

11-5-2021



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Proyecto Final – ITESO AERONAUTICS

Algoritmos y Programación

José Luis Almendarez González

Carlos Daniel Ponce Anguiano

Raúl Soto Echevarría

Mtro. Leobardo Ruiz Rountree

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 JUSTIFICACIÓN	4
1.2 ALCANCE	5
1.3 REQUERIMIENTOS.....	6
1.4 GLOSARIO.....	7
1.5 CONSOLIDACIÓN DEL PROYECTO.....	8
2. DESARROLLO	16
2.1 PRESENTACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO.....	17
2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO Y VARIANZAS CON LOS DIAGRAMAS DE FLUJO.....	19
2.3 USO DE LIBRERÍAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO	20
3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	21
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUCCIÓN

“La mayoría de los programadores programan no porque esperan que les paguen o porque el público los adore, sino porque programar es divertido.”

– Linus Torvalds.

El eje central del siguiente proyecto se basa en la consigna de aplicar, documentar y presentar los aprendizajes adquiridos en el semestre de la materia de Algoritmos y Programación. En el transcurso del semestre se aprenderán técnicas, estructuras, sentencias y funciones que auxilien a los autores del texto a comprender el funcionamiento del lenguaje de programación con el cual se trabajó en el curso: Python. Así, en el presente ensayo se encontrará información sobre el proceso que siguieron quienes suscriben el texto con el objetivo de presentar de manera detallada, metódica y puntual la solución a un problema al que se enfrente la sociedad que puede ser resuelto, o auxiliado, a través de la programación.

Entrando de lleno en el concepto de *programación*, éste se conoce como un proceso a través del cual se componen y organizan un conjunto de instrucciones. En el contexto en el que está siendo aplicado, éste conjuntos de instrucciones indican a la computadora qué hacer; esto en un lenguaje que es comprensible para esta. Las instrucciones en cuestión pueden ser escritas en un número de “idiomas” diferentes, a lo que se le conoce como *lenguajes de programación*, y algunos de los más conocidos y utilizados en el entorno son C++, Java, Python, Ruby, Rust, etc. (Ruiz, 2021).

Cabe mencionar que la importancia de la programación tiene un gran impacto hoy en día en una diversa variedad de áreas, siendo algunas de ellas, el entretenimiento, la educación, la química, el diseño, la medicina entre otros. Por ende, parte de la consigna del proyecto se basa en la premisa de lograr dar solución a un problema al que los autores se enfrenten en las diferentes áreas de aplicación de sus carreras, justificando así, el proyecto mismo. Tomando en cuenta lo anterior, las carreras de los estudiantes del presente ensayo son: Ingeniería en Sistemas (José A.), Ingeniería Financiera (Carlos P.) e Ingeniería en Biotecnología (Raúl S.).

1.1 JUSTIFICACIÓN

El proyecto en cuestión se diseñará con un enfoque visionario; es decir, se intentará dimensionar la complejidad y viabilidad de que en un futuro, los aviones y los pilotos ya no reciban indicaciones de los controladores aéreos. En lugar de ello, se pretende que un algoritmo sea el que registre, asigne, controle y tome lugar en las funciones de los controladores aéreos, reduciendo así, la posibilidad de que se cometan errores humanos. Debido a que el proyecto abordará temas de significativa relevancia en cuanto a la aeronáutica se refiere (condiciones climáticas, tipo de avión, origen del vuelo, etc.), se logrará efectivamente cumplir con ése criterio que representa uno de los fines últimos del trabajo.

Por lo expuesto anteriormente, uno de los objetivos principales de los autores es intentar mostrar es la verdadera capacidad de la tecnología para optimizar tiempo y recursos, tanto humanos como económicos. Con la llegada de los lenguajes de programación a las generaciones actuales, ya se dispone de diferentes herramientas que están moldeando los mercados; es decir, están innovando, trayendo consigo una modificación en el comportamiento y las preferencias del mercado que ahora incorporan tecnología de última generación. Ejemplo de ello son la red 5G y el surgimiento de los neobancos y otras fintech, que actualmente ponen a los mercados en un estilo de “transición”, de la etapa tradicional a la etapa que está por venir.

De cualquier manera, se considera que la industria aeronáutica no ha tenido hasta ahora éste tipo de avances que revolucionen de manera tal los protocolos, que prácticamente estos tengan que ser creados desde cero. Entonces, se pretende mostrar a compañeros y demás estudiantes y maestros que el campo de la aviación aún tiene mucho camino por recorrer, siendo que éste es considerado uno de los mercados que generan mayor ingreso a los países. Como dato interesante, se resalta que el mercado de la aviación logró consolidarse de manera formal hasta 1944, año en que se firmó la Convención de Chicago, formando así, la Organización de Aviación Civil Internacional (International Civil Aviation Organization, 2020).

1.2 ALCANCE

El algoritmo que se propone construir será una clase de simulador en la comunicación entre una torre de control y un avión. La razón por la que se escogió éste proyecto en particular es debido a que otorga mucho margen de acción para poder aumentar la complejidad del algoritmo conforme se vayan adquiriendo más conocimientos y práctica en relación a los temas vistos en clase.

Por el momento, se considera al equipo capaz de utilizar sentencias en el código que implican estructuras selectivas y repetitivas, como *for*, *if*, *else* y *while* para configurar un algoritmo donde, dependiendo de situaciones que se dan de manera natural en un aeropuerto, como las condiciones climáticas, de tráfico y de horario, entre otras, se determinarán las acciones que debe de tomar el piloto para que éste pueda y sea capaz de realizar un aterrizaje idóneo, finalizando con su estación en la terminal más adecuada. Si bien puede parecer un algoritmo un tanto sencillo tomando en cuenta que se trata de un escenario muy limitado y perfecto, se reitera que con los conocimientos que se irán adquiriendo, se podrá ir mejorando, adaptando y complejizando, según las necesidades, los requerimientos y las recomendaciones de tanto los integrantes del equipo como del profesor.

Se ha de recalcar que para los fines de la entrega del proyecto no sólo se pretende demostrar las habilidades y conocimientos obtenidos en Python, sino que también se estudiarán a fondo los protocolos de aterrizaje. Esto con el fin de diseñar el algoritmo de la manera más precisa posible. Es posible que en un futuro el programa en cuestión sea de ayuda a un estudiante o interesado de la industria aeroespacial, pero por ahora el alcance del proyecto estará enfocado en realizar un proyecto de magnitud y complejidad tales que se consideren satisfactorias con base en los requisitos establecidos en el curso. Por ende, y finalmente, se pretenden documentar los procesos de construcción y diseño del algoritmo para exponer a compañeros y maestros los resultados obtenidos con nuestro algoritmo, producto del esfuerzo de los integrantes que suscriben éste texto.

1.3 REQUERIMIENTOS

Dada la naturaleza del proyecto, se realizó una extensiva investigación acerca de los sistemas aeroportuarios y su forma de operar según las condiciones climáticas, horario y configuración del aeródromo. Más específicamente, la investigación apuntó en todo momento al aeropuerto Charles de Gaulle (CDG), situado en París, Francia. El aeropuerto en cuestión fue seleccionado de entre una lista de los 10 aeródromos más concurridos; esto con el motivo de desarrollar el ejercicio con la complejidad propuesta en los objetivos del proyecto de la materia.

Resaltando que el simulador se basará en la premisa de guiar un piloto (el usuario) en proceso de aterrizaje hasta la puerta/terminal donde éste arribará según la naturaleza de su plan de vuelo, el enfoque principal del proyecto se encontrará en la codificación de las pistas y calles de rodaje en el sistema para proporcionar al usuario una guía hasta la terminal y puerta. Con base en lo anterior, puede decirse, entonces, que el programa fungirá como torre de control al aeropuerto Charles de Gaulle (CDG) en París, Francia.

De esta manera, y con motivo de delimitar el proyecto, se establecerán las siguientes variables como entradas principales al algoritmo¹²:

1. La procedencia del vuelo: se proveerá al usuario de una lista para elegir uno de entre las 10 ciudades de procedencia más concurrentes;
2. El tipo de vuelo: el usuario podrá determinar si es un vuelo comercial (de pasajeros) o de carga; y
3. Dificultad: el usuario indicará la dificultad deseada de su experiencia en una escala de 1 a 3, siendo 3 la dificultad máxima del simulador.

