

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD TÉCNOLOGÍA

CARRERA AERONÁUTICA



PROYECTO DE GRADO:

**“DEFINICIÓN DE EQUIPAMIENTO Y PERSONAL
PARA EL AEROPUERTO DE TEOPONTE”**

POSTULANTE: JUAN VICTOR YAGUASI QUISPE

TUTOR: ING. RIMORT CHAVEZ ARAUJO

LA PAZ – BOLIVIA

ABRIL – 2013

AGRADECIMIENTOS A:

Dios: Por ayudarme y darme las fuerzas y la sabiduría para concluir este proyecto.

Mi familia: Por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

El Ing. Rimort Chavez Araujo: Por los consejos, tiempo y carácter motivador que me mostró en el desarrollo de este proyecto.

El Ing. David Conde: Por el tiempo y paciencia que tuvo para culminar este proyecto.

Mis amigos: Por compartir su tiempo y ser sinceros.

Mis catedráticos: Por el empeño que dedicaron en la transmisión del conocimiento y por su paciencia.

DEDICATORIA A:

Mi señor padre (JUAN YAGUASI APAZA): Por enseñarme a nunca darme por vencido aun en las adversidades.

Mi familia: A cada uno de ellos porque nunca perdieron la esperanza en mi persona (Edwin, Pamela, Claudia, Sonia, Mónica, Belén, David).

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CAPITULO I GENERALIDADES.....	1
1.1. RESUMEN.....	1
1.2. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.1. ANTECEDENTES	2
1.2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	6
1.5. DELIMITACIÓN.....	7
1.5.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	7
1.5.2. ÁREA DE INFLUENCIA.....	7
1.5.3. POBLACIÓN BENEFICIADA.....	7
1.5.4. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO.....	7
1.6. MARCO METODOLÓGICO.....	8
1.6.1. TÉCNICA.....	8
CAPITULO II DELINEACIÓN DEL MUNICIPIO DE TEOPONTE.....	9
2.1. Aspectos físicos y ambientales.....	10
2.1.1. Ubicación geográfica.....	10
2.1.2. Topografía.....	12
2.1.3. Características climáticas y ecológicas de la zona.....	12
2.1.4. Suelos.....	13
2.1.5. Recursos Hídricos.....	13
2.1.6. Flora y Fauna.....	14
2.2. Aspectos Demográficos.....	14
2.2.1. Población.....	14
2.2.2. Tasa de Crecimiento.....	14
2.2.3. Composición.....	14
2.2.4. Distribución Territorial.....	15
2.3. Aspectos Sociales.....	15
2.3.1. Base cultural de la población.....	15
2.3.2. Pobreza.....	16
2.3.3. Acceso a Servicios Básicos.....	16
2.3.4. Educación.....	16

2.3.5. Salud.....	17
2.3.6. Vivienda.....	17
2.4. Aspectos Económicos.....	18
2.4.1. Actividades económicas.....	18
2.4.2. Ingresos Familiares.....	18
2.4.3. Sistema de comercialización.....	18
2.5. Aspectos Productivos.....	19
2.5.1. Vocación Productiva.....	19
2.5.2. Transporte y Comunicación.....	19
2.6. Análisis de la situación actual de Teoponte.....	19
2.6.1. Análisis del municipio de Teoponte.....	19
2.6.2. Beneficios de contar con un aeropuerto.....	21
2.6.3. Inconvenientes de contar con un aeropuerto.....	21
2.6.4. Requisitos para contar con un aeropuerto.....	22
2.6.5. Análisis del equipamiento en el aeropuerto.....	23
CAPITULO III MARCO TEÓRICO.....	24
3.1. Variables meteorológicas.....	24
3.1.1. Temperatura del aire.....	24
3.1.1.1. Concepto.....	24
3.1.1.2. Unidades.....	24
3.1.2. Presión atmosférica.....	24
3.1.2.1. Concepto.....	24
3.1.2.2. Unidades.....	25
3.1.3. Temperatura del punto de rocío.....	25
3.1.3.1. Concepto.....	25
3.1.4. Humedad relativa.....	25
3.1.4.1. Concepto.....	25
3.1.4.2. Unidades.....	25
3.1.5. Velocidad y dirección del viento.....	26
3.1.5.1. Concepto.....	26
3.1.5.2. Unidades.....	26
3.1.6. Precipitación.....	26
3.1.6.1. Concepto.....	26
3.1.6.2. Unidades.....	27
3.2. Instrumentos meteorológicos empleados en aeronáutica.....	27
3.2.1. Indicadores de temperatura.....	27
3.2.1.1. Garita meteorológica.....	27

3.2.1.2. Termómetro de máxima.....	27
3.2.1.3. Termómetro de mínima.....	28
3.2.1.4. Termógrafo.....	28
3.2.2. Indicador de presión y altitud.....	28
3.2.2.1. Barómetro de mercurio.....	28
3.2.2.2. Altimetro.....	29
3.2.2.3. Baróaltimetro.....	29
3.2.3. Indicador de humedad.....	29
3.2.3.1. Psicrómetro.....	29
3.2.4. Indicador de precipitación.....	30
3.2.4.1. Pluviómetro.....	30
3.2.5. Indicadores de dirección y fuerza del viento.....	31
3.2.5.1. Veleta.....	31
3.2.5.2. Anemómetro mecánico.....	31
3.2.7. Manga de viento en la pista.....	31
3.3. Fundamentos de la teoría de transmisión.....	33
3.3.1. Telecomunicación.....	33
3.3.2. Radiocomunicación.....	33
3.3.3. Radionavegación.....	33
3.3.4. Transmisión.....	34
3.3.4.1. Modos de transmisión.....	34
3.3.5. Modulación.....	35
3.3.5.1. Tipos de modulación.....	35
3.3.6. Ondas radioeléctricas.....	36
3.3.6.1. Componentes de las ondas radioeléctricas.....	37
3.3.6.2. Velocidad.....	38
3.3.6.3. Propagación de las ondas radioeléctricas.....	38
3.3.6.4. Tipos de propagación de las ondas radioeléctricas.....	38
3.3.6.5. Ondas radioeléctricas.....	39
3.3.6.6. Propagación ionosférica.....	39
3.3.6.7. Propagación en las bandas de HF.....	40
3.3.6.8. Propagación en las bandas VHF y UHF.....	42
3.3.7. Sistemas de comunicaciones.....	43
3.3.7.1. Servicio móvil aeronáutico (SMA).....	43
3.3.7.2. Servicio fijo aeronáutico (SFA).....	44
3.4. Equipos de radiocomunicación.....	45
3.4.1. Transmisor (Tx).....	45

