



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Sistema de Iluminación Rápida de Aeródromos en Emergencias

Autor: Manuela Constanza Carreño Rosales

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador.

Profesor Guía: Alberto González

*Marzo, 2020
Santiago de Chile*



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Sistema de Iluminación Rápida de Aeródromos en Emergencias

Autor: Manuela Constanza Carreño Rosales

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador.

Profesor Guía: Alberto González

Marzo, 2020
Santiago de Chile

AGRADECIMIENTOS

A Club de Planeadores de Vitacura, por facilitar y permitirme visitar la mayor cantidad de aeródromos y ser un grupo de apoyo constante al proyecto. Alberto González, profesor guía, quien siguió el proceso desde sus inicios y a pesar de las dificultades que se han presentado durante el semestre, siempre estuvo presente y motivándome para presentar siempre un trabajo de investigación lo más completo posible. A mis papás que siempre me han apoyado en todas las decisiones que tomo, tanto en lo académico como deportivo sin importar que fuera. A mis amigos, especialmente con los que he podido compartir y me acompañaron en el último semestre, el cual ha sido particularmente difícil para mí. Y por último a Jan Schilling, que me acompañó a lo largo de todo el proceso y quien hizo un aporte no solo desde su experiencia como piloto, sino que también emocional en mis peores momentos.

CONTENIDOS

CONTENIDOS	5
MOTIVACIÓN PERSONAL	7
INTRODUCCIÓN	9
MARCO TEÓRICO	
CONECTIVIDAD	13
AVIACIÓN	15
ILUMINACIÓN EN LAS PISTAS	20
FORMULACIÓN DEL PROYECTO	
OPORTUNIDAD DE DISEÑO	25
FORMULACIÓN	26
OBJETIVOS	27
USUARIOS	28
ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN	30
ANTECEDENTES Y REFERENTES	
ANTECEDENTES	35
REFERENTES	36

DESARROLLO DEL PROYECTO

AVIONES PRESENTES	41
FICHAS	42
AERÓDROMOS	48
ILUMINACIÓN	51
INSTRUCTIVO	53
BOCETO FINAL DEL PRODUCTO	57
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	58

IMPLEMENTACIÓN

CANVAS	65
FINANCIAMIENTO	66
COSTOS DE PRODUCCIÓN	66

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN	69
------------	----

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS	73
-------------	----

MOTIVACIÓN PERSONAL

Antes de entrar a la Escuela de Diseño - en cuarto medio - recuerdo haber ido a una charla que se hacía a los escolares sobre las distintas carreras. En la charla de Diseño, recuerdo muy bien que hablaron de cómo el diseño podía ser aplicado en muchas áreas y ejemplos de cómo este solucionaba problemas más allá de los que la mayoría de la gente imagina en cuanto se imaginan el servicio que presta el mismo. Luego de esta charla decidí entrar a diseño en la Universidad. Quería aplicar esa parte integral que nos caracteriza en todas las áreas posibles y mostrar el rango en que el diseño puede ser aplicado.

Más adelante tuve la suerte de poder participar en vuelos gracias a mi pareja quien es piloto de avión. Poco a poco fui conociendo este ambiente nuevo, observando modelos que tenían distintas funciones, mecanismos, formas de operar y a mi modo de ver, un área en el que el diseño aún no había participado lo suficiente. Prontamente comencé a involucrarme también en las preocupaciones y servicios que prestaban tanto el Club de Planeadores como otros clubes aéreos a lo largo de Chile y eventualmente, reconocer todas las posibilidades e identificar problemáticas que tienen estos clubes para prestar servicios a la comunidad hasta el día de hoy. Al comenzar mi proyecto, decidí que quería generar algo lo suficientemente significativo tanto para los pilotos como para las diferentes autoridades aeronáuticas y así ampliar las posibilidades de ayuda y buenas relaciones que existen entre estas.

Además de hacer visible para la comunidad aeronáutica las utilidades potenciales que ofrece el diseño en ámbitos no sólo gráficos, sino que también organizacionales y críticos. Con la finalidad de mejorar sistemas y proponer mejoras efectivas que consideren los límites legales en los que se trabaja en esta área. En este sentido, mi visión del proyecto a lo largo de este informe contempla reconocer el Diseño como una disciplina versátil que puede generar puentes y conectar con otras materias que en principio podrían considerarse lejanas al rubro. Esto con el objetivo de generar un resultado que se pueda poner al servicio de la comunidad en las situaciones que lo ameriten.

Club Aéreo de Vitacura. Fotografía de Vicente Quezada ▶



INTRODUCCIÓN

Chile tiene un largo aproximado de 4.300 kilómetros de norte a sur. Eso lo convierte en el país más largo del mundo. Junto con su ubicación en el planeta, y sus 756.626 km² de superficie es necesaria una conectividad efectiva entre las distintas regiones de éste cuando la situación lo requiere.

A través de la historia ha sido reconocido por sus continuos eventos sísmicos que se presentan todos los años. Gracias a las placas, relieves como la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa y una gran actividad volcánica, es que resulta considerado como uno de los países más sísmicos. Con esto, históricamente en Chile se han producido numerosas situaciones de emergencia, las cuales generan estos eventos en donde la conectividad terrestre se pierde y deja de ser un medio viable para atender las necesidades de manera rápida y eficiente.

Este hecho se acentúa aún más cuando comienza la noche, la visibilidad baja y bienes como la electricidad y el agua no están disponibles. El traslado de recursos como alimentos, frazadas; transporte de gente a hospitales, mantener la comunicación, entre otras, se vuelven prioridad en estas situaciones, por lo que es en este contexto en el que las intervenciones aéreas son requeridas.

Es bajo estas circunstancias que los aeródromos se convierten en espacios particularmente relevantes, ya que deben estar a disposición de la comunidad aeronáutica que esté prestando servicios y deben estar habilitados para recibir aviones de distintas clases. Actualmente en Chile existen registrados 334 aeródromos que conectan al país, de los cuales 20 pertenecen a Redes primarias y secundarias, mientras que 303 pertenecen a la Red de pequeños aeródromos.

Éste último grupo permite una gran oportunidad de conectar distintas zonas rurales y urbanas, sin embargo, no es posible hacer uso de estas en condiciones nocturnas, ya que en su mayoría no cumplen el requerimiento mínimo lumínico para efectuar aterrizajes durante la noche.

El presente proyecto busca atender la iluminación mínima para habilitar pistas pequeñas. Presenta una oportunidad de mejorar la conectividad del país, implementa un método seguro de aterrizaje para los pilotos durante la noche en casos de emergencia, el transporte de órganos y pacientes de zonas más alejadas, entre otros.

Aeródromo La
Independencia,
Rancagua



MARCO TEÓRICO

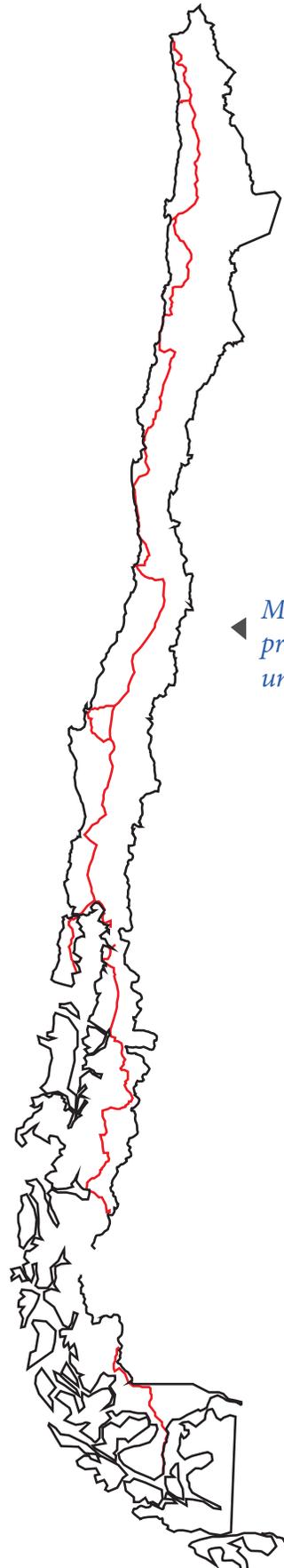
1. CONECTIVIDAD

1.1 QUÉ ES LA CONECTIVIDAD

Entendemos la conectividad como una cualidad que surge y se desarrolla de la existencia de vínculos entre territorios y actividades que se interrelacionan. La manera en que se manifiesta físicamente un concepto como este es el de una estructura que está conformada por una red de corredores que sirven para movilizar bienes, servicios, información y personas entre distintos puntos del territorio.

Asimismo, estas movilizaciones tienen atributos de organización, direccionalidad y capacidad que se relacionan con las estructuras instaladas en el territorio. De esta manera, la conectividad de estos elementos está dada por las capacidades de movilización, por la unión de puntos singulares, y por los costos y tiempos de movilización. Así, en términos funcionales y prácticos, podemos definir la conectividad como la capacidad de colocar todos estos elementos y personas en los espacios requeridos, de acuerdo con las demandas de los distintos ámbitos de impacto de interés nacional (Figueroa y Rozas, 2005).

