

CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE CONECTIVIDAD

La infraestructura de conectividad es cualquier obra de ingeniería que condicione, ya sea por su estándar y capacidad, como por su localización y área de servicio, el acceso a las localidades en el territorio.

La infraestructura de conectividad es la materialización de la red de interconexión territorial. Por lo que la construcción, mantención, y cierre de alguna de estas obras impacta directamente en la red de conectividad territorial.

Para efectos de este estudio se considerarán obras de conectividad a la red vial, las conexiones insulares, y los pequeños aeródromos. A continuación se caracterizan este tipo de obras presentes en el área de estudio.

4.1.- Pequeños Aeródromos

Como una forma de entender el tipo de proyecto a analizar, se define como un pequeño aeródromo "al área terrestre habilitada para las operaciones de aviones monomotores y bimotores livianos con un peso máximo de despegue de hasta 5.700 kg. (AUW1)¹. Esta área tiene como infraestructura básica una pista de aterrizaje entre 500 y 800 metros de largo, por 20 metros de ancho, cuya superficie de rodado puede ser de asfalto, ripio, tierra o pasto; una plataforma de estacionamiento, que en algunos casos se encuentra separada de la pista por una calle de rodaje, y las marcas de pista del aeródromo, todo esto cercado y protegido de la entrada de personas, animales, vehículos o cualquier elemento que interfiera las operaciones de aterrizaje y despegue. (actualmente se acepta como máximo 2-B de la clasificación OACI)

El equipamiento básico del aeródromo lo compone un cataviento que orienta a los pilotos sobre la dirección e intensidad de las corrientes de aire del sector y en forma muy excepcional, cuentan con una Torre de Control (TWR) equipada para servicios de ayuda a la aeronavegación, radio, estación meteorológica, y en otros la infraestructura vertical es reemplazada por una estación AFIS, que consiste en la implementación de una radio de doble banda, a través de la cual el personal encargado (acreditado por la DGAC), notifica a los pilotos que requieren usar la pista sobre el estado de conservación de la misma y las condiciones meteorológicas.

Este tipo de infraestructura aeroportuaria se utiliza principalmente como apoyo a las diversas funciones desarrolladas por la comunidad, entre las cuales están: vuelos de servicio social en zonas aisladas, fronterizas o en procesos de colonización; mantener el contacto entre comunidades rurales y centros urbanos; traslado de rondas médicas, de alimentos, de enfermos y apoyo a los servicios institucionales (bancos, correo, Registro Civil, entre otros) y seguridad pública; traslado de carga y personas; realizar fumigaciones aéreas; detección y extinción de incendios forestales; prospección minera y pesquera, fotografía aérea; actividad turística y la instrucción de pilotos.

¹ Decreto 578 del 13 de Junio de 1995, Ministerio de Justicia.



Fotografía 4.1.- Aeródromo Chaitén

La base de pequeños aeródromo analizadas en este estudio se estructuró en base a un listado referencial entregado por el MOP, y la campaña en terreno realizada como parte del catastro de obras de conectividad.

La base referencial entregada por MOP consta de 67 aeródromos. Con la campaña de terreno se identificaron además 20 aeródromos que no estaban registrado en la base. En definitiva se trabajó con una base de 87 aeródromos, de los cuales se georeferenciaron sólo 77. En el anexo 4.1 se presenta un detalle de los aeródromos referenciales y adicionales, además de las fichas técnicas levantadas en terreno.

Analizando la distribución provincial del universo de aeródromos analizados, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4.1.- Número de pequeños aeródromos por provincia y región

