcto funcionamiento del sistema. Se puede medir el numero de maletas que no han llegado a destino partido del total de maletas que se han procesado, debiendo de ser el valor inferior al 10 (sobre el índice 1.000), es decir un 1%. Otro elemento que medir es la disponibilidad del sistema, es decir, este ha de estar operativo el 99% del tiempo que necesite ser usado:

$$\text{Disponibilidad} = 100 \cdot \left(1 - \frac{\text{Tiempo indisponible}}{\text{Tiempo que había de estar operativo}} \right)$$

¹ Equipaje urgente que viaja sin un pasajero asociado.

² Equipaje peligroso como armas de fuego que requieren de custodia.

- **Sistemas de seguridad:** Se deberán ensayar los sistemas de acceso a la zona restringida de seguridad, lo que son los filtros de seguridad y en estos ensayos se deberá garantizar el nivel de servicio ofrecido para que se cumplan los tiempos de espera máximos admitidos (10 min), este indicador presenta un nivel objetivo del 95%:

$$Tiempo\ de\ espera = 100 \cdot \left(1 - \frac{Nº\ Pax\ esperando > 10min}{Nº\ Pax\ medidos} \right)$$

- **Disponibilidad de elementos en edificio terminal:** Dentro de estos elementos se encuentran escaleras mecánicas, pasillos rodantes, ascensores, hipódromos de recogida de equipajes, Este indicador ha de tener un nivel objetivo de 99% de operatividad:

$$Disponibilidad = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{Elemento\ n} Tiempo\ indisponibilidad\ elemento\ i}{\sum_{i=1}^{Elemento\ n} Tiempo\ operativo\ elemento\ i} \right)$$

- **Sistema transporte de pasajeros:** Al construirse una nueva terminal satélite que estará conectada al edificio central mediante un sistema automático de transporte de pasajeros se deberá asegurar que el sistema esté operativo el 97% del tiempo. Este sistema constará de dos trenes por lo que operar con un único tren supone una operación degradada. Para cuantificar la disponibilidad del sistema se usará:

$$Disponibilidad = 100 \cdot \left(1 - \frac{Tiempo\ con\ 1\ tren + Tiempo\ sin\ trenes}{Tiempo\ que\ había\ de\ estar\ operativo} \right)$$

Estos indicadores deberán ser admisibles y estables en el transcurso de la fase de ensayos del aeropuerto, así como en la fase de explotación del Aeropuerto. Adicionalmente, se podrán añadir indicadores a petición del Gestor Aeroportuario, así como del Proveedor de Servicios de Navegación Aérea para garantizar la continuidad de los servicios que ofrecerán como serán las radioayudas, ATIS¹, CNS², ...

¹ Automatic Terminal Information Service

² Communication Navigation Surveillance

5.2. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA

En capítulos anteriores se ha visto la posibilidad de realizar dos tipos de apertura de la nueva infraestructura por fases o de forma consolidada. Este proyecto se va a plantear de manera que la nueva terminal sea usada únicamente por la aerolínea Cathay Pacific y Cathay Dragon (aerolínea filial de la anterior) de manera que se realice una apertura consolidada trasladando ambas aerolíneas de forma simultánea. Estas aerolíneas suponen, en conjunto, la mayor aerolínea operadora del Aeropuerto de Hong Kong y presentan una operativa tipo Hub mediante conexiones que permite que juntas conecten 206 ciudades en 52 países [15].

Al tratarse de una transición de una única aerolínea que se proporciona un servicio de auto-handling permite que se realice de una forma más ágil en cuanto a coordinación entre Gestor Aeroportuario, aerolínea y agente handling o agente de asistencia en tierra (AAT). Adicionalmente, permite que se pueda hacer una transición consolidada, ya que al tratar con un único stakeholder de asistencia en tierra y aerolínea permite hacer un proceso de formación y familiarización más fluido y adaptado a las necesidades del futuro usuario.

Actualmente, Cathay Pacific está operando aproximadamente 500 vuelos diarios por todo el mundo, debido a que su operativa es tipo “Hub”, lo que supone que la gran mayoría de estos vuelos tienen como origen o como destino el aeropuerto de Hong Kong. Por este motivo una apertura por fases supondría que las conexiones entre vuelos de Cathay fueran entre diferentes terminales y que los pasajeros pudieran perder las conexiones al tener que cambiar de terminal y encontrarse con tiempos de escala insuficientes.