¹ Cabe mencionar que si bien las entradas anteriores pueden no estar dimensionadas a la cantidad de entradas real para el aterrizaje de un avión en el aeropuerto previamente mencionado, como fue detallado en la sección anterior, el proyecto seguirá teniendo una complejidad acordada por los integrantes del equipo y certificada por el profesor.

² Retomando lo anterior, la salida que el equipo busca obtenga el usuario, es una lista de instrucciones. En esta, se detallarán las pistas y calles de rodaje que el usuario (como si fuera un piloto) debería de tomar para llegar a la terminal y puerta asignada. Esto en función de las entradas detalladas con anterioridad.

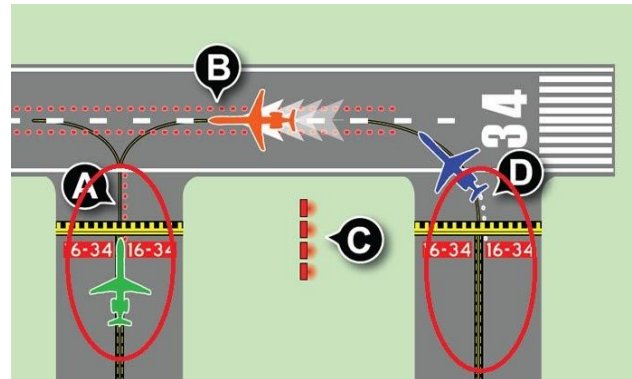
1.4 GLOSARIO

Sin más, se procederá a definir algunos conceptos básicos para una mejor comprensión del tema:

Calle de rodaje o taxiway: Ruta definida en un aeródromo terrestre establecida para el rodaje de aeronaves, y destinada a proporcionar un enlace entre hangares y terminal con la pista de aterrizaje.

Calle de rodaje de entrada: Perpendiculares a la pista, conectan a la pista con una calle de rodaje paralela. (ICAO, 2016).

Ilustración 1 (ICAO, 2016): Calle de rodaje de entrada.



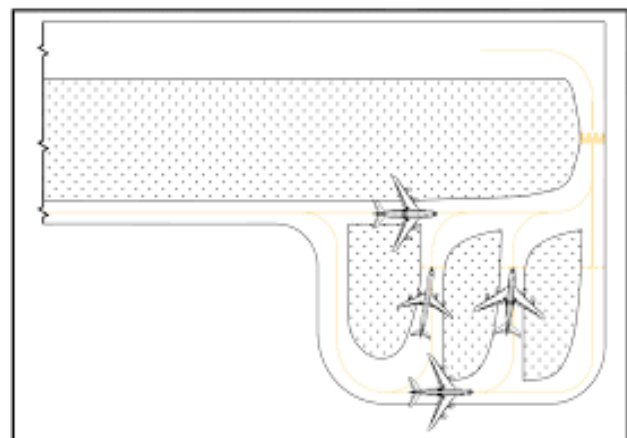
Calle de rodaje paralela: Calle de rodaje que se encuentra alineada en paralelo a una pista adyacente. (ICAO, 2016)

Ilustración 3 (ICAO, 2016): Calle de rodaje paralela.



Calle de rodaje bypass: Rutas que permiten a las aeronaves evitar a otras aeronaves estacionadas en calles de rodaje paralelas o de entrada para arribar a la pista y despegar. (ICAO, 2016).

Ilustración 3 (ICAO, 2016): Calle de rodaje bypass.



1.5 CONSOLIDACIÓN DEL PROYECTO

Habiendo establecido lo anterior, se procederá a mostrar el diseño y algunas características particulares relevantes del aeropuerto Charles de Gaulle, fundamentales para la codificación del proyecto.

El aeropuerto de París CDG se divide básicamente en 2 áreas, la parte norte y la parte sur, cada una de las cuales consta de 2 pistas paralelas y áreas terminales principales. La parte norte comprende las pistas 09L / 27R (exterior), 09R / 27L (interior) y la Terminal 1 y 3; mientras que la parte sur consta de las pistas 08R / 26L (exterior), 08L / 26R (interior) y la Terminal 2.

Además, hay 4 torres de control. La torre central es la única en funcionamiento desde las 22:30 hasta las 6:30 (hora local). Durante el día, dos torres (una en el norte y otra en el sur) gestionan cada parte del aeródromo. La cuarta se dedica a las operaciones de plataforma en la parte sureste de CDG. Cada torre se encarga de los aterrizajes, despegues y cruces de pistas desde las pistas paralelas que le corresponden.

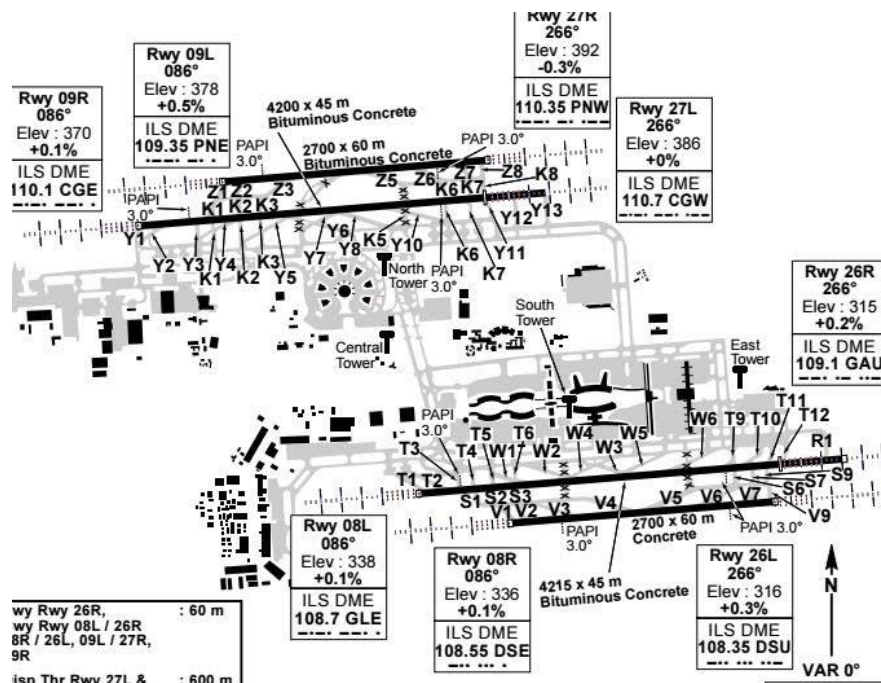


Ilustración 4 (Aéroports de Paris, 2011): La imagen a la izquierda es un diseño preciso de la configuración del aeropuerto CDG.

Lo más relevante para la explicación a continuación es enfocarse sobre la localización de las terminales 1 y 3 (en el norte) y la terminal 2 (en el sur), así como la posición de las torres de control y las pistas en negritas.

La división del tráfico entre la parte norte y la parte sur es tanto para llegadas como para salidas dependiendo de la ruta antes del aterrizaje / después de la salida en relación geográfica con el aeropuerto. En otras palabras, una aeronave que llegue al punto de referencia de entrada sureste o suroeste será designada para aterrizar en la pista sur (08R / 26L) independientemente de la ubicación del puesto. Asimismo, una aeronave con ruta de salida norte despegará de la pista de salida norte (09R / 27L). Estas son las reglas básicas utilizadas por ATC en CDG, Paris.

Cuando el tráfico no está tan congestionado, pueden producirse cambios de pista. En particular, el enfoque a menudo utiliza cambios de pista para ayudar a aumentar la capacidad de llegada. El uso de las pistas es normalmente pista exterior para la llegada y pista interior para la salida, ya que las pistas interiores son mucho más largas que las pistas exteriores. Esto lleva a reglas muy estrictas en cuanto al cruce de las pistas interiores para las aeronaves que llegan, con el fin de evitar incursiones en la pista, involucrando calles de rodaje designadas para la parada y el cruce de aeronaves.

