

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**AUTOMATIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE
TRANSITO AÉREO – RED DE RADARES DE VIGILANCIA AÉREA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

GIULIANO SEGUNDO GUZMÁN VERA

PROMOCIÓN

2004 - I

LIMA – PERÚ

2009

**AUTOMATIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN
DE LOS SERVICIOS DE TRANSITO
AÉREO – RED DE RADARES DE
VIGILANCIA AÉREA**

SUMARIO

El Presente informe describe el estudio de Factibilidad del proyecto de “Automatización y Modernización de los Servicios de Tránsito Aéreo – Red de Radares de Vigilancia Aérea”, el cual ha sido desarrollado por CORPAC S.A. “Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial”.

Mediante el estudio de factibilidad del mencionado proyecto, se logra demostrar claramente la viabilidad del mismo en los diferentes aspectos; ya sean económicos, técnicos, operativos, infraestructura, etc.

En la parte técnica se logro determinar la tecnología a usar para la detección de blancos, siendo esta la tecnología de Radares Secundarios de estado sólido, por lo que se tuvo que realizar los estudios necesarios teniendo en cuenta los diferentes parámetros tecnológicos involucrados en el tema.

También se logro determinar con exactitud en la parte técnica operativa, el lugar mas adecuado para los emplazamientos en donde serian instalados cada radar secundario, para lo cual se tuvieron en cuenta los factores ya mencionados.

Al término del estudio se concluye que existe una demanda efectiva representada por las necesidades del servicio de vigilancia aérea a nivel nacional por parte de las aeronaves nacionales e internacionales, por lo tanto se recomienda la ejecución del proyecto en el menor tiempo.

INDICE DE CONTENIDO

Introducción	1
CAPITULO I	
ASPECTOS GENERALES	2
1.1 Marco de Referencia	2
1.3 Antecedentes	3
1.4 Fundamentos Teórico de Radares	4
1.4.1 Principio de Funcionamiento de un Radar Elemental	4
1.4.2 Clasificación de los Sistemas Radar Según el Tipo de Blanco	5
Radar Primario	
Radar Secundario	
Bandas de Frecuencia y Aplicaciones	
Espectro Electromagnético	
1.4.3 Parámetros Fundamentales	6
1.4.4 Información Proporcionada por un Radar	7
1.4.5 Diferencias Entre Radar Primario y Radar Secundario	10
1.4.6 Descripción de Antenas	10
CAPITULO II	
PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA	12
2.1 Definición del Problema Central y sus Causas	12
2.1.1 La Cobertura Radar Actual sin Proyecto	15
2.1.2 Población y Zona Afectada	15
2.2 Objetivos del Proyecto	15
2.2.1 Los Objetivos Específicos	15
CAPITULO III	
METODOLOGIA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	17
3.1 Solución Propuesta	17
3.1.1 Otras Tecnologías Importantes	18
3.2 Posibilidades y limitaciones del Proyecto	21

3.2.1	Posibilidades	21
3.2.2	Limitaciones	21
3.3	Participación de los Beneficiarios	22
3.3.1	Los Beneficiarios Directos	22
3.3.2	Los Beneficiarios Indirectos	22
3.4	Diagnostico de la Situación Actual	23
3.4.1	Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS)	23
3.4.2	Vigilancia en el Espacio Aéreo Peruano	25
3.5	Radares en Sudamérica	26
3.6	Desarrollo de los Sistemas de Vigilancia Aérea Hasta el 2020	27
3.7	Interrogación Selectiva o Modo S.	32
3.7.1	Razones de la necesidad del Modo S	32
3.8	Solución Adoptada	35
CAPITULO IV		
DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO		39
4.1	Descripción del Proceso y Principales Características del Mismo	39
4.1.1	Los requisitos Operacionales a Ser Atendidos	39
4.1.2	Los requisitos Técnicos a ser Atendidos para los Radares	40
4.2	Requerimientos de Insumos	41
4.3	Requerimientos de Recursos Humanos	41
4.4	Requerimientos de Infraestructura	42
4.5	Requerimientos de Equipos	42
4.5.1	Estación Radar MSSR Modo S, a Instalarse en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” (Callao)	43
4.5.2	Centro de Control a Instalarse en CORPAC S.A. en el Callao	43
4.5.3	Estación Radar MSSR Modo S (07 emplazamientos)	44
4.6	Tamaño del Proyecto	44
4.7	Localización del Proyecto	45
4.7.1	Sustento de Ubicación de las Estaciones Radar (Sites)	45
4.7.2	Descripción de los Criterios Manejados	47
4.8	Posiciones Relativas Favorables De Las Estaciones Radar	50
CAPITULO V		
FINANCIAMIENTO E IMPLEMENTACION		60

5.1	Financiamiento	60
5.2	Plan de Implementación	61
5.3	Análisis de Coberturas por Fases	63
CAPITULO VI		
IMPACTO AMBIENTAL		69
6.1	Probables Impactos Ambientales	69
6.1.1	Consideraciones Generales	69
6.1.2	Impactos Ambientales	70
6.1.3	Evaluación de los Impactos Ambientales	73
6.1.4	Plan de Manejo Ambiental	73
6.1.5	Beneficios Ambientales	77
6.2	Efectos y Medidas ante Posibles Desastres Naturales	79
6.3	Medidas de Contingencia para Prevenir o Mitigar los Efectos por Desastres Naturales.	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		82
7.1	Conclusiones	82
7.2	Recomendaciones	82
ANEXO A		
	Modelo de Integración en Europa	84
ANEXO B		
	Normas y Métodos Recomendados Internacionales	87
ANEXO C		
	Glosario	89
	Bibliografía	92

INTRODUCCIÓN

“Automatización y Modernización de los Servicios de Tránsito Aéreo – Red de Radares de Vigilancia Aérea”, es un proyecto elaborado por la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial CORPAC S.A. con el propósito de conseguir mejorar la vigilancia del Espacio Aéreo Superior, mediante la instalación y operación de un nuevo centro de control y una red de radares en emplazamientos adecuados del territorio nacional, cumpliendo los requisitos de la gestión del tránsito aéreo (ATM).

Las decisiones finales tomadas en la elaboración del proyecto fueron en base a la información, estudio y experiencia obtenida en la visita a cada uno de los lugares potenciales donde podrían instalarse cada uno de los radares y sus respectivos equipos complementarios.

Para optar por cada uno de los lugares y la mejor tecnología en cuanto a radares, se tomaron en cuenta los diferentes aspectos como lo son los de las partes técnica, operativa, infraestructura y otras por mencionar; para lo cual se contó con la participación de profesionales de las diferentes especialidades como lo son: ing. electrónica, ing. eléctrica, ing. civil, etc.

Mediante el presente proyecto se busca alcanzar una mejor cobertura en la vigilancia del espacio aéreo superior peruano continental, y consigo brindar una mayor seguridad a los vuelos de aeronaves pertenecientes a empresas comerciales principalmente.

Para lograr explicar con una mayor eficiencia la elaboración del proyecto, es necesario tener algunos alcances sobre el rubro en el que se desempeña CORPAC S.A. como empresa; por lo cual haremos una breve descripción del mismo.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.2 Marco de Referencia

La Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. es una Empresa del sector transportes y, comunicaciones, organizada para funcionar como sociedad Anónima, que se rige por los Decretos Legislativos N° 099 y 216 por la Ley de Sociedades Mercantiles, Ley de actividad empresarial del Estado y por su estatuto social. CORPAC S.A. fue fundada el 25 de Junio de 1943, mediante decreto supremo.

En conformidad a su objetivo social, la Corporación tiene las siguientes funciones:

- Operar, equipar y conservar aeropuertos comerciales abiertos al tránsito aéreo, incluyendo las dependencias, servicios, instalaciones y equipos requeridos por la técnica aeronáutica, de acuerdo con las normas internacionales reconocidas por el Estado Peruano y las disposiciones legales y reglamentarias referentes al funcionamiento de los aeropuertos y sus servicios.
- Establecer, administrar, operar y conservar los servicios de ayuda a la aeronavegación, radiocomunicaciones aeronáuticas y demás servicios técnicos necesarios para la seguridad de las operaciones aéreas del país.
- Establecer y mantener el ordenamiento del tránsito aéreo y su correspondiente control que le asigne el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Establecer sistemas apropiados e idóneos de comunicación requeridos para regular y controlar el tráfico aéreo de sobre vuelo.
- Mejorar la vigilancia de radar de 4% (49,610 km² de 1'285,216 km²) al 84.2% del espacio aéreo superior peruano continental, permitiendo cumplir con la meta del 50% establecida para el 2009 con proyección a alcanzar el 85% de cobertura en el año 2011, consiguientemente contribuir al mejoramiento del actual nivel de seguridad de los sistemas

de aeronavegación. De acuerdo al Anexo 11 de la OACI puede especificarse el nivel aceptable de seguridad en términos cualitativos o cuantitativos.

1.3 Antecedentes

En 1995 CORPAC S.A. inició el estudio del “Proyecto de Automatización y Modernización de los Servicios de Tránsito Aéreo”, el cual contemplaba una Red de Vigilancia Aérea a través de la adquisición de radares primarios y secundarios, para expandir y mejorar el actual sistema de vigilancia.

A fines 1996, el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción adquirió de la empresa Northrop Grumman el Sistema Radar ASR-12SS/MSSR y un Centro de Control AMS-2000, como parte del proyecto de Modernización de los Sistemas ATC en ruta en su primera etapa. Este sistema se instaló en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” del Callao, comenzando a operar a partir del mes de diciembre del año 1997. Este equipamiento fue entregado mediante convenio de cesión en uso a CORPAC S.A. y que consistió en lo siguiente:

- Un Sistema Radar Primario ASR-12SS con un Transmisor y dos (02) receptores “A” y “B” (dual), de estado sólido, con una cobertura de 80 millas náuticas.
- Un Sistema Radar Secundario MSSR con dos (02) Interrogador/Receptor (dual) de Vigilancia, tipo Monopulso, con una cobertura de 256 millas náuticas.
- Un Sistema de Administración del Espacio Aéreo conocido como Centro de Control AMS-2000, que incluye la automatización, procesamiento y visualización de Datos Radar y Datos de Vuelo.
- Un sistema integrado de comunicaciones que comprende un subsistema de conmutación y control de comunicaciones (tierra/aire, tierra/tierra) e intercomunicaciones, un Subsistema de emergencia de comunicaciones en VHF, Subsistema de grabación/reproducción y una red de transmisión de datos por fibra óptica.
- Un sistema simulador ATC/Radar en Lima, para propósito de entrenamiento del personal controlador de tránsito aéreo.
- Un sistema de monitoreo y control de los equipos del emplazamiento radar así como del sistema de administración del espacio aéreo AMS-2000.
- Sistemas complementarios, compuesto por un sistema de energía (UPS, GGEE y tableros automáticos de transferencia), climatización, seguridad y detección/extinción de incendios.

Por diversos motivos el proyecto no llegó a pasar a su segunda etapa que era la adquisición de los radares secundarios de manera de completar el objetivo final de automatizar y modernizar los servicios de tránsito aéreo.

En ese sentido, CORPAC S.A. elaboró en el año 2001, el Perfil del Proyecto de “Modernización de los Servicios de Control de Tránsito Aéreo en Ruta II Etapa”, que consideraba la implantación de una red de siete (07) radares secundarios de vigilancia del espacio aéreo superior. Por diversos motivos, las gestiones para la aprobación de los estudios de Pre - Inversión fueron suspendidas, en tanto se efectuaban en forma paralela los estudios adicionales de los potenciales emplazamientos de los sistemas radares.

Con la experiencia de los resultados de la primera etapa y tomando en cuenta las necesidades de la Gestión de Tránsito Aéreo, así como la evidente y notoria falta de instalaciones de vigilancia radar en extensas áreas del espacio aéreo controlado Peruano; se ha replanteado técnica y económicamente los alcances del proyecto del año 1995.

Este estudio ha sido revisado durante los meses de junio y julio del 2006 por el Sr. Eno Siewerdt, Experto ATM Sistemas Radar de la OACI (Organización de Aeronáutica Civil Internacional), incorporando sus recomendaciones pertinentes.

1.4 Fundamento Teórico de Radares

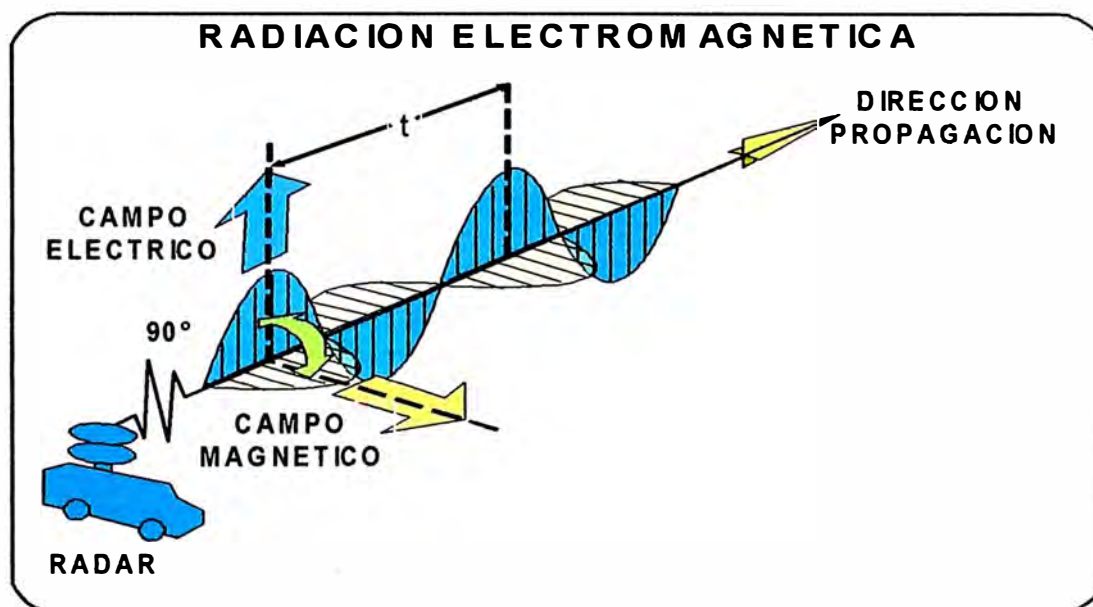


Fig. 1.1 Descripción de la Radiación Electromagnética

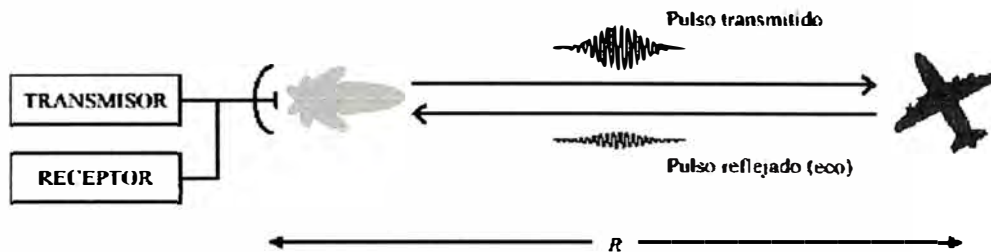
1.4.1 Principio de Funcionamiento de un Radar Elemental

La distancia al blanco es la magnitud fundamental medida por la mayoría de los equipos de radar. Se obtiene a partir de la medida del retardo de la propagación TR entre el pulso de

radiofrecuencia transmitido y el eco recibido:

$$T_R = \frac{2R}{c} \rightarrow R = \frac{cT_R}{2}$$

donde $c = 3 \times 10^8$ m/s es la velocidad de la luz en el espacio libre



1.4.2 Clasificación de los Sistemas Radar Según el Tipo de Blanco

Radar Primario.- el blanco es pasivo, y se limita a reflejar la onda electromagnética.

Radar Secundario.- el blanco es activo, pues dispone de un transpondedor que recibe la interrogación del radar y genera una respuesta codificada.

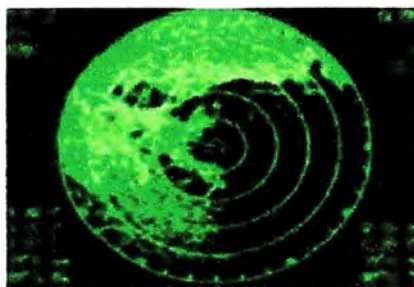
Es inmune al Clutter

Permite establecer un canal de comunicación

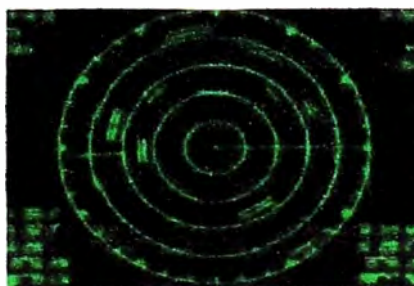
Permite reducir la potencia necesaria para un alcance dado

Requiere colaboración del blanco

En la Fig. 1.3 podemos observar los modos de detección de los radares.



Radar primario

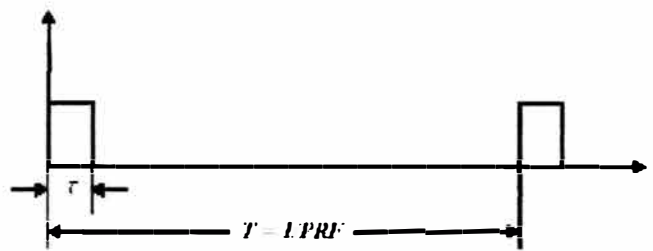


Radar secundario

Fig. 1.3 Modo de Detección de los Radares

1.4.3 Parámetros Fundamentales

- Duración del pulso: τ
- Período de repetición de pulsos: T
- Frecuencia de repetición de pulsos: PRF
- Ciclo de trabajo: τ/T



Bandas de Frecuencia y Aplicaciones

Identificador de la banda	Rango de frecuencia	Empleo
HF	3–30 MHz	Vigilancia OTH
VHF	30–300 MHz	Vigilancia a muy largo alcance
UHF	300–1000 MHz	Vigilancia a muy largo alcance
L	1–2 GHz	Vigilancia a largo alcance Control de tráfico aéreo (ruta)
S	2–4 GHz	Vigilancia a medio alcance Control de tráfico (terminal) Meteorología a largo alcance
C	4–8 GHz	Seguimiento a largo alcance Meteorología (a bordo de aviones)
X	8–12 GHz	Seguimiento a corto alcance Guiado de misiles Mapas Radares marinos
	12–18 GHz	Mapas de alta resolución Altimetría en satélites
K	18–27 GHz	Poco uso (absorción del vapor de agua)
	27–40 GHz	Mapas de muy alta resolución Vigilancia de aeropuertos
Milimétricas	40–100+ GHz	Experimental

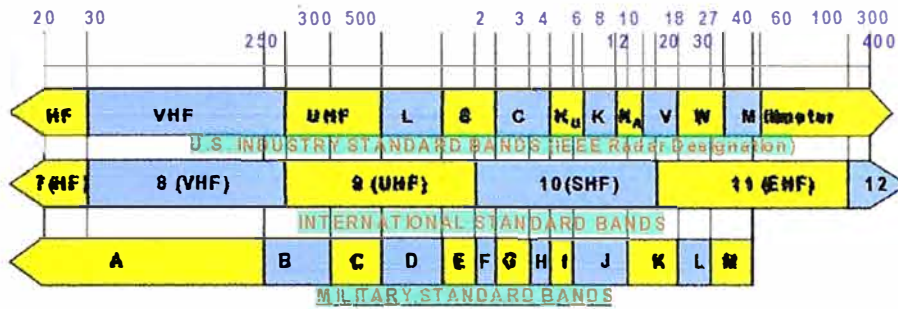
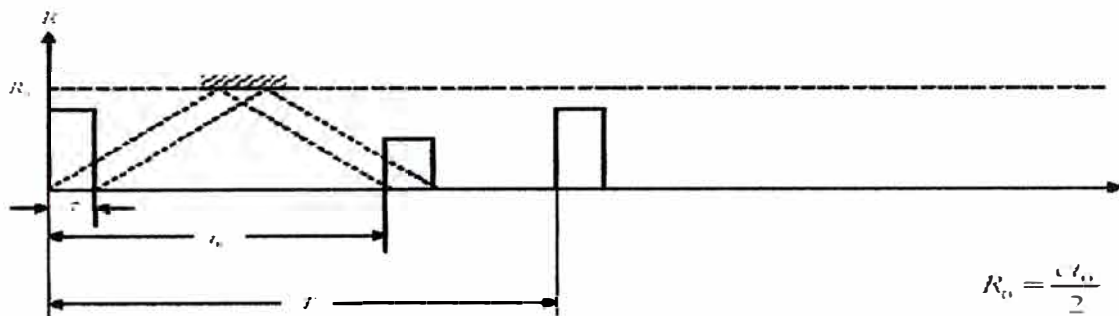


Fig. 1.4 Espectro Electromagnético

1.4.4 Información Proporcionada por un Radar

Distancia al blanco: medida del retardo de propagación de ida y vuelta



Ecuación de Alcance Radar Elemental

Potencia Interceptada por el Blanco

El frente de onda incidente (esférico) se puede aproximar por un frente plano ($R \uparrow \uparrow$)

Si asumimos que la superficie del plano es σ se llega a:

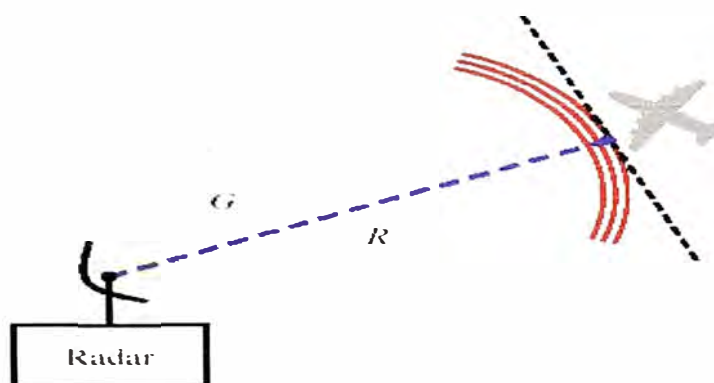


Fig. 1.5 Intersección de la Señal Radar con el Blanco

$$P_c = W_i \cdot \sigma = \frac{P_t G \sigma}{4\pi R^2} \quad [\text{W}]$$

(1.1)

Densidad de potencia dispersada por el blanco P_s

Si el blanco radiase de forma isotópica, la densidad de potencia sobre el radar vendría dada por:

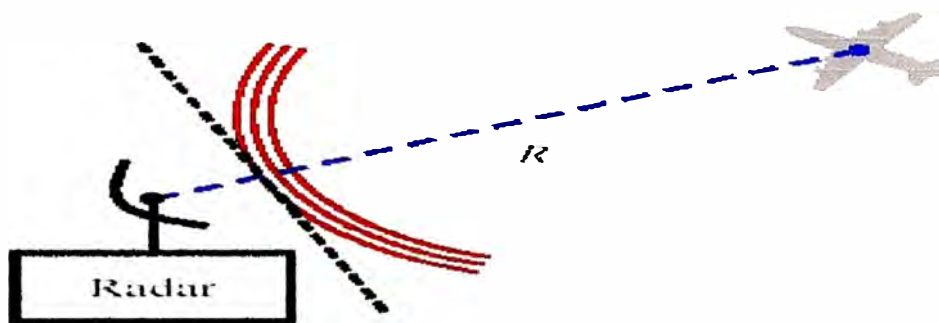


Fig. 1.6 Intersección de la Señal Reflejada del Blanco con el Radar

$$W_s = \frac{P_s}{4\pi R^2} \quad [\text{W/m}^2]$$

(1.2)

La RCS σ representa la fracción de potencia incidente que es dispersada hacia el radar. Por tanto, $P_s = P_c$.

$$W_s = \frac{P_t G \sigma}{(4\pi)^2 R^4} \quad [\text{W/m}^2]$$

(1.3)

Potencia recibida

La potencia captada por la antena radar se calcula aplicando el concepto de área equivalente de recepción A_e

$$P_R = \frac{P_t G \sigma A_e}{(4\pi)^2 R^4} \quad [\text{W}]$$

(1.4)

Teniendo en cuenta la relación entre el área equivalente de recepción y la ganancia de la antena:

$$A_e = \frac{G\lambda^2}{4\pi} \quad (1.5)$$

Se llega a la expresión clásica de la ecuación de alcance radar elemental:

$$P_R = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} \quad [W] \quad (1.6)$$

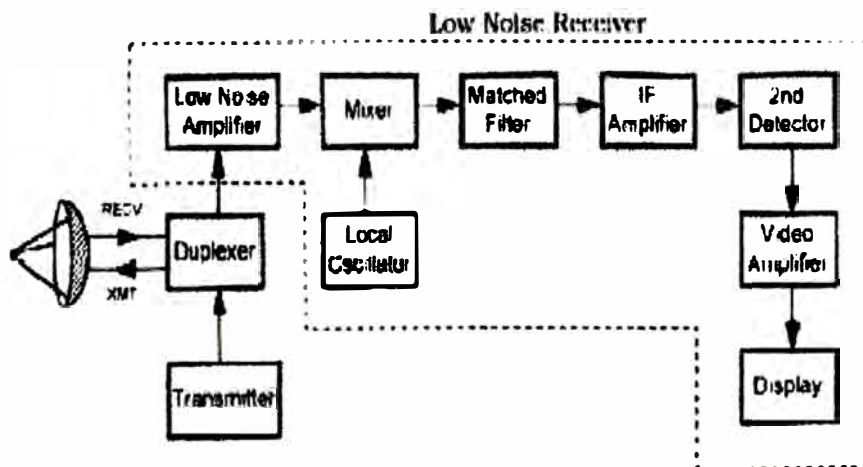


Fig. 1.7 Diagrama de Bloques de un Radar Pulsado

- Duplexor : interruptor que permite compartir la antena para transmisión y recepción.
- Transmisor : genera y amplifica la señal de microondas.
- LNA : amplifica la señal recibida sin incrementar de forma significativa el nivel de ruido
- Mezclador : traslada la señal de radiofrecuencia a frecuencia intermedia
- Filtro Adaptado : extrae la señal de ruido
- Amplificador FI : amplifica la señal FI
- Detector : traslada la señal de FI a banda base (videofrecuencia)
- Amp. de video : adapta el nivel de señal de video para su presentación en pantalla
- Pantalla : presenta de forma grafica la señal radar para su interpretación

1.4.5 Diferencias Entre Radar Primario y Radar Secundario

Radar Primario

- No requiere transporte
- Alcance máximo 80 NM
- Se aplica para control / Aproximación (TMA)

Radar Secundario

- Requiere transporte
- Alcance Máximo: 250 NM
- Se aplica para control / Ruta

1.4.6 Descripción de Antenas

La antena de Radar Primario es una parábola con 2 feed horn, utilizando dos haces para la transmisión, operando normalmente en polarización vertical teniendo la opción de polarización circular para circunstancias determinadas.