Hoy en día, Cathay opera en la Terminal 1 del Aeropuerto de Hong Kong, motivo por el cual, se debería desplazar a la nueva terminal tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración:

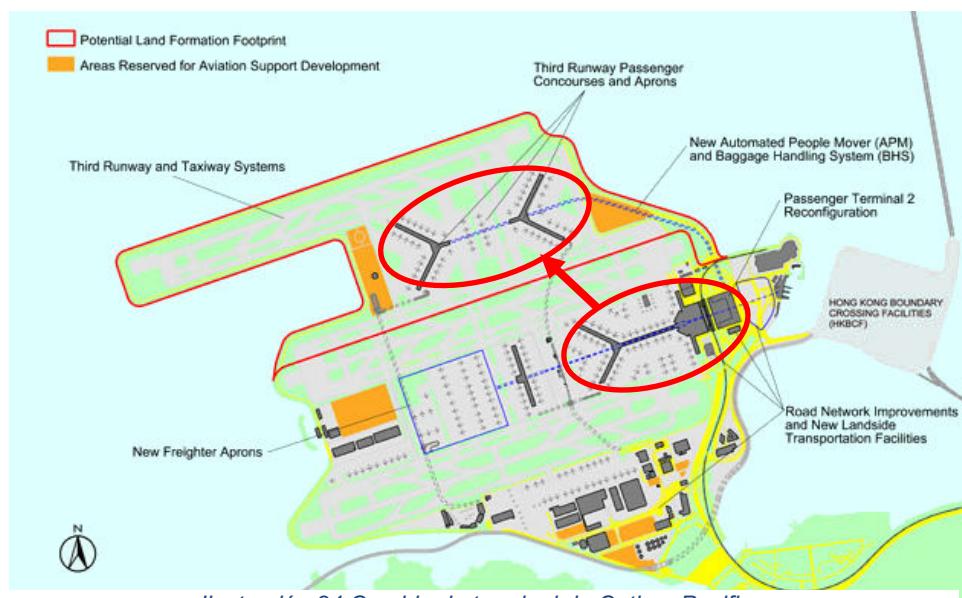


Ilustración 24 Cambio de terminal de Cathay Pacific.

Para definir la fecha de apertura se utilizará un método en el cual se monitorizan los 90, 60, 30 días anteriores a la apertura [16]. En esta estrategia se definen una serie de hitos que han de ser cumplidos para poder avanzar hacia la reapertura, es decir, a medida que se verifican ciertos puntos de una check-list se observa el estado del proceso de apertura y se va actualizando el cronograma y el día de la apertura. Estos hitos se pueden observar en el [ANEXO II](#).

En la siguiente tabla se puede ver un resumen de estos hitos a alcanzar:

Tabla 7 Metodología 90/60/30.

90 días	Finalización de la fase constructiva. Aceptación de todos los procedimientos y procedimiento de activación. Iniciados los ensayos.
60 días	Completada la formación a altos niveles. Todos los sistemas han sido entregados y verificados. Completados los ensayos básicos.
30 días	Completada las formaciones básicas y reclutamiento. Completados los ensayos avanzados.
APERTURA	

5.3. PUESTA EN MARCHA

Una vez se han completado todas las fases anteriores, se consigue alcanzar el día de la apertura de las nuevas infraestructuras aeroportuarias.

Debido a que la compañía que se va a desplazar a la nueva terminal es Cathay Pacific con su AAT, durante la noche previa a la apertura los equipos de asistencia en tierra aun ubicados en la antigua terminal se desplazarán por los viales de servicio internos del aeropuerto hacia la nueva terminal en la que operará la aerolínea. Adicionalmente, aquellas aeronaves que esa noche pernocten en el aeropuerto de Hong Kong serán carreteadas hasta la nueva terminal para que en la operativa del día siguiente sea realizada en la nueva terminal.