Hay 2 patrones de operación denominados Configuración Este y Oeste que se deciden principalmente por la dirección del viento. La operación más común es hacia el oeste (Configuración Oeste) utilizando las pistas 27R y 26L para aterrizar, respectivamente 27L y 26R para la salida. La Configuración Este utilizará las pistas 09L y 08R para aterrizar y 09R más 08L para la salida. Los SATR se publican en el AIP francés y se muestran en los gráficos de movimiento en tierra con flechas que indican la dirección del rodaje. En relación a lo anterior, las siguientes calles de rodaje son de sentido único: N, F, G, P5, A, B (al oeste de N) y D (al este de BD12) con la misma dirección independientemente de la configuración que se utilice (Este u Oeste). Las calles de rodaje Q, R, E, B (al este de N), D (al oeste de BD12) y varias salidas también están orientadas en un solo sentido, pero la dirección cambiará dependiendo de la configuración de pista que se utilice.

A continuación se muestran imágenes más detalladas respecto a la configuración del aeródromo Charles de Gaulle:

CROQUIS DE LA PARTE NORTE DEL AEROPUERTO CDG

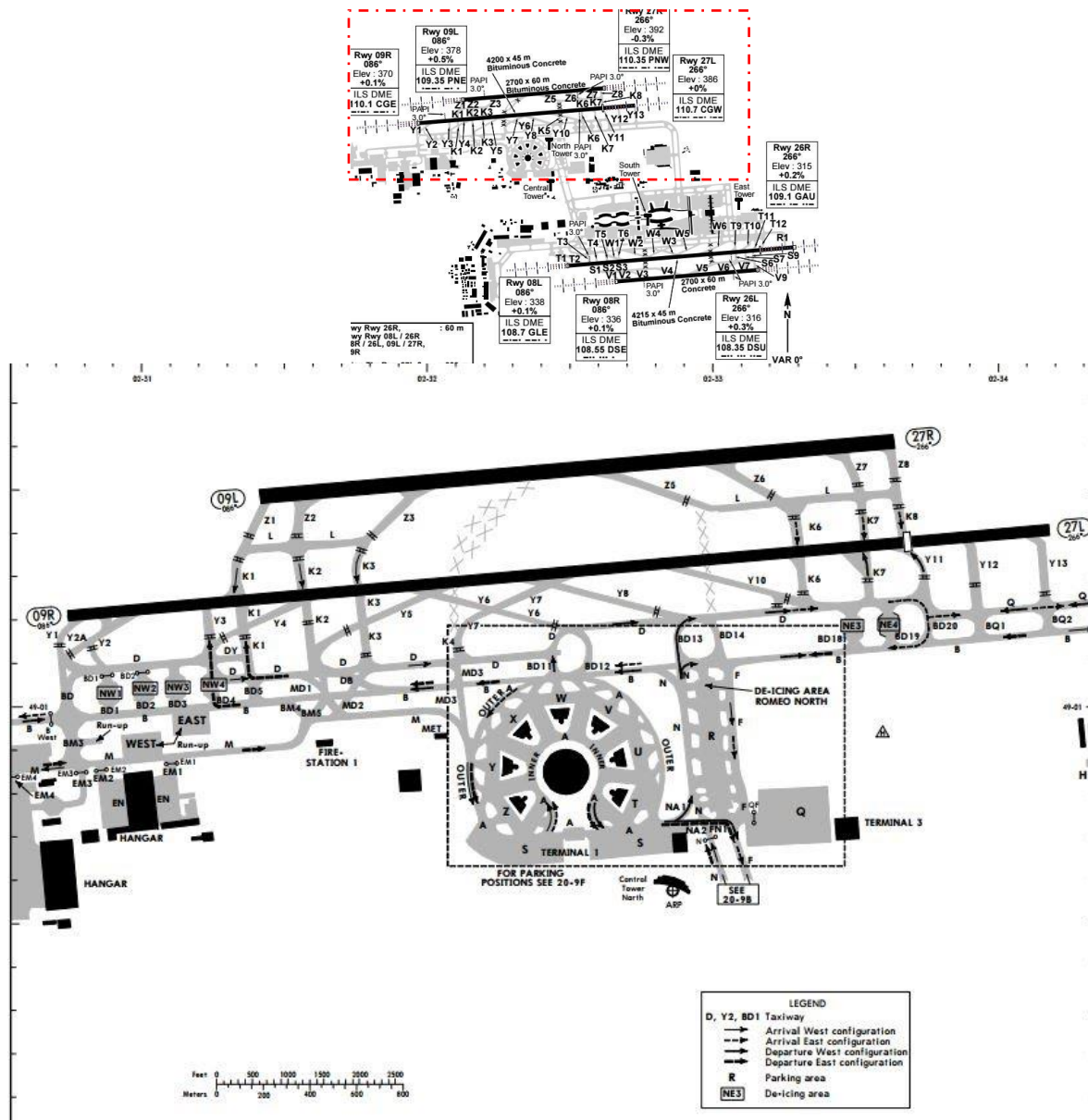


Ilustración 7 (Aéroports de Paris, 2011): La imagen superior hace alusión a la parte norte del aeropuerto CDG y muestra con detalle las calles de rodaje disponibles entre las pistas y las terminales de pasajeros n°1 y n°3 y hangares.

Cabe resaltar que en la Configuración Oeste, los aviones provenientes del norte aterrizarán en la pista 27R; y aquellos que se dirijan al norte, despegarán por 27L; y en la Configuración Este, por 09L y 09R, respectivamente.

Además, las calles N, F, A, B (al oeste de N) y D (al este de BD12) son de sentido único (con la misma dirección independientemente de la configuración que se utilice). Las calles de rodaje Q, R, E, B (al este de N), D (al oeste de BD12) y varias salidas también están orientadas en un solo sentido, pero la dirección cambiará dependiendo de la configuración de pista que se utilice.

CROQUIS DETALLADO (PARTE NORTE)