En este sentido, el vínculo debe ser eficiente, lo que se expresara en una minimización de costos y tiempos de los desplazamientos y en la optimización de la solución escogida entre distintas alternativas que pueden cumplir dicha función. Además, se debe contar con soportes físicos y operacionales que permiten movilizar los recursos entre los distintos puntos de origen y destino. Es igualmente necesario estar adaptado al medio, es decir, ser funcional a las condiciones a través de las cuales se verifican los desplazamientos y se instalan los medios. La vinculación entre dos puntos debe representar una necesidad, es decir, deben existir causas justificadas que originan la movilización de los recursos.



◀ *Mapa que dibuja la principal carretera que une a Chile*

1.2 CONECTIVIDAD EN CHILE

El territorio de Chile se extiende por el oeste y suroeste de Sudamérica. De norte a sur posee una extensión de 4.300 km y de anchura promedio 177 km. Además, el país tiene una superficie total de 756.626 km². Se compone de 16 regiones, las cuales se originan a partir de estudios realizados para intentar frenar el centralismo nacional e impulsar el desarrollo del país. Estos fueron efectuados por algunos organismos del Estado, como la Corfo y Odeplan. Por sus peculiares condiciones geográficas, la división de regiones requirió una organización tal, que permitiera un desarrollo descentralizado administrativa y regionalmente, en función de la integración, la seguridad, el desarrollo socioeconómico y la administración nacional (Icarito, 2010).

Este es conocido mundialmente por la gran cantidad de temblores y terremotos que se reportan todos los años. La ubicación de Chile en el planeta, junto a la Cordillera de los Andes y una gran actividad volcánica lo convierten en uno de los lugares más sísmicos del mundo. Fue formado por el proceso de orogénesis en la costa oeste de Sudamérica, que corresponde a la frontera en la cual convergen dos placas tectónicas: la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Esta subducción dio forma a cuatro características geológicas de la zona: la Cordillera de los Andes, la Depresión Intermedia, la Cordillera de la Costa y la zanja costera de Perú y Chile. Este se encuentra en el margen más activo de estos accidentes geológicos, por lo que la actividad volcánica es significativa. Sumado con los choques constantes de las placas de Nazca, Sudamericana y la Placa de la Antártica, lo vuelven susceptible a una gran cantidad de terremotos que afectan a todo el país (Lizana, 2015).

Con estas características sumado al aislamiento geográfico de Chile, la conectividad -por como se ha definido anteriormente - entre distintas zonas es algo que se ve afectado de manera sencilla en situaciones descritas anteriormente. Es de suma importancia que la red de “corredores” se mantengan habilitadas y los vínculos entre los territorios no se rompan fácilmente, por lo que desarrollar estrategias eficientes para enfrentar distintas situaciones que atenten contra la conectividad debe ser contemplado. Mantener la conectividad del país a través de distintas redes corresponde a una tarea en la que se debe trabajar y mejorar constantemente.

2. AVIACIÓN EN CHILE

2.1 HISTORIA DE LA AVIACIÓN CIVIL

La Aviación Civil deportiva surgió a principios del siglo XX, donde el 21 de agosto de 1910 se realizaría el primer vuelo en avión en Chile. Debido a la rápida acogida que la actividad aérea tuvo, el Aero Club de Chile se crea el 2 de abril de 1913 en Santiago. Como consecuencia de la primera Guerra Mundial desapareció el Aero Club. Sin embargo, el 5 de mayo de 1928 se funda el Club Aéreo de Chile, que con el apoyo de la Fuerza Aérea de Chile, ya contaba con filiales en Temuco, Punta Arenas e Iquique. En la década de los 30, la crisis económica afectó de manera negativa supervivencia de los clubes aéreos, por lo cual nace la campaña “Alas para Chile”. Esta campaña contó con la cooperación de la nación entera, ya que todavía se conservaba el recuerdo del terremoto de Chillán, en el que muchas personas murieron al no haber suficientes aviones para trasladarlas hacia centros médicos (FEDACH, 1999).

Hoy en día la Federación Aérea de Chile se encuentra fuertemente comprometida con el desarrollo de la aviación civil en el país y la formación de pilotos. La red de aeródromos de propiedad o administrados por los clubes aéreos a lo largo del país se mantiene sin costo, al servicio de la ciudadanía y de la seguridad nacional, cumpliendo así con uno de los lemas que la Federación ha mantenido desde sus inicios: Servir a la comunidad nacional (FEDACH, 1999).



2.2 AERÓDROMOS

Los aeródromos se definen como un área de tierra o de agua destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves (DAN 14, pag9).

Todos los aeródromos que tengan la intención de operar deben ser certificados. La información sobre el aeródromo es proporcionado a la gestión de información aeronáutica (AIM) y también para la AIP Chile e incorporado al registro de aeródromos certificados de la DGAC para su publicación. Esto implica que debe existir una coordinación entre el operador/explotador de aeródromo y toda la otra parte interesada pertinente con objeto de garantizar la seguridad de las operaciones.

Toda la información que se publica respecto al aeródromo queda a disponibilidad de los pilotos y se mantiene actualizada de acuerdo con las condiciones de la pista, los cambios que se produzcan en ella, así como también si está o no está en condiciones de operar.

2.3 EMPLAZAMIENTOS NO DEFINIDOS COMO AERÓDROMO

El despegue y aterrizaje de toda aeronave se realizará en aeródromos, sin embargo, tratándose de aeronaves de trabajos aéreos, éstas podrán utilizar emplazamientos no definidos como aeródromos siempre que su uso sea eventual y por períodos inferiores a treinta (30) días (DAR 06, pág. 114).



◀ *Aeródromo de Santo Domingo.
Fotografía de Horacio Parragué.*



◀ *Aeródromo de Ainhoa, Google Maps.*

2.3 AERÓDROMOS EN CHILE

Actualmente en Chile existe una extensa red aeroportuaria compuesta por 344 Aeródromos, 102 Helipuertos y 7 Aeropuertos distribuidos desde Arica a la Antártica, incluyendo los territorios insulares. La Dirección General de Aeronáutica Civil, administra directamente 101 de ellos (propiedad fiscal) y en 36 hay personal DGAC, quienes brindan servicios aeroportuarios y de navegación aérea, además de ejercer labores de fiscalización y control, las que realiza también en la totalidad de la Red Aeroportuaria Nacional (DGAC, 2017).

303 de estos aeródromos pertenecen a la Red de Pequeños Aeródromos. Los aeródromos que componen esta red cumplen principalmente las labores de conectividad y soberanía de localidades apartadas del territorio y un rol social al permitir el acceso de diferentes servicios públicos hacia dichas localidades, permitiendo así el contacto entre las zonas rurales y urbanas (MOP).

Un aeródromo perteneciente a la Red recién mencionada, suele ser como el Aeródromo de Ainhoa (pag. X), con las delimitaciones mínimas y sin iluminación que permita vuelos nocturnos.

2.4 RED AEROPORTUARIA EN CHILE



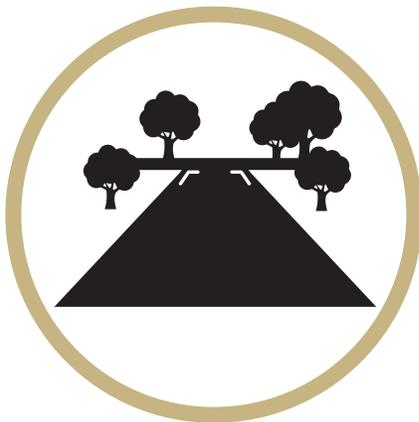
RED PRIMARIA

Esta red está compuesta por los 16 aeropuertos/aeródromos más importantes del país (MOP, 2020) los cuales se ubican principalmente en las capitales regionales o en las cercanías de ciudades que son relevantes por ciertos aspectos como por ejemplo el económico, permitiendo así su conectividad tanto nacional como internacional.



RED SECUNDARIA

Esta red está compuesta por 13 aeródromos que se encuentran distribuidos a lo largos del país complementando a la re primaria y cumpliendo una labor de conectividad de una región y un nexo con la red de pequeños aeródromos.



RED DE PEQUEÑOS AERÓDROMOS

Los aeródromos que componen esta red cumplen principalmente las labores de conectividad y soberanía de localidades apartadas del territorio (MOP 2020), además de un rol social al permitir el acceso de diferentes servicios públicos hacia dichas localidades, pisibilitando así el contacto entre las zonas rurales y urbanas.