La antena del radar secundario es una antena LVA (Large Vertical Aperture) con un arreglo de 35 columnas de dipolos. La antena nos proporciona patrones de suma, diferencia y además patrones de supresión de lóbulos laterales.

Frecuencias de Trabajo:

Radar Primario: Solo se tiene frecuencia de transmisión y el rango en que trabajan es de 2.7 a 2.9 Ghz. En nuestro sistema actual se tiene una diversidad de frecuencias.

Radar Secundario: Tiene una frecuencia de transmisión de 1030 Mhz y la frecuencia de recepción de 1090 Mhz. banda L.

Potencias de transmisión:

Radar Primario 19 Kw (Pico)

Radar Secundario

 Omni 5 Kw (Pico)

 Suma 5 Kw (Pico)

Anchos de Pulsos:

En el caso del radar primario, el sistema opera con dos pulsos de frecuencia diferentes en su duración, los cuales se denominan pulso corto y pulso largo con una duración de 1 μ y 55 μ respectivamente.

Otros Parámetros:

Sensibilidad recepción PSR : - 108 dBm.

Sensibilidad recepción MSSR : - 97 dBm.

Figura ruido PSR	: 2.1 dB
Figura ruido MSSR	: 7.9 dB
Ganancia de antena PSR	
Low Beam	: 33.4 dB
High Beam	: 34.28dB
Ganancia de antena MSSR	: 27 dB
PSR PRF (average)	: 735 a 788
MSSR PRF (average)	: Programable de 50 a 450 Hz

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA

2.1 Definición del Problema Central y sus Causas.

Se ha identificado como problema central, el bajo nivel de vigilancia radar del Espacio Aéreo Superior Peruano. Los informes de posición se realizan mediante fonía, lo cual limita a los servicios de control de tránsito aéreo a brindar separaciones convencionales.

Las causas principales de este problema son:

- El escaso número de radares secundarios de vigilancia en el territorio nacional.
Actualmente, se dispone de un sistema de vigilancia radar conformado por un radar primario de vigilancia (PSR) y un radar secundario de vigilancia (MSSR) instalados en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”- Callao, tienen cobertura de 218,563 km² de los cuales 49,610 km² en la parte continental, que equivale al 4% del espacio aéreo continental peruano.
- La operación en condiciones no óptimas del actual sistema de vigilancia radar dentro la cobertura del mismo, por no cumplir con la normalización internacional y nacional vigente, básicamente la disponibilidad del sistema de comunicaciones, a pesar que tiene 9 años de funcionamiento.
- Gran parte de la población afectada en el proyecto considera que existen sistemas radar de vigilancia en servicio en diferentes partes del país.

Considerando que el problema central identificado es el bajo nivel de vigilancia, se puede mencionar a su vez que este problema genera otras limitaciones y problemas como lo son:

- No se tiene visualización de las diferentes aeronaves que usan el espacio aéreo peruano.
- Inicialmente se brindará servicio de vigilancia radar, luego se podrán aplicar separaciones longitudinales menores a las convencionales de 10 minutos (80 millas náuticas), en un ambiente con control radar podría reducir a 20 millas náuticas o menos. Lo que optimizarían los niveles crucero de las aeronaves.

- En horas pico algunas aeronaves tienen demoras y no logran sus perfiles de vuelo óptimos. Como consecuencia, se incrementan los costos de operación de las Aerolíneas.

TABLA N° 2.1 Niveles Óptimos de Vuelo

AERONAVES QUE NO ALCANZAN NIVELES ÓPTIMOS DE VUELO					
Fecha	A/C sin POV	HMD	A/C HMD	A/C NAC %	A/C INT %
15/02/2005	52	16:00-17:00	7	54	46
06/02/2006	20	15:00-16:00	4	10	95
07/02/2006	20	15:00-16:00	3	5	95
08/02/2006	11	02:00-03:00	2	5	95
09/02/2006	14	15:00-16:00	7	5	95
10/02/2006	15	15:00-16:00	5	25	75

A/C : Aeronaves
 POV : Perfil óptimo de vuelo
 HMD : Horas con Mayor Demora
 TVA : Tipo de vuelo afectado

Los servicios de control de tránsito aéreo al no contar con sistemas de vigilancia con tecnología apropiada en los casos de algún tipo de incidente (antes, durante y después del mismo), tienen actuación limitada sobre los mismos.

La evolución de los incidentes aéreos en los últimos años ha sido variable, pero tuvo un crecimiento en el 2005, año en que se registraron 29 incidentes aéreos, lo que significó un incremento del 70.6% con respecto al 2004. Destaca que 25 incidentes ocurrieron en las fases de aproximación y ruta tal como lo muestra la TABLA N° 2.2.

Los tipos de incidentes ocurridos pueden ser del tipo:

- 1. Procedimientos.** Dificultades graves ocasionadas por procedimientos defectuosos o incumplimiento de los procedimientos aplicados.
- 2. Airprox .** Una situación en la que, en opinión del piloto o el personal de tránsito aéreo, la distancia entre aeronaves así como sus posiciones relativas, han sido tales que habrían podido comprometer la seguridad de las aeronaves de que se trate.
- 3. Error Operacional.** Incidente ATS (Sistemas de Tránsito Aéreo) en el cual el ATC (Controlador de Tránsito Aéreo) no aseguró la separación, lo que dio como resultado lo siguiente:

TABLA N° 2.2 Incidentes Aéreos 2003-2005

Tipo de Incidente ATS	AÑOS		
	2003	2004	2005
Procedimientos	10	4	6
Airprox	7	5	7
Error Operacional	3	0	1
Instalación	1	0	4
Desviación Operacional	0	8	11
Total	21	17	29

- a) Se mantuvo el mínimo aplicable de separación entre dos o más aeronaves;
- b) Se mantuvo el mínimo aplicable de separación entre una aeronave y el terreno u obstáculos;
- c) Una aeronave aterrizó o salió en una pista cerrada a las operaciones de aeronaves después de recibir un permiso de controlador de tránsito aéreo.

4. Instalación. Dificultades graves causadas por falla de las instalaciones en tierra

5. Desviación Operacional. Incidente ATS en el cual el ATC no aseguró la separación, lo que dio como resultado lo siguiente:

- a) Existió menos de la separación mínima aplicable entre aeronaves y espacio aéreo adyacente sin aprobación previa;

Finalmente, no tener un sistema de vigilancia radar apoyada con un sistema automatizado ocasiona no contar con diferentes facilidades como:

- Sistema de detección de riesgos para aeronavegación (Alertas de separación mínima entre aeronaves, altitud mínima de seguridad y penetración en áreas restringidas y/o prohibidas).
- Alerta automática en caso de situaciones especiales de vuelo: interferencia ilícita, falla de comunicaciones y emergencia de aeronaves.
- Conocimiento automático de la posición de la aeronave (latitud, longitud, nivel de vuelo mediante el modo "C") de las aeronaves en ruta.
- Información esencial para Sistemas Anticolisión de a bordo (ACAS) basadas en el Modo C del SSR
- Conocimiento automático de la identidad de las aeronaves y número de vuelo, aeropuerto de origen y destino, código de respondedor asignado y código respondedor que seleccionó la aeronave, si está o no aprobada la RVSM, que sistemas de navegación posee la aeronave, etc., datos que son extraídos del plan de vuelo.

- Mayor carga de trabajo para los controladores de tránsito aéreo, principalmente en los flujos al Norte (Flujo 1) 36% del tránsito aéreo, Sur-Este (Flujo 3) 27% del tránsito aéreo.

2.1.1 La Cobertura Radar Actual sin Proyecto

La cobertura de radar actual sin Proyecto, se aprecia en la Fig. 2.1.

2.1.2 Población y Zona Afectada

El problema central identificado afecta en forma directa a todas las Compañías de Aviación que demandan servicios de vigilancia radar efectivo y seguro en el Espacio Aéreo Superior y parte del Espacio Aéreo Inferior. Asimismo, indirectamente afecta a los pasajeros que son transportados por las líneas aéreas.

2.2 Objetivos del Proyecto

El objetivo principal del proyecto es mejorar la vigilancia del espacio aéreo superior, mediante la instalación y operación de un nuevo centro de control y una red de radares en emplazamientos adecuados del territorio nacional, cumpliendo los requisitos de la gestión del tránsito aéreo (ATM). Con los nuevos radares se espera obtener más del 84.2% de cobertura espacio aéreo superior continental con vigilancia radar, donde se concentran aproximadamente el 95% las rutas de tránsito aéreo. De la misma manera, la mayoría de las rutas oceánicas serán cubiertas con lo que se optimizaría el desempeño operativo de los servicios de tránsito aéreo.

El Proyecto plantea la adquisición de un sistema de radares completamente nuevo y moderno (MSSR modo S y centro de control), para el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” del Callao, con lo que se tendría la plataforma ideal para la implantación e integración de los siete (07) radares secundarios Modo S en las diferentes regiones del país y así cumplir con los requisitos Técnico/Operacionales de vigilancia en el Perú. El sistema radar cumplirá con los estándares de la OACI, de la cual Perú es miembro activo.

2.2.1 Los Objetivos Específicos:

- Mejorar la eficiencia de los servicios de control del tránsito aéreo.
- Mejorar el nivel de eficacia del sistema de vigilancia.
- Vigilar la posición de las aeronaves como apoyo a las estrategias ATM ya implantadas, como la navegación de área (RNAV), el rendimiento de la navegación requerida (RNP) y la separación vertical mínima reducida (RVSM), en condiciones normales y en contingencias.
- Incrementar la capacidad del espacio aéreo, al reducir las separaciones convencionales a separaciones radar.

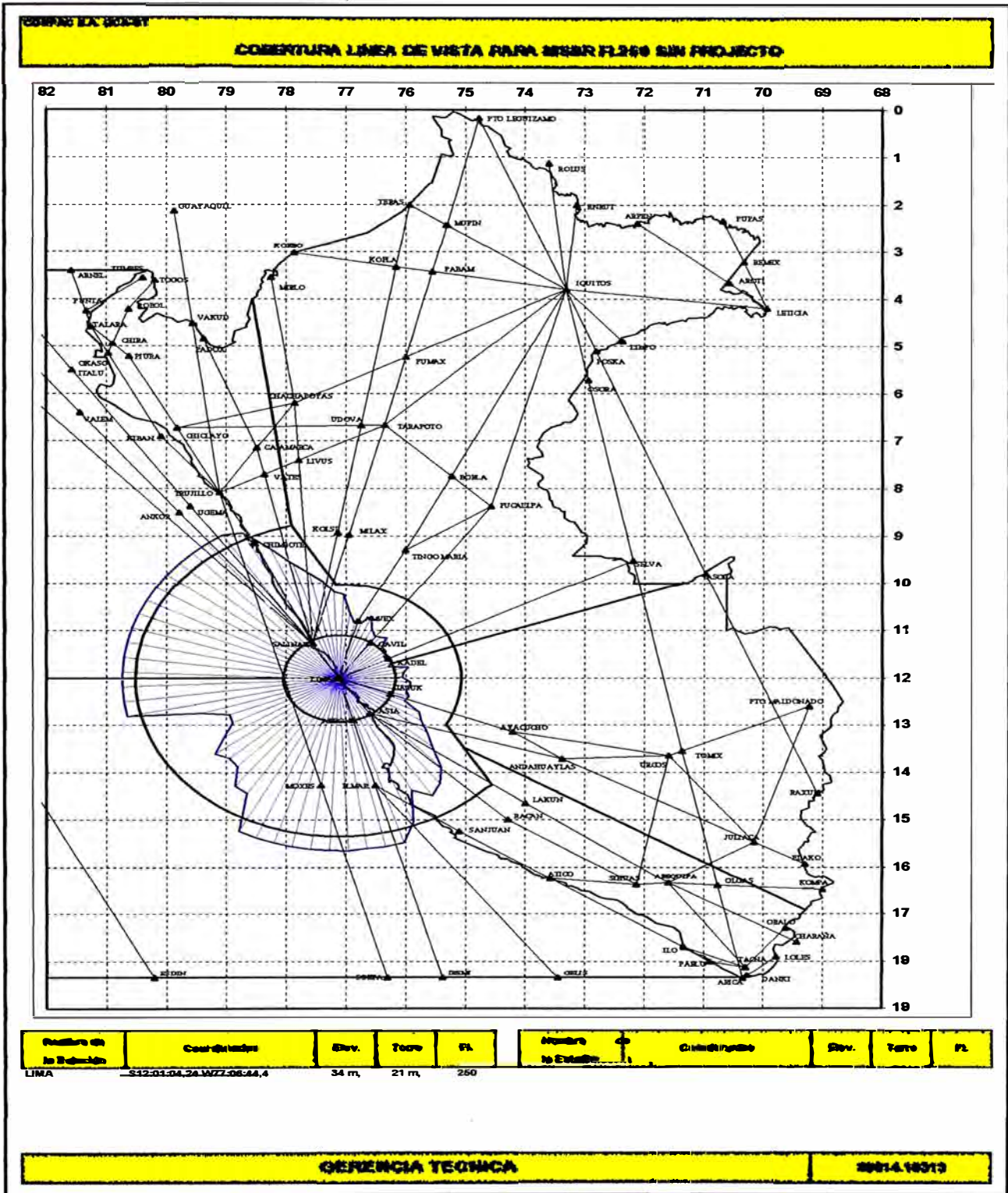


Fig. 2.1 Cobertura Radar Actual Sin Proyecto

- Mejorar la seguridad de las operaciones aéreas, en el espacio aéreo superior (arriba de 25000 pies) e inferior (Lima).

Por otro lado, se espera que el proyecto ayude a reducir considerablemente la carga de trabajo del controlador de tránsito aéreo.

CAPITULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA

3.1 Solución Propuesta

Se adoptó la tecnología de Radares Secundarios como solución al problema central identificado, al ser una tecnología ampliamente utilizada en el mundo y especialmente nuestra región.

Existen otras tecnologías que pueden utilizarse en Vigilancia aérea, las cuales están en desarrollo y experimentación que mencionaremos más adelante.

La solución comprende la adquisición de:

Un (01) Sistema Radar Secundario MSSR Modo S con su Centro de Administración del Espacio Aéreo (Centro de Control), para ser instalado en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” del Callao.

El Radar Primario PSR (no dependiente o no cooperativa) actualmente en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” al final de su vida útil (14 años, que vence en el 2012), CORPAC S.A. asumirá su reposición del mismo, mediante un nuevo PIP en el marco del SNIP, siempre y cuando también no exista otra tecnología de vigilancia que lo sustituya.

Los siete (07) radares secundarios Modo S, para ser instalados en el Cerro Collpayoj (Cajamarca), Cerro Toccto (Ayacucho), Cerro Tinoyo (Arequipa), Cerro Acopia Grande (Urcos - Cusco), en el aeropuerto de Talara (Piura), en el aeropuerto de Pucallpa (Ucayali) y en el aeropuerto de Iquitos (Loreto).

Esta definición del número y ubicación de los radares ha sido efectuada tomando en cuenta las necesidades técnico/operacionales de mantener una zona de cobertura que permita la vigilancia ininterrumpida en las principales rutas aéreas y los espacios aéreos con mayor densidad de tránsito aéreo del territorio nacional. Asimismo, se ha considerado la recomendación de la DGAC, que hace suyo el Informe final del experto ATM para sistemas de radares de la OACI, Sr. Eno Siewerdt.

La información de la detección de los blancos aéreos proporcionada por los siete (07) radares secundarios Modo S, que se encuentren ubicados en las diferentes regiones del

Perú, se transportará desde la estación remota hasta el centro de control de Lima mediante el enlace de comunicaciones del sistema VHF-AA que usa como plataforma a la REDAP (red digital aeronáutica) como medio de transmisión recientemente adquirido por CORPAC S.A., solo para aquellos lugares donde exista la posibilidad de utilizar este sistema; en los lugares donde no sea posible, se utilizará un enlace con la Red Pública y en los casos extremos por Vía Satélite, de acuerdo al siguiente detalle:

- Cerro Collpayoj (Cajamarca) a Lima
- Cerro Tinoyo (Arequipa) a Lima
- Cerro Toccto (Ayacucho) a Lima
- Cerro Acopia Grande (Cusco) a Lima
- Aeropuerto de Talara (Piura) a Lima
- Aeropuerto de Pucallpa (Ucayali) a Lima
- Aeropuerto de Iquitos (Loreto) a Lima

Se ha considerado la instalación de los radares secundarios en Iquitos y Pucallpa, de acuerdo a los futuros requerimientos de vuelos transfronterizos y de integración con países vecinos, entre otros factores, con beneficios para CORPAC S.A. y el país.

3.1.1 Otras Tecnologías Importantes

a) ADS-B

Los actuales sistemas de vigilancia presentan una serie de limitaciones que restringen su aplicación, en el marco del futuro sistema ATM:

Dentro de este contexto, tanto OACI como EUROCONTROL han identificado al ADS (vigilancia dependiente automática) como el elemento clave en torno al cual se construirá el futuro sistema de vigilancia, para los cambios requeridos por ATM.

Funcionamiento

El sistema ADS-B interactúa con el sistema global satelital de posicionamiento para determinar la ubicación precisa de la aeronave en el espacio.

El sistema convierte la posición en un código digital que es combinado con otra información, tal como tipo de aeronave, velocidad, número de vuelo y altitud.

Dicho código digital, conteniendo toda la información, es actualizada varias veces por segundo y enviada desde la aeronave en una frecuencia discreta llamada DATALINK.

Otras aeronaves y estaciones de tierra, dentro de un rango de aprox. de 150 NM, reciben el DATALINK mostrado en una pantalla de PC normal.

Los pilotos en cabina ven el tráfico en una pantalla de información de tráfico de abordó.

Los controladores en tierra pueden ver las trazas ADS-B en sus pantallas normales, conjuntamente con otras trazas radar.

Las ventajas de un sistema ADS-B, sobre un sistema de radar, se pueden sintetizar en lo siguiente:

- 1) Entrega información instantánea, no sólo a los Centros de Control, sino que a todas las demás aeronaves operando en la zona. Su actualización es de segundos, en comparación con minutos para el radar.
- 2) Entrega información de TODAS las aeronaves, evitando las zonas de “sombras de cerros” que limitan la cobertura radar. Esto, debido a que la señal del ADS-B se obtiene de la constelación GNSS. Esto permite al controlador conocer las operaciones hasta el nivel de suelo, aun en zonas rodeadas de cerros, sin las limitaciones que experimentaría un Radar.
- 3) La señal enviada desde las aeronaves contiene información más valiosa y completa que la captada por el radar, ya que entrega identificación, posición, altura, rumbo, velocidad, características y matrícula de la nave, frente al radar que solo entrega identificación, posición y, a veces, altura.
- 4) Además, permite al piloto recibir, en línea, información de tiempo (weather), Notam y otras pertinentes al vuelo.
- 5) El costo de instalación de un sistema ADS-B, con cobertura equivalente a un radar, es la décima parte que este último. Su manutención anual es, proporcionalmente, aún más barata. Una instalación de radar cuesta alrededor de 20 millones de dólares.

b) Sistema de Multilateración

La multilateración, también llamada posicionamiento hiperbólico, es una técnica que emplea los tiempos de llegada de una misma señal radioelétrica a un conjunto de antenas (TDOA), para el posicionamiento tridimensional de una estación móvil mediante un mínimo de 4 antenas.

Conociendo la posición de 2 antenas (las cuales ya no necesitan ser unidireccionales) y conociendo el TDOA de una señal proveniente del móvil a localizar, el problema de búsqueda del punto emisor se reduce a localizar al mismo en el interior de un hiperboloide de dos hojas.

Añadiendo un tercer nodo de medición se obtiene una nueva diferencia de tiempos de llegada, lo que genera un nuevo hiperboloide que intersecciona con el anterior, reduciendo el problema a una curva en la superficie de una de las dos hojas del hiperboloide.

Si añadimos una cuarta antena, obtenemos un nuevo TDOA y generamos un nuevo hiperboloide. Dicho hiperboloide intersecciona con los otros dos (o con la curva generada por la intersección de los dos primeros hiperboloides) en un único punto común, que es el punto a determinar. En este caso, se da también la coordenada de altura del punto de medición.

TDOA: No es necesario en este caso conocer los tiempos de llegada; tan sólo basta con conocer la diferencia de dichos tiempos. Para ello, partimos del principio que defiende que debido a la diferencia de distancias que existe entre las antenas respecto al punto de medición, los tiempos de retardo de las señales captadas por el terminal emisor son diversos.

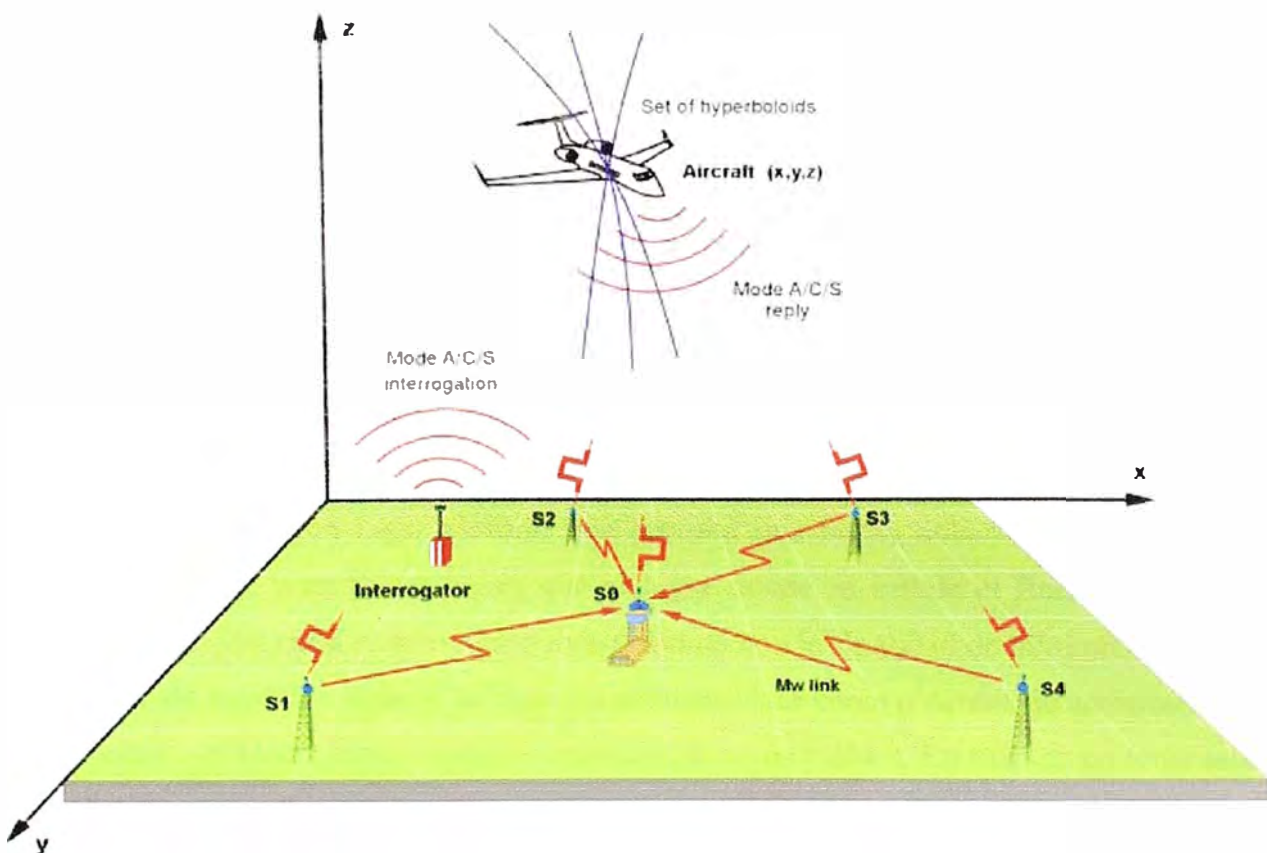


Fig. 3.1 Principio de Multilateración

Se puede observar en el grafico la presencia de un Interrogador y cuatro Antenas receptoras, y estas a su vez enlazadas a un receptor central que se encargara de procesar la información obtenida por cada una de ellas.

3.2 Posibilidades y limitaciones del Proyecto

3.2.1 Posibilidades:

- Crecimiento sostenido de la economía nacional y regional, impulsada entre otros factores, por la producción y exportación con arancel cero en el marco del actual ATPDEA y futuro Tratado de Libre Comercio (TLC) con EEUU a fines del 2007; los acuerdos de libre comercio a suscribir por el Perú con Europa, Asia (principalmente China) y ALCA; así como la construcción de la carretera interoceánica y convenios bilaterales recientemente suscritos entre Perú y Brasil.
- Necesidad de brindar mayor seguridad a las operaciones aéreas, en cumplimiento a lo dispuesto en el Anexo 10, Volumen IV de la OACI, de acuerdo al compromiso adoptado.

3.2.2 Limitaciones:

- Dificultad de contar con posiciones relativas favorables para la instalación de los nuevos radares secundarios en las diferentes regiones del país, que permitan una cobertura ideal, debido a que la geografía juega un rol importante y limitante en el objetivo de cubrir lo que óptimamente pueden dar este tipo de equipos. El alcance máximo esperado de un radar secundario (MSSR) es de 250 NM, pero la Cordillera de los Andes limita enormemente esta cobertura.
- Los lugares elegidos en el Perú para la instalación de los radares secundarios en las diferentes regiones del país deben cumplir en primer lugar con los requisitos operativos exigidos en los servicios de la Aeronavegación; en segundo lugar, deberán contar con los elementos necesarios que minimicen los costos de su funcionamiento, como por ejemplo, preferentemente en un lugar elevado que permita una buena cobertura radárica en su máximo alcance; y en tercer lugar, que el lugar donde se instale el Radar Secundario tenga línea de vista con el aeropuerto más próximo con la finalidad de minimizar el costo del enlace de los datos radar y de comunicaciones, estar cerca o dentro un aeropuerto, de una ciudad o poblado, tener energía disponible, accesos viables. En caso de no tener tales elementos, se evaluará cuanto costaría tener estos elementos y éstos no debería representar un significativo costo con relación al valor del equipamiento. Lo

anteriormente mencionado obliga a hacer múltiples estudios de sitio, y a evaluar constantemente y con mucho cuidado las ubicaciones de los emplazamientos.