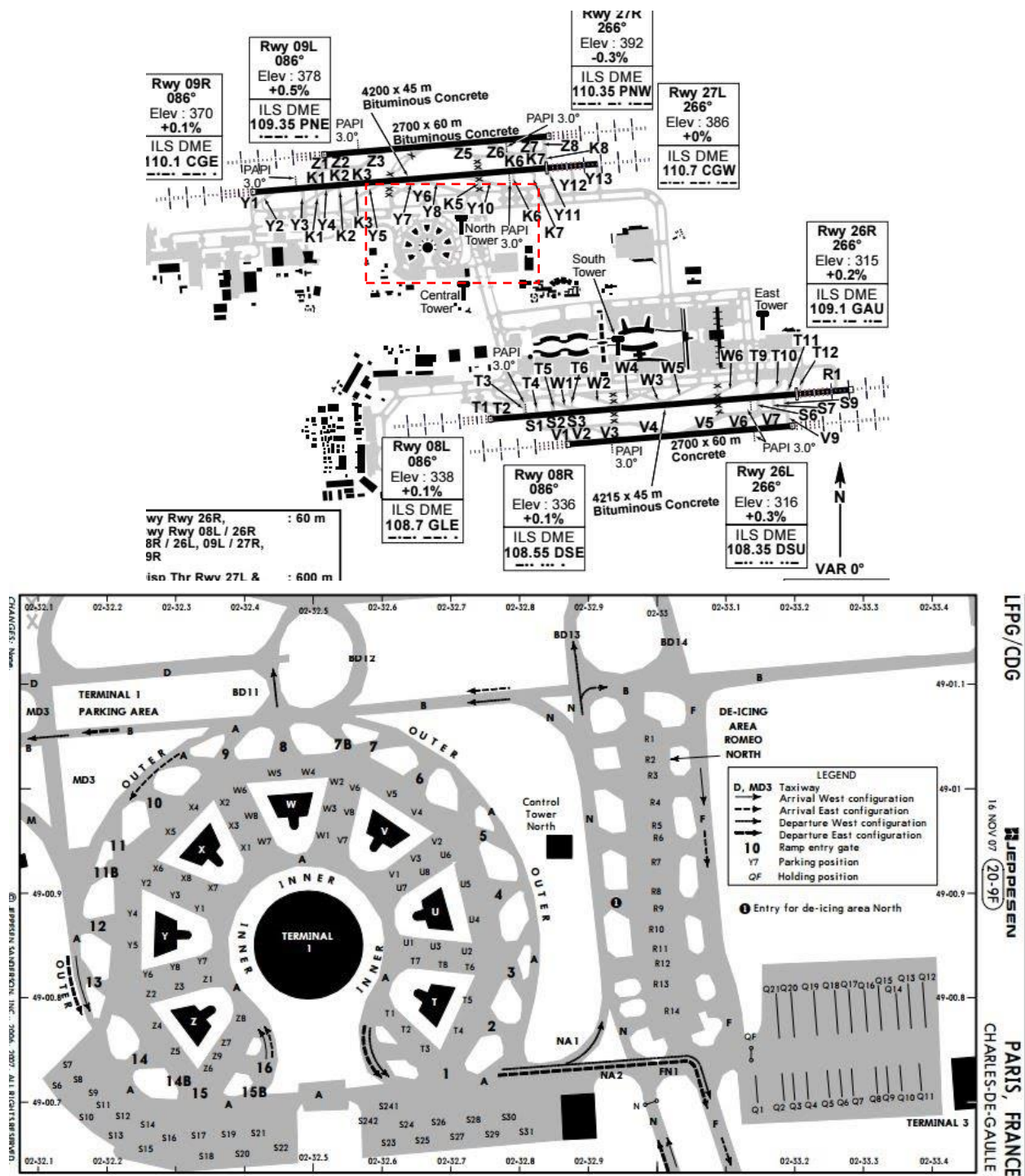


Ilustración 8 (Aéroports de Paris, 2011): Croquis de la parte norte, con especial énfasis en las terminales de pasajeros n°1 y n°3.

CROQUIS DE LA PARTE SUR DEL AEROPUERTO CDG

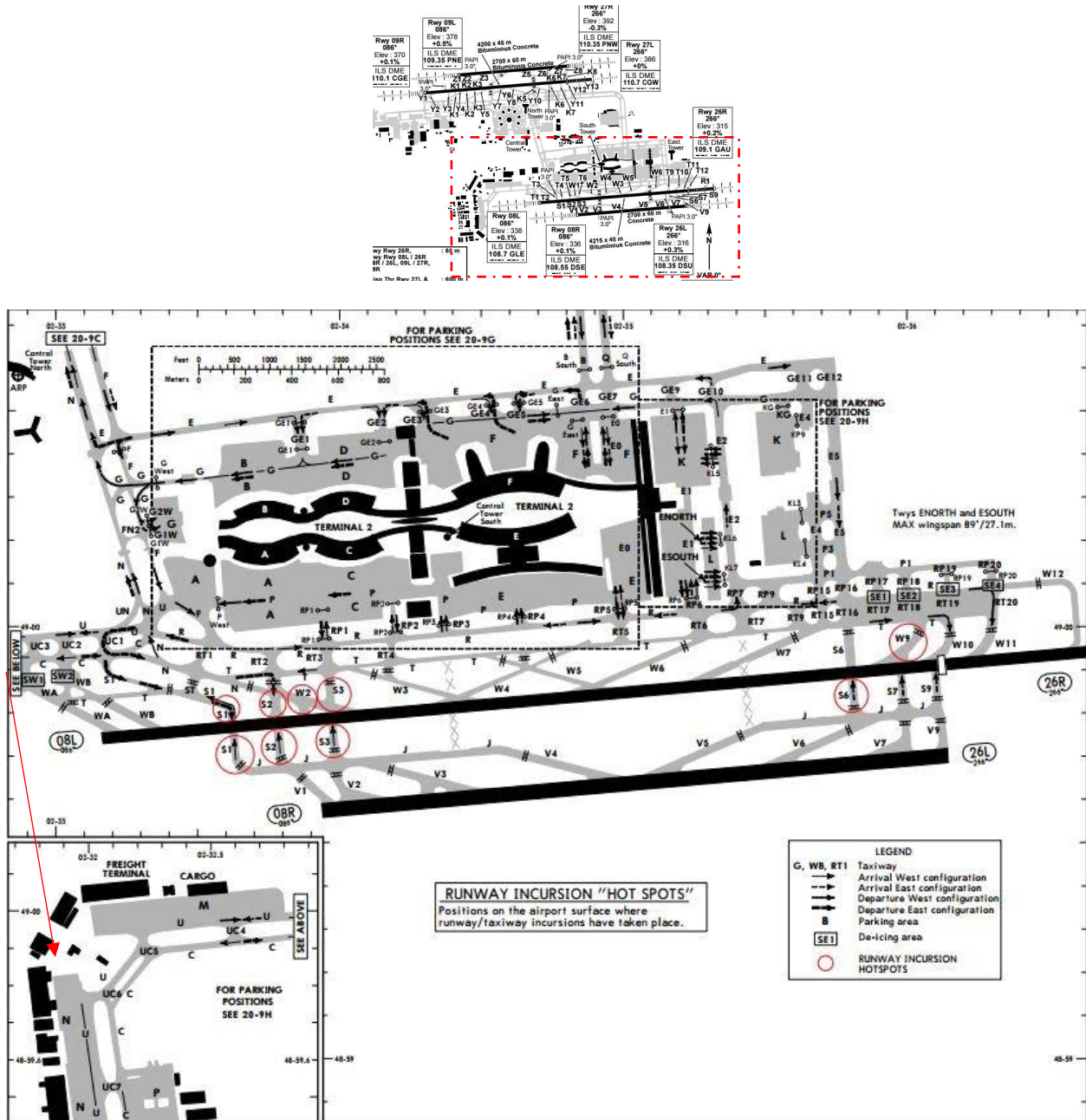


Ilustración 9 (Aéroports de Paris, 2011): La imagen superior hace alusión a la parte norte del aeropuerto CDG y muestra con detalle las calles de rodaje disponibles entre las pistas y la terminal de pasajeros n°2, hangares y terminales de carga.

Cabe resaltar que en la Configuración Oeste, los aviones provenientes del sur aterrizarán en la pista 26L; y aquellos que se dirijan al sur, despegarán por 26R; y en la Configuración Este, por 08R y 08L, respectivamente.

Además, las calles N, F, A, B (al oeste de N) y D (al este de BD12) son de sentido único (con la misma dirección independientemente de la configuración que se utilice). Las calles de rodaje Q, R, E, B (al este de N), D (al oeste de BD12) y varias salidas también están orientadas en un solo sentido, pero la dirección cambiará dependiendo de la configuración de pista que se utilice.

CROQUIS DETALLADO (PARTE SUR)