3. ILUMINACIÓN EN LAS PISTAS

Durante las operaciones nocturnas de aterrizaje en los aeropuertos civiles se utilizan 3 tipos de sistemas de iluminación especializados para efectuar con seguridad los descensos en pista y movimientos en tierra de las aeronaves comerciales.

i.Sistema de iluminación por aproximación

Suministra a la tripulación de la aeronave que ha iniciado el descenso, de ayudas visuales respecto a la alineación de la misma: balance, horizonte y posición respecto a la cabecera o inicio de la pista (umbral). Su función principal es proporcionar el contacto visual del inicio de la pista para indicar la trayectoria del aterrizaje en tierra. Estas filas luminarias son de constante color amarillo o rojo colocados en los extremos y en el centro cuenta con luces intermitentes amarillas. Ambos hasta antes de la iluminación de cabecera o inicio de pista.

ii.Sistema de iluminación de pistas

Para el aterrizaje son necesarias estas luminarias que proporcionan indicaciones visuales a lo largo de la pista. Este sistema está integrado por:

- Luminarios de borde de pista.
- Luminarios de cabecera o inicio de pista.
- Luminarios de terminación de pista.
- Luminarios de eje de pista.
- Luminarios de zona de contacto.

iii.Sistema de iluminación de calles de rodaje

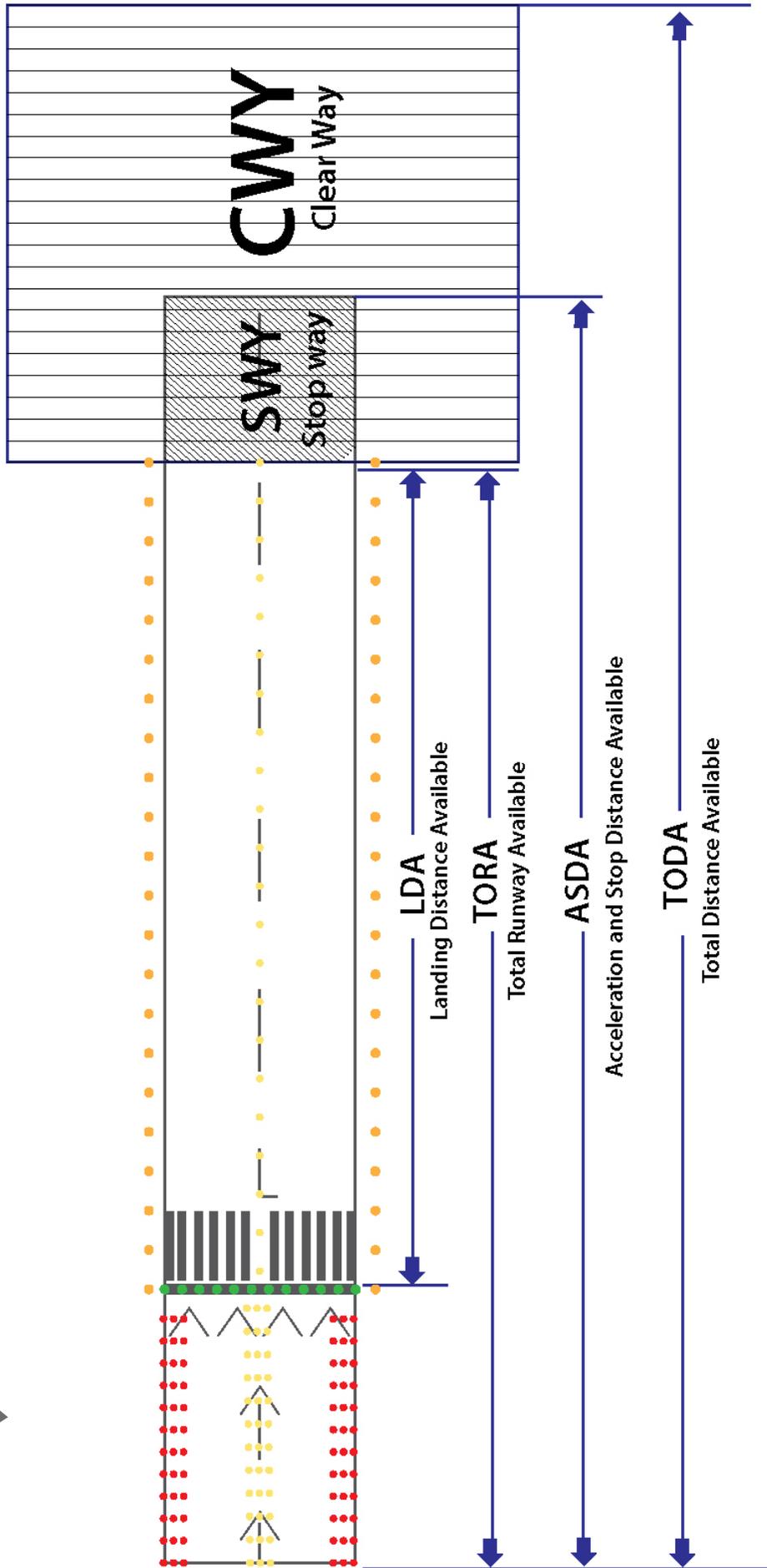
Para poder dirigirse a las terminales de pasajeros o hangares luego de aterrizar, se utilizan luminarios con luces que emiten un flujo luminoso de color azul con menor brillo que las utilizadas en la pista y se caracterizan por tener un ángulo de visión que solo es visible por la tripulación que las observa desde la cabina.

Luces en los aeródromos

Todas las pistas tienen una serie de distancias declaradas, las que van desde zona de aceleración para despegue hasta zona despejada de obstáculos. Para indicar cada una de las secciones del aeródromo, existen distintos tipos de luces que pueden incorporarse. Entre estas pueden destacarse las luces de asistencia para la aproximación y aterrizaje, luces de calles de rodaje y luces de borde de pista, entre otras.

Las luces mínimas que requiere un aeródromo para habilitarse durante operaciones nocturnas corresponden a las luces de borde de pista y luces de umbral, que demarcan la LDA o distancia disponible para el aterrizaje (Ilustrado en la imagen derecha).

Distancias declaradas de las pistas. ►





FORMULACIÓN DEL PROYECTO

CONECTIVIDAD AÉREA DURANTE EMERGENCIAS NOCTURNAS

Como señala SEREMI del MOP (2017) se invierte en infraestructura en los Aeródromos de Caleta Andrade, Cochrane, Villa O' Higgins y Chile Chico, lo que permitió que familias de las cuatro provincias cuenten con Aeródromos que realicen operaciones nocturnas de emergencia.

Esta compra de luces permite avanzar en mejorar la conectividad aérea y dar tranquilidad a las personas de distintas regiones cuando exista alguna dificultad y/o evacuación aeromédica, porque los Aeródromos podrán contar con la posibilidad de efectuar y recibir vuelos nocturnos con estos sistemas de iluminación que se están adquiriendo tanto a través del MOP como también del Gobierno Regional.

Inversiones como esta corresponden a un gasto que supera los 100 millones de pesos. Además de que en los casos de que estas luminarias no sean portátiles, deben ser acompañadas de una mejora de infraestructura ya que debe haber alguien que opere y se encargue de la mantención de las mismas. La mayoría de las pistas de Chile corresponden a privados y pertenecen a la Red de Pequeños Aeródromos, por lo que invertir en iluminación sería un gasto del propietario no subencionado por gobierno.

El presente proyecto pretende diseñar un sistema de iluminación de aeródromos que permita habilitar estas pistas pequeñas de manera rápida, para que así mejore la conectividad del país, se implemente un método seguro de aterrizaje para los pilotos durante la noche en casos de emergencia, el transporte de órganos y pacientes de zonas más alejadas, entre otros casos.

FORMULACIÓN

QUÉ

Sistema que simplifique la habilitación nocturna de pistas que pertenecen a la Red de Pequeños Aeródromos en eventos que requieran de ellas.

POR QUÉ

Actualmente más de 300 aeródromos en Chile están deshabilitados durante horarios en que los vuelos son considerados nocturnos, lo que obliga a la gente a trasladarse a pistas iluminadas por medios terrestres que pueden estar a una distancia significativa.

PARA QUÉ

Permitir una respuesta rápida en situaciones urgentes, que fortalezca la conectividad entre distintas zonas del país que dispongan de un aeródromo que no posea los elementos correspondientes para permitir vuelos nocturnos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de habilitación de pequeños aeródromos nocturno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Hacer accesible un sistema de habilitación de aeródromos nocturno de rápida instalación.

Incrementar la cantidad de aeródromos totales disponibles para prestar servicio frente a una situación de emergencia nocturna.

Disminuir el tiempo de traslado en situaciones de emergencia nocturnas, para localidades alejadas que dispongan de un aeródromo en la cercanía.

Sumar a la aviación civil privada como actor en respuesta a una posible emergencia nocturna.

Medir el tiempo de instalación de un sistema de luces.

Evaluar la cantidad de aeródromos que actualmente cuentan con iluminación.

Medir el tiempo que demora un avión versus un auto, en realizar el mismo viaje.

Evaluar conjunto a fedach la oportunidad de que esto ocurra.

USUARIOS

FEDACH

Corresponde a la Federación Aérea de Chile, entidad que agrupa a todos los clubes aéreos de Chile y funciona como nexo entre ellos y la DGAC. Ésta, se encuentra fuertemente comprometida con el desarrollo de la aviación civil en el país y la formación de pilotos en su primera etapa. Esta organización siempre ha estado alerta cuando el país requiere ayuda. Sin ir más lejos, un ejemplo de esto, es el apoyo prestado en diferentes catástrofes naturales que han afectado. Hechos como el Terremoto de 2010 y el gran aluvión que afectó a las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo en 2015. La ayuda prestada ha servido para crear conciencia nacional del valioso servicio que presta la aviación civil, la cual es considerada como la gran reserva aérea de Chile, manteniendo su lema; Servir a la comunidad nacional.

CLUBES AÉREOS

Corporaciones de derecho privado que tienen por finalidad la práctica deportiva, el uso y fomento de la navegación aérea en todas sus formas. Estos cuentan con socios que en su mayoría son pilotos, o estudiantes en proceso de obtener su licencia. La mayoría de los clubes aéreos a lo largo de Chile suelen realizar diversas actividades de apoyo a las comunidades cercanas, entre estas, destacan los vuelos populares, ferias del Aire, Open day, entre otros. Este tipo de actividades demuestran la intención de los clubes aéreos por servir y apoyar a las comunidades locales. Todos los clubes aéreos poseen una infraestructura en la que se incluyen uno o más aeronaves.