3.4.2. Receptor (Rx).....	45
3.4.3. Antena.....	45
3.5. Sistema de puesta en tierra.....	45
3.6. Radiofaro omnidireccional VHF (VOR).....	46
3.6.1. Clasificación del Radiofaro Omnidireccional VHF, VOR.....	47
3.6.2. Componentes de la estación VOR en tierra.....	48
3.7. Equipo medidor de distancia (DME).....	48
3.7.1. Clasificación.....	49
3.7.2. Componentes del sistema DME en tierra.....	50
3.8. Servicio de extinción de incendios.....	50
3.8.1. Clases de incendios.....	50
3.8.2. Estación de bomberos.....	51
3.9. Redes Privadas Virtuales (VPN).....	52
3.9.1. Los componentes de una VPN.....	54
3.10. Personal aeronáutico.....	55
3.10.1. Personal meteorológico.....	55
3.10.2. Controlador de tránsito aéreo.....	57
3.10.2.1. Habilitaciones del controlador de tránsito aéreo.....	57
3.10.3. Operador de la estación aeronáutica.....	57
3.10.3.1. Habilitaciones y categorías.....	58
CAPÍTULO IV INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS A ADQUIRIR.....	59
4.1. Lista de los instrumentos meteorológicos convencionales.....	59
4.2. Lista de los sensores meteorológicos automáticos.....	60
4.3. Especificaciones técnicas de los instrumentos meteorológicos.....	61
4.3.1. Indicadores de temperatura y humedad.....	61
4.3.2. Indicador de presión y altitud.....	62
4.3.3. Indicadores de precipitación.....	63
4.3.4. Indicador de la velocidad y dirección del viento.....	63
4.3.5. Manga de viento o anemómetro.....	63
4.3.6. Componentes auxiliares del jardín meteorológico.....	64
4.4. Especificaciones técnicas de los instrumentos meteorológicos automáticos.....	65
4.4.1. Sensores del viento.....	65
4.4.2. Sensores de visibilidad.....	66
4.4.3. Sensores empleados para observar el alcance visual en la pista.....	66
4.4.4. Sensores de nubes.....	67
4.4.5. Temperatura del aire y temperatura del punto de rocío.....	67
4.4.6. Presión atmosférica.....	68

4.5. Instalación.....	69
4.5.1. Ubicación del jardín meteorológico.....	69
4.5.2. Instalación de los instrumentos meteorológicos.....	70
4.5.2.1. Indicador de temperatura.....	70
4.5.2.2. Indicador de presión y altitud.....	71
4.5.2.3. Indicadores de la velocidad del viento.....	72
4.5.2.4. Indicador de la dirección del viento.....	72
4.5.2.5. Indicador de la dirección de viento o anemómetro en la pista.....	73
4.5.2.6. Indicador de precipitación.....	74
4.5.2.7. Indicador de humedad.....	75
4.5.3. Instalación de los instrumentos meteorológicos automáticos.....	76

CAPÍTULO V EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN A ADQUIRIR.....77

5.1. Lista de los equipos de Radiocomunicación.....	77
5.2. Lista de equipos de Radionavegación.....	77
5.3. Especificaciones técnicas de los equipos de radiocomunicación.....	78
5.3.1. Equipo base de radiocomunicación VHF AM.....	78
5.3.2. Equipo base de radiocomunicación HF.....	81
5.3.3. Equipo de radioenlace FM.....	83
5.3.4. Equipo móvil de radiocomunicación VHF.....	85
5.4. Especificaciones técnicas del equipo de radioayuda.....	86
5.4.1. Especificaciones técnicas del monitor del DVOR.....	86
5.4.2. Condiciones ambientales.....	87
5.4.3. Especificaciones técnicas del equipo.....	87
5.4.4. Especificaciones técnicas de la señal de modulación.....	88
5.5. Instalación de los equipos de radiocomunicación.....	89
5.5.1. Instalación de los equipos de radiocomunicación VHF AM y radioenlace FM.....	89
5.5.2. Instalación de los equipos de radiocomunicación HF AM.....	91
5.5.3. Instalación del VPN (Virtual Private Networks o Redes Privadas Virtuales).....	92
5.5.4. Instalación de los equipos auxiliares de radiocomunicación.....	93
5.5.4.1. Instalación del sistema de puesta en tierra en la torre arriestrada.....	93
5.5.4.2. Torres para las antenas de los equipos de radiocomunicación...	96
5.6. Instalación de los equipos de radionavegación.....	98
5.6.1. Instalación del DVOR en el aeropuerto de Teoponte.....	100

CAPÍTULO VI EQUIPOS ELÉCTRICOS A ADQUIRIR.....	101
6.1. Concepto.....	101
6.2. Lista de los equipos eléctricos.....	102
6.3. Especificaciones técnicas de los equipos eléctricos.....	103
6.4. Instalación de los equipos eléctricos.....	105
6.4.1. Unidad de potencia en línea (UPS).....	105
6.4.1.1. Componentes de la UPS.....	106
6.4.2. Grupo electrógeno.....	107
6.4.3. GPU (Ground Power Unit).....	107
6.4.4. Fuente de energía solar.....	108
CAPÍTULO VII EQUIPOS PARA BOMBEROS (SEI).....	112
7.1. Lista de equipos para bomberos a adquirir.....	112
7.2. Especificaciones técnicas de los equipos de extinción contra incendios.....	113
7.2.1. Ropa especial e Indumentaria para bomberos.....	113
7.2.2. Calzados especiales para bomberos.....	114
7.2.3. Botiquines y extintores para Bomberos.....	115
7.2.4. Mangueras para Carro Bomberos.....	116
7.2.5. Herramientas para extinción de incendios.....	116
7.2.6. Otros Materiales y Suministros.....	116
7.2.7. Vehículos para Bomberos (SEI).....	117
7.3. Instalación.....	119
CAPÍTULO VIII PERSONAL.....	120
8.1. Funciones del Personal.....	120
8.1.1. Funciones principales del controlador de tránsito aéreo o el operador de estación aeronáutica.....	120
8.1.2. Funciones principales del administrador.....	120
8.1.3. Funciones principales del sereno.....	121
8.1.4. Funciones principales del personal del SEI (Sistema de extinción de incendios).....	121
8.2. Salario del Personal.....	121
CAPÍTULO IX COSTOS DE LOS EQUIPOS A ADQUIRIR.....	123
9.1. Costos de los instrumentos meteorológicos.....	123
9.1.1. Costo adicional del material de construcción del jardín meteorológico....	124
9.2. Costos de los equipos de radiocomunicación y sus componentes.....	125
9.2.1. Costo de los equipos de radiocomunicación.....	125
9.2.2. Costos de los componentes auxiliares de radiocomunicación.....	126
9.3. Costos de los equipos de radionavegación.....	127

9.4. Costo del equipo de redes privadas virtuales (VPN).....	127
9.5. Costo de los equipos del SEI (Servicio de Extinción de Incendio).....	128
CAPÍTULO X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
10.1. CONCLUSIONES.....	130
10.2. RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	132
PAGINAS WEB.....	133
ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Págs.