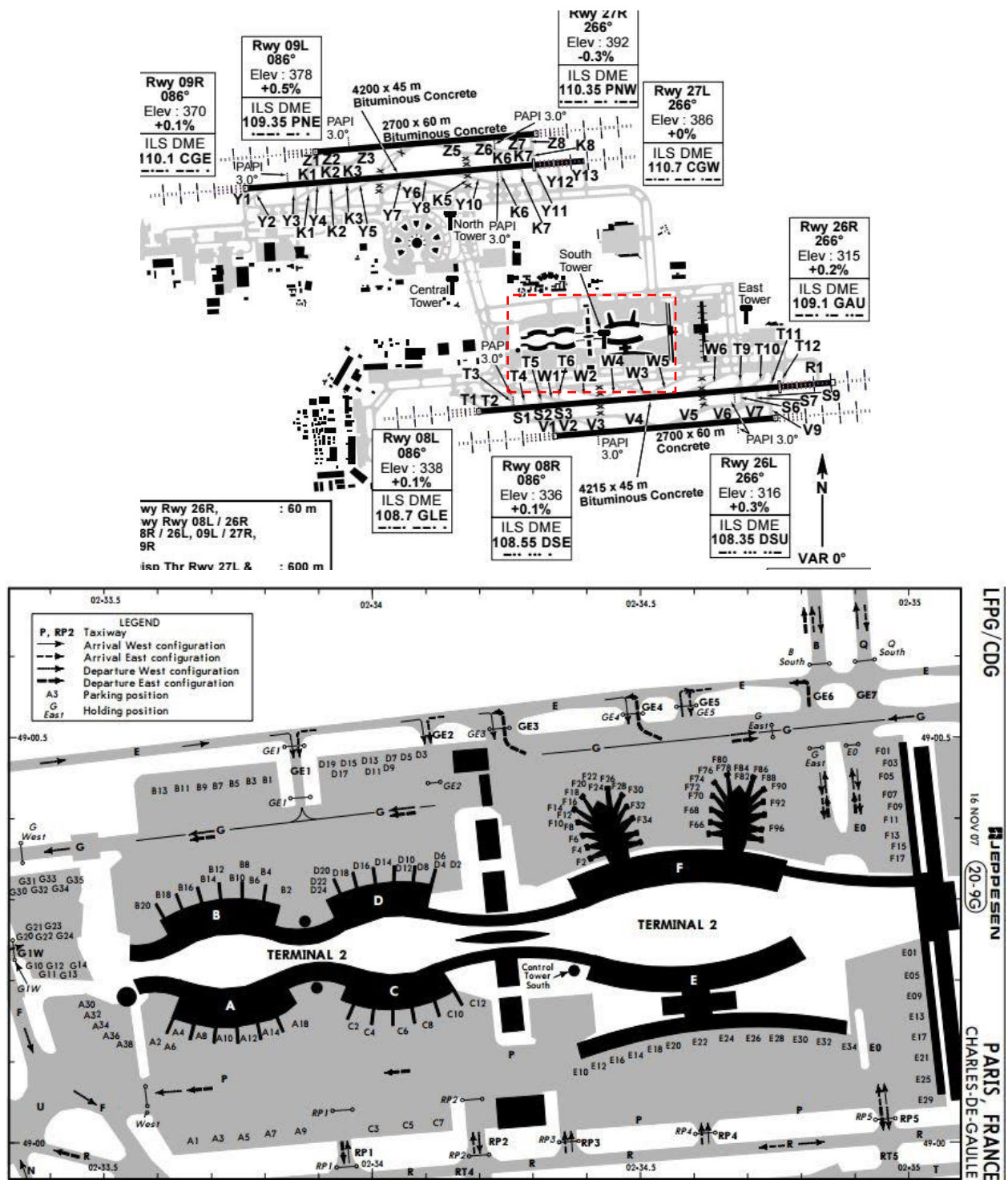


Ilustración 10 (Aéroports de Paris, 2011): Croquis de la parte sur, con especial énfasis en la terminal de pasajeros n.º2.

CROQUIS DETALLADO (VARIADOS)

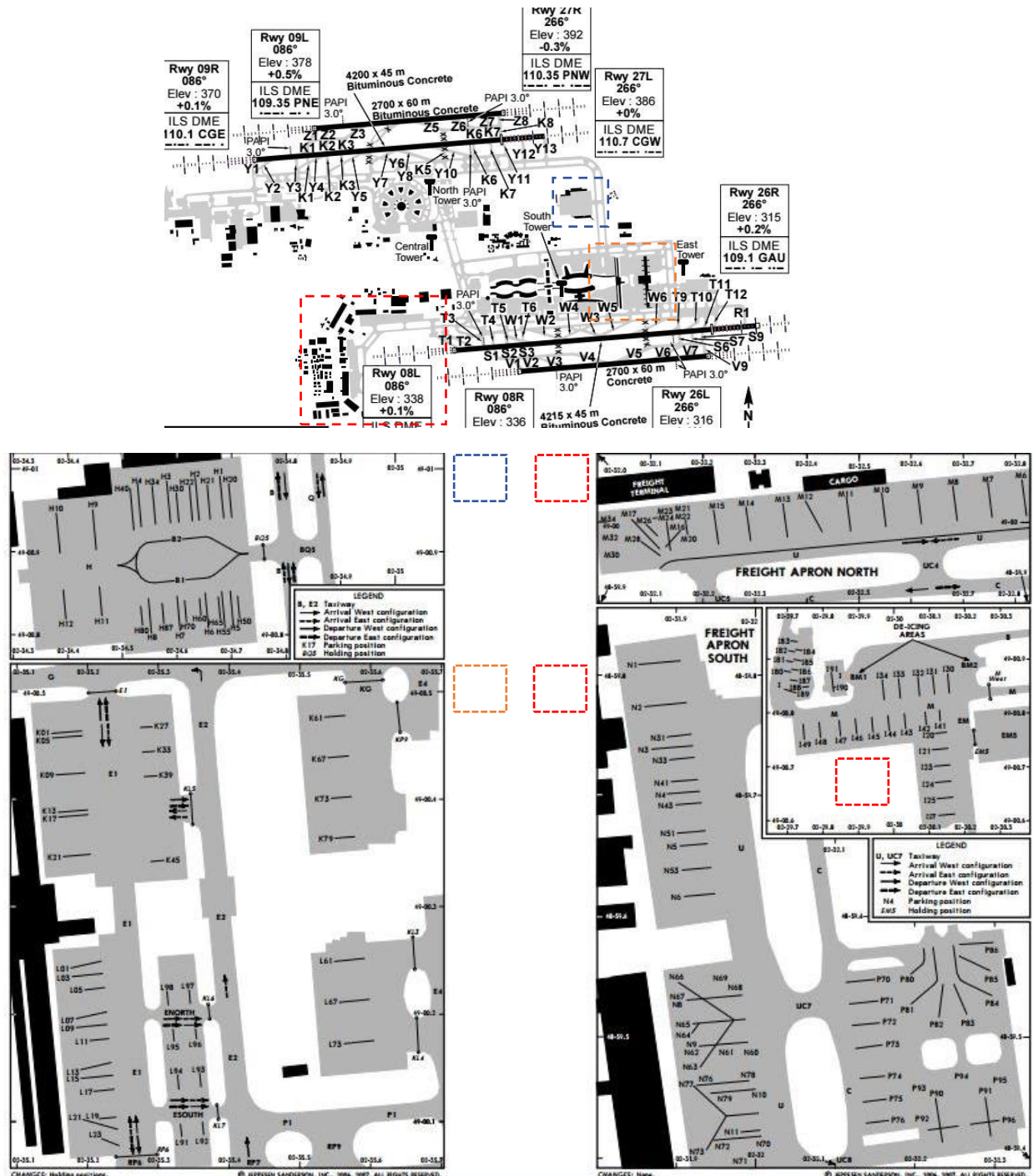


Ilustración 11 (Aéroports de Paris, 2011): Croquis con especial énfasis en 3 diferentes zonas. La zona roja refiere a la terminal de carga; la zona naranja, a edificios denominados como "K" y "L" que conectan con la terminal de pasajeros n°2 y representan una sub-terminal; y la zona azul, que representa a un edificio en la parte central del aeropuerto denominado como "H", que son espacios de aparcamiento.