FACH

Es la fuerza aérea de Chile, encargada de “Defender a la República de Chile por medio del control y uso en beneficio propio del espacio aéreo, participar en la batalla de superficie y apoyar a fuerzas propias y amigas, con el propósito de contribuir al logro de los objetivos estratégicos que la Política Nacional le fija a las Fuerzas Armadas” (FACH, 2019). Cumplen su misión basado en sus 4 valores fundamentales: honor, lealtad, cumplimiento del deber y excelencia en el servicio, este último siendo el pilar de accionar de todo piloto para el cumplimiento de sus deberes, desarrollando un trabajo al servicio de la sociedad.

Dentro de esta institución existe también una red de apoyo llamada Reserva Aérea. Ésta permite que pilotos civiles, a través de exámenes teóricos y de vuelo, se puedan incorporar a la fuerza aérea de Chile, transformándose en pilotos militares de reserva. Desde sus inicios, la reserva aérea ha participado activamente en momentos complicados y de incertidumbre, sean estas catástrofes naturales o emergencias de otra índole, instancias en que los reservistas, presentes a lo largo de todo el territorio nacional, han estado dispuestos para acudir al llamado de la fuerza aérea y del país.

ONEMI

La Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, es el organismo técnico del Estado, a cargo de “Planificar y coordinar los recursos públicos y privados destinados a la prevención y atención de emergencias y desastres” (ONEMI, 2019). Para dar cumplimiento a su mandato legal, corresponderá a esta movilizar dentro de los parámetros establecidos por el Estado, los recursos disponibles tanto del ámbito público como privado para evitar o mitigar el potencial impacto de ocurrencia de una situación riesgo, emergencia o catástrofe.

Uno de los focos estratégicos de esta institución corresponden al mejoramiento de la agilidad organizacional. Lograr una integración y optimización de los procesos de la institución, considerando el uso de la tecnología e innovación como componentes facilitadores en la entrega de un mejor servicio a la comunidad.

EMPRESAS PRIVADAS DE OPERACIONES DE EMERGENCIA

Corresponden a empresas que realizan en su mayoría vuelos chárter, los cuales implican rentar un avión en particular con el fin de no ceñirse a los horarios de las rutas comerciales o bien transportar a aeródromos particulares a grupos exclusivos de personas que pueden ser: presidentes, deportistas, trabajadores de una empresa, etc. Al poseer su propia flota de aviones de distintas envergaduras y pesos, tienen más acceso a pistas con distintas características técnicas. Algunos de los servicios que este tipo de empresas ofrecen pertenecen a transporte de: materiales industriales, bienes de consumo, suministros a campos, ayuda humanitaria, correo, equipos y suministros médicos, ambulancia aérea, entre otros.

TRANSPORTE DE ÓRGANOS Y ENFERMOS

Cuando aparece un donante, una cadena de procedimientos logísticos y quirúrgicos se activan. Una vez definidos los receptores de los órganos un equipo de cirujanos se traslada, vía aérea o terrestre, al hospital o clínica donde está el donante. Este es un escenario ideal para el cual está pensado el sistema, ya que el traslado debe realizarse a corto plazo y un avión ambulancia para el transporte de órganos puede organizarse en un plazo de una hora en la mayoría de los casos. Durante la noche la cantidad de hospitales y clínicas a las que se pueden acceder vía aérea dependen muchas veces de que los aeródromos más próximos cuenten con la iluminación mínima para realizar vuelos nocturnos.

En lo que respecta al traslado de pacientes, es un servicio que ha ido en aumento en los últimos años y su principal exponente a nivel nacional es la empresa “Aerocardal”, que está emplazada en el Aeropuerto Internacional de Santiago y concentra el 60% de la demanda. En sus inicios, en el año 1997 se realizaban en promedio solo 4 servicios aeromédicos al año. Actualmente la cantidad de vuelos que se realizan al año asciende hasta 425 vuelos, equivalente a 1,3 vuelos diarios, los cuales a través del sistema pueden ser mejorados. Los destinos más recurrentes son Punta Arenas, la zona norte e insular del país.

PUENTES AÉREOS

Corresponden a una operación militar en que un área ubicada en un territorio hostil o amenazada es asegurada, permitiendo el aterrizaje de nuevas tropas y material tanto bélico como de ayuda de acuerdo al contexto. Proporcionando nuevo espacio de maniobra para la consecución de las subsiguientes operaciones proyectadas. Puede también ser utilizada como un punto de reaprovisionamiento de combustible para operaciones rápidas o menos permanentes (Poletti, 2010). Para que una operación como esta no pierda su continuidad, es necesario poder habilitar la mayor cantidad de aeródromos en la zona afectada durante la noche.

SERVICIO A LA COMUNIDAD

Un número importante de pilotos están constantemente haciendo capacitaciones de vuelo para ofrecer ayuda en situaciones de emergencia como incendios o las situaciones previamente mencionadas. Al tener acceso a aviones y siendo cercanos a su vecindad, el poder utilizar un sistema como el propuesto se presenta como una oportunidad para que la luz no sea un limitante para incluir a estos agentes cuando se los necesite.



ANTECEDENTES Y REFERENTES —————

ANTECEDENTES



Sistema AV-SOLAR-PALS, sitio web: http://assets.avlite.com/web/files/AV-SOLAR-PALS_sp.pdf

AV-SOLAR-PALS

El sistema de iluminación solar de aeropuerto de Sistemas Avlite es un sistema de iluminación autónomo, de despliegue rápido y transportable. Estas luces se guardan en un remolque, que permite que puedan ser transportadas y poseen un puerto de carga. Cada luz posee un módulo solar y son controladas por RF 2, 4 GHz - radio control cifrado, por lo que pueden ser accionadas desde la torre, tierra o aeronave de aproximación a través de una señal de VHF utilizando la opción de piloto de control.



Equipo MOVICARE, sitio web: <http://www.movicare.cl/quienes.asp>

MOVICARE

Son una empresa médica especializada en traslado de todo tipo de pacientes críticos, cuentan con ambulancias aéreas equipadas como unidades de cuidados intensivos. Dependiendo de la necesidad, poseen personal experto, entrenado en traslado de enfermos. Gestionan y ejecutan el traslado de pacientes entre centros hospitalarios de manera coordinada y eficiente, colaborando con los centros clínicos y aseguradoras.



Primera evacuación aeromédica en Aeródromo El Tuquí., 2018. Imagen: Club Aéreo de Ovalle.

INCORPORACIÓN DE LUCES PORTÁTILES EN EL AERÓDROMO DE TUQUÍ

En el aeródromo desde el 18 de Enero de 2018 se pueden hacer vuelos nocturnos gracias a un sistema de luces portátiles que brinda ayuda visual para las operaciones aéreas que se desarrollan en el lugar. El proyecto tuvo una inversión superior a los 139 millones de pesos e incluye luces de borde de pista, de umbral, plataforma y rodaje, las cuales tienen autonomía de hasta 60 horas mediante un sistema de carga solar incorporado.

REFERENTES

TOKIO BOUSAI

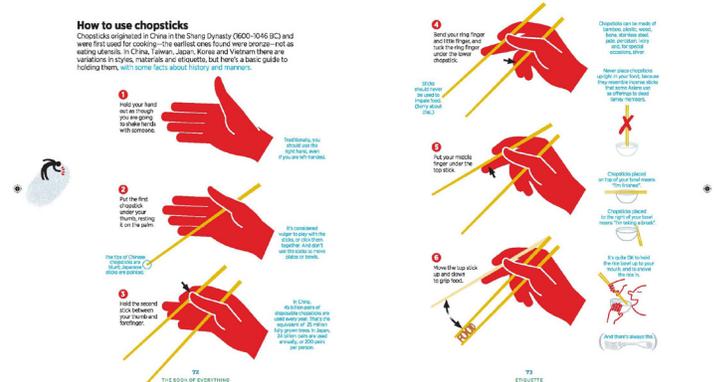
El Gobierno Metropolitano de Tokio compila este manual para ayudar a los ciudadanos a estar preparados para un potencial terremoto. El manual está desarrollado en base a estudios etnográficos, características de la ciudad, su estructura urbana y el estilo de vida de sus residentes. Contiene información fácil de entender respecto a cómo estar preparados y cómo responder frente a situaciones de emergencia. Esto se logra a través de su lenguaje gráfico sistematizado, cercano y entendible para entregar instrucciones.



Disaster Preparedness Tokyo, sitio web: <https://www.metro.tokyo.lg.jp/english/guide/bosai/index.html>

NIGEL HOLMES

Es un diseñador gráfico, autor y teórico británico/estadounidense, que se enfoca en gráficos de información y diseño de información. Se destaca en él la forma sencilla y limpia en que a través de trazos geométricos desarrolla sus infografías y representa secuencias de acciones de manera rápida eficiente.



The Lonely Planet Book of Everything: A Visual Guide to Travel and the World, 2012.



Traslado de órganos desde Los Ángeles a Santiago, 2019.

CONVENIO ENTRE MINSAL Y FACH

Al respecto de la frustrada donación de los órganos en Julio 2019 de un joven de 27 años fallecido en Temuco, el ministerio de Salud menciona que este hecho se produjo por la falta de vuelos disponibles para que el traslado se hiciera en los tiempos requeridos. Ya que el traslado de los órganos debía realizarse durante la noche, se disponían únicamente de los vuelos que se estaban efectuando en el aeropuerto de Temuco. Cabe destacar que por convenio existente, con el MINSAL, la Fuerza Aérea es requerida para el transporte de órganos cuando las empresas aéreas privadas nacionales no tienen la capacidad para prestar el servicio correspondiente.