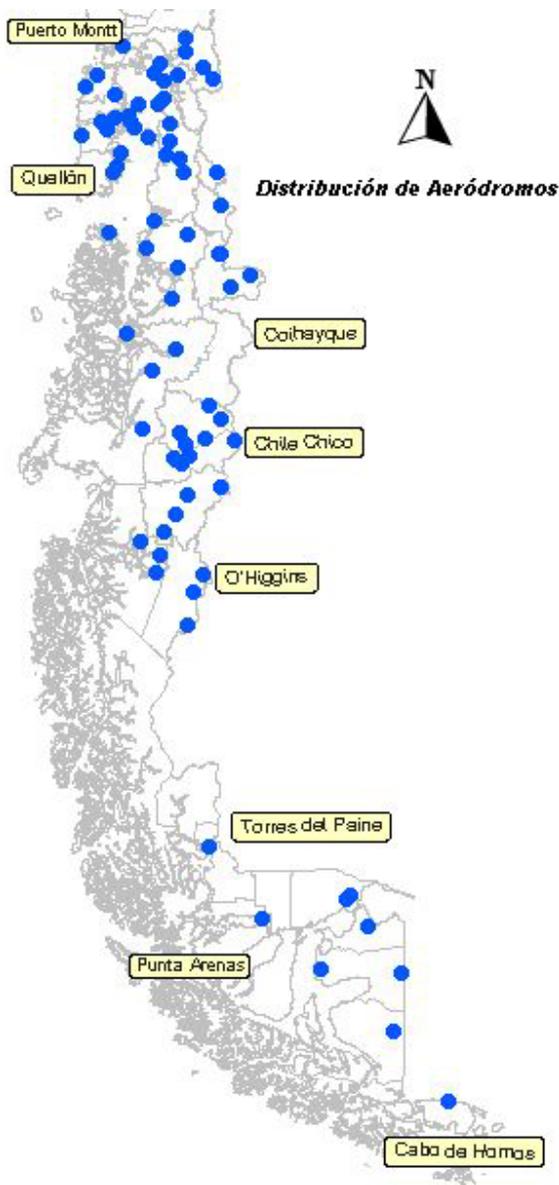
Región	Provincia	Nº de aeródromos
X	CHILOE	15
X	LLANQUIHUE	4
X	PALENA	14
XI	AYSEN	13
XI	CAPITAN PRAT	10
XI	GRAL CARRERA	11
XII	MAGALLANES	4
XII	TIERRA DEL FUEGO	6
TOTAL		77

Fuente: elaboración propia

De la tabla se aprecia que las provincias que presentan un número significativamente mayor de aeródromos son Chiloé (X), Palena (X) y Aysen (XI).

Los 77 aeródromos se georeferenciaron ya sea en terreno con GPS, o cartográficamente. Esto permite hacer un análisis de distribución espacial de los mismos. En la siguiente figura se aprecian la localización de los aeródromos.

Figura 4.1.- Distribución geográfica de aeródromos



La distribución puntual de los aeródromos, muestra una distribución concentrada en el sector continental e insular central de la X Región. En el sector sur de la X región y sector norte de la XI Región se observa una distribución dispersa.

En el sector centro y sur de la XI Región se observa una distribución significativa en número y en concentración.

Los patrones concentrados muestran una mayor complejidad territorial principalmente orográfica, lo que influye en la necesidad de conectar puntos que en el plano se aprecian cercanos (conectividad), pero que la realidad no es así (mala accesibilidad).

Los patrones más dispersos se asocian a complementariedad con modos viales y marítimos, en territorios más accesibles.

La XII Región aparece como un sistema aislado, con una distribución dispersa de aeródromos.

La distribución en el área de estudio denota una lógica de interacción en sentido longitudinal del territorio, con fuerte presencia hasta el sector de O´Higgins.

4.2.- Conexiones Insulares

La infraestructura Portuaria de Conexión pertenece a un programa de la Dirección llamado "Infraestructura Portuaria de Conexión", destinado a mejorar las condiciones de conectividad nacional e internacional del país, beneficiando directamente a los habitantes de localidades aisladas, otorgándoles las facilidades de transporte, permitiéndoles acceder a los centros de abastecimiento y servicio, mejorando las condiciones de seguridad y tiempo en el traslado de personas, brindándole también oportunidades de comercialización de productos generados en la localidad potenciando sus actividades productivas, acercándoles además a nuevas oportunidades de trabajo.



Fotografía 4.2.- Trasdador operando en Puerto Ibañez

Las conexiones insulares requieren de obras de acceso y egreso de las barcasas y balsa de transporte. Estas obras, que principalmente corresponden a rampas, muelles y embarcaderos, son los que se analizan en este estudio.

La base de conexiones insulares analizadas en este estudio se estructuró en base a un

listado referencial entregado por el MOP, y la campaña en terreno realizada como parte del catastro de obras de conectividad.

La base referencial entregada por MOP consta de 143 conexiones insulares. Con la campaña de terreno se identificaron además 41 conexiones que no estaban registradas en la base. En definitiva, el universo de análisis fueron 184 conexiones insulares, de las cuales se georeferenciaron sólo 98. En el anexo 4.2 se presenta un detalle de las conexiones referenciales y adicionales, además de las fichas de catastro levantadas en terreno.