- Elevados costos de inversión, sujeta a la disponibilidad de recursos financieros provenientes de recursos propios y/o financiamiento con líneas de crédito a largo plazo.

3.3 Participación de los Beneficiarios

3.3.1 Los Beneficiarios Directos

- El Estado Peruano al implementar y mejorar la calidad de la infraestructura aeronáutica mejora la seguridad, eficiencia y la capacidad de nuestro espacio aéreo.
- El espacio aéreo peruano será menos afectado por la menor emisión de gases tóxicos de los motores, al operar en su performance óptima, lo que conducirá a disminuir el daño ecológico y aminorar el impacto ambiental a favor de la sociedad en general.
- Las líneas aéreas de transporte regular y no regular, aviación general y militar, quienes reducirán sus tiempos de vuelo, por ende sus costos de operación (combustible, horas máquina de vuelo, mejor rendimiento de los motores, etc.).
- Los Servicios de Tránsito Aéreo, quienes brindan el control de área, tendrán un sistema automático, confiable y de alta disponibilidad para realizar separaciones horizontales menores a las convencionales, con la consecuente optimización de uso del espacio aéreo.
- Las aeronaves, quienes volarán a niveles óptimos de vuelo, por lo tanto todos sus sistemas tendrán mejor rendimiento (motores, estructura, etc.) y ahorro de combustible.

3.3.2 Los Beneficiarios Indirectos

- Los pasajeros nacionales e internacionales, civiles y militares; que contarán con una mejor infraestructura aeronáutica que le brindará mayor seguridad y eficiencia en cada vuelo efectuado.
- CORPAC S.A. al tener un sistema automatizado coadyuvará a la mejor administración del espacio aéreo, mejor nivel de capacitación y entrenamiento de Controladores de Tránsito Aéreo, apoyará constantemente en asuntos administrativos y económicos, etc.
- En los Aeródromos de Cusco, Chiclayo, Arequipa, Ayacucho, Piura, Pucallpa e Iquitos, podrá ser visualizado el tránsito aéreo y eventualmente servido con radar. Asimismo, las cercanías de otros aeródromos también podrán ser vigilados con este sistema.
- Las Compañías de Aviación, ahorrarán tiempo de vuelo, al volar directamente entre dos puntos de notificación, basados en la técnica RNAV y asistida por el radar.

3.4 Diagnostico de la Situación Actual

3.4.1 Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS)

a) Comunicaciones (C)

Comunicaciones Aire/Tierra

En el año 2006, aproximadamente el 90% del espacio aéreo superior peruano (desde nivel de vuelo 250, que es equivalente a 25,000 pies clasificado como “A”, es decir sólo se permiten vuelos IFR y a todos se les proporciona separación y Servicio de Control de Tránsito Aéreo) tenía cobertura de comunicaciones VHF directas controlador/piloto, incluyendo las rutas oceánicas excepto la ruta ATS UL401 en la que se obtiene información por comunicaciones en HF y retransmisión de otra aeronave.

Posteriormente se vino implementando la REDAP (Medio de transmisión VHF de alcance ampliado) con la cual se obtuvo una cobertura de comunicaciones de alrededor del 100% en el año 2008, por estos medios se transmitirán voz y datos.

Comunicaciones Tierra/Tierra

Actualmente las instalaciones que brindan servicios de control de tránsito aéreo a las aeronaves que operan en la FIR Lima tienen la capacidad de intercambiar datos de vuelo e información crítica de vuelo con los proveedores de servicio ATC adyacentes mediante la REDDIG y medios alternos.

b) Navegación (N)

Actualmente, el sistema de ayudas terrestres para la navegación apoyado por creciente rutas de navegación de área avanzadas (RNAV/RNP/INS) brinda servicio a los flujos principales de tránsito aéreo de la FIR Lima

La navegación de área (RNAV), facilita la flexibilidad de la red de rutas, depende de la disponibilidad de la capacidad RNAV de a bordo y la vigilancia en nuestro espacio aéreo. Se ha incrementado el uso de las rutas RNAV, ejemplos: UL308, UL306, UT212, UT214, UM414, etc., y la tendencia es migrar totalmente a ellas.

El rendimiento de navegación requerida (RNP), en las rutas paralelas UL302 y UL780 se basa en la RNAV y permite una máxima desviación prevista de las aeronaves con respecto a su ruta asignada, dentro de un margen de probabilidad llamada confinamiento. Esta implantación ha permitido que las mencionadas rutas que eran consideradas como una sola ya son independientes. La RNP fue implantada operacionalmente desde Noviembre de 2005.

La implantación de la separación vertical mínima reducida (RVSM, de sus siglas en

Inglés), tiene un nuevo esquema de asignación de niveles de vuelo desde el nivel de vuelo 290 hasta el nivel de vuelo 410, que han incrementado 6 niveles de vuelo adicionales para las aeronaves, aumentando la capacidad en todas las rutas ATS, independientemente de la tecnología que las apoye.

La RVSM fue implantada operacionalmente desde el 20 de Enero 2005 en toda la Región SAM-CAR-NAM.

La RVSM aumentó la capacidad del Espacio Aéreo, sin embargo existen varias Compañías Aéreas que no tienen aviónica de abordó y que se les permiten volar, siendo éste un inconveniente operacional.

Conforme aumenta el nivel de precisión de la navegación mediante el uso de tecnología avanzada, también aumenta el riesgo de colisión; esto se debe a que las aeronaves volarán por el eje de su ruta con mayor precisión, colocándose más cerca una de otra durante cualquier tipo de maniobra vertical. De aquí se infiere que es importante contar con sistemas que alerten a los Controladores de Tránsito Aéreo de estos riesgos.

En los espacios aéreos en que se aplique RVSM, se debe establecer un programa a nivel regional, para vigilar la performance de mantenimiento de altitud de la aeronave que opera a esos niveles, a fin de garantizar que la implantación y aplicación continúa de esta separación vertical mínima cumple con los objetivos de seguridad. La cobertura de las instalaciones de vigilancia de altitud que se proporcionen en el marco de este programa será adecuada para permitir la vigilancia de los tipos de aeronaves correspondientes de todos los explotadores que operen en el espacio aéreo RVSM. De acuerdo al Anexo 11 OACI Servicios de Tránsito Aéreo.

c) Vigilancia (S)

Actualmente, alrededor del 4% del espacio aéreo superior continental peruano posee vigilancia radar, brindada por los radares primario y secundario ubicados en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”. Estos sistemas encuentran como obstáculo natural la cordillera de los Andes que limita la propagación de las señales del radar, al este de la costa peruana.

En la mayor parte de nuestro espacio tenemos vigilancia mediante informes de posición por rónia, esta técnica satisface para los niveles de tránsito aéreo en algunos espacios aéreos.

Con la implantación de la RVSM, se ha aumentado la capacidad del espacio aéreo, dentro del plan de implantación se tenía la tarea de modificar los actuales sistemas automatizados

del Centro de Control AMS 2000, con el fin de reconocer las aeronaves aprobadas RVSM de las no aprobadas RVSM, acondicionar las alarmas de conflicto, incluir una señal en las fichas de progresión de vuelo así como en la visualización en pantalla radar; esta modificación no ocurrió por los altos costos, frente al poco beneficio en el sistema operacional. La Gerencia de Operaciones de CORPAC SA, desarrollo un plan para atenuar esta necesidad, mediante procedimientos convencionales que hasta el momento han tenido buen resultado. Debemos de tener en cuenta que también se ha diseñado un procedimiento para acomodar aeronaves no aprobadas RVSM en espacio aéreo RVSM. Sin embargo, esto no deja de ser un riesgo, considerando que el personal de control de tránsito aéreo tiene que administrar ésta situación.

El concepto operacional asume que alrededor del 85% de las rutas en la región CAR/SAM en que se realiza operaciones RVSM contará con cobertura radar, de acuerdo al concepto operacional de la separación vertical mínima reducida en las regiones Caribe/Sudamérica (CAR/SAM) publicado por el Subgrupo ATM/CNS de Grupo Regional de Planificación y Ejecución del Caribe/Sudamérica (GREPECAS). Está pendiente el aporte de nuestro país a éste concepto, esto es un factor a tener en cuenta en la planificación del espacio aéreo.

Los servicios de Control de Tránsito Aéreo en toda la FIR se brindan mediante procedimientos convencionales (control no-radar), a pesar de contar con un sistema radar primario/secundario en Lima, esto se debe a que las interfaces de comunicaciones aire-tierra no reúnen la confiabilidad y disponibilidad requerida.

3.4.2 Vigilancia en el Espacio Aéreo Peruano

La función de vigilancia consiste en, conociendo la situación exacta en la que se encuentra cada aeronave, gestionar de forma adecuada el espacio aéreo, verificando la correcta separación entre las distintas aeronaves y asistiendo al piloto en su navegación.

Esta función puede dividirse en dos modos básicos:

- Sistemas de vigilancia independiente, en los que la posición de la aeronave se determina desde tierra, con o sin la colaboración de la aeronave.
- Sistemas de vigilancia dependiente, en los que la posición de la aeronave se determina mediante los equipos a bordo y se transmite al controlador de tierra.

En la actualidad, en áreas de alta densidad de tránsito, son utilizados los radares secundarios de vigilancia (SSR o MSSR), apoyados por radares de modo primario PSR.

Los informes de voz en VHF/HF, son utilizados en áreas oceánicas carentes de cobertura radar.

En los servicios de tránsito aéreo (ATS), la vigilancia es la capacidad del sistema ATS de proveer información de calidad que garantice la presentación de la situación aérea en tiempo real de cada una de las aeronaves que están recibiendo servicios ATC radar. Los servicios ATC radar, realizan sus tareas a partir del manejo automatizado de la información de datos de radar y de vuelo presentados en su pantalla.

Actualmente los servicios de tránsito aéreo ejercen vigilancia por medio de informes de posición mediante fonía, a pesar de la existencia de flujos importantes de tránsito aéreo internacional y nacional (estos flujos son grupos de rutas). Este procedimiento, a través de fonía, genera que se limite a las aeronaves a volar en sus niveles óptimos, así como retraso al suministrar la información de los perfiles de vuelo.

El personal de control de tránsito aéreo ha administrado muchos riesgos con el MSSR/ASR de Lima, a pesar de no operar el mismo a plena carga.

Los sistemas actuales de vigilancia aérea están basados en los radares como método fundamental de captación de los datos de posición e identificación de las aeronaves. Estos sistemas presentan una serie de limitaciones que restringen su aplicación en el marco del futuro sistema ATM. Entre estas limitaciones cabe destacar:

- Cobertura limitada a la propagación por línea de vista (radares primario y secundario). Esto afecta a las bajas latitudes, áreas oceánicas, movimiento en superficie, etc.
- Imposibilidad de intercambio de datos de la aeronave, más allá de los que se obtienen con el modo A/C (código y nivel de vuelo).
- Falta de homogeneidad en las operaciones producida por la variedad de sistemas con diferentes prestaciones y capacidades.
- Falta de capacidad para soportar las aplicaciones previstas de información de tránsito en cabina, puesto que la tripulación carece de los datos de vigilancia necesarios.
- Elevado costo de la infraestructura.

Estas limitaciones se atenuarán con la implantación de los Sistemas MSSR Modo S y completadas en un futuro por sistemas ADS, satisfaciendo adicionalmente los requisitos existentes de vigilancia duplicada.

3.5 Radares en Sudamérica

El sistema de vigilancia aérea en Sudamérica es brindado básicamente por fonía, con excepción de Brasil y Colombia en los cuales este servicio es brindada con radar.

En general, podríamos decir que en Sudamérica existen varios proyectos que se están desarrollando a fin de disminuir esta problemática.

Brasil posee cobertura radar en casi la totalidad de su espacio aéreo superior, con 118 radares, compuestos por 55 radares primarios de vigilancia y 63 radares secundarios de vigilancia monopulso.

Colombia con 30 radares tiene cobertura radar en la totalidad de su espacio aéreo superior. Trece de ellos son radares primarios y 17 radares secundarios

Chile tiene cobertura radar de casi al 80% de su espacio aéreo superior y está proyectando mejorar su cobertura en 5% más.

Venezuela prevé instalar un número significativo de radares.

Perú tiene instalado un radar primario y un radar secundario ubicados en Lima que proporciona una cobertura de sólo 4% del espacio aéreo superior continental. Con el proyecto, se prevé que se tendrá una cobertura de 84.2% el espacio aéreo superior continental.

Podemos describir en forma detallada acerca de los países que cuentan con sistemas de vigilancia radar, tal como lo muestran la TABLA N° 3.1 y la Fig. 3.2.

3.6 Desarrollo de los Sistemas de Vigilancia Aérea Hasta el 2020

En la Fig. 3.3 se presenta la estrategia del desarrollo de los sistemas de vigilancia en Europa hasta el 2020, según la Escuela Nacional de Aviación Civil ENAC- FRANCIA, donde se aprecia que el Radar Secundario “Modo S Elementary Surveillance” será ampliamente utilizado. De acuerdo a ello, el Proyecto se desarrollará en el período de vigencia del Modo S, hasta el 2020, con lo cual se sujeta al avance de la tecnología.

Se puede constatar, que partir del 2005 se viene intensificando el uso del Modo S en el modo de vigilancia elemental y el ampliado. El ADS comenzará a utilizarse gradualmente a partir del 2010 y a partir del 2015 el ADS-B, incluyendo aspectos de aseguramiento de separación.

Esta estrategia sirve como modelo de lo que la tecnología en el desarrollo de sistemas de vigilancia nos brindará en el futuro como observamos en las Fig. 3.2 y Fig. 3.4.

Dentro de estas perspectivas, destaca las ventajas de la Vigilancia Radar con Modo S.

CORPAC S.A. considera, al amparo de la próxima implantación del Modo S en la Región, lo que involucra el disponer de capacidad Modo S en los Radares, así como lo opinado por diversos fabricantes de Radares acerca de que el Modo S es el actual estándar de fabricación, donde retirarlo de un Secundario resultaría un costo adicional que el mantenerlo, señalando la necesidad de disponer de tal prestación en los radares

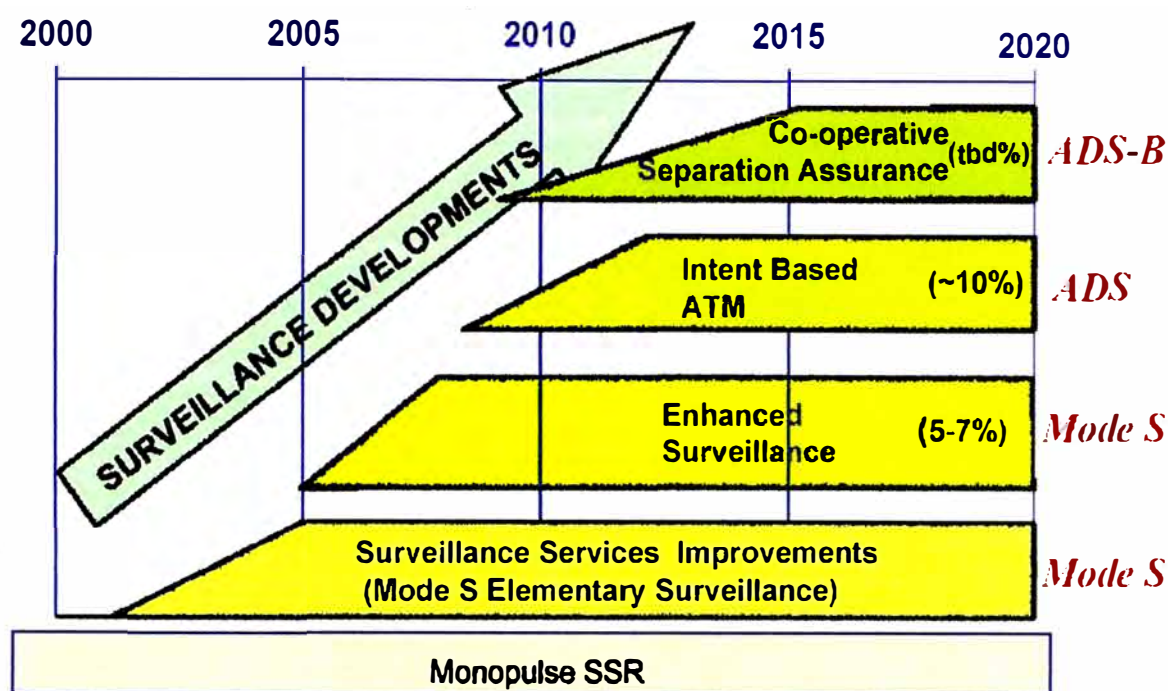


Fig. 3.2 La Estrategia del Desarrollo de los Sistemas de Vigilancia en Europa

TABLA N° 3.1 Países de Sudamérica con Sistemas de Vigilancia Radar

PAIS	RADAR PRIMARIO	RADAR SECUNDARIO			TOTAL RADARES	MOVIMIENTO DE OPERACIONES 2005 (Ent.+ Sal.)
	Implantados	Implantados	Implantados Monopulso	Implantado Previsto		
Brasil (*)	55	-	63	-	118	1'841,229
Colombia	13	7	10	-	30	874,880
Chile (**)	5	3	-	5	13	406,024
Venezuela	4	3	1	-	8	n.d
Argentina	-	-	4	-	4	n.d.
Ecuador (***)	2	2	-	-	4	63,422
Perú	1	-	1	-	2	213,235
Bolivia	-	-	2	-	2	n.d.
Uruguay	2	1	1	-	4	n.d.

(*) Movimiento de operaciones 2005 de 66 aeropuertos y 83 estaciones de apoyo administrados por el Ministerio de Defensa de Brasil

(**) Movimiento de operaciones 2004.

(***) Comprende operaciones nacionales regulares + internacionales regulares y no regulares

Fuente: Número de Radares, OACI, Marzo 2006

South America

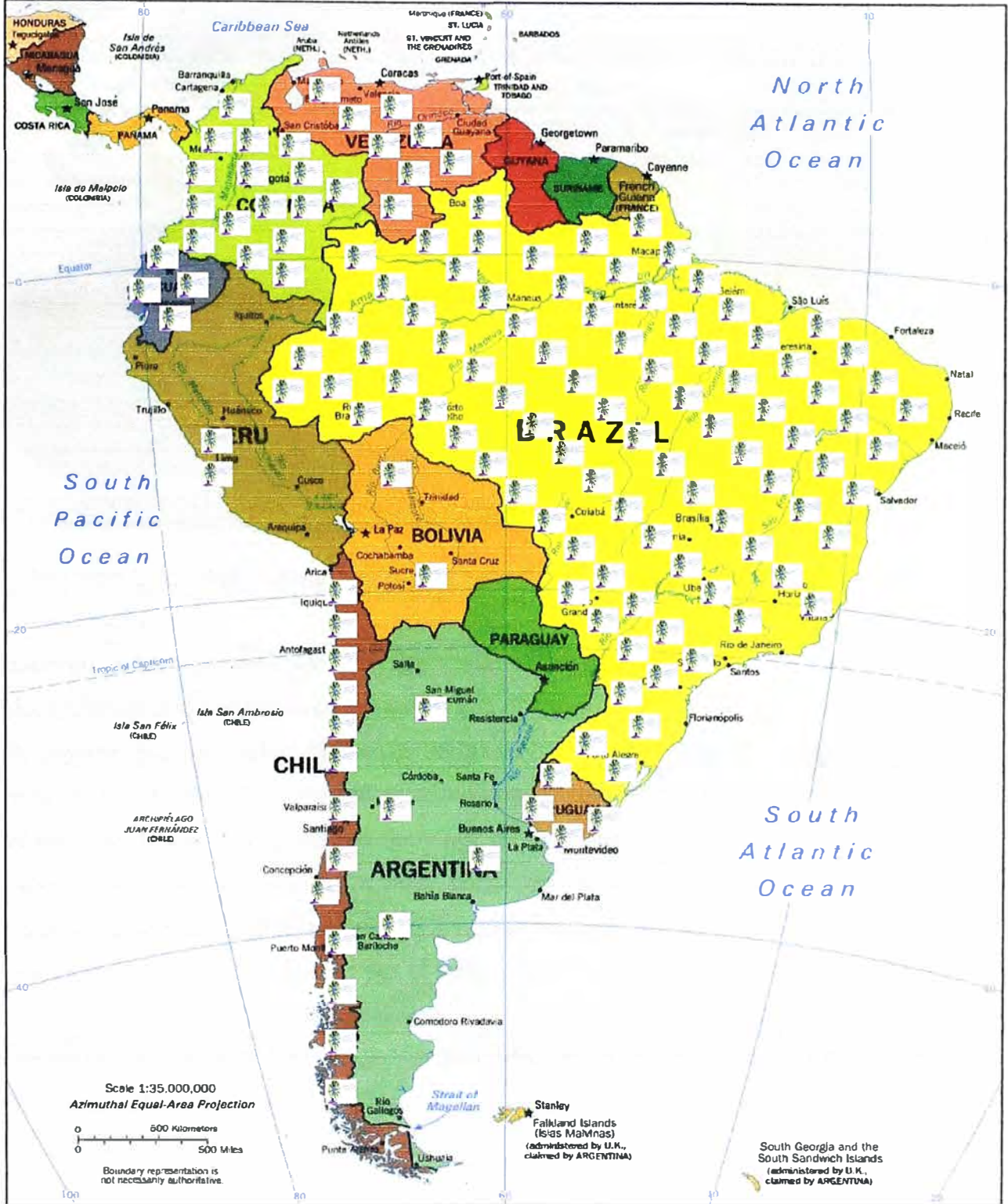


Fig. 3.3 Países de Sudamérica con Sistemas de Vigilancia Radar

Nota: Chile incluye 5 radares implantados previstos

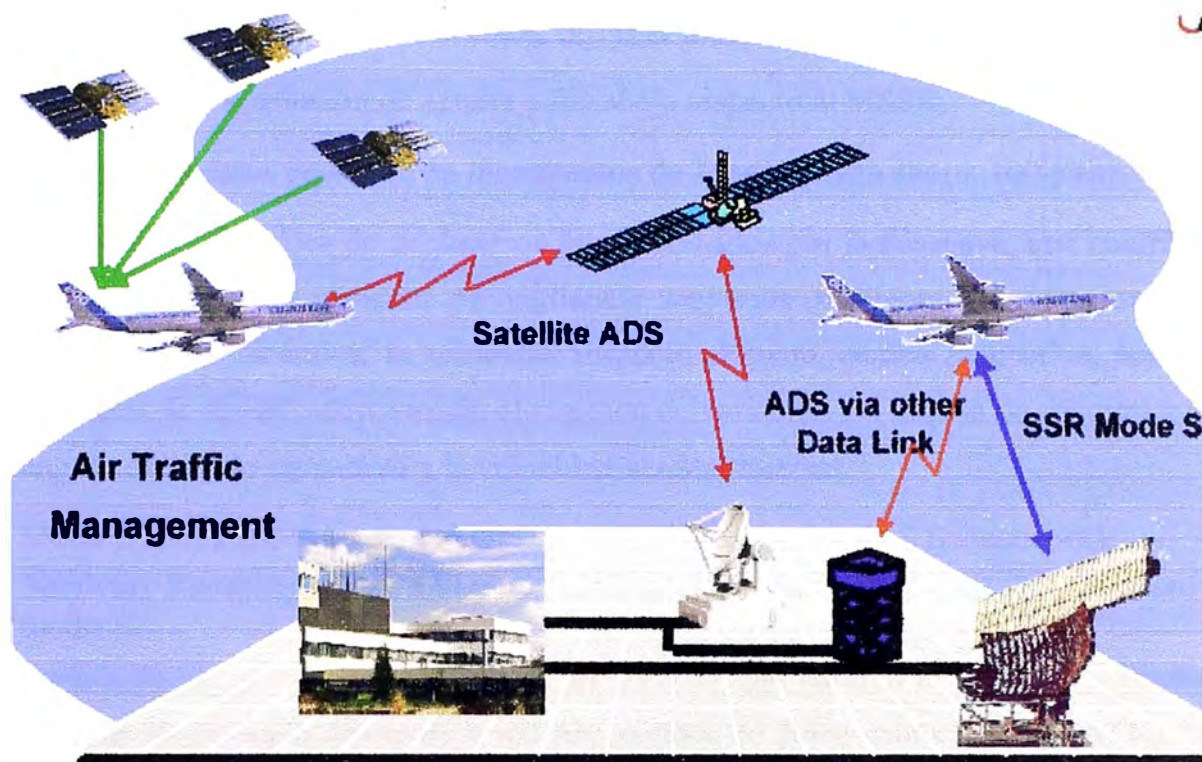


Fig. 3.4 La Vigilancia en un Ambiente del Futuro

secundarios. Mas aún, teniendo en cuenta que en el mediano plazo, el costo del Radar Modo S tenderá a la disminución, mientras que el costo del Radar No Modo S al aumento. Es de esperar, que en 3 años, los costos de inversión para un Radar No Modo S, se hayan incrementado a razón de un 5% anual, como consecuencia del descenso de la fabricación de radares no Modo S y paulatino aumento de la fabricación de los Radares Modo S; previéndose que dispongan del mismo costo de inversión. En el sistema de radar secundario de vigilancia (SSR) actual, la aeronave es identificada usando un código Modo A, que es dinámicamente asignado por el sistema en tierra y seleccionado por el piloto. El Modo A solo tiene la posibilidad de asignar 4096 códigos y como los niveles de tráfico se incrementan está llegando a ser cada vez más difícil asignar códigos únicos dentro de una región dada del espacio aéreo. Obviamente, si es posible asignar un código único a un avión, entonces no hay peligro de que un regulador y el sistema de tierra tengan que tratar con un avión dos con la misma identidad, con riesgos asociados de seguridad.