CUELLOS DE BOTELLA EN LAS CALLES DE RODAJE

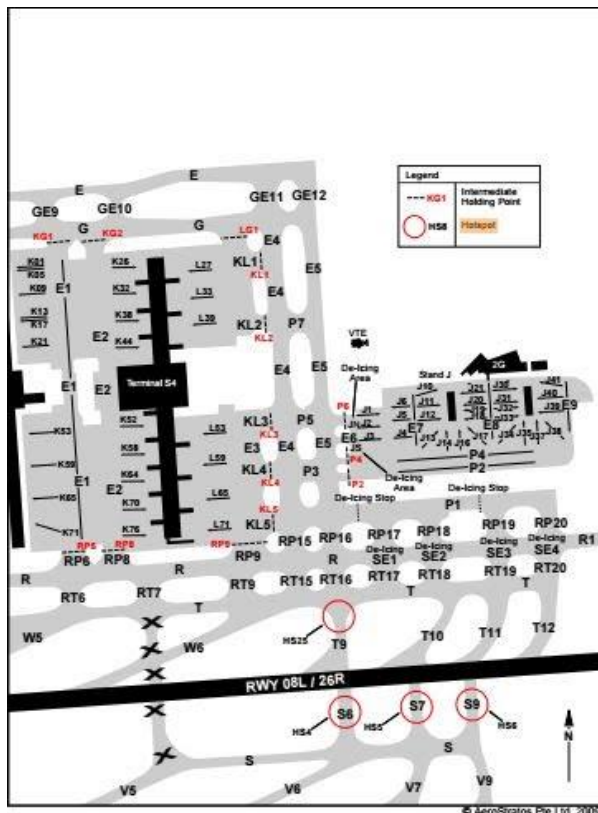
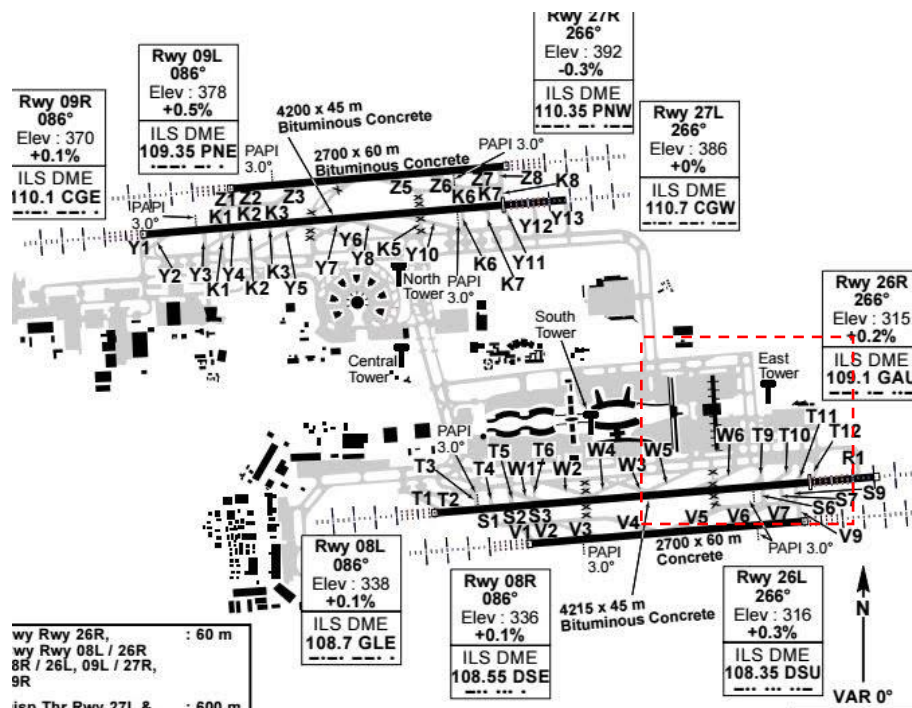


Ilustración 12 (Aéroports de Paris, 2011): En la imagen a la izquierda se muestran las calles de rodaje con más tráfico aéreo; es decir, calles en las que comúnmente se forma lo que se llama “cuellos de botellas” o “embudos”, que concentran gran parte de las aeronaves en un aeródromo.

Como se puede observar, la calle de rodaje Tango-9 está etiquetada como uno de los “puntos calientes” en el aeropuerto CDG. Lo anterior debido a que RWY 08L / 26R se usa principalmente para aterrizar, por lo que la mayoría de las aeronaves tenderán a hacer uso de la salida rápida T9 y, por lo tanto, esto puede resultar en un mayor volumen de tráfico experimentado en esa área. Con un mayor volumen de tráfico, es probable que se produzca congestión y la probabilidad de que ocurran accidentes también aumenta, lo que lo convierte en uno de los cuellos de botella del sistema de calles de rodaje.

2. DESARROLLO

“La primera regla de cualquier tecnología que se utiliza en una empresa es que la automatización aplicada a una operación eficiente magnificará la eficiencia (...).”

– Bill Gates.

En la introducción del proyecto se definieron las entradas sobre los cuales se trabajará el código a programar. Para definir lo anterior de manera más puntual a los jugadores del simulador, se presentarán las siguientes variables:

PROCEDENCIA DEL VUELO		
<i>Ciudad</i>	<i>País</i>	<i>Dirección -> Aeropuerto</i>
Nueva York	Estados Unidos	Norte
Londres	Reino Unido	Norte
Barcelona	España	Sur
Roma	Italia	Sur
Montreal	Canadá	Norte
Ámsterdam	Países Bajos	Norte
Dubái	Emiratos Árabes	Sur
Frankfurt	Alemania	Norte
Moscú	Rusia	Norte
Estambul	Turquía	Sur

TIPO DE VUELO	
<i>Carga</i>	Vuelo que transporta mercancía.
<i>Comercial</i>	Vuelo que transporta pasajeros.

DIFICULTAD	
1	Todas las pistas se encuentran disponibles: se muestra el camino más corto.
2	El tráfico aéreo es moderado, y la ruta más corta puede no estar disponible.
3	El tráfico aéreo es denso, y ocurren embotellajes de manera continua.

2.1 PRESENTACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

Recordando que el nombre de la materia misma alude al planteamiento, desarrollo y codificación de algoritmos, se considera que los diagramas de flujo conforman una parte importante del proyecto, puesto que muestra gráfica y visualmente las bases sobre las cuales se estarán trabajando; lo anterior para que cualquier persona pueda ser capaz de entender cómo funciona.

A continuación, se presentan los diagramas de flujo diseñados por el equipo basándose en lo expuesto en la introducción:

*Diagrama 1 (Elaboración propia):
Algoritmo de la función "PROCEDENCIA"
que muestra su comportamiento, entradas
y salidas.*

*Diagrama 2 (Elaboración propia):
Algoritmo de la función "TIPO"
que muestra su comportamiento, entradas y
salidas.*

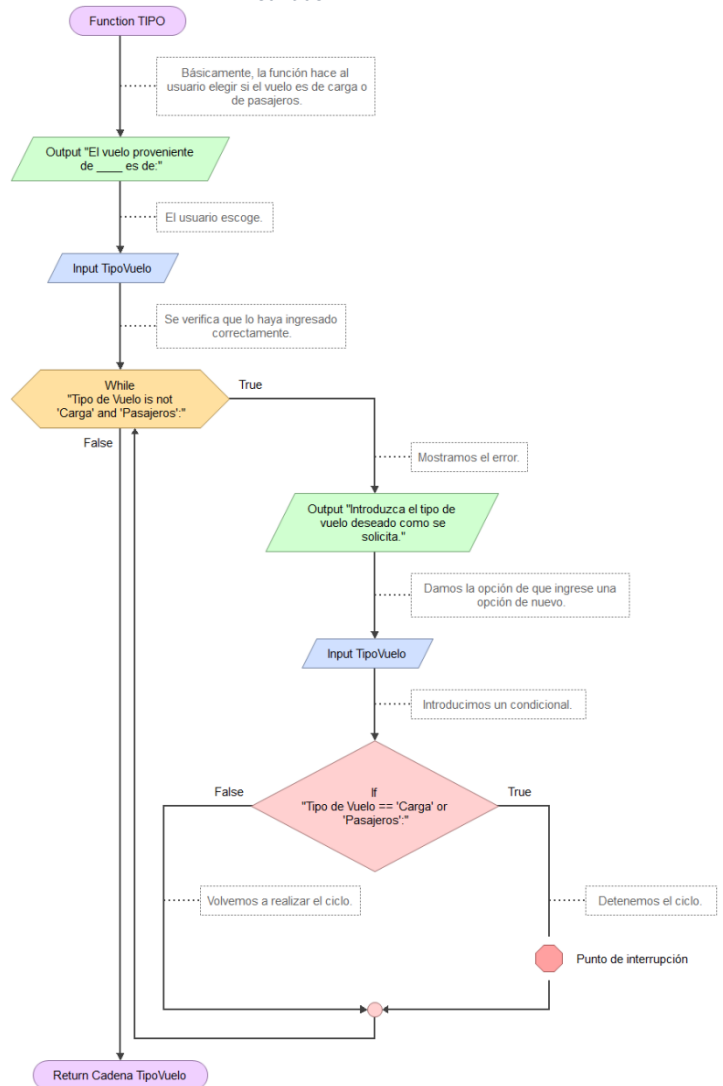
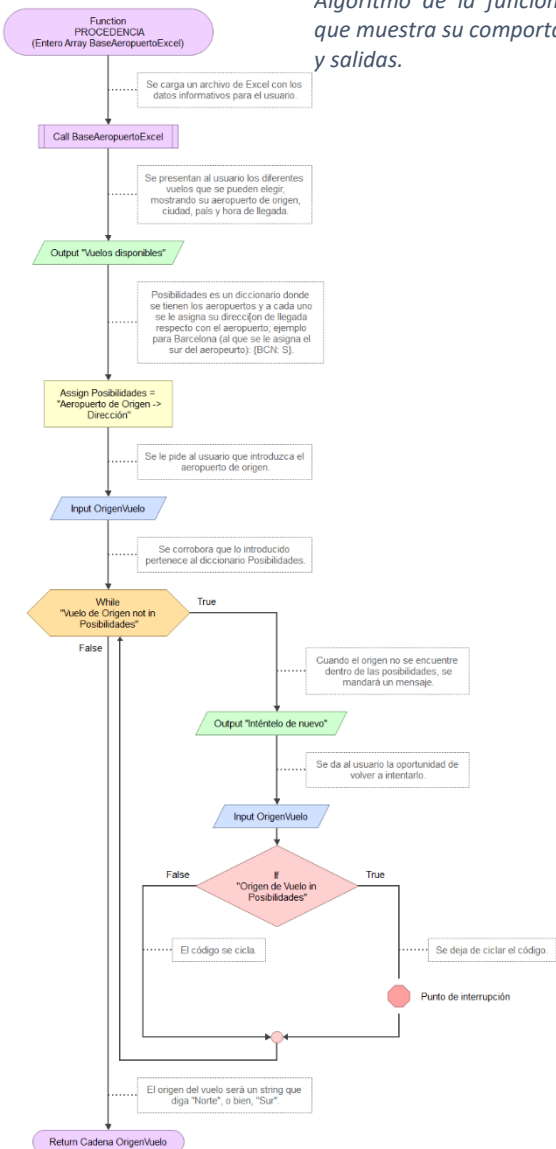