CAPITULO II DELINEACIÓN DEL MUNICIPIO DE TEOPONTE.....	9
Figura 2.1 Estado actual del municipio de Teoponte.....	9
Figura 2.2 Pista de aterrizaje del aeropuerto de Teoponte.....	10
Figura 2.3 Ubicación geográfica del municipio de Teoponte.....	11
Figura 2.4 Extensión del municipio de Teoponte.....	12
Figura 2.5 Topografía del aeródromo de Teoponte.....	12
Figura 2.6 Río Kaká.....	13
Figura 2.7 Estado actual de la pista de aterrizaje.....	20
Figura 2.8 Ubicación de la pista de aterrizaje en el municipio de Teoponte.....	20
CAPITULO III MARCO TEÓRICO.....	24
Figura 3.1 Tipos de modulación de ondas.....	35
Figura 3.2 Sobremodulación de una señal inteligente.....	36
Figura 3.3 Componentes de la onda radioeléctrica.....	37
Figura 3.4 Explicación de cómo se doblan las ondas de radio.....	40
Figura 3.5 Propagación ionosférica.....	41
Figura 3.6 Variación de la MUF entre zonas geográficas distintas.....	41
Figura 3.7 Propagación multitrayecto.....	43
Figura 3.8 Servicio móvil aeronáutico.....	44
Figura 3.9. Instalación del VOR asociado a un DME.....	48
Figura 3.10. Diagrama de bloques del equipo DME en tierra.....	50
Figura 3.11. Carro contrafuego.....	51
Figura 3.12. Distintas maneras de crear una VPN.....	53
Figura 3.13. Modelos de entunelamiento VPN.....	54
Figura 3.14. Componentes de un VPN.....	54
CAPÍTULO IV INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS A ADQUIRIR.....	59
Figura 4.1 Ubicación del jardín meteorológico.....	69
Figura 4.2 Garita meteorológica.....	70
Figura 4.3 Termómetros atmosféricos.....	70
Figura 4.4 Baroaltímetro.....	71
Figura 4.5 Anemómetro.....	72
Figura 4.6 Veleta.....	72
Figura 4.7 Manga de viento o anemómetro.....	73
Figura 4.8 Pluviómetro.....	74
Figura 4.9 Psicrómetro.....	75

Figura 4.10 Instrumentos meteorológicos automáticos.....	76
CAPÍTULO V EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN A ADQUIRIR.....	77
Figura 5.1 Montaña donde se instalara los equipos de radiocomunicación VHF y radioenlace.....	90
Figura 5.2 Instalación y ubicación del equipo de radiocomunicación VHF y del equipo de radioenlace FM.....	91
Figura 5.3 Instalación del equipo de radiocomunicación HF y el equipo de Radioenlace.....	92
Figura 5.4 Diagrama del equipo VPN.....	92
Figura 5.5 Diagrama del sistema de puesta en tierra en la torre arriostrada.....	93
Figura 5.6 Barra de aterramiento.....	94
Figura 5.7 Sistema de tierra.....	95
Figura 5.8 Pararrayos tipo franklin.....	95
Figura 5.9 Estructuras de soporte arriostrables.....	96
Figura 5.10 Esquema de instalación base para torres.....	96
Figura 5.11 Soporte de hormigón para la torre.....	97
Figura 5.12 Colocación de vientos en la torre.....	98
Figura 5.13 Instalación del DVOR en el terreno.....	99
Figura 5.14 Caseta del DVOR.....	99
Figura 5.15 Equipo DVOR.....	100
Figura 5.16 Ubicación del equipo DVOR.....	100
CAPÍTULO VI EQUIPOS ELÉCTRICOS A ADQUIRIR.....	101
Figura 6.1 Diagrama del equipo UPS.....	105
Figura 6.2 Grupo electrógeno.....	107
Figura 6.3 Ground Power Unit (GPU).....	107
Figura 6.4 Diagrama del panel solar.....	108
Figura 6.5 Panel solar.....	109
Figura 6.6 Regulador de carga fotovoltaico.....	110
Figura 6.7 Batería para el sistema fotovoltaico.....	110
Figura 6.8 Convertidor de corriente directa a corriente alterna.....	111
CAPITULO VII EQUIPOS PARA BOMBEROS (SEI).....	113
Figura 7.1 Vehículo para bomberos (SEI).....	117
Figura 7.2 Instalación del SEI en la terminal.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Págs.

CAPITULO III MARCO TEÓRICO.....	24
Tabla 3.1 Asignación de las distintas bandas de frecuencia.....	39
Tabla 3.2 Clasificación del sistema VOR de acuerdo a su cobertura.....	47
CAPÍTULO IV INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS A ADQUIRIR	59
Tabla 4.1 Lista de la estación meteorológica convencional.....	59
Tabla 4.2 Lista de los sensores meteorológicos automáticos.....	60
Tabla 4.3 Especificaciones técnicas del termómetro de máxima.....	61
Tabla 4.4 Especificaciones técnicas del Termómetro de mínima.....	61
Tabla 4.5 Especificaciones técnicas del psicrómetro.....	62
Tabla 4.6 Material y dimensiones de la garita meteorológica.....	62
Tabla 4.7 Especificaciones técnicas del Baroaltímetro.....	62
Tabla 4.8 Especificaciones técnicas del pluviómetro.....	63
Tabla 4.9 Especificaciones técnicas de la veleta y el anemómetro.....	63
Tabla 4.10 Especificaciones técnicas de la manga y el mástil.....	64
Tabla 4.11 Componentes y dimensiones auxiliares del jardín meteorológico.....	64
Tabla 4.12 Especificaciones técnicas de los sensores de viento.....	65
Tabla 4.13 especificaciones técnicas de los sensores de visibilidad.....	66
Tabla 4.14 Especificaciones técnicas del sensor de alcance visual de la pista.....	67
Tabla 4.15 Especificaciones técnicas de los sensores de nubes.....	67
Tabla 4.16 Especificaciones técnicas de sensor de temperatura.....	68
Tabla 4.17 Especificaciones técnicas del sensor de presión.....	68
Tabla 4.18 Características generales de la garita meteorológica.....	70
Tabla 4.19 Características generales de los termómetros de máxima y mínima.....	71
Tabla 4.20 Características generales del barómetro.....	71
Tabla 4.21 Características generales del anemómetro.....	72
Tabla 4.22 Características generales de la veleta.....	73
Tabla 4.23 Características específicas del anemómetro.....	74
Tabla 4.24 Características generales del pluviómetro.....	74
Tabla 4.25 Características generales y ubicación del psicrómetro.....	75
CAPÍTULO V EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN A ADQUIRIR.....	77
Tabla 5.1 Lista de los equipos de radiocomunicación.....	77
Tabla 5.2 Lista de equipos de radionavegación.....	77
Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del transmisor VHF AM.....	79