Analizando la distribución provincial del número de conexiones insulares, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4.2.- Número de obras de conexiones insulares por provincia y región

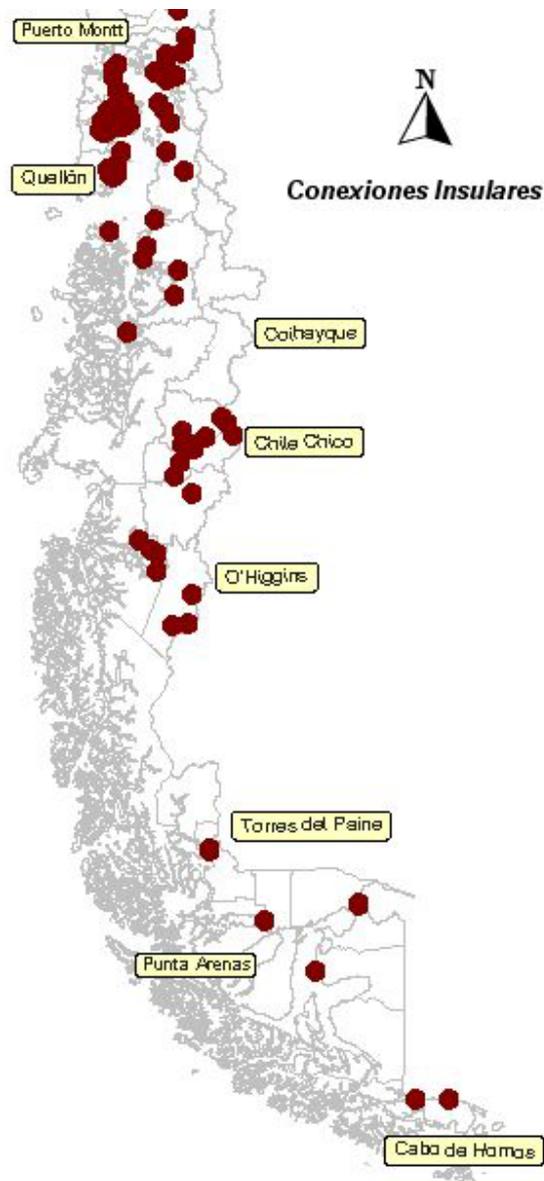
Región	Provincia	Nº de obras
X	PALENA	14
X	CHILOE	37
X	LLANQUIHUE	6
XI	AYSEN	9
XI	CAPITAN PRAT	10
XI	GRAL CARRERA	12
XII	MAGALLANES	4
XII	TIERRA DEL FUEGO	2
XII	ULT. ESPERANZA	4
TOTAL		98

Fuente: elaboración propia

La provincia que mayoritariamente concentra el mayor número de conexiones insulares es Chiloé. Le sigue la conformación de provincias Capitán Prat y General Carrera.

Al igual que los aeródromos, la siguiente figura muestra los totales comunales y la distribución puntual de las obras.

Figura 4.2.- Distribución geográfica de obras de conexión insular



La figura 4.2 muestra una fuerte concentración de obras en los sectores insulares y continentales de la X Región, una presencia menor en el sector continental de la región XI (la que se asocia a distintos lagos), y finalmente una amplia presencia en la región XII.

En general se aprecia lógicas transversales de interacción, más que longitudinales. Además de aparecer concentraciones locales en la XI.

4.3.- Red vial

La red vial es una de las principales redes de interconexión territorial, debido a la cobertura espacial que esta logra alcanzar.

En este caso, el estándar de la red es vital para su operatividad. Este estándar está dado por el tipo de carpeta o superficie que tenga (hormigón, asfalto, ripio, tierra, etc).

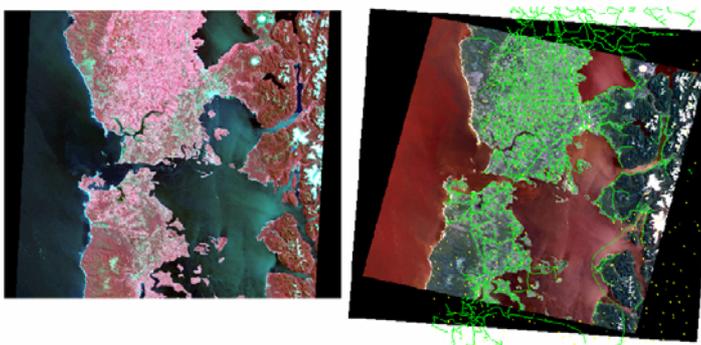
Para efectos de este estudio se considera la red vial integrada del área de estudio, clasificando su estándar según información de las cartas camineras MOP 1999, y de observaciones en terreno (sólo de algunas rutas).