Modo S:

- Selecciona solo una interrogación (la S en Modo S es Selectivo) proporcionando una capacidad de dirección individual (las direcciones de 24-bit son asignadas a cada armadura de avión por su autoridad de colocación).

- Incrementa la integridad de los datos, por usar una paridad en el mecanismo de parada.
- Incrementa la resolución de azimut y distancia respecto al MSSR.
- Codifica los datos de altitud en incrementos de 25 pies (hasta ahora: 100 pies).
- Obtención automática de parámetros proporcionados por la aeronave, que contribuyen a disponer de una función de vigilancia mejorada mediante la obtención de: la velocidad aerodinámica, la velocidad respecto al suelo, rumbo magnético, ángulo de balanceo, la altitud seleccionada, el régimen de variación del ángulo de seguimiento, el ángulo del rastro verdadero y la velocidad vertical inercial.

Modo S apoya dos tipos de servicios de comunicación (Mode S Subnetwork).

- Servicios Específicos Del Modo S: características particulares del acoplamiento del modo S.
- Switch de circuito virtual (SVC): es un servicio que habilita al Modo S Subnetwork para ser incorporado dentro de la red Aeronáutica de Telecomunicaciones (ATN).

La arquitectura total del sistema del Modo S está definida en la Fig. 3.4. En términos simples, se puede definir como los protocolos básicos que apoyan la comunicación detallada entre el transponder aerotransportado y el par del interrogador en tierra.

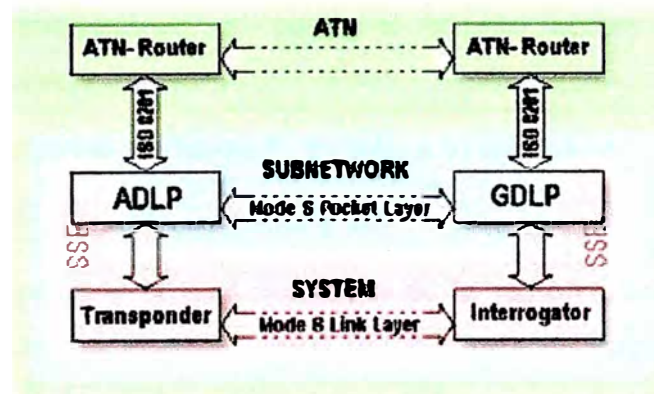


Fig.3.4 La Vigilancia en un Ambiente del Futuro

Los protocolos específicos de los Servicio del modo S (MSSPs) no requieren que el ATN completo sea disponible y la distribución externa de la información MSSP puede ocurrir a través de una interfaz por separado de la entidad de los servicios específicos (SSE). Las funciones locales se pueden desarrollar para permitir la interconexión de usos al acoplamiento del modo S. El estándar para cada una de las tres partes distintas de este material se define en diversas partes de los estándares de OACI (Anexo 10).

El modo S (seleccionar) es una técnica cooperativa de la vigilancia para el control del tráfico aéreo y ha sido estandarizado por OACI por muchos años. Emplea los sensores basados en tierra y los transpondedores aerotransportados. El modo S funciona en las mismas radiofrecuencias (1030-1090 MHz) como sistemas convencionales de SSR.

3.7 Interrogación Selectiva o Modo S.

La capacidad selectiva de la interrogación del modo S supera una de las limitaciones inherentes del sistema existente de SSR. Se realiza la interrogación selectiva usando una dirección mundial única de 24 bits. Usando este código único de OACI, las interrogaciones se pueden dirigir a una aeronave particular. Todos los intercambios se protegen contra errores en la transmisión usando técnicas de gran alcance de detección de error.

El uso de la dirección selectiva del avión ofrece una ventaja técnica sobre el convencional radar secundario de la vigilancia, por lo tanto proporciona pistas más altas de la integridad del radar.

3.7.1 Razones de la necesidad del Modo S:

En espacios aéreos de alta densidad de tránsito aéreo, las estaciones SSR han llegado a su límite operacional, llegando a afectar la seguridad de vuelo. La contaminación de radio frecuencia está incrementándose así como el tránsito aéreo, lo cual disminuye la probabilidad de detección.

Específicamente la necesidad del Modo S, se debe a lo siguiente:

a) Contaminación SSR de radio frecuencia RF

Dada las preocupaciones por la contaminación de la radiofrecuencia y las limitaciones inherentes del ambiente del sistema actual de SSR, era necesario moverse desde SSR convencional al modo S. La razón predominante del aumentar del Modo-A (SSR) al modo S es mejorar seguridad de vuelo. En el espacio aéreo conforme a la alta densidad del tráfico aéreo, las estaciones existentes de SSR han alcanzado el límite de su capacidad operacional. La contaminación del RF está aumentando y en la fase del crecimiento de tráfico, debe ser asegurado la probabilidad de la detección en un nivel aceptable.

b) Limitaciones del Modo-A

En el sistema actual de SSR, se identifica el avión usando un código discreto del Modo-A que sea asignado por el sistema en tierra y la entrada por el piloto. Hay solamente 4096

códigos del Modo-A disponibles y, como los niveles del tráfico aumentan, está llegando a ser cada vez más difícil asignar códigos discretos dentro de regiones ocupadas del espacio aéreo. Además, donde están disponibles los códigos, los controladores de tráfico aéreo pueden ser requeridos para solicitar que el piloto cambie el código del Modo A durante vuelo.

La separación por altitud es codificada en tramos de 25 pies, a diferencia del MSSR, el cual es de 100 pies.

c) Modo S y ACAS

El modo S es un elemento importante del sistema de anticollisión a bordo ACAS. Debido a la capacidad de seleccionar direcciones para las secuencias de la interrogación y de la contestación del Modo S; también se utilizan para proporcionar intercambio de datos del aire-tierra entre el avión equipado TCAS para asegurar los consejos coordinados, complementarios de la resolución.

Lo anterior, permitiría contar con sistemas compatibles (radares Modo S) con la “Llegada de aeronaves de última generación para la atención del tráfico nacional, con un rendimiento constante, mejor desempeño y pocas paralizaciones por mantenimiento que permita realizar un mayor número de frecuencias diarias”, uno de los retos trazados por el MTC-DGAC para los próximos cinco años

Los criterios fundamentales a tener en cuenta para seleccionar el Modo S y por orden de prioridad, se pueden resumir en:

- Recomendaciones internacionales

- Perspectivas del futuro del mercado

- Aspectos económicos

- Adecuación técnica

- Otros aspectos generales

Las regulaciones internacionales de organismos como la OACI, la Federal Aviation Administration (FAA), la Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea, COCESNA y EUROCONTROL, entre otros, están orientados a la paulatina incorporación del Modo S.

Las perspectivas de futuro en el mercado a nivel mundial, se enfocan a la adopción del Modo S como evolución técnica natural de los sistemas cooperativos de Vigilancia Aérea. La mayoría de las agencias Proveedoras de Servicios de Navegación Aérea, así como la

mayoría de las Cías de Aerolíneas de Transporte Aéreo, ya han iniciado planes y están incorporando en sus infraestructuras, equipamiento Modo S, bien en los Radares Terrestres, o en los respondedores de a bordo de los aviones.

El paulatino aumento de la fabricación de radares monopulso Modo S por parte de la Industria, ha contribuido a un descenso de los costos de adquisición de los Radares Modo S, que hacen que el período de amortización sea bastante más reducido que hace 5 años, cuando la fabricación no era tan significativa. El costo del radar Modo S es superior al Modo No S, pero no de manera significativa.

Las técnicas y tecnologías empleadas en los Radares Modo S están maduras y son altamente fiables, aportando unas ventajas técnicas y de prestaciones en la calidad de la información radar muy por encima de los radares que no incorporan Modo S. Dichas ventajas, contribuyen a disponer en definitiva de una mejora de la calidad e integridad de los datos de Vigilancia, con un aumento de la capacidad ATM, un aumento de la eficiencia ATM y una mejora en la seguridad del Control del Tráfico Aéreo.

Otros aspectos generales y no por ello menos importantes, como el crecimiento esperado del tráfico aéreo, la complejidad y naturaleza del tráfico aéreo, así como la extensión de cobertura, son factores a tener en cuenta. El ciclo de vida del radar se establece en 15 años y las previsiones de crecimiento de tráfico aéreo por poco optimistas que se valoren en dicho período podrían por sí solas no justificar la incorporación del Modo S. Es sabido que las ventajas más destacadas del Modo S frente a No Modo S, se obtienen en áreas de alta densidad de tráfico, como en Europa Central, por ejemplo, pero por no disponer de áreas de tan alta densidad de tráfico, no se debería renunciar a la utilización de Radares Modo S, ya que incluso en áreas de densidad media o incluso baja, sus beneficios son destacables. La complejidad y naturaleza del tráfico va a ir en aumento en los próximos años, las regulaciones de incorporar respondedores Modo S a la aviación General, serán extendidas paulatinamente a lo largo del tiempo a los diferentes países, con lo si en la actualidad pudiera existir tráfico del que no obtiene ventaja alguna por no incorporar respondedor Modo S, es de esperar que su evolución sea en disminución, es decir cada vez existirá más aeronaves equipadas con respondedores Modo S. En cuanto a la extensión de cobertura en funciones de vigilancia aérea, es similar con Modo S que sin Modo S.

Considerando el ciclo de vida de 15 años de éste tipo de equipamiento, se puede afirmar que es mas económico, el Radar Modo S que el Radar No Modo S, por las razones enumeradas anteriormente.

3.8 Solución Adoptada

Se adoptó la tecnología de Radares Secundarios como solución al problema central identificado, al ser una tecnología ampliamente utilizada en el mundo y especialmente nuestra región.

Existen otras tecnologías que pueden utilizarse en vigilancia aérea, las cuales están en desarrollo y experimentación y han sido mencionados a nivel del perfil y pre-factibilidad del presente proyecto.

La solución comprende la adquisición de:

Un (01) Sistema Radar Secundario MSSR Modo S con su centro de administración del Espacio Aéreo (Centro de Control), para ser instalado en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” del Callao.

El Radar Primario PSR (no dependiente o no cooperativa) en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” al final de su vida útil (14 años, que vence en el 2012), CORPAC S.A. asumirá su reposición del mismo, mediante un nuevo PIP en el marco del SNIP, siempre y cuando también no exista otra tecnología de vigilancia que lo sustituya.

Los siete (07) Radares Secundarios Modo S, para ser instalados en el Cerro Collpayoj (Cajamarca), Cerro Toccto (Ayacucho), Cerro Tinoyo (Arequipa), Cerro Acopia Grande (Urcos - Cusco), en el Aeropuerto de Talara (Piura), en el Aeropuerto de Pucallpa (Ucayali) y en el Aeropuerto de Iquitos (Loreto).

Esta definición del número y ubicación de los radares ha sido efectuada tomando en cuenta las necesidades técnico/operacionales de mantener una zona de cobertura que permita la vigilancia ininterrumpida en las principales rutas aéreas y los espacios aéreos con mayor densidad de tránsito aéreo del territorio nacional. Asimismo, se ha considerado la recomendación de la DGAC, que hace suyo el Informe Final del Experto ATM Sistemas Radar de OACI, Sr. Eno Siewerdt.

La información de la detección de los blancos aéreos proporcionada por los siete (07) Radares Secundarios Modo S, que se encuentren ubicados en las diferentes regiones del Perú, se transportará desde la estación remota hasta el Centro de Control de Lima mediante el enlace de comunicaciones del Sistema VHF-AA que usa como plataforma a la REDAP (Red Digital Aeronáutica) como medio de transmisión recientemente adquirido por CORPAC S.A. y que se encuentra ejecutado en su primera fase, de aquellos lugares donde exista la posibilidad de utilizar este sistema; en los lugares donde no sea posible, se

utilizará un enlace con la Red Pública y en los casos extremos por vía satélite, de acuerdo al siguiente detalle:

- Cerro Collpayoj (Cajamarca) a Lima
- Cerro Tinoyo (Arequipa) a Lima
- Cerro Toccto (Ayacucho) a Lima
- Cerro Acopia Grande (Cusco) a Lima
- Aeropuerto de Talara (Piura) a Lima
- Aeropuerto de Pucallpa (Ucayali) a Lima
- Aeropuerto de Iquitos (Loreto) a Lima

Se ha considerado la instalación de los Radares Secundarios en Iquitos y Pucallpa, de acuerdo a los futuros requerimientos de vuelos transfronterizos y de integración con países vecinos, entre otros factores, con beneficios para CORPAC S.A. y el país, destacando las siguientes consideraciones:

a) factor continuidad de detección radar

En las últimas reuniones de GREPECAS- OACI, los Organismos representantes de los diversos Estados, encargados de los acuerdos del Comité CNS/ ATM alientan a los Estados a compartir las señales de radar de los países limítrofes.

El planteamiento de instalar radares en diferentes emplazamientos a lo largo y ancho del Perú, no obedece solamente a un fin local o exclusivamente por el factor de densidad de tráfico en una región del país (que excluirían al resto del país, excepto Cusco y Lima), sino básicamente por factor de continuidad de detección radar.

Iquitos y Pucallpa, son ciudades con un gran potencial aeroportuario, sobretodo son puntos de integración con Brasil y Bolivia, por lo que requerirían contar con sistemas radar por factores comerciales y de seguridad aérea. En estos aeropuertos, debido a sus características geográficas se podrá brindar los servicios de transito aéreo, utilizando las señales del radar tanto en ruta como en aproximación.

Para una mejor administración de nuestro espacio aéreo superior a nivel nacional, es necesario tener vigilancia radar en Pucallpa e Iquitos, cuya posición geográfica permitirá que sus señales cubran un gran porcentaje de nuestro espacio aéreo, y los datos que se registren puedan ser compartidos por civiles y militares. En el caso civil, las aeronaves será transferidas al control de Brasil y Colombia automáticamente, ya que pasarán de un ambiente radar a otro ambiente también de radar, utilizando un solo tipo de procedimiento,

lo cual optimizará nuestros servicios y los riesgos disminuirán notablemente al tener el apoyo de estos sistemas de vigilancia integrados a nivel nacional e internacional.

Con una cobertura radar en la región del oriente peruano, un vuelo que sale de Lima rumbo a Brasil contará con detección radar continua, evitando cambios de procedimientos en nuestro espacio aéreo y nuevamente al momento de ingresar al cielo radarizado de Brasil, contribuyendo de esta manera a optimizar nuestra seguridad aérea, al reducir las posibilidades de registrarse incidentes por cambios de procedimientos.

Los Sistemas Radar permiten contar con una serie de automatismos y una gran información que apoyan al Controlador de Tránsito Aéreo, con el objetivo de brindar seguridad a las aeronaves. Se registran ejemplos reales de incidentes sucedidos por falta de detección radar y los peligros de pasar de una región no radar a una con radar.

b) Compartir información e integración con Red de Radares Brasileños.

Es conveniente precisar, que el Proyecto es del Estado Peruano, y aun más, el Estado Peruano obedece en cuanto a su seguridad aérea a los estándares de la región a la que pertenece (CAR/SAM). Aquí debemos detenernos y observar que pasos se han dado en el factor que surge como corolario de todo lo que arriba se ha mencionado que es el de integración.

Las personas, comunidades, regiones o países se integran con el fin de compartir un recurso. En éste sentido, el Perú tiene firmado un Memorando de Entendimiento con Brasil, documento suscrito por los Presidentes de ambos países, con el objeto de compartir datos de Vigilancia Aérea. Brasil dispone de casi todo su espacio aéreo radarizado. De la misma manera, posee Centros de Control con la data radar integrada, así como información de vigilancia meteorológica, climatológica, topográfica, etc. A este megaproyecto se le ha denominado SIVAM (Sistema de Vigilancia de la Amazonía).

A los procedimientos y herramientas que permiten implementar, utilizar y obtener beneficios de los datos que el SIVAM proporciona, con el objetivo de proteger la Amazonía se le ha llamado SIPAM (Sistema de Protección de la Amazonía). Por lo tanto, Brasil ha llegado, después de un proceso de varios años en el SIPAM, a implantar en su país el sistema SIVAM/SIPAM, el mismo que a través del Memorando de Entendimiento pone a disposición del Perú, con los parámetros propios de cualquier acuerdo o convenio internacional de colaboración.

El Memorando de Entendimiento se ha elaborado en el marco de la alianza estratégica comercial Perú-Brasil, que la actual gestión gubernamental ha trazado su consolidación en

los próximos cinco años, según lo manifestado por el Dr. Allan Wagner en aquel entonces Ministro de Defensa, en la inauguración de la reciente Conferencia sobre el SIVAN-SIPAN. Para ello, en cumplimiento del Memorando de Entendimiento, se han implementado diversas acciones a nivel del Ministerio de RREE, Ministerio de Defensa y FAP.

Por su parte, el Perú está trabajando bajo la dirección del Ministerio de Relaciones Exteriores desde hace 03 años, en el Proyecto del Sistema de Vigilancia y Protección Amazónico y Nacional (SIVAN/SIPAN PERU), lo cual permitirá aumentar la cobertura de vigilancia del espacio aéreo y por ende la seguridad en el territorio amazónico peruano, particularmente en lo que se refiere a los vuelos realizados en la Zona Nor-Oriente del Perú.

CORPAC S.A. ha sido considerado como una las instituciones participantes dentro del esquema del SIVAN/SIPAN PERU

Por ello, es importante que el Perú cuente con sistemas radar en la zona de transición con el hermano país del Oriente, ya que permitirá acceder a una serie de recursos de información e integración con nuestros vecinos de la región, como Brasil, inicialmente, del mismo modo como lo hace Europa.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

4.1 Descripción del Proceso y Principales Características del Mismo

El Radar Secundario conocido como SSR (Secondary Surveillance Radar) emite una señal electromagnética con un código de interrogación de identificación de la aeronave y altitud de vuelo, señales que son recibidas y respondidas por los equipos de a bordo de la aeronave denominado “**transpondedor**”, permitiendo de esta manera conocer la identidad y altitud de la aeronave mediante el descifrado de los códigos, dentro de una cobertura de 250 millas náuticas. (Ver Anexo N° 77 “Teoría de Radares”)

Los sistemas MSSR (Radar Secundario de Vigilancia Monopulso), pueden utilizarse para que el Personal Controlador de Tránsito Aéreo proporcione la separación entre aeronaves, a condición de que:

- Dentro del Área de Cobertura Radar las aeronaves tengan activados sus equipos denominados “Transpondedores SSR”.
- Se establezca y mantenga la identificación de la aeronave mediante el uso de los códigos SSR discretos asignados

Los MSSR Modo S permiten una estricta resolución y gran precisión en la determinación de blancos.

4.1.1 Los requisitos Operacionales a Ser Atendidos

- Coberturas radar traslapadas (overlapping), con el objetivo de asegurar continuidad de seguimiento eficaz de vigilancia de aeronaves en ruta.
- Aprovechar la información de vigilancia en áreas terminales y aeropuertos para ayudar en la coordinación de las actividades de tránsito aéreo locales.
- Integración de la información de vigilancia procedente de los sensores al Centro de Control de Lima para su presentación y uso por parte de los controladores.
- Información precisa sobre la posición e identificación de las aeronaves, permitirá incrementar los niveles de seguridad a los vuelos.

- La información proporcionada por los Radares Secundarios Modo S instalados en: Cerro Collpayoj (Cajamarca), Cerro Toccto (Ayacucho), Cerro Tinoyo (Arequipa), Cerro Acopia Grande (Urcos - Cusco), Aeropuerto de Talara, Aeropuerto de Pucallpa y Aeropuerto de Iquitos; será centralizada en el Centro de Control del Espacio Aéreo de CORPAC S.A. del Callao, para su visualización en las Estaciones de Trabajo de los controladores. Además los controladores no solo visualizarán el movimiento de las aeronaves en ruta, sino también se podrán comunicar con los pilotos de estas aeronaves, mediante un efectivo sistema de comunicaciones VHF-AA.
- Ubicación de un nuevo Centro de Control a fin de integrar los servicios de Control de Tránsito Aéreo, para la administración del Espacio Aéreo.
- Entrenamiento de los CTA a fin de gestionar adecuadamente el Sistema a adquirir.

4.1.2 Los requisitos Técnicos a ser atendidos para los radares

- Los radares deben ser de Estado Sólido.
- Todos los sistemas a suministrar deben ser de tecnología de punta (state of the art), robustos, modulares, de fácil manejo y de mantenimiento sencillo.
- Tolerancia a fallas en el Sistema y precisión en el diagnóstico de fallas a través de su equipo de gestión.
- Alta disponibilidad, confiabilidad y durabilidad. Esto implica que los tiempos de inoperatividad por la ejecución de mantenimientos preventivos o reparaciones por año deben ser muy bajos.
- Cumplimiento de los estándares de OACI.
- Contrato que incluya el Soporte Técnico Post-venta.
- Sistema de Gestión y Control que permita visualizar el funcionamiento de los equipos radar, así como también el funcionamiento de los equipos complementarios, compuesto de la siguiente forma:

Un (01) sistema de Gestión y Control local en cada estación.

Un (01) sistema de Gestión y control remoto en el aeropuerto más cercano al lugar de instalación (Talara, Cajamarca, Iquitos, Pucallpa, Ayacucho, Arequipa, Cuzco).

Un (01) Sistema de Gestión y Control Remoto centralizado en la Sala de Monitoreo en CORPAC S.A. en el Callao, que permita visualizar el funcionamiento de las ocho (06) Estaciones Radar, equipos de comunicaciones, así como también el funcionamiento de los equipos complementarios.

- La Garantía Técnica será por un periodo mínimo de dos años. Durante este período se contará con la presencia en Lima de un especialista de fábrica el cual se encuentre en la capacidad de resolver los problemas que se presenten en cualquiera de los sistemas radar y centro de control.
- Los manuales de la Descripción Técnica y de Instrucciones para el Empleo estarán en el idioma español y en el idioma inglés.
- Bitácoras con información de fallas reportadas en sistemas similares instalados en otros países para ser utilizadas como referencia para la definición de repuestos críticos y de costos operacionales.
- La Capacitación y Entrenamiento al personal de mantenimiento y de operaciones, serán realizados por el proveedor antes de la entrega del equipamiento y posteriormente cada cinco años mientras dure la vida útil del material adquirido.
- Capacidad de integración con el equipamiento nacional de las Fuerzas Armadas y regional con nuestros países vecinos.

4.2 Requerimientos de Insumos

Los requerimientos para el servicio de Vigilancia Radar serán principalmente:

- Un stock de Insumos no consumibles: tales como Tarjetas Electrónicas, módulos, partes y otros que serán proporcionados por el proveedor como repuestos como parte del mismo paquete. Este paquete permitirá asegurar el funcionamiento de todos los sistemas a adquirir por un equivalente al 10% del monto del equipamiento, a partir de la aceptación definitiva según la recomendación del mismo fabricante, basado en los MTBF a nivel modular y/o componente.
- Un stock de Insumos consumibles: tales como: Fusibles, filtros de aire, grasa, aceite, limpia contactos, bombas de llenado de aceite, etc. para por lo menos 02 años por cada lugar de instalación.

4.3 Requerimientos de Recursos Humanos

Para la atención de las Estaciones Radar, se requerirá adicionalmente al personal asignado al Área de Sistemas de vigilancia Aérea de CORPAC S.A. y de la Gerencia de Operaciones, el siguiente personal:

- 02 Ingenieros Electrónicos Especialistas en Radar y capacitados en el manejo de todos los equipos complementarios.
- 30 Controladores de Tránsito Aéreo habilitados en Control de Área Radar, sin incremento de plazas.

- 08 Técnicos Electrónicos (1 por cada Estación Radar en Regiones).
- 07 Vigilantes bajo contrato con una empresa de servicios especializada en Seguridad, para el caso de las Estaciones Radar que se encuentren instaladas en las diferentes regiones del país.
- 06 Técnicos Electrónicos Especialistas en Comunicaciones.
- 02 Ingenieros Electrónicos Especialistas en Comunicaciones.

4.4 Requerimientos de Infraestructura

- 08 Estructuras para el soporte de los sistemas de antena (base de antena) en las ocho Estaciones Radar que se encontrarán ubicadas en: el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”, Cerro Collpayoj (Cajamarca), Cerro Toccto (Ayacucho), Cerro Tinoyo (Arequipa), Cerro Acopia Grande (Urcos - Cusco), en el Aeropuerto de Iquitos, en el Aeropuerto de Pucallpa y en el Aeropuerto de Talara.
- 08 Shelters o Casetas de material noble para el equipamiento, instrumental, gestión, sistemas complementarios y otras facilidades en los lugares en que fuera necesario para las estaciones fuera del Lima. En el caso de la Estación Radar del Aeropuerto internacional, se realizará una nueva construcción para albergar el equipamiento electrónico, taller de mantenimiento, almacén de repuestos y otros.
- 08 Casetas de material noble para talleres de mantenimiento radar, almacén, oficina para el personal técnico en el caso de las Estaciones Radar en el Cerro Collpayoj (Cajamarca), Cerro Toccto (Ayacucho), Cerro Tinoyo (Arequipa), Cerro Acopia Grande (Urcos - Cusco), en el Aeropuerto de Iquitos, en el Aeropuerto de Pucallpa Aeropuerto de Talara y Aeropuerto de Lima.
- 08 Muros perimetrales con sus respectivas Casetas de vigilancia con servicios higiénicos.
- 08 Sistemas de puesta a tierra (torre de antena, equipos electrónicos, equipos de comunicaciones, pararrayos, grupo electrógeno, otros) en el caso de las ocho (06) Estaciones Radar.
- 07 Vías de acceso a las Estaciones Radar fuera de Lima. Para el caso de las Estaciones Radar en Aeropuertos se mejorará y demarcará lo ya existente.
- 01 Edificio nuevo para el Centro de Control de Lima, que cumpla con los estándares internacionales.

4.5 Requerimientos de Equipos

La implementación de los Radares requiere de nuevos sistemas y/o equipos distribuidos de

la siguiente manera:

4.5.1 Estación Radar MSSR Modo S, a Instalarse en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” (Callao)

- 01 Sistema Radar Secundario Modo S dual.
- 02 Sistema de Gestión y Control Local/Remoto (Estación Radar/Sala de Monitoreo).
- Posición Local/Remoto de visualización de datos radar sin procesamiento.
- Sistemas complementarios (Comunicación de Datos en redundancia de la Estación Radar al Centro de Control, Energía Eléctrica, UPS, Seguridad, Aire acondicionado y Detección/Extinción de Incendios).