Tabla 5.4 Especificaciones técnicas del receptor VHF AM.....	80
Tabla 5.5 Especificaciones técnicas complementarias del equipo de Radiocomunicación.....	81
Tabla 5.6 Especificaciones técnicas del equipo base de radiocomunicación HF....	82
Tabla 5.7 Especificaciones técnicas del equipo de radioenlace FM.....	84
Tabla 5.8 Especificaciones técnicas del equipo móvil de radiocomunicación VHF.....	85
Tabla 5.9 Especificaciones técnicas del monitor del DVOR.....	86
Tabla 5.10 Condiciones ambientales del DVOR.....	87
Tabla 5.11 Especificaciones técnicas del equipo DVOR.....	87
Tabla 5.12 Especificaciones técnicas de la señal de modulación DVOR.....	88
Tabla 5.13 Adjudicación de sub-bandas VHF.....	89
Tabla 5.14 Frecuencia al que trabaja el equipo de radiocomunicación HF.....	89
CAPÍTULO VI EQUIPOS ELÉCTRICOS A ADQUIRIR.....	101
Tabla 6.1 Lista de los equipos eléctricos.....	102
Tabla 6.2 Especificaciones técnicas de los componentes eléctricos de reserva.....	104
CAPITULO VII SERVICIO DE EXTINCION DE INCENDIOS (SEI).....	112
Tabla 7.1 Lista de equipos para bomberos.....	112
Tabla 7.2 Ropa de protección especial de bomberos.....	113
Tabla 7.3 Ropa de protección especial de bomberos.....	113
Tabla 7.4 Guantes para bomberos.....	114
Tabla 7.5 Cascos para bomberos.....	114
Tabla 7.6 Botas serbus para bomberos.....	114
Tabla 7.7 Botas HAZ-MAT.....	114
Tabla 7.8 Botiquines.....	115
Tabla 7.9 Extintores de polvo químico purpura.....	115
Tabla 7.10 Extintores de espuma AFFF3.....	115
Tabla 7.11 Mangueras para carro bomberos.....	116
Tabla 7.12 Herramientas para extinción de incendio.....	116
Tabla 7.13 Chalecos.....	116
Tabla 7.14 Esclavinas o capuchones.....	117
Tabla 7.15 E.R.A. (Equipos de Respiración Autónoma).....	117
Tabla 7.16 Carro bombero para el aeropuerto de 300 galones de capacidad.....	118
CAPÍTULO IX COSTOS DE LOS EQUIPOS A ADQUIRIR.....	123
Tabla 9.1 Costos de los instrumentos meteorológicos.....	123
Tabla 9.2 Costo de los componentes auxiliares.....	124
Tabla 9.3 Costos de los equipos de radiocomunicación VHF y HF y fuentes de	

energía auxiliar.....	125
Tabla 9.4 Costos de los componentes auxiliares de los equipos de Radiocomunicación.....	126
Tabla 9.5 Costos de los equipos de radionavegación.....	127
Tabla 9.6 Costo del equipo de redes privadas virtuales VPN.....	127
Tabla 9.7 Costos de los equipos e implementos para bomberos (SEI).....	129

ABREVIATURAS

A

- ABAS** Sistema de aumentación basado en aeronave.
- A/A** Aire a Aire
- ACC** Centro de Control de área o control de área
- AFIS** Servicio de información de vuelo de aeródromo
- AFS** Servicio fijo aeronáutico
- AFTN** Red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas.
- AIP** Publicación de información aeronáutica
- AIS** Servicio de información aeronáutica
- AM** Amplitud modulada
- AMS** Servicio móvil aeronáutico
- APP** Oficina de control de aproximación o servicio de control de aproximación.
- ATC** Control de tránsito aéreo
- ATIS** Servicio automático de información terminal
- ATS** Servicio de tránsito aéreo

D

- DME** Equipo de medición de la distancia, utilizado como radioayuda.
- DVOR** Medidor Omnidireccional de rumbo en VHF por efecto Doppler

F

- FIR** Región de Información de Vuelo
- FM** Frecuencia modulada

G

- GBAS** Sistema de aumentación basado en tierra.
- GEO** Satélite geoestacionario utilizado por el sistema WAAS.
- GES** Estación terrena (satelital) de retransmisión de datos.

GNSS Es el sistema de navegación global basado en satélite.

GPS Sistema de posicionamiento global.

H

HF Alta frecuencia (3 a 30 MHz)

Hz Hertzio (ciclo por seg.). Unidad de frecuencia

I

ICAO Organización Internacional de Aviación Civil.

ILS Sistema de aterrizaje por instrumento.

N

N.M. Milla náutica 1 N.M. = 1852 km = 6076 pies

NDB Radiofaro no direccional, utilizado como radioayuda.

O

OACI Organización de Aviación Civil Internacional.

P

PTT Pulsar para hablar (Push to talk)

R

ROE Relación de onda estacionaria.

RPM Revolución por minuto.

S

SBAS Sistema de aumentación basado en satélite.

SCV Sistema de gestión de comunicaciones voz

T

T/A Tierra / aire

U

UHF Rango de frecuencias ultra altas de 300 MHz a 3 GHz.

UHF Frecuencia ultraalta (300 a 3000 MHz)

UIR Región superior de información de vuelo

V

VHF Rango de frecuencias muy altas de 30 MHz a 300 MHz.

VOR Radio Faro Omnidireccional

GLOSARIO

A

Alcance óptico meteorológico (MOR).- La longitud del trayecto en la atmósfera necesaria para reducir el flujo luminoso en un haz colimado emitido por una lámpara incandescente, a una temperatura de color de 2 700 K, a 0,05 de su valor original; el flujo luminoso se evalúa mediante la función de luminosidad fotométrica de la Comisión Internacional de Iluminación (CII) (metro, m, o kilómetro, km).

Alcance visual en la pista (RVR).- Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje (metro, m).

Anexo 10.- Documento producido por OACI, que norma lo relativo a las Telecomunicaciones aeronáuticas como lo son: Radioayudas para la navegación aérea, sistemas de comunicaciones, vigilancia radar y utilización de frecuencias para uso aeronáutico.

Aviónica.- Instrumentos a bordo de una aeronave que usualmente se utilizan para indicaciones de navegación.

Acople.- Circuito para adaptar dos o más sistemas de impedancia distinta con el propósito de no perder potencia o señal en la conexión.

Acoplador de antena.- Dispositivo destinado a acoplar la línea de transmisión entre la antena y el equipo receptor o transmisor, de modo que la energía sea eficazmente transferida de la línea al receptor, del transmisor a la línea y de la línea a la antena evitándose pérdidas de potencia o señal en la conexión.

Ancho de banda.- Margen de frecuencias capaz de transmitirse por una red de telecomunicaciones.

Antena.- Transductor que, o bien expande en el espacio energía de radiofrecuencia de un transmisor o fuente de señal, o bien capta densidad del campo electromagnético, transfiriéndola a la entrada de la línea de transmisión de un receptor en forma de señal eléctrica.