También se realizó un trabajo de ajuste utilizando imágenes satelitales, como se aprecia en la fotografía 4.4.

Fotografía 4.3.- Catastro en ruta

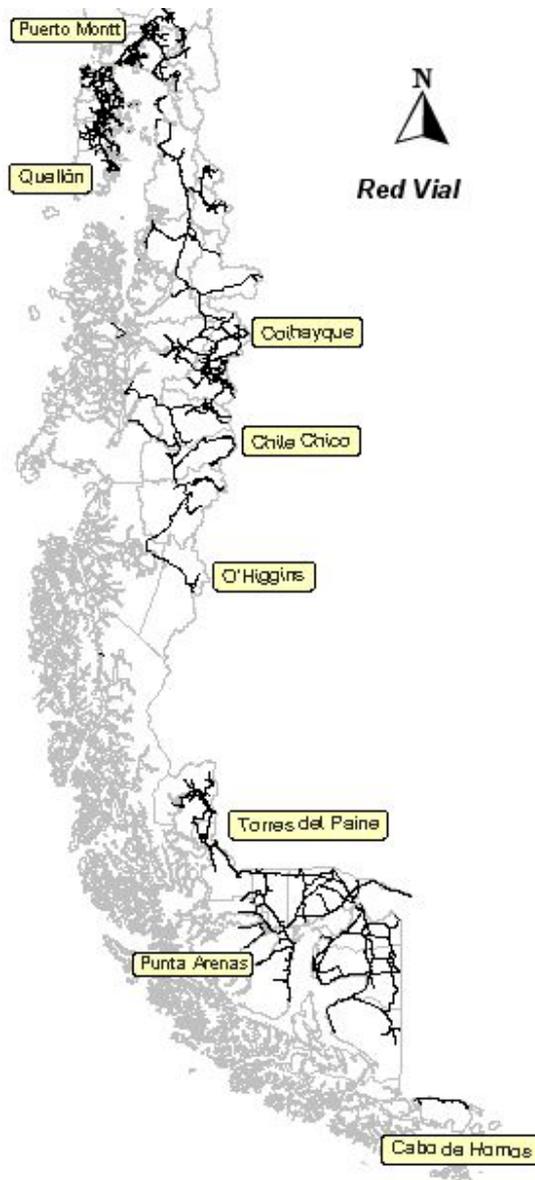


Fotografía 4.4.- Ajuste a imagen satelital



La red vial considerada en este estudio se presenta en la siguiente figura.

Figura 4.3.- Red vial en el área de estudio



La red se muestra inconexa, asociada al sector continental del territorio. La continuidad de la red se logra hasta la XI región.

Las estadísticas muestran las siguientes cifras:

Tabla 4.3.- Características de la red vial en área de estudio

Tipo carpeta	Longitud (Km)	%
Hormigón	771.6	8
Asfalto	933.8	10
Ripio	7089.9	75
Tierra	624.9	7
TOTAL	9420,3	