DESARROLLO DEL PROYECTO —————

AVIONES PRESENTES

En principio resulta esencial establecer las características de los aviones con los que se pretende aplicar el sistema, para esto se revisó el documento perteneciente a la DGAC que contiene el total de las aeronaves civiles registradas en el país, así como también si pertenecen a un club aéreo.

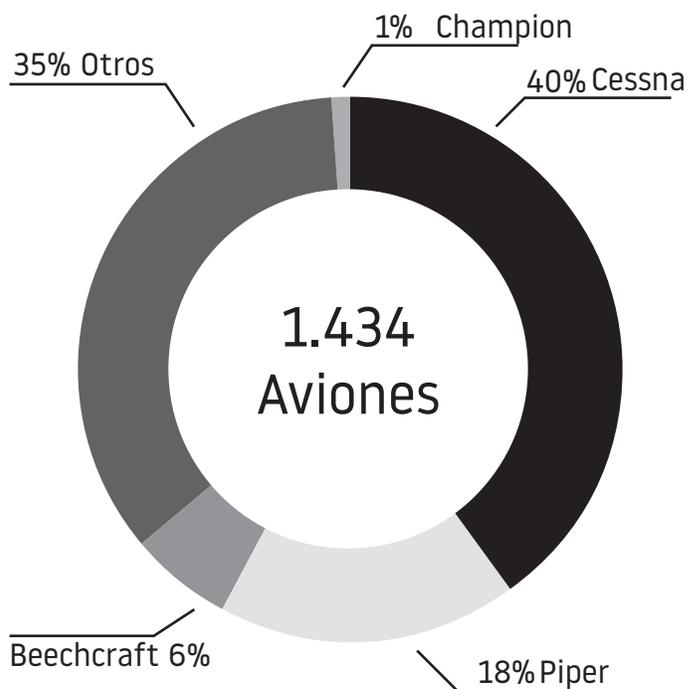
De un total de 1.434 aviones inscritos en el registro de Aeronaves vigentes, el 22% de los aviones son pertenecientes a un club aéreo nacional mientras que el 88% corresponden a operadores privados o particulares. En éste último grupo es importante considerar que tanto aviones que se utilizan en los aeropuertos de mayor magnitud como los más pequeños se incluyen. Las 4 marcas con mayor presencia en el país corresponden a: Cessna, Piper, Beechcraft y Champion. Los Cessna corresponden al avión más común, con un 40% de estos presentes en el país. Seguido por los Piper con un 18% para luego caer a un 6% los Beechcraft y 1% los Champion.

Una vez filtrados estos datos se realizaron fichas de los aviones mencionados que dieran cuenta de 3 datos en particular:

- El peso máximo que necesitan para despegar
- La carga de equipaje disponible que pueden llevar
- Distancia mínima de despegue

La visualización clara de estas fichas permite establecer un peso máximo que deben tener las luces en relación al avión que entregue las cifras mínimas. Mientras que de acuerdo al avión que más distancia necesita para realizar su despegue define la cantidad de luces que necesitará para poder cubrir la pista.

Etiquetas de fila	Cuenta de Matricula	Suma de Club
CESSNA	575	196
PIPER	269	65
AIRBUS	101	0
BEECHCRAFT	84	3
Bonanza	33	0
King Air	25	0
F33A	11	0
Baron	3	0
A45	3	2
A77	3	1
E55	2	0
65-80	1	0
C23	1	0
E33A	1	0
E23	1	0
BOEING	54	0
CHAMPION	15	9
Seneca	15	9
AEROSPATIALE	14	0
AEROPRAKT	13	0
CIRRUS	12	4
AIR TRACTOR	11	0
RAYTHEON	11	0
HAWKER BEECH	11	0
M.B.B.	10	1
PILATUS	9	8
GARLICK	8	0
DORNIER	7	0
CAMERON	7	0



CESSNA



Peso máximo para despegar



Carga de equipaje



Distancia mínima de despegue



PIPER



Peso máximo para despegar



Carga de equipaje



Distancia mínima de despegue



BEECHCRAFT



Peso máximo para despegar



Carga de equipaje



Distancia mínima de despegue



CHAMPION



Peso máximo para despegar



Carga de equipaje



Distancia mínima de despegue



BEECHCRAFT KING AIR



Peso máximo para despegar



Carga de equipaje



Distancia mínima de despegue



CONCLUSIONES FICHA

Si bien se realizan las fichas en base a los números mencionados anteriormente, se considera igualmente el Beechcraft King Air ya que este tipo de aviones se ven más comúnmente en servicios charter y como aviones ambulancia. Esto, gracias a sus características y cabina presurizada que permite llevar una carga de peso significativa, además de tener una gran autonomía y es espacioso como para trasladar equipamientos médicos en situaciones más complejas. Con esto en mente es que se suma este avión, ya que el sistema de luces debe poder apoyar a este tipo de aviones aún cuando no sean una mayoría en el país.

Para finalizar esta etapa se define que el sistema de iluminación no debe pesar más de 20 Kg. y la cantidad de luces deben cubrir una distancia mínima de 400 metros y en el caso del Beechcraft King Air 800 metros. Otras características valorables que se observan a través de las fichas son la capacidad de pasajeros de los 5 aviones, permitiendo la posibilidad de transportar por lo menos 3 personas en todos los casos.

AERÓDROMOS

Para el siguiente testeo se busca medir y tener una referencia de tiempos que se necesitarían para distribuir las luces a lo largo de una pista. Al respecto, se hizo un trabajo de testeo en terreno en una de las pistas más similares a las que plantea el proyecto ubicada en Rapel, localidad de Navidad, Región de O'Higgins.

Esta posee una extensión de 800 metros de tierra, con las demarcaciones mínimas y un cataviento. De acuerdo con la normativa chilena, el sistema de iluminación de pista debe emplazarse a lo largo de los bordes del área destinada a servir de pista. La distancia entre luces en un sistema portátil, no deberá exceder los 100 metros entre ellas.

Para el testeo se midió el tiempo en que se recorría la pista ida y vuelta, simulando 3 velocidades distintas; una caminata "rápida" definida por la persona que se encontraba realizando el testeo, un trote a una velocidad también definida por el sujeto y en auto. Para cada situación se simula el dejar luces cada 100 metros.

Los resultados que se obtuvieron en promedio fueron los siguientes:

- Caminata rápida ida 9 minutos.
- Trote pausado ida 6 minutos y 20 segundos.
- Automóvil ida 3 minutos y 30 segundos.
- Caminata vuelta 9 minutos.
- Trote vuelta 6 minutos y 30 segundos.
- Automóvil vuelta 3 minutos y 30 segundos.





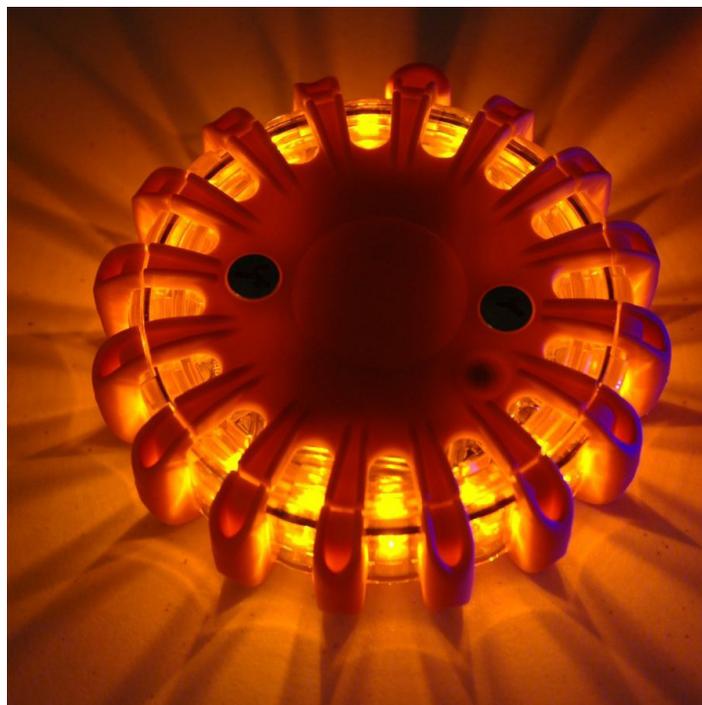


ILUMINACIÓN

En cuanto a la selección de una luminaria apropiada para el sistema y el contexto en que se utilizan, en primera instancia se dialoga con Douglas Leonard, diseñador de Iluminación Profesional quien además tiene experiencia en sistemas de iluminación de aeropuertos. De acuerdo a las recomendaciones de Douglas, se llega a Flight Light Inc. fundada en 1993. Empresa norteamericana que ofrece todo tipo de luminaria y productos de iluminación especializados en la aeronáutica.

Es así que se identifican las PowerFlare Portable Lights, estas luces corresponden a un tipo de luces portátiles militares reforzadas pensadas para situaciones de emergencias médicas. Estas luces pueden ser rápidamente encendidas para proveer iluminación suficiente para ser vistas desde 16 kilómetros de distancia. Gracias a que la salida de luz está angulada y difuminada la visión del piloto no se ve entorpecida cuando el avión hace su aproximación a la pista.