Arristrar.- Estabilizar una estructura ante los esfuerzos horizontales, sobre todo cuando éstos son perpendiculares al plano que contiene la estructura.

B

Base de nubes.- Nivel inferior de una nube o capa de nubes (metro, m, o pie, ft).

Banda Lateral.- Un VOR genera dos bandas laterales, por medio del uso de una subportadora, estas son f_0+9960 Hz y f_0-9960 Hz.

C

Cantidad de nubes.- Fracción del cielo cubierta por las nubes de un cierto género, especie, variedad, capa o combinación de nubes.

Ceilómetro.- Instrumento para medir la altura de la base de una capa de nubes, con o sin un dispositivo de registro. La medición se efectúa calculando el tiempo de retorno de impulsos de luz láser reflejados por la base de las nubes.

Coefficiente de extinción (Φ)- Proporción del flujo luminoso perdida por un haz colimado, emitido por una fuente incandescente a una temperatura de color de 2 700 K, al viajar una distancia unitaria en la atmósfera (por metro, m^{-1}).

Contraste de luminancia (C)- La razón de la diferencia entre la luminancia de un objeto y su fondo y la luminancia del fondo (sin dimensiones).

Continuidad.- Es la probabilidad que un sistema seguirá disponiéndose durante una fase determinada.

Comunicaciones tierra-aire.- Son todas las comunicaciones establecidas entre aeronaves y antenas en tierra, para poder realizar un enlace con el centro de control.

Chaqueta: Cubierta protectora exterior no metálica aplicada sobre un alambre con aislante o cable.

D

Dirección magnética del viento.- Dirección, con respecto al norte magnético, desde la cual sopla el viento.

Las direcciones magnéticas del viento se utilizan en las operaciones de aeronave, y son necesarias por el marco de referencia magnética que se aplica a las instalaciones de navegación aérea (grado).

Dirección verdadera del viento.- Dirección desde la cual sopla el viento, medida en sentido horario a partir del norte verdadero.

Disdrómetro.- Dispositivo empleado para capturar las gotas de hidrometeoros líquidos y para medir la distribución de sus diámetros.

Dispersómetro.- Instrumento para calcular el coeficiente de extinción mediante medición del flujo dispersado desde un haz luminoso por partículas presentes en la atmósfera.

Dieléctrico.- En un cable coaxial, se refiere al aislante entre el conductor interior y el conductor exterior.

DGAC.- Dirección General de Aviación Civil. Organismo de control técnico aeronáutico a nivel nacional.

Datum.- Un datum define el tamaño y forma de la tierra, su origen y orientación del sistema de coordenadas utilizado para identificar cada punto del globo terraqueo con un mapa.

Disponibilidad.- Es la proporción de tiempo durante el cual el sistema cumple con los requisitos de performance o rendimiento bajo ciertas condiciones.

E

Espectro Radioeléctrico.- Distribución de la energía electromagnética a través de rangos de frecuencias.

Exactitud.- Significa el nivel de conformidad entre la posición estimada de una aeronave y su posición verdadera.

Estación base.- Nombre común de todo el equipo radioeléctrico instalado en el mismo emplazamiento y utilizado para dar servicio a uno o varios sitios.

F

Fresnel.- Se llama zona de fresnel al espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

Frecuencia principal.- Frecuencia asignada a una aeronave para que la use de preferencia en las comunicaciones aeroterrestres.

Frecuencia secundaria.- Frecuencia asignada a una aeronave para que la use en segundo término en las comunicaciones aeroterrestres.

FWA.- Aplicación de acceso inalámbrico en la que el usuario final y el punto de acceso a la red son fijos.

G

Georeferenciar.- Proporcionar la información geográfica real asociando un mapa digital o conjunto de puntos a un sistema de coordenadas aceptado.

GPS.- Global Positioning System. Permite determinar con precisión la posición de un objeto mediante una red de satélites.

I

Iluminancia (E).- Flujo luminoso por unidad de superficie (lux, lx).

Intensidad de precipitación.- Indicación del volumen de precipitación recogido en una unidad de tiempo.

Intensidad luminosa (I).- Flujo luminoso por ángulo sólido unitario (candela, cd).

Integridad.- Es la función de un sistema que advierte a los usuarios de una manera oportuna, cuando no debe ser usado dicho sistema.

ITU.- Unión Internacional de Telecomunicaciones, es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas Administraciones y Empresas Operadoras.

Impedancia (característica, Zo).- Característica propia de la línea de transmisión que describe la relación entre los campos eléctricos y magnéticos.

L

Levantamiento Geodésico.- Relativo a la Geodesia y determinación de las coordenadas (Longitud, latitud y altura) sobre la tierra.

M

Medio Suplementario.- Sistema de navegación que debe utilizarse conjuntamente con un sistema certificado como medio único. Debe satisfacer los requisitos de exactitud y de integridad para una determinada operación o fase del vuelo, pero no es necesario satisfacer los requisitos de disponibilidad y de continuidad.

Modulación AM.- Proceso por el que se cambia la amplitud de una onda portadora, para transmitir una onda que lleva un mensaje.

Modulación (Modular).- Proceso por el que se cambia un parámetro de una onda portadora, para transmitir una onda que lleva un mensaje.

Malla.- Alambre tejido como blindaje para alambres aislados o cables coaxiales. También se puede referir a una fibra tejida que protege un cable conductor.

N

NOTAM.- Es un aviso con información relativa al establecimiento, condición o modificación de una instalación aeronáutica, servicio o peligro, cuyo conocimiento es esencial para el personal a cargo de las operaciones de vuelo.

O

OACI.- Organización de Aviación Civil Internacional. Promueve los reglamentos y normas único en la aeronáutica mundial.

P

Plug.- En los conectores coaxiales de RF el plug es usualmente la porción móvil, y está fijada al cable o la parte extraíble del conector.

Potencia disipada (W).- Máxima potencia que la antena puede radiar sin que se vean alteradas sus características radioeléctricas.

Polarización.- Característica que poseen las ondas transversales y los rayos luminosos. Consiste en que todas las vibraciones de la onda se producen sobre direcciones perpendiculares a la de propagación, realizándose preferiblemente sobre un solo plano determinado.

Propagación en espacio libre.- Propagación de una onda electromagnética en un medio dieléctrico ideal homogéneo que puede considerarse infinito en todas las direcciones.

PAE.- Se define de esta manera a los equipos de radio tierra-aire fabricados por la empresa Park Air Systems.

Portadora.- Para las comunicaciones de radio, cuando se transmite un mensaje (implícito en una señal de baja frecuencia), este actúa sobre o modula una señal senoidal de alta frecuencia, llamada portadora.

Q

QFE.- Presión atmosférica a la elevación del aeródromo (o en el umbral de la pista) (hectopascal, hPa).

QNH.- Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra (hectopascal, hPa).