4.5.2 Centro de Control a Instalarse en CORPAC S.A. en el Callao

- 01 Sistema dual de Procesamiento de Datos Multi-radar.
- 01 sistema dual de Procesamiento de Planes de Vuelo.
- 01 sistema dual de procesamiento de enlace de datos entre la Estación Radar y el Centro de Control. Así como también un Sistema By Pass.
- 08 Estaciones de Trabajo de datos radar y 08 Estaciones de planes de vuelo en las que interactúan los controladores con el Sistema.
- Un sistema de integración de las señales de todos los sensores radar con el centro de control.
- En la primera fase se integrará el Radar de Northrop Gruman con el centro de Control hasta la tercera fase, donde será reemplazado por el nuevo Radar MSSR Modo S.
- El enlace de cada uno de los sensores con el centro de control será redundante con el fin de garantizar comunicación continua e ininterrumpida. Los enlaces pueden ser el Sistema VHF-AA de la REDAP, radioenlaces, telefónico, satelital y otros.
- 01 Sistema de grabación y reproducción de datos (audio y video), el cual debe reproducir todos los eventos o conocido como actividades del centro de control, de manera que al efectuar una reproducción de algún evento este refleje de manera fiel, exacta y precisa la interacción que tuvo el CTA con su estación de trabajo de datos radar, de manera que confiando en la fidelidad de la reproducción, este sistema pueda utilizarse para análisis de incidentes y utilizarse como medio de verificación.
- Un Sistema Integrado de Comunicaciones, el cual contará con un Subsistema de conmutación y control de comunicaciones e intercomunicaciones y un Subsistema de emergencia de comunicaciones en VHF.

- 01 Sistema simulador para el entrenamiento de los CTA. Este será independiente en su totalidad del Centro de Control. Sin embargo sus equipos en software y hardware deberán ser íntegramente compatibles con los del Centro de Control.
- 01 Sistema horario de tiempo universal redundante.
- 01 Sistema de Gestión y control local.
- 01 Sistema de Facturación acorde con el formato peruano.
- Sistemas complementarios (Comunicación de Datos en redundancia, Energía Eléctrica, UPS, Seguridad, Aire acondicionado y Detección/Extinción de Incendios)
- 07 Equipos en Torres de Control, para vigilancia local del tránsito aéreo en 07 Aeropuertos.

4.5.3 Estación Radar MSSR Modo S (07 emplazamientos), a instalarse en el Cerro Collpayoj (Cajamarca), Cerro Toccto (Ayacucho), Cerro Tinoyo (Arequipa), Cerro Acopia Grande (Cusco), Aeropuerto de Talara, Aeropuerto de Pucallpa (Ucayali) y Aeropuerto de Iquitos (Loreto).

01 Sistema Radar Secundario Modo S dual.

- 02 Sistema de Gestión y control local (Posición Radar) y otro remoto (en el aeropuerto más cercano), esta información será integrado al Centro de Control de Lima.
- 02 Posición Local/Remoto de visualización de datos sin procesamiento.
- Sistemas complementarios (Comunicación de Datos en redundancia, Energía Eléctrica, UPS, Seguridad, Aire acondicionado y Detección/Extinción de Incendios).
- Adicionalmente, se suministrarán todos los equipos de diagnóstico e instrumentos que se requieran para realizar un mantenimiento al Nivel II de intervención, y el personal encargado será entrenado en el material asignado al cumplimiento del Programa de Mantenimiento de los Equipos.

4.6 Tamaño del Proyecto

El Proyecto Automatización y Modernización de los Servicios de Tránsito Aéreo - Red de Radares de Vigilancia Aérea, tiene dimensión nacional e internacional, las señales de los mismos deben dar cobertura al espacio aéreo superior peruano que incluirían aproximadamente el 95 % de las rutas ATS (nivel de vuelo 25,000 pies o superior) y brindar el Servicio de Control de Área Radar en el mismo, adicionalmente permitirán apoyar al control de aproximación en algunos aeropuertos donde se instalen los MSSR. De acuerdo a las recomendaciones OACI, podríamos compartir señales con algunos países vecinos como Ecuador, Chile, etc.

El sistema propuesto en el proyecto esta compuesto por:

- Un Centro de Control y Sistema Radar Secundario MSSR Modo S, en el Aeropuerto Jorge Chávez.
- Siete Radares MSSR Modo S, ubicado en los lugares mencionados anteriormente.

El tamaño del proyecto ha sido determinado en función al análisis de mercado y teniendo en cuenta la demanda potencial que sería cubierta en gran parte con el Proyecto (con la ampliación de la cobertura de vigilancia radar en el espacio aéreo superior) e implementado en forma progresiva, superando en la fase inicial los puntos críticos observados en los flujos de tránsito aéreo.

Por otro lado, la capacidad de detección de blancos suministrada por los fabricantes es típicamente 700 blancos, siendo esta una característica técnica estándar en radares independiente de la densidad de tránsito aéreo. En nuestro sistema de Control de tránsito Aéreo se ha llegado a administrar hasta 30 blancos en determinado momento.

La capacidad instalada se incrementará de acuerdo a la culminación de cada fase del proyecto, al momento tenemos una capacidad mínima que es la oferta mencionada en el análisis oferta y demanda, al final del proyecto será obtenida la capacidad plena. La utilización de la capacidad estará en función a la ejecución del proyecto.

4.7 Localización del Proyecto

La localización de los Radares se ha determinado considerando factores de macro localización y micro localización, así como criterios del personal técnico a cargo de los estudios de sitio.

4.7.1 Sustento de la Ubicación de las Estaciones Radar:

a) Aspectos Generales:

Las Posiciones Relativas Favorables (instalación de cada una de las Estaciones Radar) son aquellos lugares elegidos, producto de un estudio previo, que permita, según el requerimiento operacional principal, la visualización de los objetivos aéreos en las rutas del espacio aéreo superior establecidas en el ámbito nacional, es decir que exista la línea de vista entre el sensor radar y el vector aéreo, en la cobertura de la irradiación electromagnética en la zona continental y marítima de las rutas aéreas del espacio superior a partir de los 25,000 pies de altura (FL250).

Los aspectos generales considerados para la determinación del lugar donde se realizará la instalación de la Posición Radar, son los siguientes:

- Aspectos Operacionales

- Aspectos Técnicos
- Aspectos Logísticos
- Aspectos de Medio Ambiente

b) Descripción de Actividades:

Se ubicaron los emplazamientos teóricos de manera de cubrir la mayor cantidad de espacio aéreo superior con señal radar, las mismas que deberían cubrir las principales rutas ATS.

- Teniendo en cuenta la extensión territorial nacional y las características propias del radar se hizo un ensayo de cuantos radares se requerían sin considerar la curvatura de la Tierra, perfiles geográficos, Cono Ciego, es decir como si la Tierra fuera plana y sin obstáculos. Cada radar cubriría idealmente más de 670,000 km² del FL250, con esto se estimaba en cuatro (04) radares para todo el territorio.
- Luego se fue tomando en consideración los aspectos de curvatura de la Tierra, la que es obstáculo a partir de 30 Km. de distancia cuando se aplica el concepto de línea de vista entre puntos que se pretenden enlazar.
- De la misma manera se tomó en consideración los accesos, información que es suministrada de forma básica por las cartas geográficas que elabora el IGN, tipo de suelo, cercanía a poblados o ciudades, facilidades eléctricas, de comunicación (Telefonía), aeropuerto cercano para las facilidades logísticas. Así se fue ajustando la ubicación y número de los emplazamientos, para proceder posteriormente a visitar cada uno de los sitios predeterminados y constatar in-situ las condiciones del lugar.
- Como consecuencia se determinó que el número radares a considerarse en el proyecto son de siete (07) adicionales, sin incluir Lima.
- Vista la problemática del Sistema Radar de Lima y Centro de Control AMS 2000, se vio por conveniente incluir el reemplazo del Radar Secundario de Lima y del Centro de Control, con lo que el número de emplazamientos radar (Estaciones Radar) se incrementó a ocho (08).
- Posteriormente los emplazamientos inicialmente definidos fueron moviéndose debido a cambios recientes en los aspectos operativos, como el retiro inminente del VOR de Toccto. Una Estación Radar aquí no fue contemplada por estar ocupada por el VOR, y en su lugar se optó por Andahuaylas (Cerro Huamaniya). Con el mencionado retiro del VOR el emplazamiento pensado en Andahuaylas se deja de lado y el Radar pasaría a ubicarse en Toccto (Ayacucho) por las dificultades de Andahuaylas y las facilidades con las que ya cuenta Toccto (accesos, energía, etc.).

- Se replantea el emplazamiento inicial del Cusco del Cerro Chillioco, al Cerro Acopia Grande el cual ofrece una mayor cobertura, acercándose por el Sur - Este la línea de vista a la frontera con Bolivia, no es de difícil acceso y posee similares condiciones de acceso y facilidades que ofrecía Chillioco.
- El emplazamiento considerado en el Cerro Iquinito en Juliaca si bien es cierto brinda también buena cobertura, gran parte de ella está fuera del territorio peruano (en Bolivia), es de complicado acceso, gran costo en obras civiles, e incierta aceptación de la obra por parte de la población la que hace prevalecer siempre sus costumbres (folklore) sobre lo que podría suponer el progreso de tener en sus tierras un equipo de alta tecnología, y todo el valor añadido que esto implica. Al encontrar el emplazamiento en el Cerro Acopia Grande y las consideraciones de su cobertura, pierde su importancia inicial el Cerro Iquinito en Juliaca. Este hecho es determinante para no considerar el emplazamiento previsto en Juliaca.
- Un requerimiento netamente operativo, para colocar en la zona de Talara un Radar Secundario con el objetivo de cubrir desde el inicio las rutas oceánicas por el norte de la FIR Lima, motivo por el cual se consideró el séptimo radar en el Aeropuerto de Talara (es decir el equipamiento desestimado en Puno).

4.7.2 Descripción de los Criterios Manejados

a) Aspectos Operacionales

El requerimiento operacional es la cobertura de mayor cantidad de espacio aéreo superior, teniendo en cuenta los flujos de tránsito aéreo. Se consideraron los siguientes criterios:

Mejorar el nivel de eficacia del sistema de vigilancia actual.

- Las Rutas ATS con más alta densidad de tráfico, se han evaluado los flujos principales de tránsito aéreo en nuestro espacio aéreo, tenemos los siguientes flujos: Norte 36%, Sur-Este 27%, 20% Nor-Oriente y 17% Sur.
- Garantizar la Seguridad Operacional al aplicar las distintas técnicas para aumentar la capacidad del Espacio Aéreo Superior Peruano, como la RVSM, RNAV, RNP, etc.
- Zonas de Mayor complejidad del Espacio Aéreo donde existan cruces de rutas ATS y puntos de convergencia de rutas ATS.
- Continuidad de las señales del radar partiendo desde Lima hacia los flujos principales, teniendo en cuenta la sectorización del espacio aéreo.
- Apoyo a las estrategias de la ATM como la RVSM, RNAV y RNP; así como al Servicio de Control de Tránsito Aéreo en condiciones normales y contingentes.

- Incrementar la integridad, precisión y eficiencia de los servicios de CTA.
- Aprovechar la información de vigilancia en áreas terminales y aeropuertos para ayudar en la coordinación de las actividades de tránsito aéreo locales.

b) Aspectos Técnicos

- Contar en el lugar con la mejor visualización de los objetivos aéreos en la línea de vista, en el plano horizontal alrededor de los 360° sin obstáculos, así como también la visualización en el plano vertical desde 0° a 90°; de este modo vigilar el espacio aéreo visualizando las aeronaves que por él transitan.
- La principal dificultad para encontrar las mejores Posiciones Relativas Favorables (PRF) para la instalación de los nuevos Radares Secundarios Modo S en las diferentes regiones del país que permitan una cobertura ideal, es debido a que la geografía de nuestro país es irregular como la Cordillera de los Andes que limita enormemente esta cobertura, en el objetivo principal de cubrir el espacio aéreo.
- Que el lugar donde se instale el Radar Secundario Modo S, tenga de preferencia línea de vista con el aeropuerto más próximo con la finalidad de minimizar el costo del enlace de los datos radar y de comunicaciones, si no fuera posible se utilizaría otro tipo de enlace como VSAT.
- La cercanía o dentro un aeropuerto, de una ciudad o poblado con la finalidad de obtener energía eléctrica disponible.
- Accesos viables con la finalidad de poder movilizarse a la Estación Radar en las mejores condiciones, teniendo en cuenta el proceso de instalación así como todo el proceso de operación de los sistemas.
- Las Coberturas del radar deben tener un traslape (overlapping) en la medida de lo posible, con el objetivo de asegurar la continuidad de la vigilancia mediante el seguimiento eficaz de las aeronaves en ruta.
- Asimismo, se han considerado en todos los casos aspectos de seguridad del equipamiento

c) Aspectos Logísticos

- Contar con los elementos necesarios que minimicen los costos de su funcionamiento, como por ejemplo, preferentemente en un lugar elevado que permita una buena cobertura radar en su máximo aprovechamiento.

- Evitar elevados costos de inversión, sujeta a la disponibilidad de recursos financieros provenientes de recursos propios y/o del financiamiento con líneas de crédito a largo plazo.
- Sitios los cuales permita un adecuado suministro logístico para la instalación de todos los sitios radar, es decir se debe de evaluar sus líneas de acceso, tiempos de respuesta ante un problema.
- De igual manera se deben evaluar los sitios los cuales permita un adecuado suministro logístico para la operación de todos los sitios radar.

d) Aspectos de Medio Ambiente

- Que los sitios designados no afecten zonas vírgenes, zonas de protección ecológicas.
- No afecten nichos ecológicos, paisajes naturales, parcelas agrícolas de la zona.
- No deben de afectar sitios históricos, arqueológicos, religiosos. o sensibles culturalmente.
- No deben de escogerse sitios donde se almacenen desechos tóxicos, rellenos sanitarios. Bajo el análisis de los mencionados factores, se ha estimado conveniente localizar los Radares en las localidades mencionadas en la siguiente tabla:

TABLA N° 4.1 Resumen de Características de los Sitios Seleccionados para Estaciones Radar

Estación Radar	Coordenadas	Elevación (msnm)	Altura Torre (m)
Lima	S12:01:16.5 W 77:07:01.2	34	21
Aeropuerto Talara	S 04:34:36 W 81:15:15	87	21
Cajamarca: Cerro Collpajoj	S 07:08:37.4 W 78:37:34.6	4006	21
Ayacucho: Cerro Toccto	S 13:21:30 W 74:11:39	4260	21
Cuzco: Cerro Acopia Grande	S 13:36:24 W 71:37:36	4469	21
Arequipa: Cerro Tinoyo	S 16:22:18.2 W 73:09:42.7	1006	21
Aeropuerto de Pucallpa:	S 08:22:45 W 74:34:23.394	152	21
Aeropuerto de Iquitos	S 03:46:54 W 73:18:25	124	21

4.8 Posiciones Relativas Favorables de las Estaciones Radar

a) Posición Relativa Favorable Aeropuerto Lima

Se realizaron varios estudios para ubicar La Estación Radar en Lima. Se consideraron en su momento los siguientes posibles lugares:

Estación de Chillón:

Al ser una estación en la cual se tienen instalaciones de la Corporación y se encuentra cercano al aeropuerto se pensó que podría tratarse de una buena ubicación. Se vio que no se cuenta con línea de vista con el aeropuerto. Teniendo en cuenta que en Lima se instalarían tanto el Radar Primario como Radar Secundario y que el servicio llega hasta aproximación, se desechó este sitio.

Cerro la Regla:

Por su ubicación geográfica se consideraba ideal. Se tiene línea de vista hasta la pista de aterrizaje del aeropuerto Jorge Chávez.

Se realizó la visita al sitio y se observó que en las faldas del cerro se encuentran invasiones, encontrándose además en las partes más altas del cerro cementerios informales. Básicamente se desechó esta ubicación por la falta de seguridad que tendría un equipamiento de alto costo en el sitio así como la seguridad del personal a cargo de su mantenimiento y operación.

Isla San Lorenzo:

Además del Cerro La Regla, otro lugar con una posición ideal de cobertura es la Isla San Lorenzo, sin embargo el principal inconveniente del sitio es su accesibilidad. Es un sitio custodiado por la Marina de Guerra y el traslado al sitio se realiza sólo a través vía marítima.

Básicamente se desechó por su inaccesibilidad y por el alto costo que significaría su mantenimiento operativo, teniendo en cuenta que para trasladar al personal técnico se requeriría una lancha o similar así como el tiempo de respuesta ante cualquier problema técnico sería muy elevado.

Estación Radar Actual:

Finalmente, se ha considerado instalar la Nueva Estación Radar encima de la nueva Torre de Control que Lima Airport Partner (LAP) construirá dentro del marco del Plan Maestro para el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez dentro del perímetro externo de nuestra actual Estación Radar.

Se ha tenido en cuenta el Contrato de Colaboración Empresarial y Atribución de Obligaciones y de Responsabilidades entre LAP y CORPAC S.A., el cual menciona que el Plan Maestro de LAP respetará las ubicaciones actuales de los emplazamientos de equipos. Sin embargo, después de las coordinaciones efectuadas con LAP el 03.05.06, CORPAC S.A. designará un coordinador para tratar la ubicación definitiva de la Estación Radar, de acorde con el Plan Maestro actualizado al 2005 y los Contratos firmados entre LAP y el Estado Peruano. Los beneficios del sitio actual son varios tales como su seguridad al encontrarse dentro del perímetro del Aeropuerto, la cercanía al centro de monitoreo y control donde normalmente se encontrará el personal técnico, se tienen las facilidades diversas como Energía, agua, etc. en el sitio, solo se tendrán que dimensionar específicamente para los nuevos requerimientos del equipamiento.

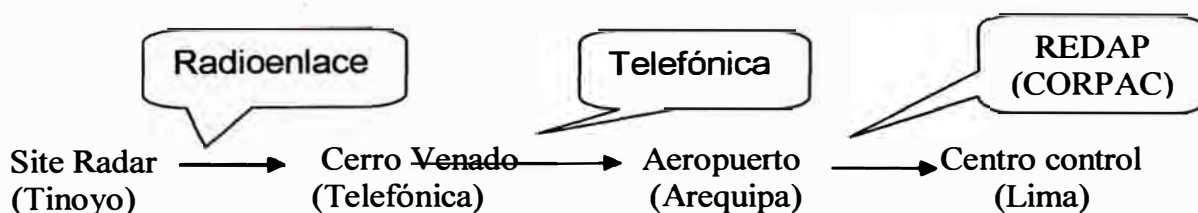
b) Posición Relativa Favorable del Cerro Tinoyo- Arequipa

Se realizaron los estudios en Setiembre de 2005, teniendo como alternativas en primera instancia Cerro Azul que se encuentra a una altura de 758 msnm, el Cerro Tinoyo a una altura de 1006 msnm. Estos terrenos son de propiedad de la Municipalidad de Ocoña, siendo viable solicitar un Certificado de Propiedad para realizar la instalación de un Radar Secundario. El Cerro Azul se encuentra en las coordenadas S 16° 25' 9.2" y W 73° 02' 24.6", a una Altitud: 758 msnm, referido a esta posición previamente se realizó el diagrama de cobertura para luego compararla con la cobertura del Cerro Tinoyo, siendo esta última la que tiene mayor cobertura de línea de vista. El Cerro Tinoyo, se encuentra en las coordenadas S 16° 22' 18.2" y W 73° 09' 42.7", a una altitud de 1,071 msnm.

De acuerdo al Diagrama de Cobertura realizado en software se observa que la cobertura que se gana instalando el Sistema en Tinoyo es considerable respecto a la obtenida en Cerro Azul.

La comparación de accesos entre Cerro Azul y Tinoyo se muestra en la TABLA 4.2.

En cuanto al enlace requerido para el envío de datos radar, monitoreo y canales de voz, la mejor forma observada y sugerida sería la siguiente:



Adicionalmente se considera otro tipo de envío de señal tales como una VSAT.

TABLA N° 4.2 Comparación de Accesos Cerro Azul y Tinoyo

Características	Cerro Azul	Tinoyo
Coordenadas y altitud	S 16° 25' 9.2" W 73° 02' 24.6" Altitud: 758 msnm	S 16° 22' 18.2" W 73° 09' 42.7" Altitud:1071 msnm
Distancia total desde desvío Panamericana a la cima	10.8 Km	16.5 Km
Distancia requerida para realizar caminos de acceso	1.7 Km	5 Km
Distancia requerida de mantenimiento de caminos	9.1 Km	0 Km
Tiempo de respuesta desde Arequipa	3h 40'	3h 52'
Cobertura	Menor	Mayor

c) Posición Relativa Favorable del Cerro Collpayoj– Cajamarca

En Cajamarca, para poder llegar al Cerro Collpayoj se sigue la carretera que lleva a la comunidad de Chetilla, observándose que es un sitio despoblado, encontrándose solamente una cruz formada por dos palos de madera. Área total a ser ocupada aproximadamente 100 x 100 m².

A modo de observación se indica que en el mismo Cerro Collpayoj se tiene una cobertura de celular, afianzando la teoría de ser un lugar libre de obstáculos.

Desde el Cerro Collpayoj no se tiene línea de vista a la ciudad de Cajamarca. Técnicamente se observa que el cerro mejor ubicado es el cerro Apalina de donde si se tiene línea de vista hacia la ciudad de Cajamarca. El Cerro Collpayoj se considera adecuado para la instalación de un sistema Radar ya que es el sitio más alto de la zona, libre de obstáculos y teniendo cerca al cerro Apalina como repetidora para las comunicaciones.

En cuanto al envío de la señal del Radar Secundario Modo S, sería desde Collpayoj hasta Apalina (se requiere una repetidora) y de Apalina a Cajamarca. La otra alternativa es el envío de la señal a través de un enlace satelital tipo VSAT.

En cuanto a la energía sería rentada por CORPAC a la municipalidad de Chetilla.

El Área a utilizarse por el proyecto es aproximada a una hectárea. En tal sentido el alcalde indicó que no habría inconveniente con la ubicación e instalación del equipamiento en el

sitio y en el área mencionada.

El acceso al cerro Collpayoj es de relativa facilidad, demorando en su estado actual cerca de una hora desde la ciudad de Cajamarca hasta el mismo sitio. Luego de los arreglos que se realizarán al acceso este tiempo debe verse disminuido.

d) Posición Relativa Favorable Aeropuerto de Talara

Esta posición ha sido definida vistas las facilidades del sitio ya que se encuentra ubicado dentro del aeropuerto. Para poder determinar la posición del Radar Secundario Modo S, en esta zona se realizó la visita al Aeropuerto de Talara y al Grupo Aéreo N° 11 de la Fuerza Aérea del Perú (Base FAP – Talara), al llegar a estos sitios se realizó un estudio del terreno utilizando teodolito para determinar la ondulación del terreno en los 360° en el plano horizontal, tomando estos datos para su posterior análisis, teniendo en consideración que el interés de esta Estación Radar es la cobertura marítima para visualizar los ingresos de las aeronaves por el norte; así como también la cobertura en la parte continental los ingresos y salidas por los departamentos del norte. Como resultado se determinó que lo más favorable era su instalación en el Aeropuerto de Talara en las coordenadas S 4° 34' 0.6'' y W 81° 15' 29.4'', con una altura sobre el nivel de mar de 94 metros. Previamente en las simulaciones de cobertura se consideró el Aeropuerto de Chiclayo y el Aeropuerto de Piura, siendo estos desechados al no cumplir con el requerimiento operativo.

Ya en la ciudad de Lima, en CORPAC S.A. se introdujo estos datos obtenidos en el software de aplicación para la determinación del diagrama de cobertura a una altura de 25,000 pies y se confirmó que la mejor Posición Relativa Favorable corresponde al Aeropuerto de Talara para la instalación de un Radar Secundario Modo “S”.

Los trabajos de ubicación del lugar para la instalación del Radar Modo S, en el Aeropuerto de Talara, como fue usual se designó a la Comisión del Servicio, conformada por profesionales de CORPAC S.A. en la especialidad de ingeniería Civil para los estudios de acceso al lugar donde se realizará la instalación del Radar Secundario, especialidad de ingeniería Eléctrica para los estudios de instalación de energía eléctrica y de la Especialidad de Ingeniería Electrónica para determinar el lugar exacto donde se instalará el sistema de radiolocalización y del enlace de datos radar; se dio inicio de los trabajos con el estudio de los planos del Aeropuerto en lo referente a los accesos e identificación del lugar donde se realizara la instalación del Radar Secundario Modo S:

- Se realizaron la identificación en el terreno del lugar exacto donde se realizara la instalación del Radar Secundario Modo S.

- Se realizaron los estudios de acceso al lugar de instalación a través del terreno plano con algunas piedras que fácilmente pueden ser trasladadas a otro lugar dejando el acceso a la vista.
- Medición del tramo por donde se instalará el cableado de energía eléctrica, determinado desde la Sub-Estación Eléctrica del Aeropuerto de Talara, hasta la futura Sub-Estación donde se instalará el Radar Secundario Modo S.
- Medición del tramo por donde se instalará el cableado de fibra óptica/Radioenlace para la transmisión de la señal de información proveniente del Radar Secundario Modo S hasta la Sala de Equipos del VHF-AA que previamente será trasladado del Aeropuerto de Piura, para su posterior enlace hacia Lima – Edificio Radar, para su procesamiento respectivo y visualización en el Centro de Control.

Asimismo, como en los casos anteriores, las ventajas de la instalación del Radar Secundario Modo S, en el Aeropuerto de Talara son significativas; los terrenos pertenecen a CORPAC por lo tanto no es necesario realizar los tramites como es el caso en el Cerro de Acopia Grande – Cuzco, Cerro Tinoyo – Arequipa, Cerro Collpayoc – Cajamarca. La instalación para el traslado de energía eléctrica es al menor costo vista tener una Sub-Estación dentro del Aeropuerto, asimismo el costo de enlace de la señal de información del Radar es el mínimo. El terreno en esa zona es relativamente plana por lo tanto es ventajoso para la conformación del diagrama de cobertura de la irradiación electromagnética porque no existen obstáculos en la línea de vista en el horizonte.

e) Posición Relativa Favorable Sitio Radar Toccto (Ayacucho)

Inicialmente la decisión era instalar en Andahuaylas propiamente en el Cerro Huamaniya la posición radar, la cual si bien es cierto era accesible, a pesar de sus complicaciones, irrogaría gastos elevados en cuanto a obras civiles.