Fuente: elaboración propia

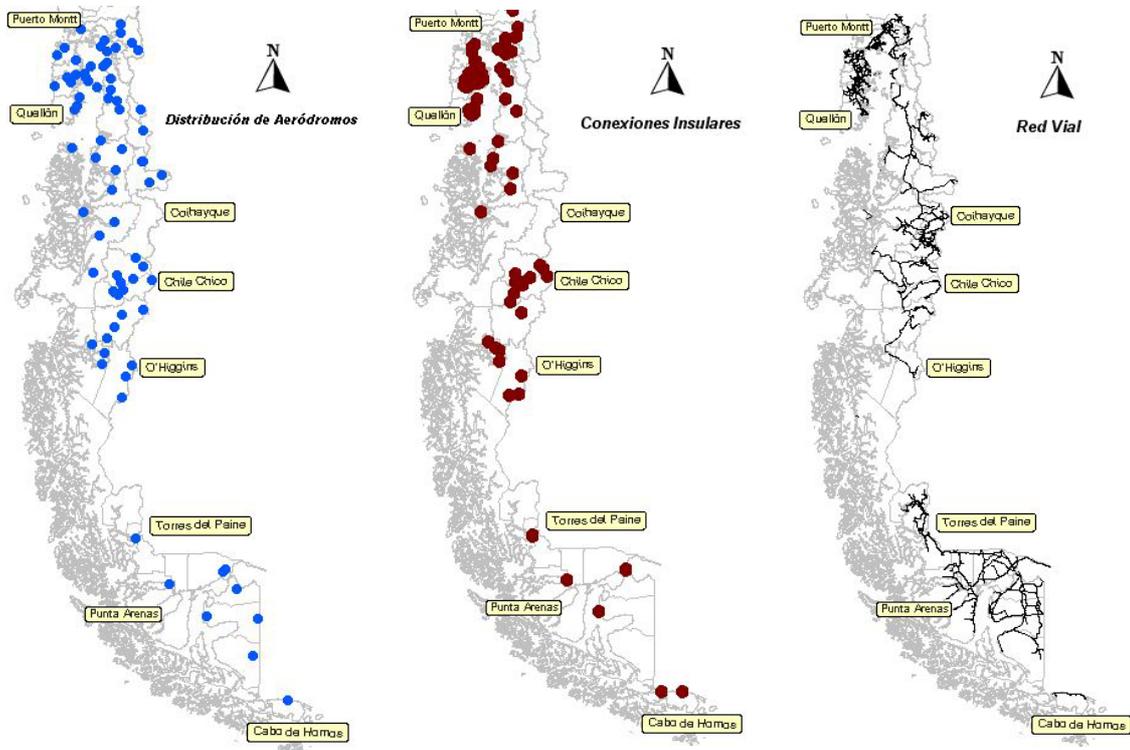
La tabla muestra una red predominantemente de bajo estándar (82%). Por otra parte los mejores estándares son de calidad media (asfalto), siendo la red de buen estándar solo un 8% del total.

En síntesis, la red vial es de bajo estándar operativo y francamente inconexa desde el punto de vista territorial.

4.4.- Análisis integrado

En este punto se analiza integradamente la distribución de pequeños aeródromos, las obras de paso insulares y la red vial, esto con el fin de tener una primera aproximación a la estructura de redes de interacción en la zona de estudio.

Figura 4.4.- Análisis integrado de distribuciones comunales de aeródromos, paso insulares y red vial



En la figura 4.4 se aprecian dos situaciones en el territorio. La primera corresponde a la complementariedad entre la infraestructura vial, las conexiones insulares y aeródromos, que es el caso de la X Región. En esta se aprecia que en la zona continental norte prima la infraestructura vial, la que penetra a la isla de Chiloé. En este punto surge con fuerza la actividad de las conexiones insulares que conectan la isla con el sector continental sur de la región. En esta zona continental sur, por la escasez de infraestructura vial, se genera con fuerza de presencia y actividad de los pequeños aeródromos. En síntesis, en la X Región las redes se complementan territorialmente.

Otra es la situación que se aprecia tanto en la región XI como en la XII. En estas regiones existe una complementariedad sólo entre la infraestructura vial y la conectividad insular. Los pequeños aeródromos pierden presencia. En general la red vial presenta una buena cobertura, ya que la estructura geográfica física así se lo permite. En el caso de la XI Región, existe la conexión vial con la X Región, pero no ocurre lo mismo con la XII Región, la que nuevamente se presenta como un sistema cerrado.

4.5.- Estado de la infraestructura de conectividad

A partir del catastro en terreno de las obras de conectividad, y de procesos complementarios que más adelante se explicarán, fue posible caracterizar el estado estructural y operativo de las obras de conectividad.

A continuación se presentan los resultados agregados por tipos de obras. En este punto es necesario aclarar que la infraestructura vial no se analiza, ya que la clasificación de tipo de carpeta entregada en el punto anterior da cuenta de su estado o estándar operativo.

- **Aeródromos**

El estado de los aeródromos se refiere preferentemente a la pista. El estado de las obras complementarias se puede consultar directamente en las fichas técnicas del anexo 4.1.

Luego, el estado de las 83 pistas analizadas, muestran los siguientes valores por tipo de carpeta y estado:

Tabla 4.4.- Estado de Aeródromos

Tipo carpeta pista/Estado	Bueno	Regular	Malo
Adoquines	1		
Asfalto	11		
Hormigón	9		
Ripio	11	11	5
Ripio pasto	3	5	2
Pasto	11	3	4
Tierra		3	
Volcánico	1		
TOTAL	47	22	11
Sin información	3		

Fuente: elaboración propia

En este punto es necesario aclarar que por aeródromo puede haber más de una pistas, por lo que los totales no deben coincidir con el total de 77 aeródromos.