Además, los interiores del edificio terminal deberán ser condicionados con los elementos o materiales que requerirán los usuarios, como pueden ser las etiquetas de la compañía en los mostradores, tensabarriers, medidores de equipaje, letreros, trípticos informativos, ...

Al inicio de la jornada del día de apertura como previamente se habrán realizado las formaciones y ensayos pertinentes los diferentes implicados sabrán como actuar. A demás, al tratarse de unas instalaciones que serán similares a las actualmente

existentes se prevé que el funcionamiento sea parecido a la propia operativa intrínseca del aeropuerto.

Durante el transcurso de la apertura los diferentes responsables de las diferentes áreas operativas serán partícipes de la monitorización de la operativa, de manera que al final de la jornada se realice una reunión conjunta para evaluar la operativa acontecida.

Adicionalmente, el equipo de la ORAT adquirirá el compromiso que, durante los meses posteriores de la apertura de las nuevas infraestructuras, la denominada fase de adaptación de un cambio, se evaluará la eficacia de la nueva infraestructura. En estos momentos se puede evaluar si ha sido efectivo el diseño de los procedimientos que se están aplicando, así como los procesos formativos diseñados.

En esta fase de adaptación se pueden ocasionar correcciones de los procedimientos al haberse detectado aspectos de mejora o al no ser efectividad. Al producirse estas posibles modificaciones deberán mejorarse consecuentemente los procedimientos formativos.

I. CONTINGENCIAS

Dentro de un proceso de apertura se han de definir una serie de procedimientos para prevenir contingencias o situaciones de emergencia. Estos procedimientos son creados para poder aquellas situaciones que se pueden producir o no, pero en caso de producirse pueden ocasionar resultados indeseados para el aeropuerto afectando a la operativa cotidiana del aeropuerto.

A continuación, se procede a describir algunos de los procedimientos que se diseñarán que actuarán como contingencias:

- **Plan de Emergencias:** Este procedimiento contempla aquellas situaciones que pueden ocasionar la evacuación de las instalaciones como consecuencia de un incendio, un acto de interferencia ilícita, o una catástrofe natural. En este procedimiento se detallarán todas las vías de evacuación, así como los roles y funciones de los diferentes colectivos para poder garantizar la integridad de todo el personal del aeropuerto.
- **Procedimientos ante fallo eléctrico:** Un posible suceso que puede ocurrir es el fallo de los circuitos eléctricos que alimentan los diferentes elementos del aeropuerto. En este caso se deberá procedimentar la activación de todos los elementos redundantes, así como grupos electrógenos que permitan dotar de electricidad de forma ininterrumpida todos aquellos equipos esenciales para la operativa (Radioayudas, balizamiento, equipos de seguridad, ...).
- **Procedimientos ante incidencia de una aeronave:** Estos procedimientos serán diseñados para en caso de ocurrencia de algún incidente o accidente en el cual una aeronave esté implicada. Dentro de estos procedimientos se incluirán sucesos como que una aeronave se quede inutilizada en una pista o

rodadura debido a un fallo en el tren de aterrizaje, colisión de una aeronave con algún equipo o instalación, incidencias con el combustible, o procedimientos de interferencia ilícita en una aeronave.

- **Procedimientos de fallo de equipos de pasajeros:** Dentro de estos procedimientos se incluirán aquellas situaciones que puedan derivar en una facturación manual de los pasajeros, o inspecciones de seguridad sin contar con equipos de rayos X o arcos detectores de metales.
- **Procedimiento ante meteorología adversa:** Debido a la meteorología de la región, se han de realizar procedimientos ante situaciones de visibilidad reducida (LVP), vientos fuertes o tormentas con aparato eléctrico. Con estos procedimientos se pretende definir las actuaciones que han de realizar los empleados del aeropuerto y tripulaciones para garantizar los niveles de seguridad necesarios para minimizar los efectos de estos acontecimientos ante la operativa.

Todos estos procedimientos deberán ser testados y verificados mediante simulacros antes de la puesta en marcha del aeropuerto para poder estar prevenidos ante acontecimientos que deriven en una operativa inusual del aeropuerto.