Diagrama 2 (Elaboración propia): Algoritmo de la función "COMPLEJIDAD" que muestra su comportamiento, entradas y salidas.

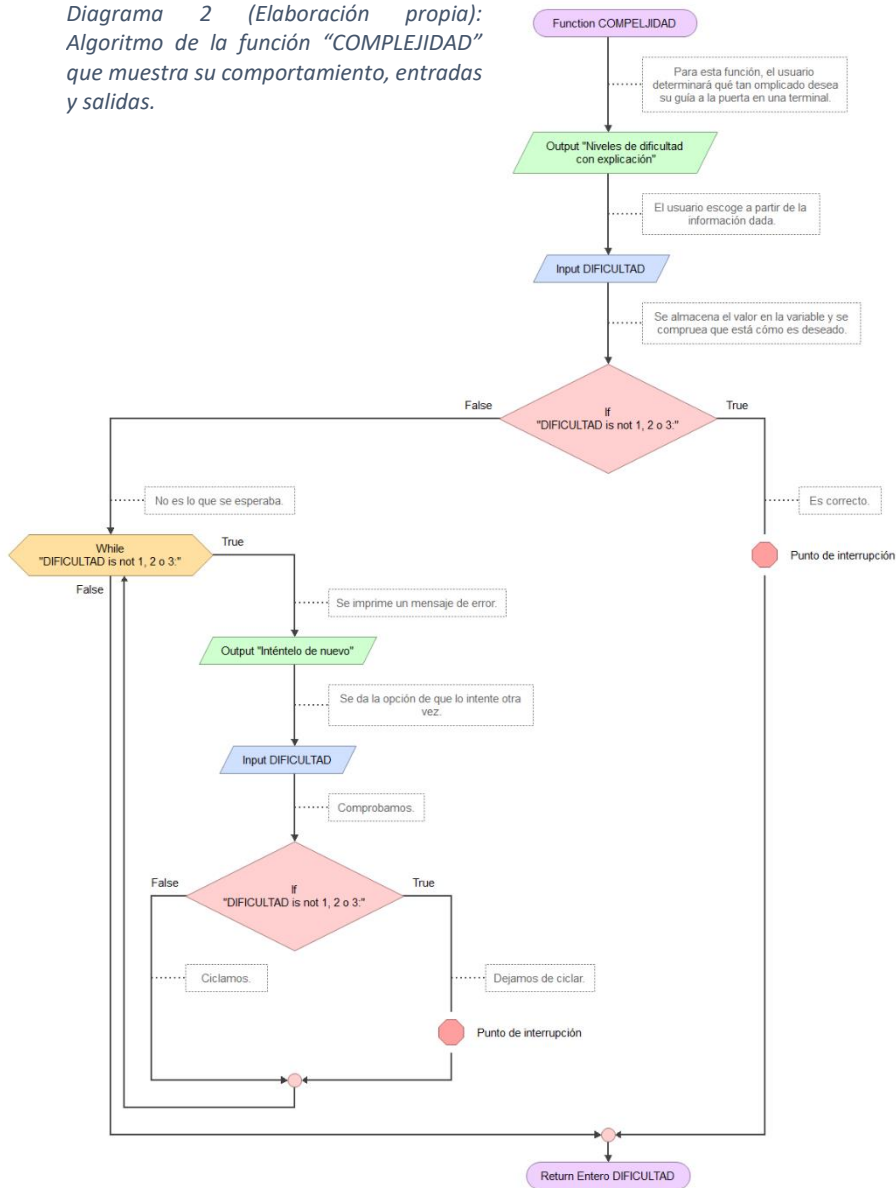
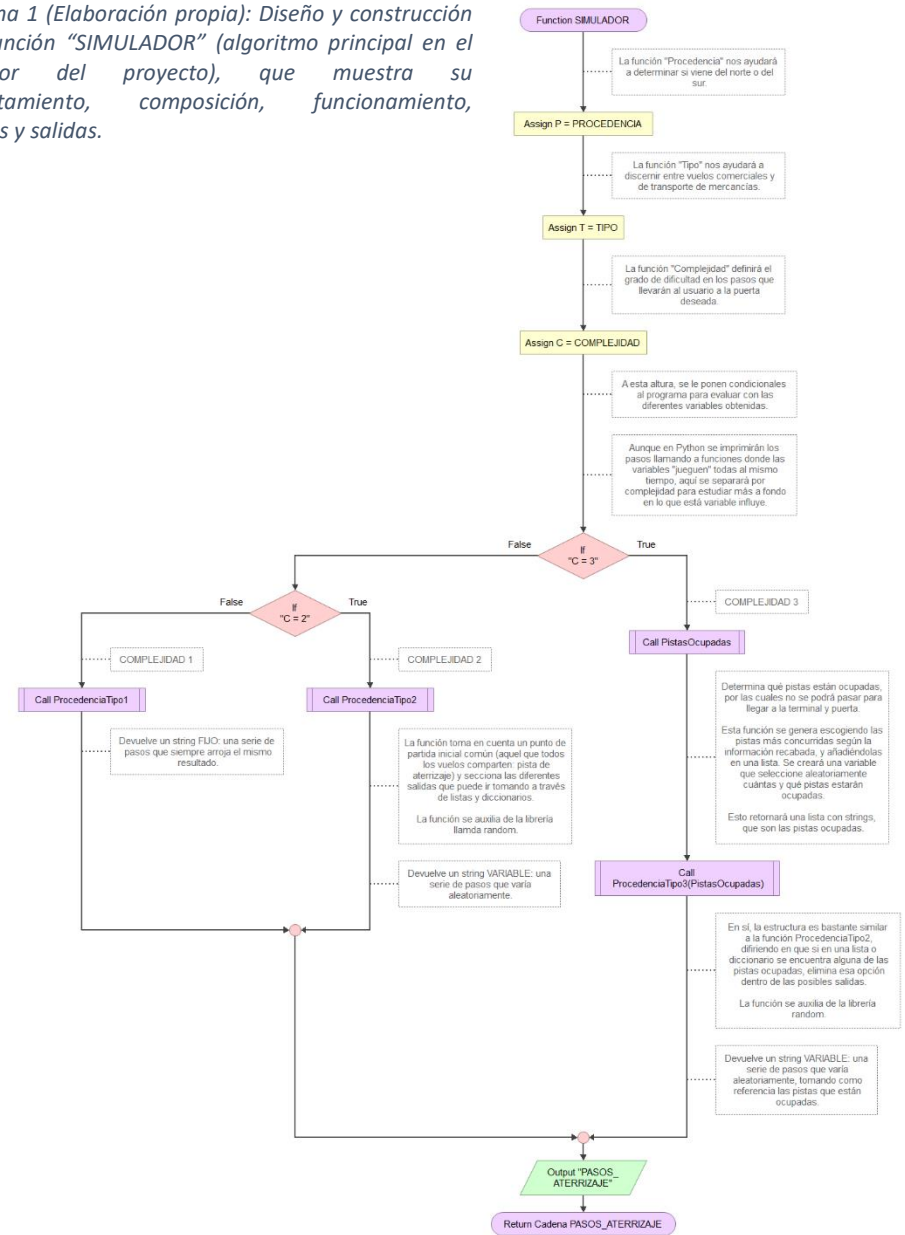