Estas luces son impermeables y lo suficientemente durables como para resistir pruebas de explosivos de fuerzas militares norteamericanas. También pueden aguantar temperaturas extremas, los LED que posee son irrompibles y pueden operar varias horas dependiendo del modelo de luz.

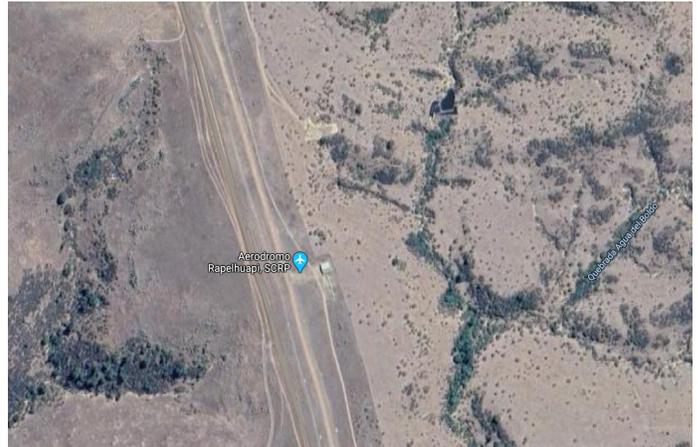




Para las luces se vectorizó una de ellas en tonos de gris y se prueban fondos con el que se aprecie un contraste mayor. La elección de los colores de fondo que fueron probados se hace en base a la guía editada por la ONCE (2003), que establece una serie de recomendaciones Color/Contraste, dentro de los primeros 3 se encontraban:

- Negro sobre fondo amarillo
- Blanco sobre fondo azul oscuro
- Blanco sobre fondo verde oscuro

Al reducir las pruebas a estas tres opciones se desarrollaron más vectores que corresponden a las instrucciones que debe seguir el usuario, esto sirve también para hacer algunas modificaciones a los colores elegidos que se usaron con el vector de las luces y así conseguir que todos la gráfica tuviera una línea coherente en relación a sus colores y cómo éstos se aplican.



▲
Aeródromo Rapelhuapi, Google Maps.

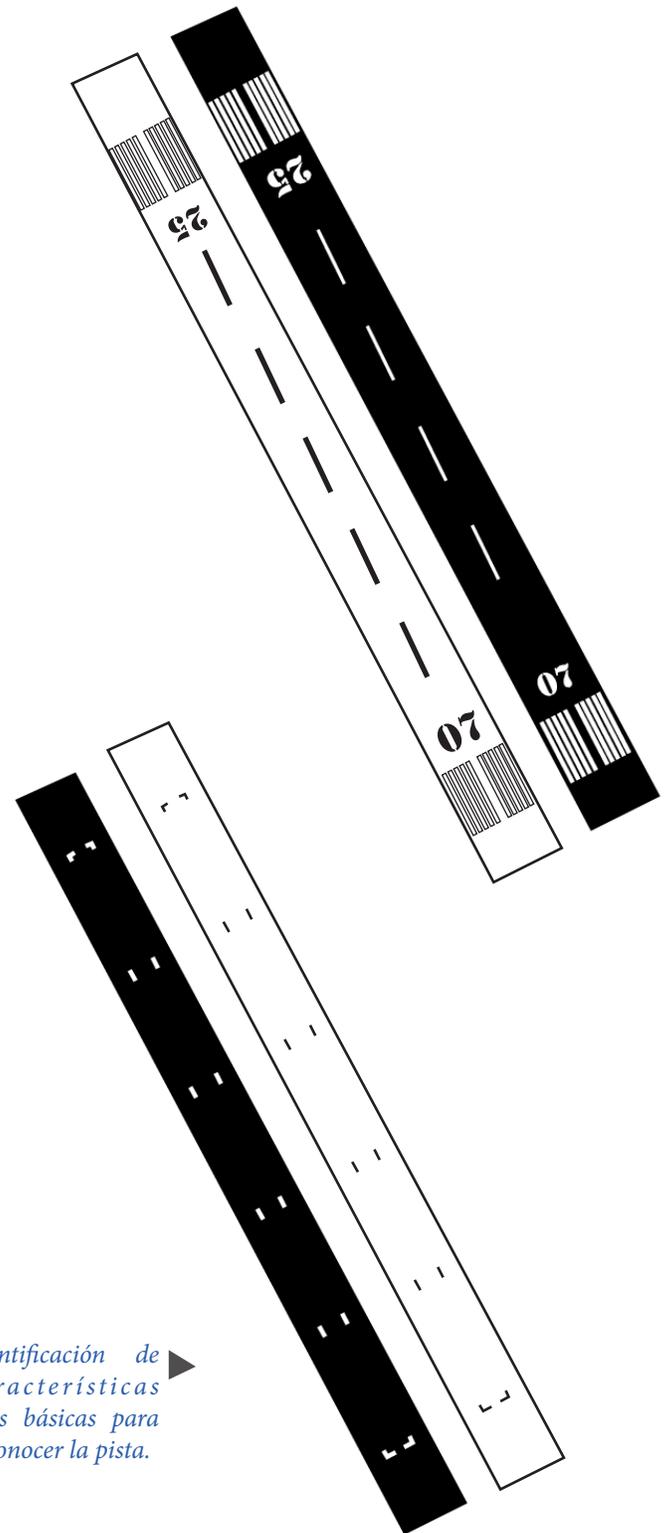
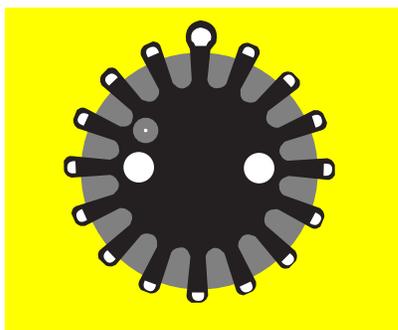
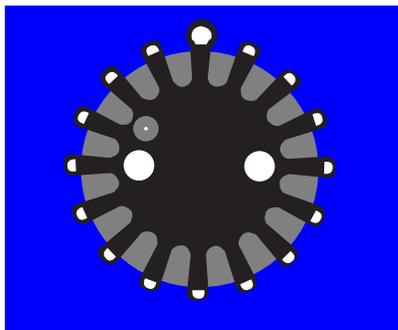
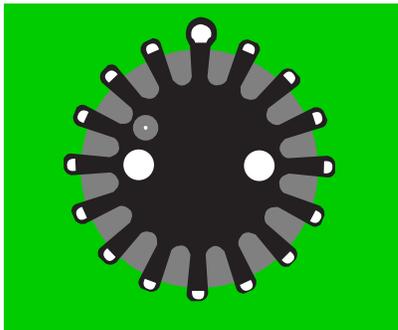


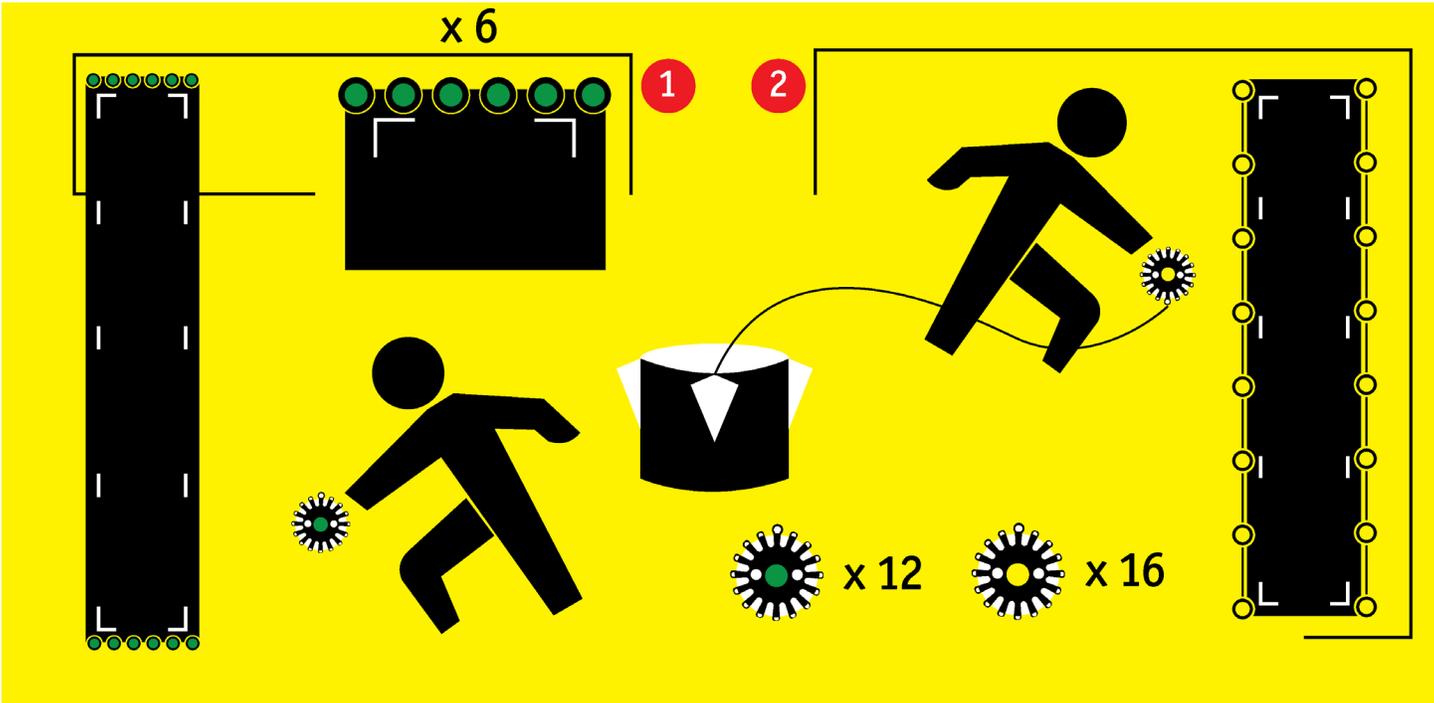
▲
Aeródromo Laguna Redonda, Google Maps.