En definitiva, 33 pistas (40%) se encuentra en estado regular o malo. Estos estados se asocian preferentemente a carpetas de ripio, pasto y tierra.



Fotografía 4.5.- Pista aeródromo Stange, localidad de Candelaria, comuna de Quellón

• Conexiones insulares

El estado de las conexiones insulares se refiere preferentemente a las rampas. El estado de las obras complementarias se puede consultar directamente en las fichas técnicas del anexo 4.2.

El estado de las 74 rampas analizadas se muestran en los siguientes valores por tipo de material y estado:

Tabla 4.5.- Estado de Conexiones

Material/Estado	Bueno	Regular con fractura	Regular con socavamiento	Regular socavado y fracturado	Malo
Fierro	1				
Hormigón	33	8	6	9	4
Hormigón - madera	2	2			2
Madera					2
TOTAL	36	10	6	9	8
Sin información	5				

Fuente: elaboración propia

En este caso, 33 rampas (45%) se encuentra en estado regular o malo.

Los porcentajes indican un alto grado de deterioro de la infraestructura de conectividad, con los consecuentes costos y tiempos de mantenimiento y mejoramiento.

El sistema natural es muy agresivo con la infraestructura analizada, teniendo que soportar grandes procesos de erosión por lluvia, o metodización por efecto de las variaciones térmicas. A lo que se suma el comportamiento de las marea, y su

significativas amplitudes.



Fotografía 4.6.- Rampa inutilizada, localidad de Calen, comuna de Dalcahue

- **Técnicas complementarias**

Como se mencionara anteriormente, en forma complementaria al terreno, y por el hecho que no fue posible visitar algunas obras de conectividad, es que se utilizaron las imágenes satelitales adquiridas para este estudio.

La aplicación en el presente estudio de imágenes LANDSAT-ETM pudo comprobar y demostrar una vez más la utilidad de poder no solamente observar los aspectos de interés, tales como: centros poblados, aeropuertos, caminos, etc., sino también el entorno sobre el cual el ingeniero debe proyectar sus soluciones, pero esta vez bajo la visión integradora de una imagen de satélite.

Las bandas analizadas fueron las del infrarrojo cercano (IRC), la banda del rojo y la banda del verde.

Para poder inferir el estado de la infraestructura que no se pudo visitar fue necesario definir los intervalos de variación para cada banda. La idea es ver los registros de reflectancia de infraestructura en que se conoce su estado y materialidad, para luego de un análisis de estos valores, poder inferir el estado y materialidad de obras no visitadas.

Este procedimiento se utilizó principalmente para aeródromos. Para la vialidad se utilizaron filtros especiales de realce para identificar solo trazados de caminos.

Para el análisis de aeródromos no visitados, se tomaron valores de reflectancia de varios aeródromos con características conocidas. La reflectancia se refiere a los valores que registran cada banda en cada píxel. En la siguiente figura se muestra a modo de ejemplo la lectura en el aeródromo de El Amarillo.