R

Radiocanal.- Se establece entre una pareja de portadoras ida y retorno. Se asocia a la idea de circuito de telecomunicaciones duplex a 4 hilos.

Radioenlace.- Es una interconexión entre terminales de telecomunicaciones efectuada mediante el uso de ondas radioeléctricas.

RF.- Radio Frecuencia. Grupo de frecuencias entre los 3 KHz a 300 GHZ.

RG/U.- Simbología usada para designar a los cables coaxiales que son hechos en base a las especificaciones gubernamentales (por ejemplo, RG-58U, en esta designación la "R" significa Radiofrecuencia, la "G" gobierno, el "58" es el numero asignado de la aprobación, y la "U" significa que es una especificación universal).

Radiodifusión.- Transmisión mediante ondas electromagnéticas, siendo la aplicación principal los servicios de comunicación masiva.

Radio propagación.- Conjunto de fenómenos físicos que permiten intercambiar información entre el transmisor y el receptor a nivel de ondas electromagnéticas de radio.

Receptor.- Circuito o dispositivo que sirve para recibir las señales eléctricas, telegráficas, telefónicas o radiadas.

Refracción.- Cambio de dirección de propagación de la luz, que se produce cuando ésta pasa de un medio a otro de diferente densidad (o diferente índice de refracción).

S

Sensor de tiempo presente. Sensor que mide los parámetros físicos de la atmósfera y calcula un conjunto limitado de condiciones meteorológicas presentes, incluyendo siempre el tiempo presente relacionado con la precipitación.

Subportadora.- Es una señal auxiliar utilizada como portadora, para transmitir otra señal de 30 Hz en un VOR.

Software. Conjunto de programas, instrucciones y procedimientos necesarios que forman parte de un sistema de cómputo, permitiendo aprovechar todos los recursos que el computador u ordenador tiene, de manera que pueda resolver gran cantidad de problemas y tareas específicas.

Servicio Fijo aeronáutico.- Servicio de telecomunicaciones entre puntos fijos determinados, que se suministra primordialmente para seguridad de la navegación aérea.

Servicio móvil aeronáutico.- Servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronaves, o entre estaciones de aeronaves, en el que también pueden participar las estaciones de dispositivo de salvamento.

T

Temperatura del punto de rocío.- Temperatura a la cual debe enfriarse un volumen de aire a presión y humedad constantes para alcanzar la saturación; todo enfriamiento ulterior provoca condensación (grados Celsius, °C).

Tiempo presente.- Condiciones meteorológicas existentes en una estación en el momento de la observación.

Transponder.- Repetidor de radio en el cielo, de RF a RF. Recibe transmisiones de la tierra y las retransmite a la tierra, después de la amplificación y con frecuencia cambiada.

Transmisor.- Circuito o dispositivo que sirve para transmitir las señales eléctricas, telegráficas, telefónicas o radiadas.

Troposfera.- Es la capa más baja de la atmósfera terrestre, sede de los fenómenos meteorológicos. Se extiende desde el nivel del suelo hasta 11 Km de altura y está caracterizada por temperaturas decrecientes del orden de 6° C por Km.

Torres de control.- Elemento crucial para establecer las comunicaciones. Aquí se ubican todas las antenas receptoras y transmisoras.

Transceptor.- Dispositivo que realiza, dentro de una misma caja o chasis, funciones tanto de transmisión como de recepción, utilizando componentes de circuito comunes para ambas funciones.

U

UIT-R.- Sector de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) encargado de normalizar las Radiocomunicaciones.

UAEAC.- Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.

V

VHF.- Very High Frequency, banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30MHZ a 300MHZ.

Z

Zona de cobertura (de una estación transmisora terrenal).- Zona asociada a una región determinada y una frecuencia de operación específica en donde proporcionar un servicio, en el interior de la cual y en condiciones técnicas determinadas se puede establecer una radiocomunicación entre equipos compatibles.

CAPITULO 1.

GENERALIDADES

1.1. RESUMEN

En el siguiente proyecto se definen los equipos que debería tener un aeropuerto, también se determinará la ubicación de estos equipos en el aeropuerto de Teoponte y por último se determinará el personal idóneo que debería operar el aeropuerto.

Este aeropuerto contará con una estación meteorológica, esta a su vez estará compuesta de un jardín meteorológico y un observatorio meteorológico; las variables meteorológicas que se llegará a obtener con este equipo meteorológico será: temperatura, precipitación, velocidad, dirección del viento, presión, altitud y humedad. También se contará con dos mangas de viento las cuales estarán ubicadas en la parte lateral de la pista de aterrizaje, en un lugar donde sea apreciable por el piloto de la aeronave a operar.

También se contará con: equipos de Radiocomunicaciones VHF y HF, equipos de Radioenlace FM, equipos eléctricos (un grupo electrógeno, una unidad de potencia en tierra GPU, sistema de alimentación ininterrumpida SAI), equipos de servicio de extinción de incendios y equipos de Radioayudas.

El personal que trabajará en este aeropuerto será un controlador de tránsito aéreo o un operador de estación aeronáutica, también se contará con el personal necesario para administrar y resguardar las instalaciones del aeropuerto de Teoponte.

1.2. INTRODUCCIÓN

1.2.1. ANTECEDENTES

El final de la segunda guerra mundial favoreció de forma extraordinaria el auge de la aviación civil. Se desarrollaron nuevas aeronaves, se introdujeron los motores de reacción, las ayudas a la navegación que se habían desarrollado con fines militares se adaptaron fácilmente al empleo civil y los aeropuertos militares se transformaron para su uso civil en tiempos de paz.

A principios de 1944, los Estados Unidos convocaron a sus aliados y a otras naciones neutrales, 55 en total, para impulsar la aviación civil.

El resultado de estas conversaciones fue el Convenio de Chicago sobre Aviación Civil, celebrado en noviembre de 1944 y al que asistieron 52 estados.

El Convenio de Chicago fijó 96 artículos en los que se definían los derechos de los estados contratantes, se disponía el establecimiento de prácticas internacionales recomendables y se aconsejaba la agilización del transporte aéreo reduciendo las formalidades aduaneras y de inmigración. Tras su ratificación por los gobiernos de 26 naciones, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) quedó constituida el 4 de abril de 1947.

Aunque el órgano supremo de la OACI es la Asamblea, en la cual cada estado miembro tiene un voto, el órgano de gobierno es el Consejo, formado por 30 miembros, que representa en su conjunto a los estados con mayor peso en el transporte aéreo, teniendo en cuenta un cierto equilibrio geográfico.

Una de las principales funciones y cometidos del Consejo es la adopción de normas internacionales y recomendaciones de procedimientos. Una vez adoptados, éstos se incorporan como Anexos al Convenio de Aviación Civil Internacional. De los dieciocho Anexos que integran la normativa actual.