La definición de esta posición se da a partir de la decisión de retirar un equipo de Radioayuda a la Navegación que está instalado en Toccto, decisión tomada por el Área Operativa, la que encaja con las necesidades del Proyecto.

Con la decisión tomada de retirar el equipo mencionado de Toccto, la infraestructura existente quedaría dispuesta para el uso de un Radar Secundario con una explanada más que suficiente para la ubicación de la antena radar y con una Carretera afirmada Cusco-Andahuaylas, que pasa a sólo 500 metros del Cerro Toccto. En cuanto al acceso, se puede decir que sólo es necesario mejorar este tramo de 500 metros que va desde un desvío de la carretera hasta donde será instalado el Radar Secundario.

Una posición en Ayacucho inicialmente no fue considerada debido a que los cerros idóneos para la ubicación de un emplazamiento radar están ya ocupados, como Yanaorjo. Al desocuparse Toccto, deja la posibilidad abierta para la ubicación de un radar en su cima. En cuanto a cobertura, un radar en Toccto se traslapa con el flujo y cobertura de Lima, de forma similar a lo que se estimaba con Huamaniya, es decir, el tema de la cobertura no es afectado por esta redefinición de la ubicación del emplazamiento radar.

Finalmente el tema de facilidades eléctricas, agua, etc. Toccto no cuenta con agua potable ni Energía Comercial, al igual que Huamaniya, sin embargo la implementación de estos servicios en Toccto resultan mucho mas factibles que en el caso de Huamaniya.

f) Posición Relativa Favorable Del Cerro Acopia Grande – Cuzco

Las Posiciones alternativas dentro del estudio para la ubicación final, se encontraban el Cerro Chilliorco, Cerro Urcos y el Cerro Acopia Grande, estos estudios se realizaron en el mes de Noviembre y Diciembre del 2005. Las Coordenadas del Cerro Acopia Grande son S 13°36'26.9" W 71°37'35.3", con una Altitud: 4521 msnm.

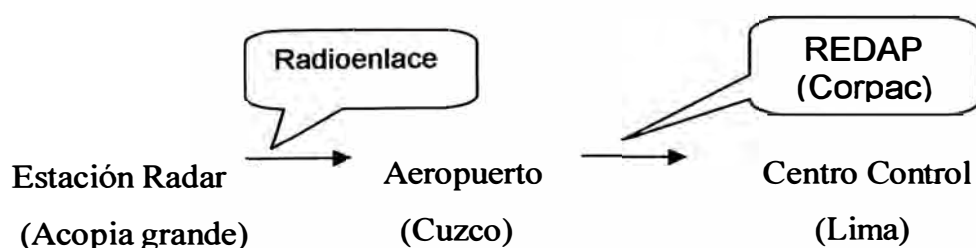
En este lugar se observó altas velocidades de los vientos, motivo por el cual se tiene que considerar que la estructura de la torre de Antena del Radar Secundario debe ser lo suficientemente resistente, sobre todo para la antena del radioenlace, así como también considerar un Radomo para proteger la antena.

Desde el Cerro Acopia Grande se tiene línea de vista con la pista de aterrizaje del Aeropuerto del Cuzco, motivo por el cual es necesario considerar un radioenlace para trasladar la señal del Sistema radar Secundario hacia el Aeropuerto del Cuzco para enlazarlo al Sistema de Comunicaciones REDAP, para su posterior envío a Lima - Centro de Control.

Para la construcción del acceso se tiene que considerar que en época de lluvias el Cerro Acopia Grande se puede volver inaccesible, asimismo para la instalación del Sistema radar Secundario Modo S en el sitio, se recomienda que no se realice en épocas de invierno (diciembre a marzo) por las lluvias. Para llegar al Cerro Acopia Grande la vía terrestre; se llega del siguiente modo: de Cuzco a Urcos en tres (03) horas, posteriormente de Urcos hasta el Cerro Acopia Grande es de 40 minutos. El acceso para llegar es de aproximadamente de cinco kilómetros. El lugar más cercano de donde se trasladará la energía eléctrica al Cerro Acopia Grande, es de la estación VOR ya instalada en URCOS. El Cerro Acopia Grande, pertenece al distrito de URCOS.

El lugar "Acopia Grande" ubicado a 4,521 msnm (información visualizada en el GPS), está ubicado en la parte más elevada del cerro del mismo nombre, cuya banda o quebrada Sur pertenece a la Comunidad de Sallac que está dentro de la jurisdicción de la Provincia de Urcos y su lado Nor-Este está dentro de la jurisdicción de la Comunidad de Coyuni perteneciente al distrito de Ccatcca. La vía carrozable de acceso al lugar de instalación del Radar Secundario Modo S, será construida a lo largo de las lomas que están dentro de la jurisdicción de la Comunidad de Coyuni.

El suelo del sitio donde se instalará el sistema de radiolocalización, por la altura registrada está en la Región Puna, perteneciente a las altas cumbres y páramos muy fríos de los Andes. El sitio está ubicado en la cima de un sistema de lomas de suaves pendientes escalonadas e interrumpidas por pequeñas quebradas por donde discurre el agua producto de las lluvias y deshielos formando pequeños espejos de agua o lagunillas. La temperatura oscila entre los 0°C a 7°C; en un mismo día, el tiempo en la Puna cambia radicalmente. En el periodo de estudios se ha observado un día despejado con fuerte radiación solar y al atardecer el cielo comenzó a nublarse con nubes estratocúmulos, alto cúmulos y cúmulo nimbos, amenazando precipitaciones con una sucesión de fenómenos meteorológicos de tormentas eléctricas como truenos y relámpagos. El tiempo cambia rápidamente y por regla casi general, las horas de la mañana se caracterizan por un cielo azul esplendoroso y en horas de la tarde se cubre de nubosidad y llueve, graniza y nieva, enlodando el suelo descubierto, los caminos y cubriendo de escarcha y nieve blanca la vegetación alfombrada de champas aterciopeladas. De acuerdo al diagrama de cobertura realizado en software se observa que la cobertura que se gana instalando el Sistema en Acopia Grande en comparación con la Estación Chilliorco o URCOS es bastante considerable como para inclinarse por Acopia Grande, salvo que los análisis de costos nos indiquen lo contrario. En cuanto al enlace requerido para el envío de datos radar, monitoreo y canales de voz, la mejor forma observada y sugerida sería la siguiente:



Se tiene los resultados para conocer los gastos que se realizarán para las Obras civiles en Acopia Grande, así como también los gastos por alimentación eléctrica a la estación que también influyeron en la elección del sitio.

e) Posición Relativa Favorable de Pucallpa

Los trabajos de ubicación del lugar para la instalación del Radar Modo S en el Aeropuerto de Pucallpa, se dieron inicio con el estudio de los planos del Aeropuerto en lo referente a los accesos e identificación del lugar donde se realizara la instalación del Radar Secundario Modo S:

El sitio radar en Pucallpa se consideró dentro de las instalaciones del Aeropuerto.

Para definir exactamente el sitio radar a ubicarse en el aeropuerto de Pucallpa, se realizaron varias visitas de sitio, en las cuales llegó a definirse el lugar más conveniente para este aeropuerto.

Su geografía es mayoritariamente plana no presentando obstáculos considerables para la señal radar y cubre perfectamente un radio de aproximadamente 200 NM.

Además, desde el sitio existe línea de vista hacia la pista de aterrizaje, en caso de utilizar el Sistema Radar para aproximación, como un beneficio adicional al proyecto.

Al no tener mayor problemática en cuanto a requerimientos operativos, de seguridad, de accesos, facilidades eléctricas, enlaces de comunicaciones, agua, etc. así como la propiedad del terreno y distancias de seguridad a considerar hacia las poblaciones, se consideró el sitio como el lugar óptimo para la estación radar.

Las tareas efectuadas por el personal en su estudio de sitio fueron las siguientes:

- Identificación en el terreno del lugar exacto donde se realizara la instalación del Radar Secundario Modo S.
- Realización de trabajos del acceso al lugar de instalación a través de la espesura del bosque con el apoyo de personal con una sierra automática para el corte de pequeños árboles y de hierbas.
- Medición del tramo por donde se instalará el cableado de energía eléctrica, determinado desde la Sub-Estación Eléctrica del Aeropuerto de Pucallpa, hasta la futura Sub-Estación donde se instalará el Radar Secundario Modo S.
- Medición del tramo por donde se instalará el cableado de fibra óptica/Radioenlace para la transmisión de la señal de información proveniente del Radar Secundario Modo S hasta la Sala de Equipos del VHF-AA del Aeropuerto de Pucallpa, para su posterior

enlace hacia Lima – Edificio Radar, para su procesamiento respectivo y visualización en el Centro de Control.

Las ventajas de la instalación del Radar Secundario Modo S, en el Aeropuerto de Pucallpa son significativas; los terrenos pertenecen a CORPAC por lo tanto no es necesario realizar los tramites como es el caso en el Cerro de Acopia Grande – Cuzco, Cerro Tinoyo – Arequipa, Cerro Collpayoc – Cajamarca. La instalación para el traslado de energía eléctrica es al menor costo con miras a tener una Sub-Estación dentro del Aeropuerto, asimismo el costo de enlace de la señal de información del Radar es el mínimo. El terreno en esa zona es relativamente plana por lo tanto es ventajoso para la conformación del diagrama de cobertura de la irradiación electromagnética porque no existen obstáculos en la línea de vista en el horizonte.

g) Posición Relativa Favorable Aeropuerto de Iquitos

Su geografía es mayoritariamente plana no presentando obstáculos considerables para la señal radar y cubre perfectamente un radio de aproximadamente 193 NM.

Por lo anterior podemos utilizar el Sistema Radar Secundario para la aproximación, como un beneficio adicional al proyecto.

Al no tener mayor problemática en cuanto a requerimientos operativos, de seguridad, de accesos, facilidades eléctricas, enlaces de comunicaciones, agua, etc., así como la propiedad del terreno y distancias de seguridad a considerar hacia las poblaciones, se consideró el sitio como el lugar óptimo para la estación radar.

Para definir exactamente el sitio radar a ubicarse en el aeropuerto de Iquitos, se realizaron varias visitas al sitio, en las cuales llego a definirse el lugar más conveniente dentro de este aeropuerto. En los trabajos de ubicación del lugar para la instalación del Radar Modo S, en el Aeropuerto de Iquitos se designó a la Comisión del Servicio, conformada por profesionales de CORPAC S.A. en la especialidad de ingeniería civil para los estudios de acceso al lugar donde se realizará la instalación del radar secundario, especialidad de ingeniería eléctrica para los estudios de instalación de energía eléctrica y de la especialidad de ingeniería electrónica para determinar el lugar exacto donde se instalará el sistema de radiolocalización y del enlace de datos radar; se dio inicio de los trabajos con el estudio de los planos del aeropuerto en lo referente a los accesos e identificación del lugar donde se realizara la instalación del Radar Secundario Modo S:

- Se realizó la identificación en el terreno, el lugar exacto donde se realizará la instalación del Radar Secundario Modo S.

- Realización de trabajos para el acceso al lugar de instalación a través de la espesura del bosque con el apoyo de cinco personas con sierras automáticas para el corte de pequeños árboles y de hierbas.
- Medición del tramo por donde se instalará el cableado de energía eléctrica, determinado desde la Sub-Estación Eléctrica del aeropuerto de Iquitos, hasta la futura Sub-Estación donde se instalará el radar secundario Modo S.
- Medición del tramo por donde se instalará el cableado de fibra óptica/Radioenlace para la transmisión de la señal de información proveniente del radar secundario Modo S, hasta la sala de equipos del VHF-AA del aeropuerto de Iquitos, para su posterior enlace hacia Lima – Edificio radar, para su procesamiento respectivo y visualización en el centro de control.

Las ventajas de la instalación del radar secundario Modo S, en el Aeropuerto de Iquitos son significativas; los terrenos pertenecen a CORPAC por lo tanto no es necesario realizar los tramites como en el caso del Cuzco, Arequipa y Cajamarca. La instalación para el traslado de energía eléctrica es al menor costo vista tener una Sub-Estación dentro del Aeropuerto, asimismo el costo de enlace de la señal de información del Radar es el mínimo. El terreno en esa zona es relativamente plana por lo tanto es ventajoso para la conformación del diagrama de cobertura de la irradiación electromagnética porque no existen obstáculos en la línea de vista en el horizonte.

CAPITULO V

FINANCIAMIENTO E IMPLEMENTACION

5.1 Financiamiento

La inversión total de S/. 139'354,752 (US\$.43'684,876) a precios privados, será financiado con Recursos Propios de la Corporación, principalmente por las siguientes razones:

- Inmediata implementación del proyecto con los consiguientes beneficios esperados; en caso contrario, si se asumiera deuda parcial o total, se demoraría más de 14 meses.
- Permitiría cumplir con el compromiso de inversión con OSITRAN para el período 2004-2008, evitando la posibilidad de reducción de las tarifas reguladas del SNAR Nacional y SNAR Internacional.
- Elevados saldos de caja crecientes, ascendentes a S/.127'711,615 (US\$.39'909,880), según el Balance General (Caja - Bancos), al 31 de Diciembre 2006; y según el Balance General al 31 de Mayo 2007, S/.149'106,324 (US\$.46'962,622), que permitirán cumplir adicionalmente con otras inversiones en aeronavegación, en el horizonte 2007-2018.
- Generación de superávit de caja en el período de operación del proyecto, las utilidades permanentes y la depreciación de los activos, ambos fondos internos disponibles y suficientes conjuntamente con parte de los saldos de caja inicial, para cubrir la inversión requerida del Proyecto. Todo lo anterior, manteniendo una caja mínima anual de alrededor de US\$.6'000,000 para capital de trabajo, después de ejecutado el proyecto.
- Permitiría obtener precios reales de los radares, evitando la distorsión de los precios cuando existen créditos atados.
- Evitaría incurrir en altos costos financieros (costos fijos) en el largo plazo (entre US\$.5.5 y US\$.9.1 millones), que conjuntamente con la amortización del principal, podría significar un riesgo de cancelación de pagos, en coyunturas críticas de caídas de ingresos por operaciones aéreas afectadas, derivadas de la sensibilidad del sector aerocomercial a diversos factores del entorno socio-político nacional e internacional;

afectando la imagen de la Corporación y el país. Asimismo, evitaría afectar las utilidades proyectadas, restándole posibilidad de reinvertirlas.

- Permitiría conservar la excelente capacidad de endeudamiento empresarial sin comprometer su patrimonio, al mantener un bajo ratio de endeudamiento: deuda/patrimonio.
- Flexibilidad para la ejecución de la inversión entre fase y fase, al no estar sujetos a un proceso de endeudamiento que genera altos costos financieros.

La inversión total de S/. 139'354,752 (US\$.43'684,876) financiado con recursos propios de la corporación se distribuirán de la siguiente manera:

TABLA N° 5.1 Desarrollo de la Inversión

Cant	Descripción	P.U. aprox	P.T
8	Radars Secundarios	3,414,000.00	27,284,653.00
1	Centro de Control	7,507,006.00	7,507,006.00
	Equipos Ambientales	169,934.00	169,934.00
	Vehículos	114,240.00	114,240.00
	Obras Civiles	4,965,335.00	4,965,335.00
	Terrenos	40,688.00	40,688.00
	Intangibles	3,603,015.00	3,603,015.00
		Gran Total	43,684,876.00

5.2 Plan de Implementación

El estudio de factibilidad del proyecto, luego de su aprobación y declaración de viabilidad por el MTC (Oficina de Planificación y Presupuesto), se estará en condiciones de elaborar las especificaciones técnicas para su aprobación por el Directorio de CORPAC S.A., para ser llevados a la ejecución, contándose con la financiación de recursos propios para su inclusión a partir del Presupuesto Modificado de la Corporación 2007.

La adquisición de los equipos y servicios bajo la modalidad llave en mano se llevara a cabo por medio de licitación pública internacional que será ejecutada por OACI organismo especializado en la aviación comercial, desde la elaboración de especificaciones técnicas hasta la adquisición de equipamiento.

Se estima, que la licitación mediante OACI, permitirá no sólo mayor transparencia, sino

también reducir los costos de inversión y financiamiento de los sistemas y/o equipos, por contar adicionalmente con experiencia en procesos similares y por una mayor competencia de los potenciales proveedores; asimismo, por considerar cotizaciones referenciales de diversos proveedores.

El proyecto se implementara por fases:

a) Primera fase

Elaboración de especificaciones técnicas, licitación, buena pro y contrato, a través de OACI.

Se realizará el reemplazo del actual Centro de Control del Espacio Aéreo AMS-2000 que se encuentra en funcionamiento y operación desde diciembre de 1997 (09 años), ubicado en la Provincia Constitucional del Callao.

Se ha considerado como prioritario instalar en primer orden el sistema central de la Red de Radares:

- Un (01) Centro de Control del Espacio Aéreo en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”, ubicado en la Provincia Constitucional del Callao, el cual será el sistema central de la Red de Radares. La construcción del nuevo centro de control en la playa de estacionamiento de CORPAC S.A. de acuerdo a los planos que cumplan con los estándares internacionales actuales
- Integración del radar de Northrop Grumman al nuevo centro de control.
- Dos (02) Sistemas de radar secundario MSSR Modo S, en el Cerro Collpayoc ubicado en Cajamarca y en el Cerro Tinoyo ubicado en Arequipa.

b) Segunda fase

La instalación y puesta en servicio de tres (03) Sistemas de Radar Secundario MSSR Modo S, en el Cerro Acopia Grande ubicado en el Cusco, en el Cerro Toccto ubicado en Ayacucho y en el Aeropuerto de Pucallpa.

c) Tercera fase

La instalación y puesta en servicio de dos (02) Sistema de Radar Secundario MSSR Modo S, en el Aeropuerto de Talara y en el Aeropuerto de Iquitos.

La instalación y puesta en servicio de un (01) Sistema de Radar Secundario MSSR Modo S, en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”, ubicado en la Provincia Constitucional del Callao, en reemplazo del actual Sistema Radar ASR-12SS/MSSR que se encuentra en funcionamiento y operación desde Diciembre de 1997 (09 años), ubicado en la Provincia Constitucional del Callao.

En este sentido, de cumplirse con lo programado, el nuevo Centro de Control y las ocho (08) Estaciones radar (Estaciones Radar Secundario Modo S) estarían operando luego de aproximadamente cinco años luego de la firma del contrato.

TABLA 5.2 Cronograma de Implementación

Actividades	Tiempo en Años				
	1	2	3	4	5
1° Fase (instalación y funcionamiento de 1 centro de control y 2 radares)	■				
2° Fase (instalación y funcionamiento de tres radares)			■		
3° Fase (instalación y funcionamiento de 2 radares provincia mas lima)					■

Criterios tenidos en cuenta para establecer la prioridad de la instalación son los siguientes:

- Rutas ATS con más alta densidad de tráfico, se han evaluado los flujos principales de tránsito aéreo en nuestro espacio aéreo.
- Aumentar la capacidad del espacio aéreo.
- Continuidad de las señales del radar partiendo desde Lima hacia los flujos principales teniendo en cuenta la sectorización del espacio aéreo.
- Apoyo a las estrategias de la ATM como la RVSM, RNAV y RNP, así como al Servicio de Control de Tránsito Aéreo en condiciones normales y contingentes.
- Las facilidades logísticas y técnicas de cada emplazamiento

5.3 Análisis de Coberturas por Fases

La cobertura de vigilancia radar por fases incluyendo visualización de las rutas se aprecia en las figuras Fig. 5.1, Fig. 5.2, Fig. 5.3, Fig. 5.4 y Fig. 5.5.

En las mencionadas figuras se pueden observar las coberturas alcanzadas de acuerdo a la ejecución de cada fase, de ese mismo modo se puede verificar que al final de la ejecución del total del proyecto la cobertura alcanzada es del 84% del espacio aéreo continental.

En esta primera fase tiene planificado la Integración del radar de Northrop Grumman al nuevo centro de control, además de la instalación de dos (02) Sistemas de radar secundario MSSR Modo S, en el Cerro Collpayoc ubicado en Cajamarca y en el Cerro Tinoyo ubicado en Arequipa.

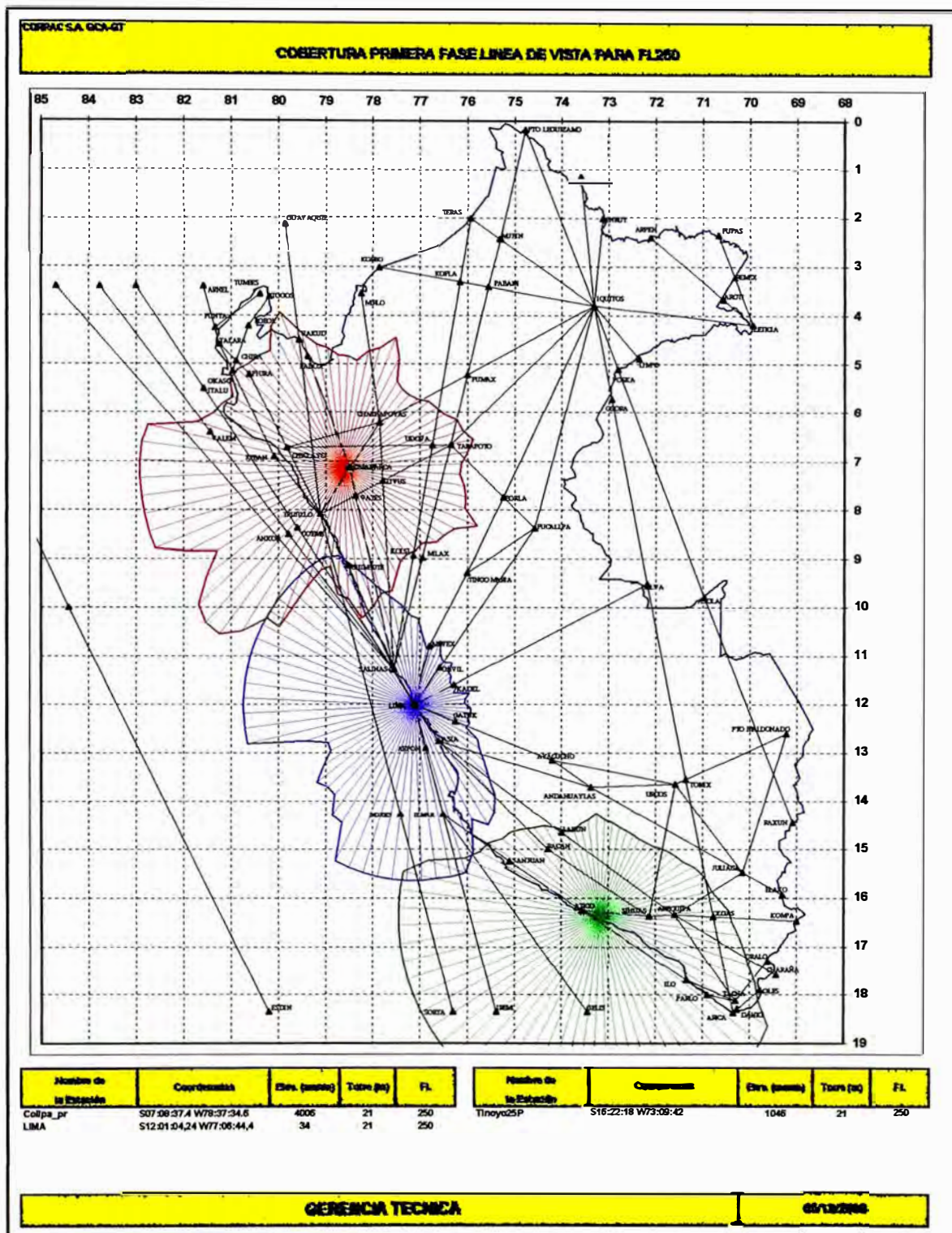


Fig. 5.1 Cobertura de Vigilancia Radar en Primera Fase

En la segunda fase La instalación y puesta en servicio de tres (03) Sistemas de Radar Secundario MSSR Modo S, en el Cerro Acopia Grande ubicado en el Cusco, en el CerrToccto ubicado en Ayacucho y en el Aeropuerto de Pucallpa.

En la figura anterior (Fig. 5.3) se puede observar la cobertura alcanzada como resultado de la ejecución de la primera y segunda fase del proyecto.