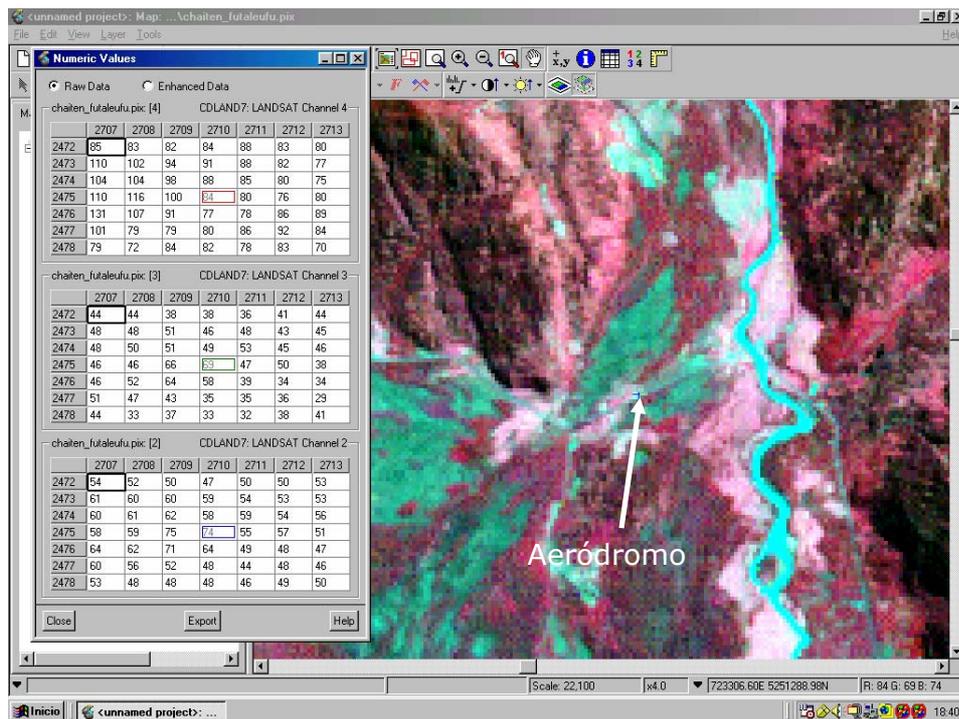


Imagen 4.1.- Lectura de reflectancia en aeródromo de El Amarillo

En la imagen 4.1 se aprecia la pantalla del software donde se muestra la posición que se está consultando (pequeña cruz), y los valores para las tres bandas. Este aeródromo se encuentra en mal estado, con carpeta de pasto. Esto se aprecia en las tonalidades verdes en torno a la línea del aeródromo.

A continuación se muestra el análisis para el aeródromo de Futaleufú.

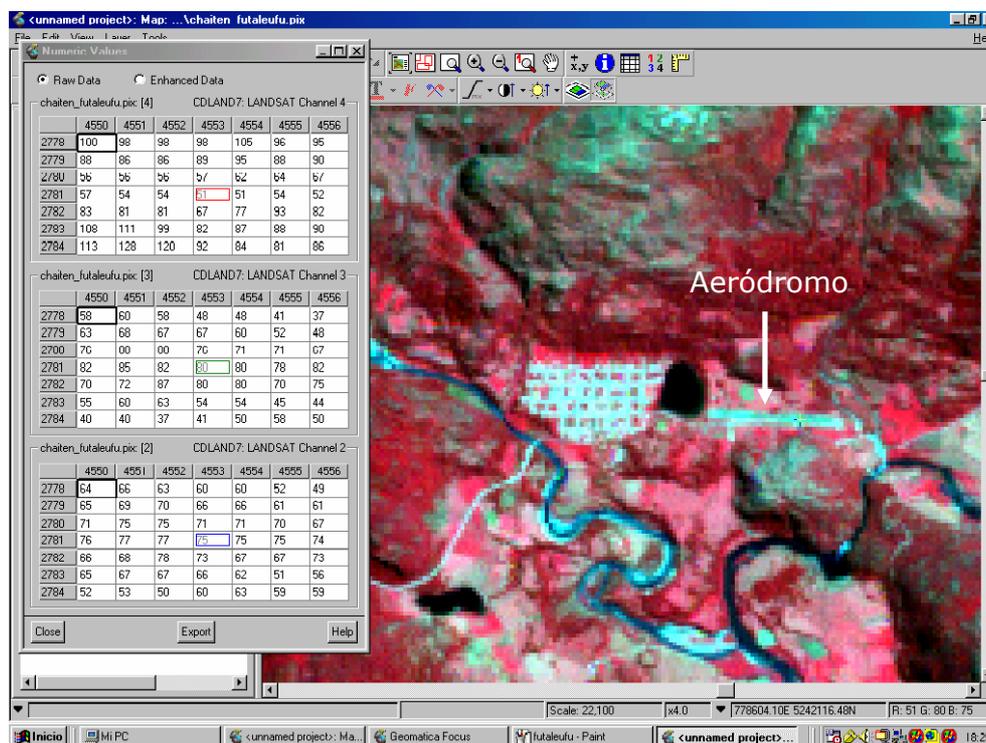
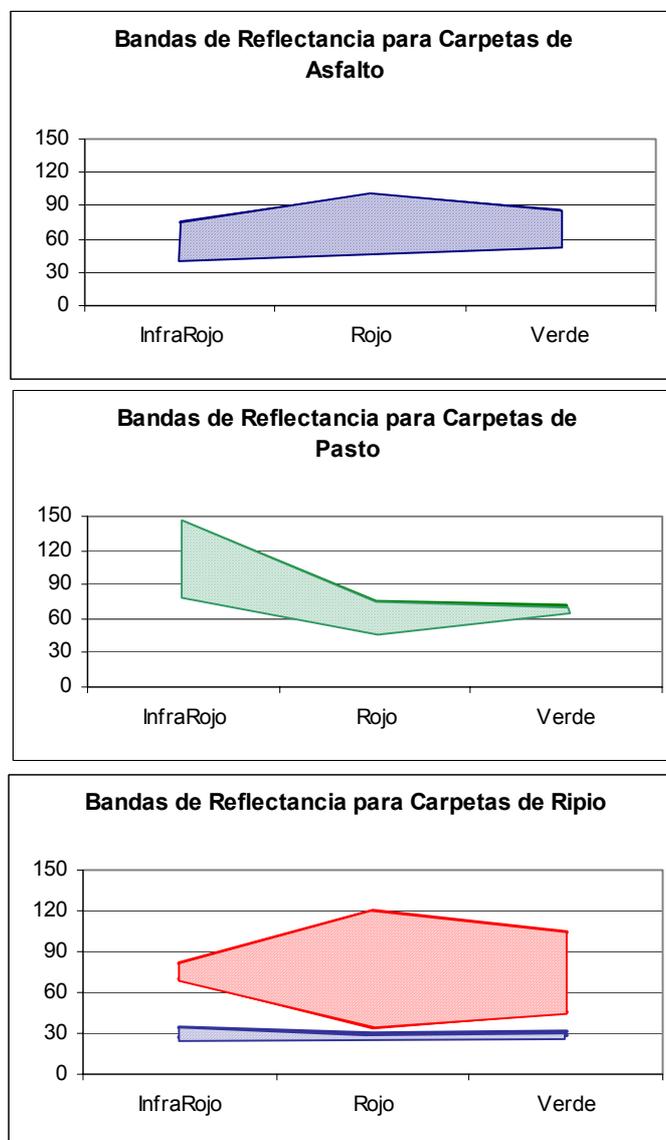