INSTRUCTIVO

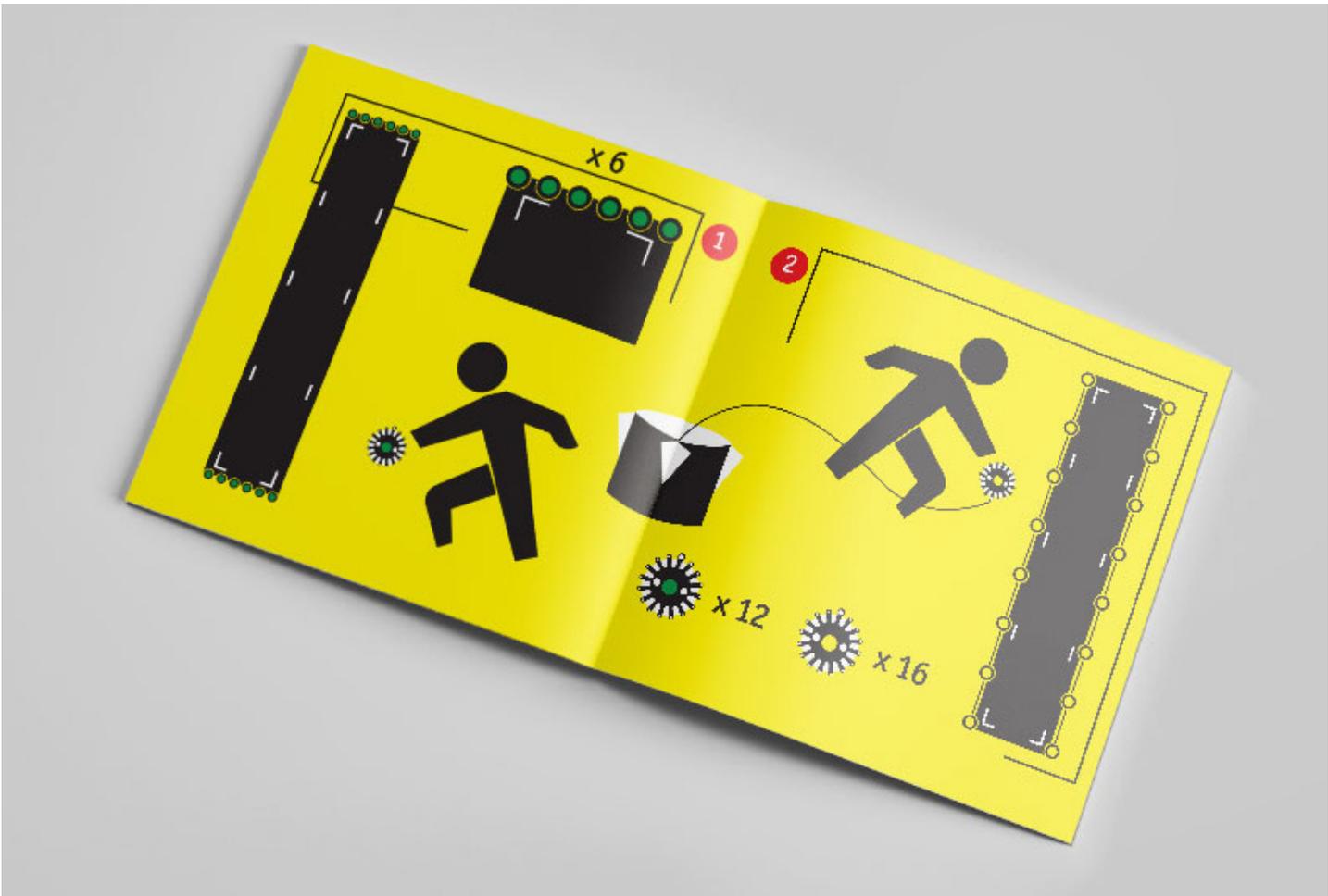
El resultado final corresponde a un instructivo sin texto, que a través de colores logra integrar el orden en que se deben disponer las luces. Para demostrar que el proceso puede ser realizado por más de una persona al mismo tiempo es que se deja a dos personas, realizando tareas distintas en el mismo espacio.

Este instructivo debe estar integrado al contenedor de las luces debido a que de estar suelto, puede sufrir de daño frente a un impacto como el que debe resistir el sistema. Considerando esto, también se ha definido que el papel a utilizar para imprimir es StonePaper debido a sus propiedades entre las cuales destacan: su resistencia al agua, al corte y su durabilidad.





Vector y Mockup de instrucciones



BOCETO FINAL DEL PRODUCTO



Tejido Kevlar

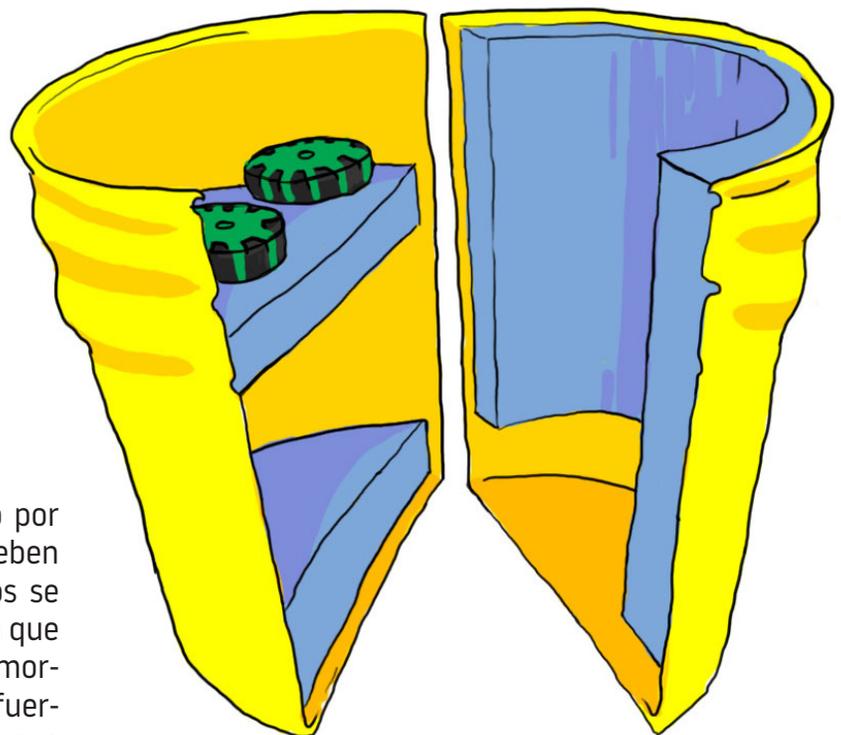


Velcro

Espuma alta
Densidad

Espuma media
Densidad

Espuma baja
Densidad



▲
Corte transversal

El orden de las espumas está dado por su densidad, mientras más densa, más deben recubrir las luces. Con lo que los extremos se refuerzan con espuma de baja densidad, ya que debe ser lo suficientemente flexible para amortiguar la caída. En la base del bolso, se refuerza con dos capas extras de espuma. En lo que respecta a los tejidos, se elige el Kevlar por su cualidad de recibir impactos rápidos y no ceder.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1.

Se presenta una emergencia nocturna ya sea médica o de otra índole en algún lugar al que es más eficiente y rápido acceder a través de transporte aéreo .



2.

Una vez identificada esta necesidad, se contacta con el Club Aéreo u agente disponible más cercano. Esto se logra a través de un acuerdo previamente establecido con ambas partes - en el caso particular de este ejemplo- mientras que en otras situaciones un particular puede tomar la iniciativa.





3.

El avión disponible más cercano se prepara para realizar el vuelo, el sistema de luces puede ser utilizado tanto como para despegar hacia el lugar de la emergencia como para aterrizar en el mismo lugar . El piloto sube las luces al avión y las coloca cerca de él o su copiloto.



4.

Una vez ubicado el aeródromo en donde se debe aterrizar, el piloto o copiloto enciende las luces del sistema para luego proceder a hacer una pasada rasante y dejar caer el bolso cerrado que las contiene.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

5.

El personal o personas que estén esperando al avión pueden ayudar a entregar señales luminosas a través de linternas, celulares u luces de automóviles al piloto, mas esto es algo de lo que no es obligación disponer.



6.