6. CONCLUSIONES

El proceso de apertura de una nueva infraestructura aeroportuaria supone un reto para el gestor aeroportuario que implica la coordinación entre todos los diferentes futuros usuarios para poder acomodar sus demandas.

En este proyecto de ampliación del Aeropuerto Internacional de Hong Kong se ha analizado todos aquellos aspectos que entran en juego en un proceso de apertura bajo un proceso ORAT desde una fase inicial en la que se planifica y ejecutan las nuevas infraestructuras, hasta los procesos formativos y el día de apertura.

Uno de los aspectos más relevantes en un proceso ORAT es la coordinación y comunicación entre todos los stakeholders, debido a que las nuevas infraestructuras han de estar planificadas y ejecutadas de manera que satisfagan todas las necesidades de los implicados. Este proceso ha de ser mediado e de manera que la solución adoptada cumpla con las expectativas de todos los interesados para así garantizar un grado de implicación elevado en las siguientes fases del proceso.

Una vez han sido ejecutados todas las actuaciones relativas a la fase constructiva se ha de realizar un programa de familiarización y formación en la cual se preparará a los futuros trabajadores del aeropuerto. Adicionalmente, mediante la ejecución de ensayos operacionales se verificará el correcto funcionamiento de las instalaciones y de los procedimientos ideados en la fase de planificación, pudiéndose detectar desviaciones que deberán ser corregidas antes de la apertura.

Finalmente, una vez se ha garantizado el correcto funcionamiento de todos los elementos que conforman las nuevas facilidades aeroportuarias se procederá a la apertura y posterior monitorización del desempeño. Mediante un análisis continuo de la operativa durante los meses posteriores se permite asegurar la correcta puesta en marcha y detectar posibles desviaciones que no han sido detectadas en las fases de ensayos.

En el transcurso de la ORAT se puede observar que es un proceso de larga duración que no únicamente alberga la preparativa de la apertura, si no que se extiende desde la planificación de la obra hasta meses posteriores a la apertura, permitiendo así minimizar los impactos operativos de la puesta en funcionamiento de nuevos elementos aeroportuarios. Para garantizar un éxito en el proceso se debe garantizar un correcto cumplimiento de la implicación como altos niveles de participación entre todos los colectivos implicados.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Hong Kong Aeronautical Information Services. <https://wwwais.gov.hk>
- [2] Aeropuerto Internacional de Hong Kong. <https://www.hongkongairport.com>
- [3] Estadísticas de tráfico del Aeropuerto de Hong Kong.
<https://www.hongkongairport.com/en/the-airport/hkia-at-a-glance/fact-figures.page>
- [4] Master Plan Hong Kong 2030.
https://wwwpland.gov.hk/pland_en/p_study/comp_s/hk2030/eng/finalreport/
- [5] ARUP. ORAT (Operational Readiness, Activation and Transition).
<https://www.arup.com>
- [6] Al Lyon and David Powel. Airport Terminal Facility Activation Techniques a Synthesis of Airport Practice (ACRP Synthesis 20). 2010.
- [7] Thomas Chan. Who are the stakeholders in HK's development projects?
http://www.chinadaily.com.cn/hkedition/2012-11/15/content_15929854.htm
- [8] Airport Authority Hong Kong (AAHK). Hong Kong International Airport Master Plan 2030 Technical Report.
- [9] AESA. Guía Técnica para el desarrollo del Sistema de gestión de seguridad operacional en aeropuertos. CERA-12-GUI-042-1.0. 2012.
- [10] Safety Briefs Prague Airport. <https://www.prg.aero/en/safety-briefs>
- [11] OACI. Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Aeródromos, Volumen I, Diseño y operación de aeródromos. 2009.
- [12] Implementation Strategies and Methodologies for Airport Opening.
<https://wwwinternationalairportreview.com/article/183/implementation-strategies-methodologies-for-airport-openings/>
- [13] AENA. Gestión aeroportuaria.
<http://www.aena.es/es/corporativa/gestion-aeroportuaria.html>
- [14] Dirección General de Aviación Civil. Documento de Regulación Aeroportuaria 2017-2021. 2017
- [15] Cathay Pacific. Fact Sheet. <https://news.cathaypacific.com/fact-sheet>
- [16] Stephen B. Silverhart. Reflections on Operational Readiness and Applied Program Foundations. 2009.