Imagen 4.2.- Lectura de reflectancia en aeródromo de Futaleufú

Esta imagen se presenta mucho más clara, respecto de a identificación del aeródromo. Este aeródromo está en buen estado y con carpeta de asfalto.

En definitiva, de las imágenes se obtuvieron los valores de reflectancia para las tres bandas, asociados a 13 aeródromos de distintos estados y tipos de carpetas. Los aeródromos considerados fueron Chaitén, Caleta Gonzalo, El Amarillo, Futaleufú, Alto Palena, Quellón viejo, Río Bravo, La Junta, Lago Vargas, Lago Verde, Enrique Meyer Soto (Tortel), Río Pascua y Cap. Fuentes Martínez (Porvenir). A continuación se grafican los valores obtenidos.

Figura 4.5.- Nivel de reflectancia en las bandas Infrarrojo, rojo y verde, para distintos tipos de carpetas de aeródromos



Las distintas curvas indican los rangos registrados por distintos tipos de carpeta. En la gráfica asociada a carpetas de ripio, se aprecia que las curvas rojas dan cuenta del estado bueno, y las azules del estado malo.

Con estas gráficas se pueden caracterizar los estados y carpetas de aeródromos no visitados. Para cada uno de ellos, se tiene el registro de las tres bandas y se compara con los valores de las gráficas.

Los resultados para los aeródromos no visitados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.6.- Resultados de Interpretación de Imágenes Satelitales

Aeródromo	REGION	COMUNA	Infrarojo	rojo	verde	Estado asignado	Tipo Carpeta asignada
BUTACHAUQUES	X	ACHAO	95	68	70	bueno	pasto
TALCAN	X	CHAITEN	145	48	66	bueno	pasto
LAGUNA SAN RAFAEL	XI	AYSEN	40	25	28	malo	ripio
CALETA ANDRADE	XI	CISNES	47	45	58	bueno	ripio o asfalto
SAN SEBASTIAN	XII	PORVENIR	62	54	46	bueno	ripio o asfalto
GENTE GRANDE	XII	PORVENIR	45	50	47	bueno	asfalto

Fuente: elaboración propia

La utilización de imágenes satelitales presenta muchas ventajas en el análisis del estado de la infraestructura. Ya que al dar cuenta de la características superficiales de los materiales, muestra el estado de las distintas carpetas.

Esta técnica se puede extrapolar a muchas otras actividades asociadas al monitoreo de infraestructura como por ejemplo, la identificación de cortes, inundaciones, derrumbes, estabilidad de laderas, avances de vegetación, etc.