El Anexo 14 (Aeródromos) es el que proporciona las especificaciones para el diseño y equipamiento de los aeródromos. El anexo 3 (Meteorología) y los documentos de

meteorología de la OACI son los que proporciona las especificaciones y normativas para el equipamiento básico que requiere el aeródromo en meteorología. El anexo 10 (Telecomunicaciones) es el que determina las especificaciones y normativas del equipo de Radiocomunicación VHF/HF que se empleará en el aeródromo, este también determinará la frecuencia con la que trabajará estos equipos de Radiocomunicación.

Como el estado en que se ejecutará este proyecto será Bolivia, por lo tanto este proyecto se registrará al Reglamento Aeronáutico Boliviano (RAB).

En el primer semestre del año 2011 la carrera de Aeronáutica de la Facultad Técnica de la Universidad Mayor de San Andrés se comprometió a reabrir el aeródromo del municipio de Teoponte basándose en las normas de los anexos de la OACI y el Reglamento Aeronáutico Boliviano (RAB), a pedido de la población y el alcalde del municipio de Teoponte.



1.2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el municipio de Teoponte existe una pista de aterrizaje de tierra donde llegaban aviones “C-123” y avionetas.

Y es en este lugar donde se planea plantear propuestas para la rehabilitación del aeropuerto que en este caso sería el equipamiento necesario para vuelos VFR e IFR en el aeropuerto de Teoponte.

Diagnóstico de la primera visita.

Al realizar una inspección visual se pudo observar que la pista es de tierra, no está en las condiciones óptimas para el movimiento y la operación de aeronaves, ya que sus condiciones son rústicas. Las características de esta pista son: 850m de longitud con una anchura de 24 a 30m.

Esta no cuenta con: una plataforma de estacionamiento, una Terminal ni tampoco con el equipamiento necesario para entrar en operación.

También se notó que las aeronaves mencionadas anteriormente aterrizaban en una situación riesgosa.

Este aeródromo no cuenta con un cercado que proteja, la entrada de personas, animales, vehículos o de cualquier elemento que interfiera las operaciones de aterrizaje y despegue seguro, incluso se verificó que parte de la pista es usada como carretera.

Actualmente la pista se encuentra situada en el margen derecho del río Kaka, en una terraza, rodeada por serranías abruptas de hasta 300 metros de altura como promedio se halla a una altura aproximada de 480 metros sobre el nivel del mar.

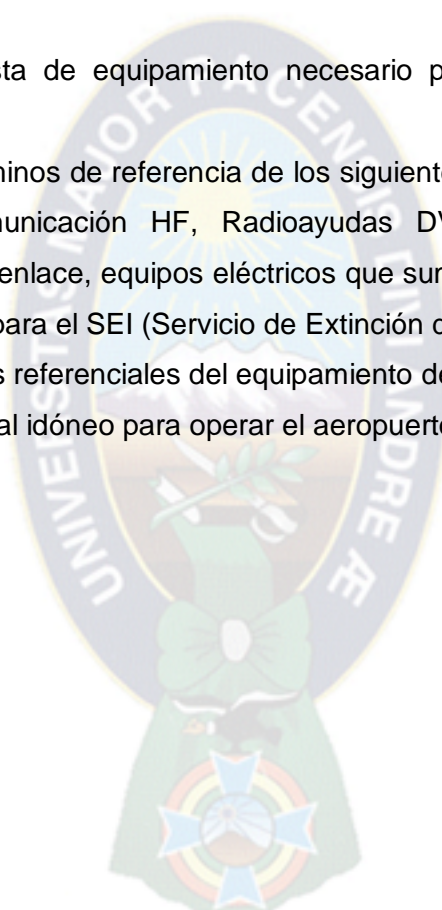
1.3. **OBJETIVO**

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Definir el equipamiento adecuado y personal competente para el aeropuerto de Teoponte.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar una lista de equipamiento necesario para habilitar el aeropuerto de Teoponte.
- Elaborar los términos de referencia de los siguientes equipos: Radiocomunicación VHF, Radiocomunicación HF, Radioayudas DVOR, estación meteorológica, equipo de Radioenlace, equipos eléctricos que suministren energía ininterrumpida y equipamiento para el SEI (Servicio de Extinción de Incendio).
- Proponer precios referenciales del equipamiento del aeropuerto de Teoponte.
- Definir el personal idóneo para operar el aeropuerto de Teoponte.



1.4. JUSTIFICACIONES

El aeropuerto es una infraestructura imprescindible para el transporte aéreo, ya que trae consigo grandes cambios sociales y económicos.

Carácter social

- Es factible diseñar la infraestructura de la Terminal, la pista de aterrizaje y definir los equipos necesarios para el aeropuerto de Teoponte, ya que se encuentra en un punto estratégico en la provincia Larecaja que limita al este con el municipio de Palos Blancos y al sur con el municipio de Caranavi. lo cual facilitará a la sociedad de estos municipios un traslado seguro y rápido con la ayuda del transporte aéreo.
- Traerá consigo el desarrollo a una sociedad mancomunada del norte paceño.
- Este proyecto acarreará consigo la Mejora de las comunicaciones, puestos de trabajo y atención inmediata a situaciones de emergencia en salud y desastres.

Carácter económico

- Generación de actividades económicas.
- Desarrollo turístico en gran parte del norte del departamento de La Paz.

1.5. DELIMITACIÓN

En el siguiente proyecto se busca reabrir el aeropuerto del municipio de Teoponte, y que este entre en operación con los equipos de radiocomunicación, radioayudas y los equipos meteorológicos pertinentes.

1.5.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio definida involucra al municipio de Teoponte.

1.5.2. ÁREA DE INFLUENCIA

Este proyecto también involucrará a los municipios y provincias que se encuentren alrededor del municipio de Teoponte, estos se beneficiarán con este medio de transporte dentro del área de influencia se encuentran: al nor-oeste con la provincia Franz Tamayo (municipio de Apolo), al nor-este con la provincia Sud Yungas (municipio de Palos Blancos), al este y sud con la provincia Caranavi, al oeste con la segunda sección de la provincia Larecaja (municipio de Guanay).

1.5.3. POBLACIÓN BENEFICIADA

Este proyecto se desarrollará a favor del municipio de Teoponte, la autoridad encargada será designada por la autoridad pertinente. Los pobladores directamente beneficiados serán los que habitan en el municipio de Teoponte y de sus alrededores.