ANEXO I. Hoja de seguimiento de ensayos.

SEGUIMIENTO DE ENSAYO					
Fecha:	____ / ____ / ____	Hora inicio:	____ : ____	Hora fin:	____ : ____
Responsable:					
Zona del ensayo					
Pista <input type="checkbox"/>	Estacionamiento <input type="checkbox"/>		Edificios anexos <input type="checkbox"/>		
Rodadura <input type="checkbox"/>	Edificio terminal <input type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>		
Especificar zona:					
Elemento ensayado:					
Resultado					
Favorable <input type="checkbox"/>	Desfavorable <input type="checkbox"/>		Nulo <input type="checkbox"/>		
Nº participantes:		Duración:		Nº Observadores:	
Nº elementos auxiliares:		Elementos auxiliares:			
¿Se utiliza indicador?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Especificar:			
Valor referencia:		Valor obtenido:		¿Mejorable?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Mediciones:					
	Duración	Elementos usados	Fallidos	Certeros	Resultado
Medición 1:					
Medición 2:					
Medición 3:					
Medición 4:					
Medición 5:					
Observaciones:					
Firma responsable:		Fecha:			

ANEXO II. Progresión de la estrategia 90/60/30

	A 90 días de la apertura	¿Completado?
Fase constructiva	Terminal	
	Pasarelas de embarque	
	Zona de facturación	
	Zona de embarque	
	Elementos comerciales	
	Filtros de seguridad	
	Zona recogida de equipajes	
	Equipos de climatización	
	Campo de vuelo	
	Rodaduras	
	Pista	
	Radio ayudas	
	Sistemas de iluminación	
	Torre de control	
	Viales de vicio	
	Sistema Visual de Guía de atraque	
	Red de hidrantes	
	Otros	
	Párquines de vehículos	
	Oficinas	
Sistemas	Sistema de facturación	
	Sistema de embarque	
	Redes de comunicación (voz y datos)	
	CCTV	
	Sistema de información a los pasajeros	
	Sistema de transporte de equipajes	
	Sistema de transporte de personas	
	Entregados manuales de mantenimiento	
Formación	Entregados manuales de formación	
	Familiarización completada	
	Iniciados los primeros ensayos	
	Aceptación de los procedimientos	
	Iniciado el proceso de contratación del mantenimiento	
	Definida y aceptada la estrategia de transición	
	Planes de contratación definidos	

	A 60 días de la apertura	¿Completado?
Infraestructuras	Terminal	
	Pasarelas de embarque verificadas y testadas	
	Zona de facturación verificada y testada	
	Zona de embarque verificada y testada	
	Elementos comerciales verificados y testados	
	Filtros de seguridad verificados y testados	
	Zona recogida de equipajes verificada y testada	
	Equipos de climatización verificados y testados	
	Campo de vuelo	
	Rodaduras pintadas	
	Pista pintada	
	Radio ayudas verificadas y testadas	
	Sistemas de iluminación verificado y testado	
	Torre de control verificado los sistemas	
Sistemas	Viales de vicio verificados y testados	
	Sistema Visual de Guía de atraque verificados y testados	
	Red de hidrantes verificada y testada	
	Otros	
	Párquines de vehículos verificado y testado	
	Oficinas equipadas con sistemas (PCS, teléfonos,...)	
	Sistema de facturación verificado y testado	
	Sistema de embarque verificado y testado	
	Redes de comunicación (voz y datos) verificado y testado	
	CCTV completamente testado	
Formación	Sistema de información a los pasajeros verificado y testado	
	Sistema de transporte de equipajes verificado y testado	
	Sistema de transporte de personas verificado y testado	
	Entrenamientos completados	
	Aceptados todos los procedimientos derivados	
	Continúan los ensayos avanzados	
	Completados los ensayos básicos	

	A 30 días de la apertura	¿Completado?
Formación		
	Completadas todas las formaciones	
	Completado el 100% de la contratación	
	Completada la migración de equipos nuevos	
	Finalizado el proceso de familiarización	
	Finalizado los ensayos	
	Completada la planificación de la apertura	