Diagrama 1 (Elaboración propia): Diseño y construcción de la función "SIMULADOR" (algoritmo principal en el simulador del proyecto), que muestra su comportamiento, composición, funcionamiento, entradas y salidas.



2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO Y VARIANZAS CON LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

Para codificar el algoritmo en el lenguaje de programación conocido como Python, se utilizó la aplicación de PyCharm, la cual se utilizó extensivamente a lo largo del semestre. Si bien la implementación del algoritmo fue un poco diferente a lo que se planteó en los diagramas de flujo, el programa conserva la estructura principal que se diseñó en ellos.

El primer cambio que vale la pena mencionar es que se añadió un menú, donde se tienen las opciones de probar el simulador, iniciar sesión como administrador y salir. Sin embargo, debido a que las opciones segunda y tercera no son parte crucial del proyecto, se abordarán los cambios de la primera opción: probar el simulador.

En cuanto el usuario decide probar el simulador, se realizó una función que fusionó las funciones de *PROCEDENCIA* y *TIPO*, a esta se le llamó *procedencia_y_tipo*. Aunque son las mismas entradas que posee esa función respecto a las dos que se habían planteado, ahora la salida de esta función es una tupla que contiene dos elementos en forma de cadena de texto y se presentan de la siguiente forma: (*'Procedencia'*, *'Tipo de Vuelo'*). Lo anterior se realizó con fines de simplificar el código y para que se facilitara el entorno del código. La función *COMPELJIDAD* no sufrió cambios.

Ahora bien, la función *SIMULADOR* sí funciona de manera un tanto diferente a como se planteó en los diagramas de flujo. Por facilidad, simpleza y con motivos explicativos, se planteó en los diagramas que el string de retorno sería una serie de pasos que llevarían al vuelo en cuestión a la terminal y puerta en la que desembarcarían, y todo estaría en función de la complejidad. Sin embargo, se utilizaron todas las condiciones de manera simultánea para determinar la salida, resultando un condicionante de la siguiente forma: *if pt == ('Norte', 'Pasajeros') and dif == 1:*. Codificando las condicionantes para cada variable posible, se tienen alrededor de 12 de estas estructuras. Finalmente, cada uno de los anteriores llaman a una función que almacena un string que proporciona al usuario con los pasos hasta la puerta de desembarque. Sin embargo, la complejidad de grado 2 y 3 llaman a una función adicional de nombre *terminales* o *hangares*, que tienen como objetivo definir de manera aleatoria la terminal y puerta y guiar a la aeronave allí. De ahí en más, todo sigue en función a los comentarios presentados en los diagramas.

2.3 USO DE LIBRERÍAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

Cabe mencionar que también se requirieron utilizar diversas librerías que ayudaron a facilitar el diseño y la presentación del algoritmo como un todo, y estas fueron:

- **Openpyxl:** Esta librería se utilizó para facilitar la lectura y escritura de un archivo de Excel que se encuentra ligado al código del programa.
- **Time:** La librería que alude al tiempo se utilizó como recurso didáctico para simular la carga de la ruta a través de una barra de progreso. Añadido a lo anterior, el programa hace uso de la función llamada *strftime* para presentar la hora actual en la pantalla principal del simulador y para presentar también la hora de llegada de los vuelos previamente definidos.
- **Tqdm:** Se utilizó una librería llamada tqdm con el mismo uso que se utilizó la librería de time, simular la carga de la ruta a través de una barra de progreso.
- **Random:** La librería random se implementó de forma crucial en el programa, fungiendo como el determinante de diversas variables y parámetros que determinarán la ruta a seguir por medio de las diferentes pistas y calles de rodaje existentes en el aeropuerto CDG.
- **Tktinker:** La librería de Tktinker permitió al equipo llevar a cabo un “extra”, que aunque no fue solicitado como requerimiento, se le invirtió tiempo para la “capacitación” del propio equipo en esta librería. Esta permitió crear una galería a través de la cual se crearon un menú interactivo, una interfaz visual y un despliegue de la información en ventanas adicionales a través de la POO (programación orientada a objetos).
- **Os:** Finalmente, esta librería interaccionó directamente con la librería anterior para poder manipular los archivos y funciones creadas en el código, presentándolos a la librería en forma de directorio, que permitieron realizar un registro para la galería.

El equipo reconoce que las librerías que se nombraron no fueron trabajo propio. Se otorga el crédito correspondiente a los autores de dichas librerías.®

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

“Los resultados que consigues serán directamente proporcionales al esfuerzo que aplicas en el proceso.”

– Denis Waitley.

En conclusión, el equipo considera que se alcanzaron los estándares que pretendían demostrar el conocimiento y dominio de los temas, métodos y estructuras que se estudiaron a lo largo del curso. Así, los resultados obtenidos son un simulador y auxiliar de manejo de tránsito aéreo en tierra que contiene diferentes menús. La primera opción dentro del simulador, objetivo principal del proyecto, muestra al usuario a través de interfaces gráficas, galerías y diversos recursos visuales, una forma didáctica e interactiva de probar el algoritmo, generando a su vez, consciencia de los grandes avances que se pueden realizar en el campo de la aviación.

Asimismo, como resultado del trabajo del equipo, se logró construir un libro de Excel que interactúa con un programa, el algoritmo que conforma el programa y una presentación en PowerPoint que ayudará a que otras personas comprendan el porqué de nuestro deseo de realizar el proyecto de la materia con enfoque en la aviación.

De manera un poco más personal, aunque el equipo hubiera preferido poder trabajar junto al profesor de una manera más cercana, las condiciones de trabajo fueron óptimas entre los integrantes. Así, los integrantes se distribuyeron el trabajo de manera más o menos equitativa, y todos se esforzaron y aportaron al planteamiento, diseño, construcción, codificación y presentación del proyecto para la materia de Algoritmos y Programación.

Asimismo, se considera que el proyecto ha llevado al equipo a darse cuenta de los gigantescos cambios que puede traer la enseñanza y el uso cotidiano de la programación a futuras generaciones. Esta materia, por ende, se considera que es imperativa en el plan de estudios de ingenieros. Finalmente, los integrantes del equipo se sienten satisfechos con el tiempo y esfuerzo invertidos (tanto a lo largo del curso como en el proyecto) en la materia.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aéroports de Paris. (31 de Enero de 2011). *Aéroports de Paris*. Obtenido de Paris-Charles de Gaulle Airport: https://www.parisaeroport.fr/docs/default-source/professionnel-fichiers/services-aux-compagnies-aeriennes/edito_information_paris_cdg.pdf?sfvrsn=2.

ICAO. (25 de Febrero de 2016). *Sites Google*. Obtenido de Aeropuerto Internacional de Charles de Gaulle: <https://sites.google.com/site/atsys2ay1516te02team2/technical-specification/facilities-1/taxiway>

International Civil Aviation Organization. (7 de Diciembre de 2020). *ICAO*. Obtenido de ICAO: <https://www.icao.int/Pages/default.aspx>

Ruiz, L. (15 de Enero de 2021). Importancia de la Programación. Guadalajara, Jalisco, México.