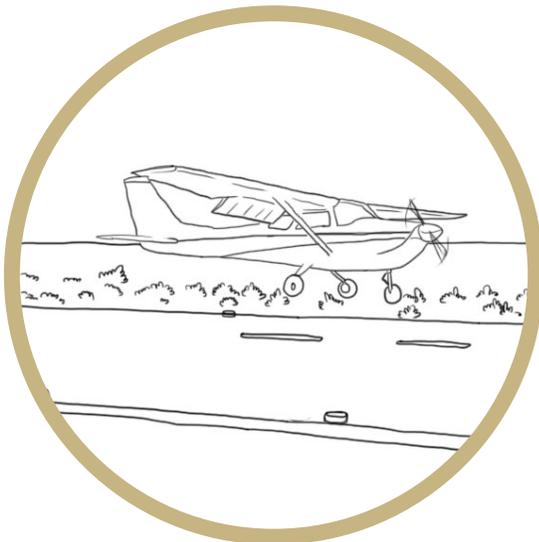
Una vez recibidas las luces, los involucrados deben abrir el bolso, seguir las instrucciones indicadas en él y disponer de las luces de acuerdo a éste.





7.

La distribución de las luces es un proceso que dependerá de la velocidad del receptor y los recursos de los que disponga en ese momento para llevar a cabo esa tarea. Durante este tiempo, el avión ronda la pista hasta que esta disponga de la iluminación necesaria.



8.

Finalmente el avión puede llevar a cabo el aterrizaje con éxito y de manera segura. Una vez el avión vuelva a despegar, las luces pueden quedar en la pista hasta que pase la emergencia o el piloto vuelva otro día a buscarlas.



▲ Aeródromo Villa O'Higgins

IMPLEMENTACIÓN

BUSINESS MODEL CANVAS

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> ● Proveedores ● DGAC ● FEDACH ● MINSAL 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> ● Difusión del producto ● Testeo de prototipo ● Reglamentación transporte de órganos (MINSAL) 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> ● Sistema portable ● Rápida instalación ● Precio accesible 	Relaciones Clientes <ul style="list-style-type: none"> ● Venta personalizada y asistida 	Segmentos de Cliente <ul style="list-style-type: none"> ● Empresas prestadoras de servicios Aéreos ● Clubes Aéreos ● Dueños particulares de aeronaves y/o pistas privadas
Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> ● Patente sistema portable de luces 			Canales <ul style="list-style-type: none"> ● Difusión páginas institucionales (FEDACH, DGAC) ● Web propia 	
Estructura de Costos <ul style="list-style-type: none"> ● Compra e importación de materiales ● Fabricación sistema portable 			Fuentes de Ingreso <ul style="list-style-type: none"> ● Venta sistema portable para habilitación nocturna de pistas ● Customización cantidad de luces en sistema 	

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Actualmente el proyecto considerando su prototipo final no puede ser llevado a cabo ya que se requiere una inversión inicial para el desarrollo y testeo del prototipo. Este tipo de financiamiento puede ser potencialmente solicitado a través de capitales semilla o instituciones privadas o gubernamentales como lo son la DGAC o la FEDACH.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

En la siguiente tabla se detallan los costos de producción para un sistema de habilitación de emergencia para una pista de 800 metros. Cabe mencionar que solamente se consideraron los costos de los materiales de fabricación, donde el costo total varía de acuerdo al largo de pista que se requiere habilitar (-20% aprox. para una pista de 500 m) (+14% aprox. para pista de 1000m).

28 Luces 12 con led verde, 16 con led amarillo	\$1.337.000
Cordel unión luces Cordel multifilamento 0.7 mm (resistencia 81kg, resistencia abrasión)	\$67.184
Espuma alta Densidad 95 x 27 x 15 cm + 2 (r = 30) x 15 cm (0.82 m ²)	\$56.673
Espuma media Densidad (r = 30) x 10 cm (0.28 m ²)	\$6.824
Espuma baja Densidad (r = 30) x 10 cm (0.28 m ²)	\$1.998
Pegamento Espuma Pegamento permanente en spray (1/3 envase)	\$5.000
Tejido Kevlar 230 95 x 27 x 15 cm + 2 (r = 30) x 15 cm (0.82 m ²)	\$47.702
Hilo para tejidos de Kevlar Aprox. 50 metros	\$6
Instructivo Stone Paper + impresión 40 x 25 cm	\$600
Velcro 3M Dual Lock (188 cm)	\$28.186
Total\$	1.551.173

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Si bien este proyecto comenzó con una noticia en el diario que llama mi atención, la investigación del tema involucrado que se desarrolla a lo largo del tiempo descubre una serie de noticias similares que destacaban la misma problemática, mas no muchos antecedentes de soluciones o medidas que se han tomado al respecto, lo que me hace pensar que las oportunidades de atender necesidades - incluso a nivel país - están ahí en nuestro cotidiano y sin embargo, no se logran desarrollar soluciones que lleguen a implementarse por completo. Con esto en mente, al conversar con pilotos, contactarme con la DGAC y otros expertos pude darme cuenta del prejuicio e incredulidad que tienen para con el diseño. Por lo que dar los primeros pasos para comenzar a desarrollar el sistema fue especialmente complejo, ya que debía convencer a un grupo que no veía posible una propuesta como lo es la habilitación de una pista a través de un sistema como este.

En base a lo anteriormente mencionado es que me di cuenta que a momentos debía cumplir el rol de conciliar mis ideas con las distintas limitantes que forman parte de la Dirección de Aeronáutica y entendí la importancia de buscar ayuda en profesionales de cada parte que compone el sistema. Esto también ayudó a entender los puntos de vista desde cada área respecto a la otra.

Fue un desafío trabajar con un tema como la aeronáutica, ya que los reglamentos y manuales definen todo el marco en el que uno puede desarrollar el proyecto como diseñador. Asimismo innovar y presentar ideas poco convencionales en un área como esta también te obliga a buscar e investigar nuevos materiales, nuevas tecnologías y programas que no son comunes en un contexto cotidiano.

Personalmente muchas veces me sentí algo insegura respecto al proyecto, no por su potencial, sino por cuán diferente a los trabajos de mis compañeros se sintió. El desarrollo de prototipos, los límites que el mismo contexto ponía y sobretodo el presupuesto se sintieron en una escala completamente distinta. Sin embargo, fue esta sensación la misma que potenció mi interés en insistir con el trabajo. Desarrollar algo como esto me demuestra que el diseño como disciplina no debe conformarse con áreas en las que ya participa y que sumarse a otros contextos con otros agentes poco comunes puede también mejorar experiencias o crear servicios nuevos.

Finalmente, mencionar que aún hay muchas oportunidades presentes para mejorar la conectividad en Chile. La red de agentes que participan en esta cadena de acciones cuando se presenta una emergencia debe trabajarse de manera interdisciplinaria, sobretodo cuando se está trabajando con tal volumen de áreas tan distintas que deben trabajar coordinadas. Luego de esta experiencia, pude comprender la importancia de cuestionar sistemas que damos por sentado o que a veces como diseñadores tenemos miedo a involucrarnos. Queda el desafío de seguir avanzando y fomentar el proyecto para una futura y potencial implementación.



BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS

DGAC (Abril 2002), Reglamento Operación de Aeronaves, DAR 06. Recuperado de: <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/dar06e-1.pdf>

DGAC (Marzo 2017), Diseño de Aeródromos, DAN 14 154. Recuperado de: https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2017/11/DAN-14_154.pdf

DGAC (Abril 2019) Red Aeroportuaria Nacional. Recuperado de: <https://www.dgac.gob.cl/aeropuertos/red-aeroportuaria-nacional/>

DGAC (Marzo 2017), Operación de Aeródromos, DAN 14 153. Recuperado de: https://www.dgac.gob.cl/portalweb/rest-portalweb/jcr/repository/collaboration/sites%20content/live/dgac/categories/normativas/normasDAN/documents/DAN-14_153.pdf

FEDACH (1999) Historia. Recuperado de: <http://www.fedach.cl/historia>

FEDACH (2019), Memoria Anual 2018. Recuperado de: http://www.fedach.cl/images/pdf/memorias_anuales/Memoria_Fedach_2018.pdf

Figueroa, O. & Rozas, P. (Diciembre 2005) Conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: el caso de Chile. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6299/1/S05902_es.pdf

<https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/dar06e-1.pdf>

Icarito (2010) El Gran Terremoto de Chile. Recuperado de: <http://www.icarito.cl/2010/05/64-9124-9-terremoto-de-valdivia.shtml/>

Icarito (2010),Regionalización de Chile. Recuperado de: <http://www.icarito.cl/2010/05/85-8710-9-2-chile-regionalizado.shtml/>

Lizana, M. (2015) ¿Por qué es Chile un país sísmico?. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/chile-pais-sismico/>

Neira, S. (Marzo 2019), La nueva iluminación de pista de Futaleufú extiende operaciones aérea, El Mercurio.

Poletti, R. (2010) Puentes Aéreos, Publicación de la Fuerza Aérea de Chile. Recuperado de: <https://www.fach.mil.cl/images/revista/250.pdf>

La voz del Norte (Enero 2018), Incorporan sistema de luces portátiles solares en aeródromo El Tuquí. Recuperado de: <https://www.lavozdelnorte.cl/2018/01/incorporan-sistema-de-luces-portatiles-solares-en-aerodromo-el-tuqui/>

Insólito: Familia de donante denuncia que órganos no pudieron ser trasladados a Santiago por falta de avión (Julio 2019). Recuperado de: <https://www.elmostrador.cl/dia/2019/07/22/insolito-familia-de-donante-denuncia-que-organos-no-pudieron-ser-trasladados-a-santiago-por-falta-de-avion/>

ONEMI , *Misión y Visión*. Recuperado de: <https://www.onemi.gov.cl/mision-y-vision/>

Disaster Preparedness Tokyo (Marzo, 2004). Descargado de: <https://www.metro.tokyo.lg.jp/english/guide/bosai/index.html>