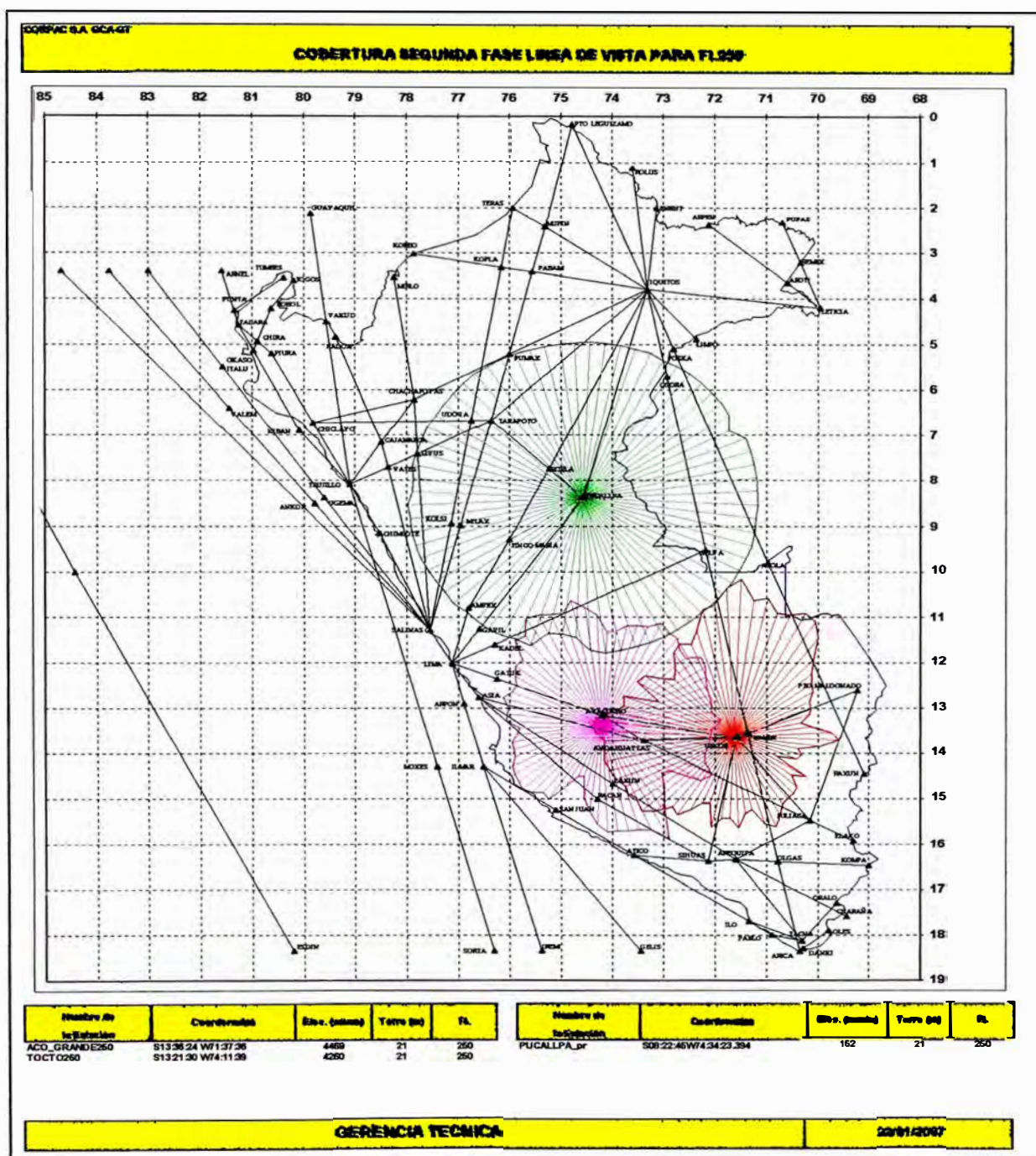


Fig. 5.2 Cobertura de Vigilancia Radar en Segunda Fase

Cabe recalcar todos los diagramas de coberturas mostrados fueron obtenidos a niveles de vuelo FL250 (25000 pies). En la Fig. 5.4 se puede apreciar el diagrama de cobertura conseguido con la instalación y puesta en servicio de dos (02) Sistema de Radar Secundario MSSR Modo S, en el Aeropuerto de Talara y en el Aeropuerto de Iquitos.

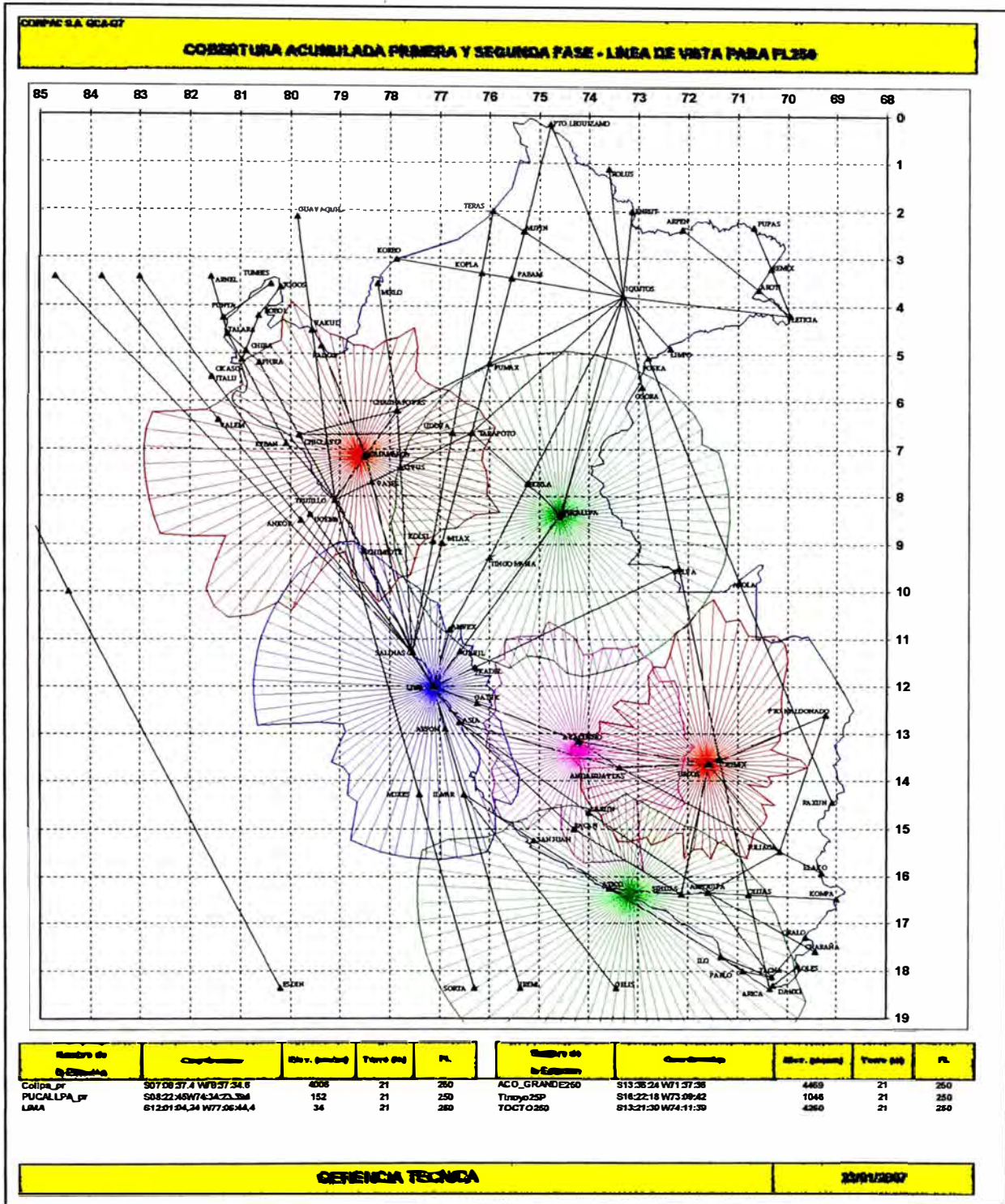


Fig. 5.3 Cobertura de Vigilancia Radar en Primera y Segunda Fase

Debemos aclarar que en esta tercera fase también se llevara acabo la instalación y puesta en servicio de un (01) Sistema de Radar Secundario MSSR Modo S, en el Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”

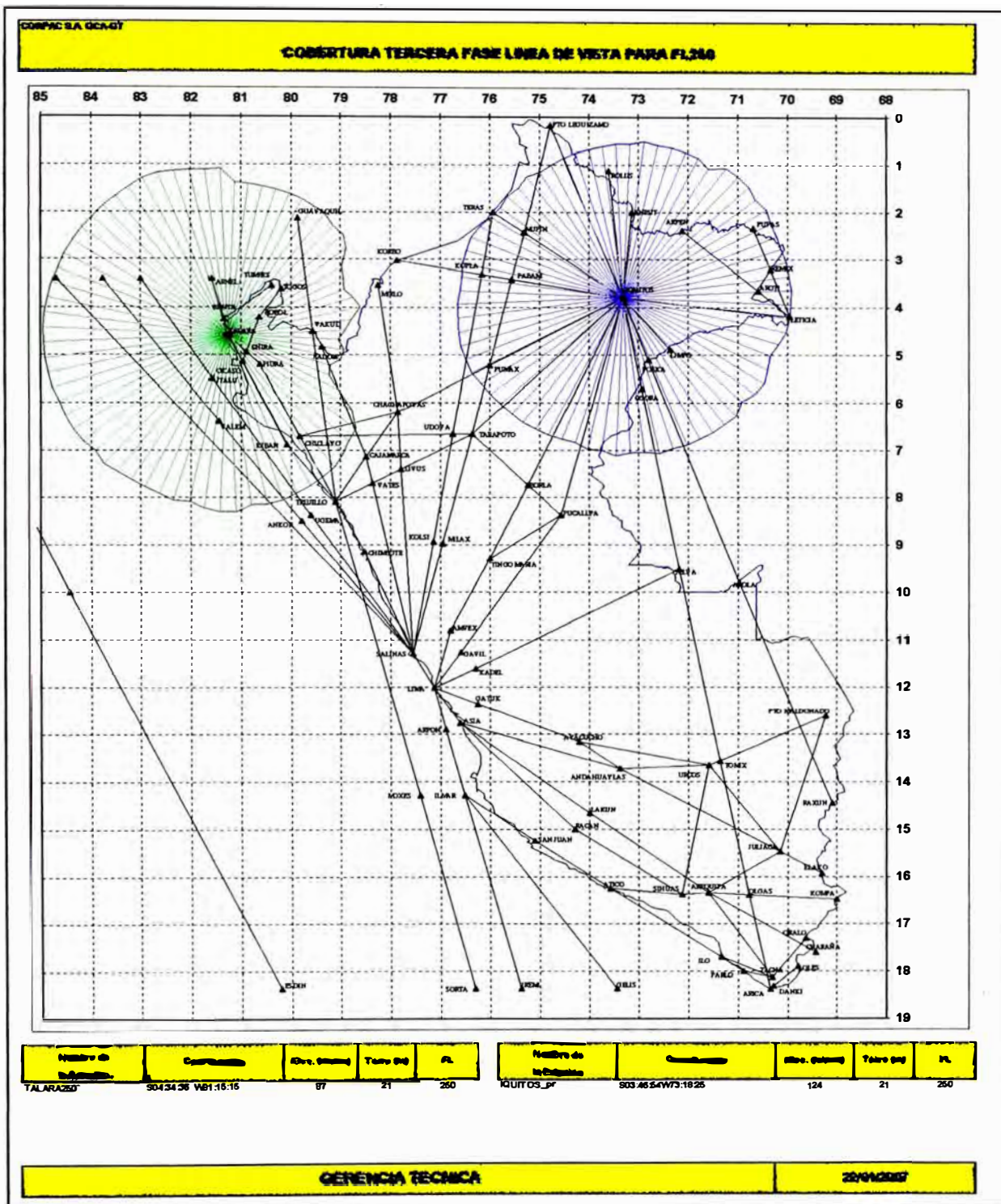


Fig. 5.4 Cobertura de Vigilancia Radar en Tercera Fase

La Fig. 5.5 mostrada anteriormente se observa como resultado final la cobertura total obtenida luego de la ejecución de la totalidad del proyecto en sus tres fases, esto es del espacio aéreo superior o a nivel de vuelo FL250.

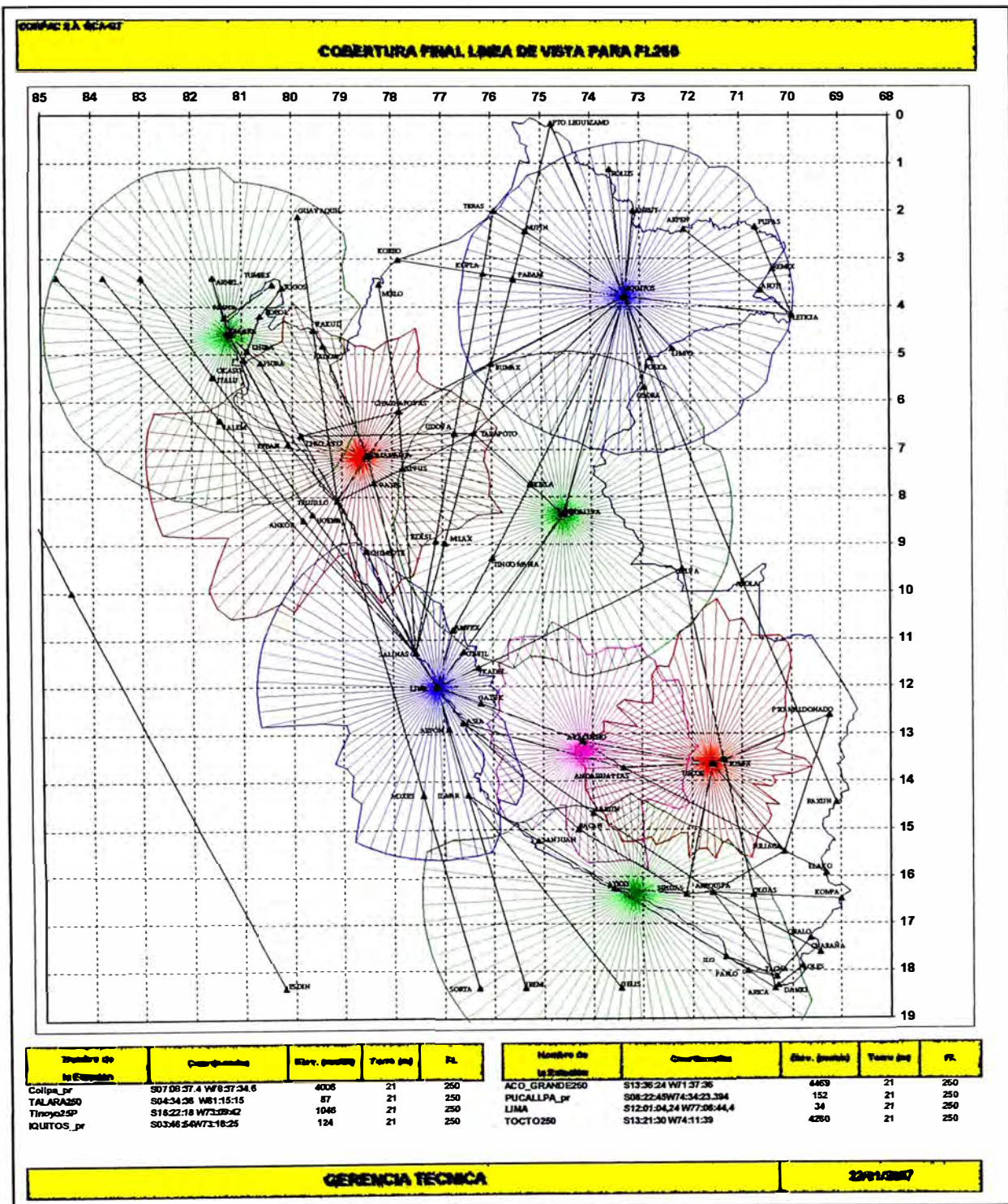


Fig. 5.5 Cobertura Final de Vigilancia Radar

CAPITULO VI

IMPACTO AMBIENTAL

6.1 Probables Impactos Ambientales

6.1.1 Consideraciones Generales

Para la evaluación de los impactos ambientales se ha tomado como base de análisis las condiciones medio ambientales de los emplazamientos situados en las diferentes regiones naturales del Perú, información obtenida en base a las inspecciones in-situ efectuadas y tomando como referencia el estudio: “Las Ocho Regiones Naturales del Perú” del Doctor. Javier Pulgar Vidal; y las características técnicas y operacionales del proyecto, considerando las actividades que comprenden las etapas de construcción, instalación y operación del sistema de radares a nivel nacional. Cabe resaltar que los emplazamientos para la instalación de los sistemas de radar en Lima, Pucallpa, Iquitos y Talara, estarán ubicados dentro de los terrenos de los correspondientes aeropuertos, de propiedad de CORPAC S.A. Asimismo el emplazamiento de Toccto, corresponde a un área de propiedad de CORPAC S.A., que cuenta con vía de acceso y donde funcionaba el VOR (Equipo de Radioayuda) Ayacucho que fue desactivado. En dichos casos, los sistemas radar se instalarán en áreas ya intervenidas y donde se prevé que los impactos ambientales negativos serán muy leves. Se observó que los emplazamientos de Acopia Grande, Tinoyo y Collpayoc, están ubicados en la cima de los cerros del mismo nombre. Son áreas no intervenidas y sin ningún tipo de uso, ya que por su ubicación y altitud, son terrenos áridos no aptos para la explotación agropecuaria y donde la presencia de flora y fauna silvestre es muy escasa.

En forma general, dadas las condiciones descritas, los impactos ambientales negativos en los diferentes emplazamientos y su entorno serán leves y temporales debido básicamente a la construcción de las vías de acceso, las emisiones de polvo y partículas, ruido y en forma permanente debido a la generación y gestión de los residuos y las emisiones de radiaciones electromagnéticas de baja potencia (RNI). Sin embargo, los impactos positivos por la automatización y modernización de los servicios de tránsito aéreo y la

instalación de la red de radares de vigilancia aérea a nivel nacional, son altamente significativos y beneficiosos y de carácter estratégico ya que mejorará sustancialmente el servicio de radar en el espacio aéreo superior y la seguridad de las operaciones aéreas; y además de generar nuevos puestos de trabajo, nos permitirá lograr incrementar nuestro espacio aéreo controlado de un 4.0 % a un 84.2 % de cobertura continental y del 7.3% a un 29.4% de cobertura marítima a un FL250. Otro impacto ambiental positivo que es importante considerar por su gran significancia y beneficio local y mundial, será la disminución de las emisiones actuales de gases contaminantes a la atmósfera (CO, HC, NO_x, SO_x, CO₂, Hollin) por los motores de las aeronaves que operan en el espacio aéreo superior peruano, considerando que el servicio de la red de radares de vigilancia aérea propiciará la eficacia del control del tránsito aéreo y el uso más eficiente del espacio aéreo peruano y, generará el ahorro de tiempo de vuelo de las aeronaves (2 minutos en vuelos nacionales e internacionales y 3 minutos en sobrevuelos a partir del año 3° de operación del Proyecto) y con ello el ahorro en el consumo de combustible.

6.1.2 Impactos Ambientales

a) En el medio físico:

Atmósfera: En las zonas de emplazamiento donde se instalarán el sistema de radares y su entorno, este componente ambiental será muy levemente afectada por el material particulado (polvo) que se producirá durante los trabajos de excavación, movimiento de tierras, nivelación y construcción/mejoramiento de las vías de acceso y las ejecución de diferentes edificaciones e instalaciones del sistema radar. La calidad del aire también sería afectada en forma leve en la etapa de construcción, por el ruido y las emisiones de gases contaminantes (CO₂, CO, NO_x, SO_x) generados por los vehículos de transporte, tractores, preparación de materiales de construcción (morteros, asfalto, etc.) y por las emisiones de los grupos electrógenos.

El funcionamiento de los radares generará la emisión de radiaciones electromagnéticas de baja potencia (RNI), afectando la zona del emplazamiento y su entorno.

El servicio de la red de radares de vigilancia aérea, traerá como consecuencia la disminución de las emisiones actuales y futuras de gases contaminantes (Hollin, HC, CO₂, CO, NO_x, SO_x) a la atmósfera por los motores de las aeronaves, por el ahorro de tiempo de vuelo de las aeronaves.

Suelo.- Los suelos de los emplazamientos de Acopia Grande, Tinoyo y Collpayoc, por ser áreas no intervenidas, serán afectados por los trabajos de obras civiles que incluyen: Excavaciones, movimiento de tierras, nivelaciones, construcciones, etc.; lo que afectará su permeabilidad natural y propiciará la erosión de la capa superficial. De la misma forma, las áreas del entorno por donde se construirán las vías de acceso y drenes serán afectadas por los trabajos de corte de media ladera, movimiento de tierras, compactación, construcción de drenes, instalaciones del tendido eléctrico, etc.,

Los suelos dentro de los emplazamientos pueden ser contaminados por residuos sólidos y líquidos, derrames de combustibles, aceites, lubricantes, etc. provenientes de los vehículos, funcionamiento y mantenimiento de equipos del sistema radar.

Agua subterránea y superficial.- No se ha observado cuerpos de agua superficial en la zona de los emplazamientos. Las aguas subterráneas en las distintas zonas de emplazamiento pueden sufrir contaminación por lixiviaciones y filtraciones de residuos líquidos, especialmente en el caso de Iquitos y Pucallpa.

Ruido/ Vibración.- Se registrarán niveles moderados de ruido durante las etapas de construcción, que afectarían muy levemente al personal.

Estética y Paisaje.- La implantación del sistema radar producirá una modificación en la arquitectura paisajística de los emplazamientos. Especialmente en el caso de las zonas no intervenidas.

b) En el medio biológico

Flora.- Para el caso de los emplazamientos en Lima, Talara, Pucallpa, Iquitos y Tocto, no es aplicable, por cuanto se trata de terrenos intervenidos.

En el caso de los emplazamientos de Cerro Tinoyo (Región Yunga Marítima), Cerro Acopia y Cerro Collpayoc (Región Puna), la escasa vegetación silvestre existente, será afectada por el movimiento de tierras y las construcciones de edificaciones y las vías de acceso.

Fauna.- Es escasa la existencia de fauna silvestre en la cima de los cerros de la Región Yunga Marítima y Región Puna, donde se implantarán los sistemas de radar secundario. El área es relativamente pequeña (45 m X 30 m), esto afectaría muy levemente el hábitat de la fauna silvestre, especialmente en la etapa de construcción, debido al movimiento de tierras, emisiones a la atmósfera y ruido.

Biota Acuático.- No aplicable para el caso de los emplazamientos involucrados dentro del proyecto.

c) En el medio antrópico

Uso de suelos.- Los suelos donde se implantarán los sistemas no tienen uso agrícola, son terrenos intervenidos dentro de las propiedades de CORPAC (caso de Iquitos, Pucallpa, Talara y Tocto) y las cimas de los cerros y lomadas de la Región Yunga y Puna son áridos, con escasa vegetación silvestre no atractivo para el pastoreo.

Trabajo.- La instalación y funcionamiento de la red de radares a nivel nacional generará puestos de trabajo, favoreciendo también a las Comunidades aledañas por las vías de acceso a construirse.

Arqueología.- No se ha observado restos arqueológicos en los emplazamientos donde se instalaran los sistemas radar.

Salud/Seguridad.- La magnitud del proyecto en cada emplazamiento no reviste altos niveles de riesgo. Sin embargo, las instalaciones y otros factores relacionados con la instalación y operación de las antenas radar, pueden poner en peligro la seguridad de las personas, sino se implantan y respetan las normas básicas de seguridad.

Presión sobre la infraestructura de Energía Eléctrica, desagües sanitarios, recolección de residuos sólidos, teléfonos y abastecimiento de agua para consumo.- La instalación y funcionamiento del sistema radar en los emplazamientos, demandará consumo de energía eléctrica, instalación de un sistema de alcantarillado, uso de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos, instalación de servicios telefónicos y suministro de agua para satisfacer las necesidades en la etapa de construcción y mantenimiento de áreas verdes y consumo del personal operativo.

Relaciones con los grupos sociales del entorno.- Los emplazamientos donde se instalarán los sistemas radar, están dentro de la jurisdicción de Municipalidades o de comunidades campesinas que tienen un fuerte concepto sobre la protección y conservación de sus tierras. Este aspecto debe ser considerado adecuadamente para efectuar los arreglos necesarios con respecto al saneamiento de las tierras a utilizar en el proyecto y buscar un acercamiento armonioso con los pobladores y sus autoridades dando las explicaciones necesarias sobre la naturaleza y las bondades del proyecto como la generación de puestos de trabajo eventuales y permanentes; considerar esto con mayor énfasis en el caso de Cerro Collpayoc, Cerro Tinoyo y Cerro Acopia Grande; por ser zonas muy alejadas y no intervenidas.

6.1.3 Evaluación de los Impactos Ambientales.

a) Parámetros de evaluación.

Para la evaluación de los impactos ambientales, se ha considerado los siguientes conceptos:

Sentido	Positivo (beneficioso) o Negativo (adverso);
Tiempo	Temporal o Permanente;
Efecto	Reversible o Irreversible;
Área involucrada	Local, Regional o Estratégico;
Importancia	Alta, Media o Baja; y
Magnitud	Alta, Media o Baja.

b) Descripción de la matriz de impactos.

Tomando en cuenta las consideraciones señaladas en la parte de la descripción del proyecto y sus características operacionales, los requerimientos de obras civiles para su implantación, las características del medio ambiente donde serán instalados los sistemas radar, y teniendo como base el análisis de los posibles impactos sobre los componentes ambientales que se han previsto y luego de efectuar la evaluación correspondiente aplicando los parámetros indicados; se ha identificado y analizado los impactos del proyecto sobre los componentes ambientales Físico, Biológico y Antrópico, y haciendo un resumen de los diferentes cuadros analizados, podemos ver claramente que los impactos ambientales negativos que generaría la implantación del proyecto en cada emplazamiento sobre los componentes ambientales físicos, biológicos y antrópicos, serán de carácter local, reversible y de importancia y magnitud baja; es decir, los impactos negativos son muy leves. Esto facilitará su manejo, mediante la implementación de medidas mitigadoras y programas de manejo ambiental apropiados.

Sin embargo, cabe resaltar que los impactos ambientales positivos en el componente físico y antrópico, que generará la naturaleza y los objetivos del proyecto, son de carácter estratégico y de una importancia y magnitud alta. Esto fundamenta la necesidad e importancia de implantar el proyecto que tiene ámbito nacional y una alta repercusión internacional.

6.1.4 Plan de Manejo Ambiental

Habiendo identificado los posibles impactos ambientales relacionados con la ejecución del

proyecto, reflejados y explicados en el resumen anterior, se pudo elaborar un plan de manejo ambiental se proponen las medidas mitigadoras, programas y planes para el manejo de los impactos ambientales identificados como a continuación se detallan.

TABLA N° 6.1 Plan de Manejo Ambiental

IMPACTOS	MEDIDAS MITIGADORAS / PLANES / PROGRAMAS	ORGANOS RESPONSABLES
<i>MEDIO FÍSICO / BIOLÓGICO</i>		
- Variación de la calidad del aire por partículas y emisiones de gases contaminantes.	- Mantenimiento de motores de maquinarias, vehículos, equipos de construcción y grupos electrógenos. Realizar trabajos de remoción de materiales en húmedo.	Empresa Contratista de obras civiles y CORPAC S.A.
- Ruido/vibraciones, afectará a los operadores.	- Suministrar supresores de ruido para los trabajadores. Cumplimiento de normas sobre tiempo máximo de exposición al ruido.	Empresa Contratista de obras civiles.
- Variación de la calidad del aire por emisiones de radiaciones electromagnéticas de baja potencia.	- En las bases técnicas para la adquisición de los equipos radar, se exigirá que sus emisiones de radiación, cumplan con lo normado por el MTC.	Gerencia Técnica de CORPAC S.A.
- Erosión, compactación y pérdida de drenaje del suelo.	- En la fase de Operación de los sistemas radar en Lima Y provincias: realizar Estudios de Medición de Campo Electromagnético para cada caso, a fin de cumplir con el D.S. N° 038-2003-MTC.	Gerencia Técnica y Gestión Ambiental de CORPAC S.A.
- Erosión, compactación y pérdida de drenaje del suelo.	- Programa de forestación y/o jardines para repoblar suelos afectados, utilizando especies nativas de flora arbustiva y herbácea. Construcción de muros de contención.	Empresa Contratista de obras civiles y CORPAC.
- Contaminación del suelo/agua por residuos sólidos/líquidos y derrames de combustibles.	- Establecer Plan de manejo de residuos sólidos y líquidos para cada emplazamiento. Establecer Instructivos de trabajo ambiental para el manejo de sustancias	Empresa Contratista de obras civiles y CORPAC S.A.

<ul style="list-style-type: none"> - Afectación a la flora, fauna silvestre y paisaje; por movimiento de tierras, construcción de instalaciones y vías de acceso. 	<p>peligrosas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa de forestación y/o jardines para repoblar y reconstruir habitats en suelos afectados, utilizando especies nativas de flora arbustiva y herbácea. 	<p>Empresa Contratista de obras civiles y CORPAC S.A.</p>
<i>MEDIO ANTRÓPICO</i>		
<ul style="list-style-type: none"> - Afectación a la seguridad y salud de las personas por riesgos de accidentes /incidentes. - Presión a demanda de energía eléctrica, teléfonos y abastecimiento de agua. - Impacto del proyecto en su entorno y los grupos sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar Plan de contingencias y emergencias. - Plan de expansión de servicios de telefonía, energía eléctrica y abastecimiento de agua. - Programar charlas de información y concientización para las poblaciones. 	<p>Empresa Contratista de obras civiles y CORPAC S.A.</p> <p>Empresa Contratista para obras civiles y para tendido eléctrico/ telefónico y CORPAC S.A.</p> <p>CORPAC S.A.</p>

a) Acciones de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales.

De la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales causados por las actividades y acciones del proyecto sobre sus principales elementos que conforman el medio ambiente, se puede apreciar que un alto porcentaje de los impactos negativos son de carácter temporal.

Los impactos producidos en la etapa de construcción e implementación de los sistemas de radar, son mayormente muy bajos, puntuales, de corta duración y con una significancia baja. La prevención y mitigación de estos impactos serán manejados y remediados por los potenciales contratistas de obras y proveedores de los equipos de radar, a los cuales se les obligará a prevenirlos o mitigarlos, en caso se presenten, incluyendo una cláusula específica sobre la materia, en sus respectivos contratos.

Asimismo, no se dan casos de afectación al patrimonio cultural y natural, ya que no existe en las zonas de ejecución de las obras del proyecto restos arqueológicos ni reservas naturales. Las zonas no intervenidas como es el caso de cerro Acopia Grande, cerro Collpayoc y cerro Tinoyo, son emplazamientos ubicados en la cima de cerros cuyo

suelo no tienen ningún tipo de uso agrícola, salvo el uso o aprovechamiento de su muy escasa vegetación para el pastoreo de ganado ovino y camélido.

Como actividades de prevención y mitigación de riesgos medio ambientales y a fin de lograr la armonía y las buenas relaciones del proyecto con su entorno, es importante:

Difundir las bondades del proyecto automatización y modernización de los servicios de tránsito aéreo, red de radares de vigilancia, haciendo participe a los agricultores de las comunidades aledañas a los emplazamientos donde se instalarán los sistemas radar, para explicarles las bondades del proyecto y evitar cualquier mal entendido que genere un conflicto social.

Promover campañas de concientización y acercamiento a las autoridades comunales y pobladores que habitan en las inmediaciones de los emplazamientos, para buscar su cooperación y apoyo con miras a preservar la seguridad y el funcionamiento del sistema; e inculcar las buenas prácticas en temas medio ambientales relacionados específicamente con el manejo de residuos sólidos, reforestación y la necesidad de preservar y conservar el medio ambiente.

b) Costos para la implementación y ejecución del plan de manejo ambiental

De acuerdo al resumen de todo el estudio realizado anteriormente, se ha podido identificar los diferentes impactos ambientales que generará el proyecto tanto en su fase de implantación como de operación. Para la implementación, ejecución y monitoreo de las medidas mitigadoras, planes y programas del Plan de Manejo Ambiental señalado anteriormente, se ha previsto la asignación de recursos económicos, tanto a nivel de Costos de Inversión y Costos de Operación, tal como se muestra en las tablas N° 6.2 y 6.3.

c) Acciones de monitoreo y vigilancia ambiental

El monitoreo se realizara a mediano y a largo plazo, para garantizar que las medidas preventivas y correctivas han sido cumplidas. El personal especialista de la Corporación supervisará y vigilará el cumplimiento de las medidas prevención y mitigación de los impactos ambientales con miras a:

Señalar los impactos detectados en la evaluación de impacto ambiental del proyecto y comprobar que las medidas de mitigación o corrección propuestas se han ejecutado y son eficaces.

Detectar los impactos no previstos en el estudio señalado y proponer las medidas correctivas adecuadas.

TABLA N° 6.2 Costos de Mitigación del Plan de Manejo Ambiental

Costos de Mitigación del Plan de Manejo Ambiental.		
Fase de Inversión / Año.		
Precios Mercado		
Fase de Inversión / Año		
ACTIVIDADES		US\$
Plan de reforestación*		21,553
Plan de manejo de residuos sólidos**		14,376
Equipo de monitoreo y evaluación de radiación***		137,000
Total		172,929
*: INRENA - PLAN INTEGRAL DE REFORESTACIÓN 2005		
** :CORPAC - 2004		
***: Costos referenciales		
****: CORPAC - 2005 D.S. 038-2003		
MTC		

TABLA N° 6.3 Costos de Mitigación del Plan de Manejo Ambiental

Costos de Mitigación del Plan de Manejo Ambiental.		
Fase Operación / Año.		
Precios Mercado		
ACTIVIDADES		US\$
Plan de reforestación*		2,828
Plan de manejo de residuos sólidos**		13,375
Plan de monitoreo y evaluación de radiación***		17,845
Plan de monitoreo y seguimiento****		6,680
TOTAL		40,728
*: INRENA - PLAN INTEGRAL DE REFORESTACIÓN 2005		
** :CORPAC - 2004		
***: INICTEL - 2000		
****: CORPAC - 2005 D.S. 038-2003		
MTC		

Comprobar y verificar los impactos previstos y conceder validez a los métodos de predicción aplicados.

6.1.5 Beneficios Ambientales

Los beneficios ambientales son principalmente la reducción de las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera.

Con el funcionamiento del servicio que comprende la red de radares de vigilancia aérea, las aeronaves volarán con los perfiles óptimos en el espacio aéreo superior, donde la

resistencia del aire es menor permitiéndose ahorro en el consumo de combustible. Por otro lado, por la posibilidad de uso de rutas más directas, se estima un ahorro promedio de 2 minutos por hora de vuelo nacional e internacional y un promedio de 3 minutos por sobrevuelos; esta mejora permitirá la disminución del consumo de combustible y por ende, la disminución de la emisión de gases contaminantes a la atmósfera por los motores de las aeronaves que operen en el espacio aéreo peruano.

Según la OACI, las emisiones de los motores de turbina aeronáuticos que preocupan más son:

Humo (hollín). Emisión en la fase de despegue o ascenso inicial y que produce impedimento a la visibilidad en las proximidades de los aeropuertos.

Hidrocarburos sin quemar (HC). Emisión en la fase de baja potencia, especialmente marcha lenta en tierra, contribuye a la contaminación urbana.

Monóxido de Carbono (CO). Generado por las turbinas a baja potencia y en marcha lenta, incrementa el nivel urbano de CO.

Óxidos de Nitrógeno (Nox). Emisión producida por los motores de aviones subsónicos y futuros aviones supersónicos; Los NOx contribuyen al calentamiento mundial, al agotamiento del Ozono estratosférico, así como a la generación de la lluvia ácida. Los NOx son generados cuando la aeronave está a toda potencia, lo que comprende el vuelo crucero,

Bióxido de Carbono (CO₂), Lo emiten las turbinas de los aviones en cualquier reglaje de potencia y contribuyen al calentamiento mundial, por ser el CO₂ el gas de efecto invernadero por excelencia (Boletín OACI- 2002).

Según el Boletín de información “Emisiones en operaciones de vuelo” de la CIA. IBERIA, de la combustión del queroseno (combustible de avión) se obtiene principalmente dióxido de carbono (71.7 %) y vapor de agua (28.2 %) y la emisión de ambos gases es proporcional a la cantidad de combustible consumido: una tonelada de fuel produce 3.15 kilogramos de CO₂.

Dentro de los diversos impactos ambientales positivos que generará la implantación del Proyecto, la disminución en la emisión de CO₂ calculado, es uno de los impactos ambientales más beneficiosos y de trascendencia nacional y mundial. Este impacto positivo de gran importancia convierte al Proyecto, desde el punto de vista ambiental, como una medida eficaz para la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y por

tanto se constituye en un servicio ambiental y será considerado como una fuente de negocio limpio.

6.2 Efectos y Medidas ante Posibles Desastres Naturales

En el Perú son cuatro los fenómenos naturales que ocasionan los desastres de mayor envergadura: los terremotos, las inundaciones, los huaycos y las sequías.

Hay muchos otros que ocurren eventualmente pero que tienen un impacto menor en términos territoriales, en cantidad de víctimas, daños y pérdidas económicas que los antes citados. Algunos de estos son: las heladas, los maremotos, los incendios forestales, los deslizamientos, los aluviones, el friaje.

También deben mencionarse las erupciones volcánicas, las cuales no se han producido en forma severa desde hace 400 años. Sin embargo, el Perú tiene una zona volcánica bien definida, la que se ubica en la parte sur del territorio, entre las regiones de Tacna, Moquegua, Arequipa y Ayacucho, donde hay más de 20 volcanes importantes, algunos de los cuales están activos.

En las tres últimas décadas se han producido principalmente 3 tipos de desastre: las inundaciones y desborde de ríos en el Norte del país, la destrucción de poblados por sismos en el sur y oriente y en menor medida por los huaycos en la sierra, trayendo consigo su secuela de muertes y cuantiosas pérdidas económicas.

Por otro lado, se han clasificado más de 20 riesgos capaces de producir desastres. Estos abarcan desde terremotos hasta nieblas y brumas, pero los más importantes son:

Hidrológicos: Oleajes tempestuosas, tsunamis.

Meteorológicos: Inundaciones, huracanes, ciclones, tifones, tornados, sequías, heladas, granizadas, olas de frío o de calor, nevadas o temporales de invierno.

Geofísicos: Movimiento sísmicos, vulcanismo, avalanchas, derrumbes, aluviones aludes.

Biológicos: Marea roja (aparición en la superficie de las aguas de mejillones, almejas, etc. que son portadoras de toxinas y alteran la cadena trófica)

6.3 Medidas de Contingencia para Prevenir o Mitigar los Efectos por Desastres Naturales.

El plan de contingencia comprende acciones que permiten enfrentar los eventuales accidentes y siniestros en la infraestructura y equipamiento, durante la operación del sistema radar. Está orientado por tanto, a proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir contingencias sobre los trabajadores, proteger la propiedad comunitaria en el área de

influencia y reducir los riesgos para el ambiente, garantizar el normal funcionamiento del sistema Radar y proteger la infraestructura instalada.

a) Medidas Estructurales de Reducción de Riesgo ante la ocurrencia de desastres naturales.

Inundaciones.

Se diseñará obras de drenaje para controlar la presencia de excesos de volumen de agua por la ocurrencia de altas precipitaciones. Considerar la construcción de techos con canaletas de desagüe para proteger las instalaciones de las alta precipitaciones.

Las estaciones radar tendrán un plan de atención de emergencias, así como de alertas y evacuación rápida del personal.

Huaycos, Aludes y Aluviones.

Dependiendo del nivel de riesgo, se contemplarán medidas complementarias de protección de la infraestructura tales como: Zanjas de infiltración, muros de contención, reforestación, etc.

Las estaciones radar deben de tener un plan de atención de emergencias, así como de alertas y evacuación rápida del personal.

Deslizamientos y Derrumbes

En el diseño de las edificaciones considerarán características estructurales para admitir el impacto de la masa crítica de sólidos compuesta por sedimentos y/o rocas.

Diseñar estructuras de protección a las edificaciones como muros de contención de la masa sólida y/o rocas.

Diseñar obras complementarias de estabilidad de taludes como desarrollo de especies vegetales, etc.

Considerar el diseño de obras complementarias para derivar fuera del área de influencia de las obras, los volúmenes de deslizamiento a través de muros de encauzamiento.

Las estaciones radar tendrán un plan de atención de emergencias, así como de alertas y evacuación rápida del personal.

Fenómenos Meteorológicos.

Sistemas de protección de los equipos e instalaciones del sistema radar contra cambios bruscos de temperatura y altos niveles de radiación solar, altas precipitaciones, granizadas y tormentas eléctricas.

Adecuados sistemas de estabilización y anclaje de la antena radar para evitar la acción destructiva de los fuertes vientos.

Sismos

Cumplimiento de normas de construcción sismorresistentes.

Las estaciones radar tendrán un plan de atención de emergencias, así como de alertas y evacuación rápida del personal.

b) Medidas no Estructurales de Reducción de Riesgo.**Inundaciones.**

Monitoreo permanente de las condiciones hidrometeorológicas y sistemas de alerta.

Prevención de la deforestación.

Deslizamiento de Tierra y Aluviones (Huaycos).

Monitoreo permanente de las condiciones hidrometeorológicas y sistemas de alerta.

Prevención de la deforestación.

Vientos Fuertes.

Monitoreo permanente de las condiciones hidrometeorológicas y sistemas de alerta.

Prevención de la deforestación.

Sismos.

Pronóstico y sistema de alerta.

Zonificación de uso de terreno.

Alternativas de reubicación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Es necesario el uso de radares para la vigilancia aérea a nivel nacional de las aeronaves nacionales e internacionales, hasta cubrir las principales rutas aéreas del territorio nacional, que permitirá brindar mayor seguridad a las operaciones aéreas.
 2. Es factible, mediante la los 08 radares secundarios y 01 centro de control - Lima atender en forma significativa las necesidades de vigilancia aérea.
 3. Estos ocho radares secundarios con alcance de 250 millas cada uno, lo que permitirá ofrecer el servicio de vigilancia de Radar con una cobertura ampliada al 84.2% en la parte continental (1'082,194 km²) y 29.4% en la parte marítima (680,559 km²), del territorio nacional respectivamente.
 4. Las ubicaciones de las estaciones de radar secundarias se han determinado a fin de cubrir las principales rutas aéreas y teniendo en cuenta los factores de altitud y geografía, que permitan superar obstáculos visuales.
 5. La tecnología a utilizarse en el servicio de vigilancia con radares secundarios se basa en la técnica por Monopulso/Modo S con estándares de la OACI.
 6. La inversión total será financiada con recursos propios de la Corporación,
 7. A nivel de resultados económicos en el escenario de financiamiento con recursos propios, la corporación generaría utilidades netas crecientes pero moderadas, representando en promedio el 6.1% de los ingresos operativos, según el estado de ganancias y pérdidas proyectado en el período de evaluación del proyecto.
- El proyecto permitirá cumplir con las normas y métodos recomendados por OACI, el proyecto es viable técnica y económicamente (desde el punto de vista social) utilizando la metodología costo/efectividad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la aprobación y ejecución del proyecto en el menor plazo posible, encargando el concurso y contrato a la OACI a través del MTC.

También se podría hacer otras recomendaciones que derivan del análisis de la parte operativa, las cuales implicarían realizar algunos cambios en cuanto a ubicación de la estación radar de Iquitos, así como la implementación de un sistema de multilateración en la zona ubicada hacia el este de Lima.

Con respecto a la recomendación de un ligero cambio en la ubicación del radar a ser colocado en Iquitos, esto se sustenta con los respectivos estudios y análisis por parte de las áreas operativas; en las cuales se concluyen que sobre el sitio radar se encuentra el cruce de varias rutas de mucha importancia, y por lo tanto también coincidiría con el llamado cono del silencio que se genera sobre la ubicación de cada radar secundario y por ende habría una zona ubicada sobre el radar que a niveles superiores no contaría con vigilancia radar.

También se recomienda la utilización de sistemas de multilateración para algunas zonas que el sistema radar no lograra cubrir. Entre estas zonas se puede mencionar con mucho énfasis la franja ubicada al este de Lima, y que pasa por el punto de notificación llamado Malvinas. Esta falta de cobertura de radar se debe a que en esas zonas se realizan vuelos a niveles inferiores, y siendo la cobertura de radar secundario principalmente para el espacio aéreo superior ó para vuelos a niveles superiores.

ANEXO A
Modelo de Integración en Europa

Con el espíritu de armonización entre todos los Miembros del Control de tránsito Aéreo en Europa, la información de Radar y Vigilancia es compartida de un extremo a otro del continente. Un componente clave que ellos identificaron como necesario para armonizar e integrar su sistema de control de tráfico aéreo, fue compartir datos de vigilancia entre sus Estados, utilizando los datos radar recopilados eficientemente a través de la región. Compartir datos radar asimismo, les permite mantener la contaminación electromagnética ocasionada por los equipos de vigilancia puestos en tierra en un nivel mínimo. Esto asegura que una cantidad reducida de radares estén instalados para alcanzar la cobertura por toda la región y, mantener baja la congestión de frecuencias en el espectro electromagnético. Con estos objetivos, los Ministros de Transportes en el Centro de Europa emprendieron un programa para compartir datos de vigilancia entre cuatro Estados: Bélgica, Los Países Bajos, Luxemburgo y Alemania a mediados de los 80.

El Proyecto de Integración presenta el logro de la total homogeneidad del servicio de los Centros de Control de Tráfico Aéreo en estos Estados. En la práctica, esto significa que ellos han creado una red por medio de la cual distribuyen los datos a través de las fronteras, además de los límites nacionales. EUROCONTROL desarrolló el plan para implementar una Red de Datos Radar (RADNET), para transmitir data del sensor, datos radar procesados, así como el monitoreo y control de la data entre los Centros que participan en el Programa (algo muy similar a lo que se plantea con el SIVAM/SIPAM Brasil y el SIVAN/SIPAN Perú, cuya partida de nacimiento es el Memorando de Entendimiento). La Red es diseñada con capacidad para manejar el flujo de datos de las fuentes de vigilancia (como Radar) y también procesadores (como procesadores de datos radar), y efectuar el control de afluencia en caso de sobrecarga.

En 1993 la red incluyó 23 nodos y permitió a los 4 Estados compartir datos radar. El crecimiento firme del programa ha asegurado la instalación de 52 nodos, los cuáles distribuyen datos de vigilancia a la mayoría de los 38 Estados Miembros de la Conferencia de Aviación Civil Europea (ECAC). La red continúa en expansión, aunque a un ritmo más bajo – incluyendo aquellos que bordean la región ECAC, uniéndose al Programa.

Además de distribuir la data radar, el Programa está siendo desarrollado para manejar nuevos tipos de data de vigilancia, tales como el Modo S y Vigilancia Dependiente Automática (ADS). La evolución ha sido gradual y los recursos que compartir pueden ir integrándose de la misma forma ya que hay más aplicaciones aparte de la data radar, como por ejemplo, la vigilancia meteorológica, datos de ADS o información que sirva de apoyo

en las actividades de Vigilancia Aeroportuarias, como por ejemplo Sistemas de Orientación y Control de Movimiento de Superficie. Son infinitos los recursos que Europa esta vislumbrando gracias a la integración de sus Estados y el compartir sus recursos.

En términos más extensos, se espera que la red respalde las comunicaciones entre el servicio de operaciones en tierra una vez que la futura Red de Telecomunicaciones Aeronáuticas (ATN) esté implementada.

En detalle, el medio de transporte de comunicación por la red es una columna común X.25 red de intercambio empaquetada, llamada Red de Intercambio Empaquetada Regional ATS (RAPNET). Además de los datos de vigilancia, este es también utilizado para el intercambio de datos de plan de vuelo, Mensajes AFTN/CIDIN, y mensajes de coordinación, tales como intercambio de datos en línea. A fin de ahorrar la capacidad de línea de la columna, los datos son recopilados en nodos y distribuidos desde éstos a los usuarios. Este proceso depende de equipos de conversión y distribución de Mensajes Radar, el cual permite que los datos sean convertidos a, y desde diferentes formatos.

ANEXO B

NORMAS Y METODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES

AERODROMOS ANEXO 10

AL CONVENIO SOBRE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL

TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS

VOLUMEN IV: SISTEMA DE RADAR DE VIGILANCIA Y SISTEMA

ANTICOLISION

Las normas y métodos recomendados relativos a las telecomunicaciones aeronáuticas fueron adoptados inicialmente por el Consejo el 30 de mayo de 1949 de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 del Convenio sobre Aviación Civil internacional (Chicago, 1944), con la designación de Anexo 10 al Convenio. Surtieron efecto el 1 de marzo de 1950. Las normas y métodos recomendados del Departamento de comunicaciones durante su tercer periodo de sesiones celebrado en enero de 1949.

Como consecuencia de la adopción de la Enmienda 70 el 20 de marzo de 1995, el Anexo 10 se reestructuro en cinco volúmenes: Volumen I – Radioayudas para la navegación; Volumen II – Procedimientos de comunicaciones; Volumen III – Sistemas de Comunicaciones; Volumen IV – Sistema de Radar de Vigilancia y Sistema Anticolisión; y Volumen V – Utilización de radiofrecuencias aeronáuticas.

ANEXO C
GLOSARIO

- **En sitio.** Serán aquellos que impliquen la presencia obligatoria del personal de mantenimiento calificado en el lugar del emplazamiento, como por ejemplo, limpieza de alguna parte del sistema, ajuste o calibración de algún punto en especial, etc.
- **Remoto.** Cuando a través del sistema de gestión local/remoto que se adquirirá se hace las acciones necesarias sin necesidad de constituirse en el lugar del emplazamiento, como por ejemplo la reducción o incremento de algún parámetro del sistema vía software.
- **Accidente de Aviación.** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que ocurre dentro del período comprendido entre el momento en que una persona sube a bordo de la aeronave, con intención de realizar un vuelo y el momento en que todas las personas han desembarcado de la misma, durante el cual:
 - a) Cualquier persona sufre lesiones mortales o graves,
 - b) La aeronave sufre daños o roturas estructurales, o
 - c) La aeronave desaparece o es totalmente destruida.
- **Incidente de Aviación.** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.
- **Aviación Civil.** Comprende la aviación comercial (servicio de transporte aéreo, servicio de transporte aéreo especial y trabajo aéreo) y aviación general (toda actividad aeronáutica civil no comercial, en cualquiera de sus formas).
- **PSR.** Radar de Vigilancia Primario.
- **MSSR.** Radar de vigilancia Secundario Monopulso
- **Radomo.** Cubierta protectora que se coloca sobre un radar cuando este se encuentra expuesto a ciertos riesgos, como por ejemplo un radar instalado en una región donde el clima es adverso.
- **VOR.** (Very High Frequency Omnidirectional Range), es un equipo transmisor que se usa en las radio ayudas par alas aeronaves.
- **OACI.** Organización de Aeronáutica Civil Internacional.
- **DGAC.** Dirección General de Aeronáutica Civil.
- **MTC.** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **CAR / SAM.** Caribe / Sudamérica.
- **ATM / CNS.** Gestión de transito Aéreo / Vigilancia, Administración y Comunicaciones.

- **ATS / ATC.** Sistema de Tránsito Aéreo / Control de Tránsito Aéreo.
- **Transponder.** Equipo transmisor ubicado dentro de la aeronave, que responde a la interrogación del radar secundario.
- **FIR.** Información de vuelo regional.
- **ACAS.** Sistema anticolidión de abordó.
- **REDAP.** Red digital aeronáutica
- **SIVAN.** Sistema de Vigilancia de la amazonia
- **SIPAN.** Sistema de protección de la amazonia
- **RVSM.** Separación vertical mínima reducida.
- **CONO DEL SILENCIO.** Zona ubicada sobre la ubicación del radar a niveles considerablemente altos en los cuales se pierde cobertura de radar

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Sistemas de multilateración, WWW.ATCHILE.CL/BOLETINES
- 2.- Sistemas ADS - B, MANUAL ADS EMPRESA THALES
- 3.- Fundamento teórico, [HTTP://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/RADAR](http://es.wikipedia.org/wiki/Radar)
- 4.- Manual de radares secundarios, EMPRESA THALES
- 5.- Manual de radares monopulso EMPRESA INDRA
- 6.- Estadísticas de accidentes e incidentes, AREA DE ACCIDENTES. E INCIDENTES/GER. CENTRAL DE AERONAVEGACION
- 7.- Servicios de transito aéreo, ANEXO 11 TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS DE LA ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL "OACI"
- 8.- Cantidad de radares en Sudamérica, TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS DE LA ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL "OACI"
- 9.- Teoría de radares, ANEXO 77 DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS DE LA ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL "OACI"
- 10.- Radioayudas para la navegación, ANEXO 10 VOLUMEN I DE LAS TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS "OACI"
- 11.- Sistema de radar de vigilancia y sistema anticolidión, ANEXO 10 VOLUMEN IV DE LAS TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS "OACI"
- 12.- Utilización de radiofrecuencias aeronáuticas, ANEXO 10 VOLUMEN V DE LAS TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS "OACI"
- 13.- Información de levantamiento topográfico, GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE CORPAC
- 14.- Información catastral, GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA
- 15.- Elaboración de proyectos de obras civiles, .GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE CORPAC
- 16.- Diseño de radioenlaces centralizados en Lima, AREA DE COMUNICACIONES/GER. TECNICA DE CORPAC

17.- Especificaciones técnicas de radares, AREA DE SIST. VIGILACIA AEREA/GER.

TECNICA DE CORPAC

18.- Opinión sobre la ubicación del radar de Iquitos, GERENCIA DE OPERACIONES

19.- Opinión sobre sistemas de multilateración, GERENCIA DE OPERACIONES