1.5.4. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

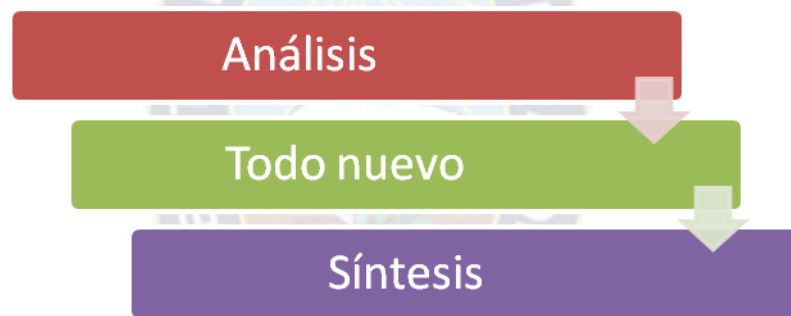
En el presente proyecto se pretende que el aeropuerto de Teoponte entre en operación conjuntamente con los equipos de radiocomunicación, radioayuda, y meteorología pertinentes.

1.6. MARCO METODOLÓGICO

1.6.1. MÉTODO SINTÉTICO (SÍNTESIS=REUNIÓN)

El proyecto emplea la síntesis que es el resultado final del análisis, implica rehacer, reunificar en un todo nuevo y lógico los elementos destacados del análisis.

El análisis y la síntesis se complementan y son inseparables en la práctica, ya que se preocupa de la reunión e integración de las partes en una sola conceptualización, ambos forman una unidad, tiene un carácter creador e integrador, al unir produce un “todo” nuevo, ya que su contenido no se identifica con ninguna de las partes que lo constituye.



Técnica

Observación de campo (Relevamiento de información) del estado actual de la pista de aterrizaje, el lugar de ubicación y la topografía del lugar, para determinar la ubicación de los equipos a adquirir.

Técnicas de observación de campo

- Análisis minucioso de la pista de aterrizaje del municipio de Teoponte.
- Anexos de la OACI, documentos, Reglamento aeronáutico boliviano (RAB) todos estos documentos relacionados al tema de equipamiento y personal. Para posteriormente definir los equipos y personal necesario para el aeropuerto de Teoponte.
- Consultas con autoridades competentes relacionados al tema.
- Consultas con instituciones relacionadas al tema.

CAPÍTULO 2

DELINEACIÓN DEL MUNICIPIO DE TEOPONTE

En la región del norte de La Paz se encuentra una de las zonas de mayor riqueza biológica del país y al mismo tiempo una de las más frágiles, debido a su topografía y la naturaleza de sus suelos. Una gran proporción de la superficie de sus diversas ecoregiones, se encuentra en buen estado de conservación y oferta servicios ambientales inmejorables. En términos generales, se la puede considerar una región del país fuertemente amenazada por diversos agentes y procesos, como ser, la exploración petrolera, una gran complejo agroindustrial en alianza a la lógica de los agrobiocombustibles, caminos cruzando áreas protegidas o la ocupación desordenada de tierras frágiles.



Figura 2.1 Estado actual del municipio de Teoponte

El norte paceño tropical tiene como sus principales potencialidades: la agricultura a través del productivo de arroz, café, cacao, cítricos, cereales, etc., con posibilidad de oferta a los diferentes mercados tanto internos como externos, permitiendo el desarrollo diversificado de la región. La actividad forestal a través del aprovechamiento de madera y productos forestales no maderables.

El potencial receptivo de etno-ecoturismo, en los parques nacionales y áreas protegidas como: Madidi, Pilon Lajas y Apolobamba y la producción aurífera-minera, y en el mediano y largo plazo la producción de hidrocarburos.

Con el fin de realizar un diagnóstico más exhaustivo de la región, se procederá a detallar las características principales.

2.1. Aspectos físicos y ambientales

2.1.1. Ubicación geográfica

El municipio de Teoponte constituye la octava sección de la provincia Larecaja ubicado al noroeste del departamento de La Paz, ubicado a una distancia de 270 Km. de la capital, el municipio de Teoponte cuenta con una pista de aterrizaje cuya longitud es de 850 m y un ancho de 24 a 30m, la situación de la pista de aterrizaje podemos observarla en la figura 2.2.



Figura 2.2 Pista de aterrizaje del aeropuerto de Teoponte

i. Latitud y longitud

Geográficamente se encuentra ubicado entre los paralelos 15°40'25" a 15°40'8" de latitud sur con respecto a la línea del Ecuador y 67°28'32" a 67°42'9" de longitud oeste con respecto al Meridiano de Greenwich.

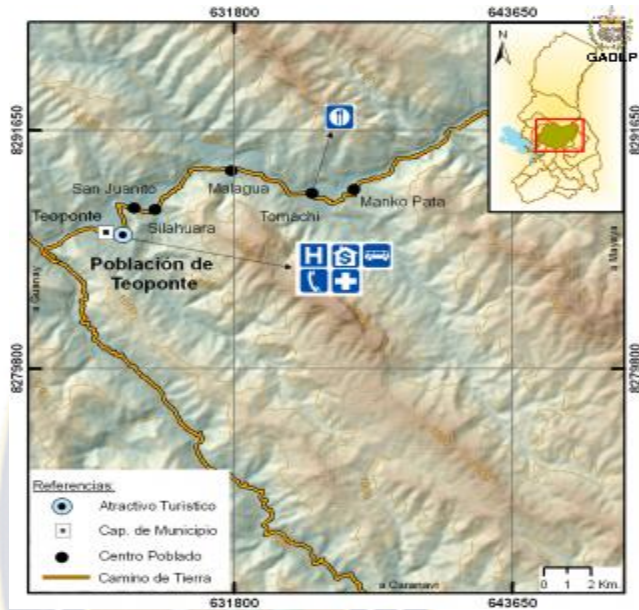


Figura 2.3 Ubicación geográfica del municipio de Teoponte

ii. Límites territoriales

Los límites del municipio son: al Nor-Oeste con la provincia Franz Tamayo (municipio de Apolo), al Nor-este con la provincia Sud Yungas (municipio de Palos Blancos), al este y sud con la provincia Caranavi, al oeste con la segunda sección de la provincia Larecaja (municipio de Guanay).

iii. Extensión

El municipio de Teoponte tiene aproximadamente una superficie de 2.226,7 Km², equivalente a 22.267,47 Has.



Figura 2.4 Extensión del municipio de Teoponte

2.1.2. Topografía

La topografía es muy accidentada, es un sub paisaje conformada por terrazas aluviales, coluviales, y piedemontes; levemente disectadas y escarpadas, con pendientes desde 10-30 y 60%; alturas que van desde 281 a 3943 m.s.n.m.



Figura 2.5 Topografía del aeródromo de Teoponte

2.1.3. Características climáticas y ecológicas de la zona

Presenta un clima cálido y húmedo, con exuberante vegetación nativa, propia de estos lugares. En general, la mayor parte del territorio de Teoponte, es predominante

cálido, con una temperatura promedio de 23.8 °C con una precipitación pluvial promedio anual de 1864 mm.

2.1.4. Suelos

En toda la sección predominan los suelos que van desde arenosos a arcillosos, pasando por francos y limosos, presentando una capa de humus en la superficie que, por el PH son fuertes a suaves ácidos, debido a la descomposición de la materia orgánica.

Debido a la pendiente de sus terrenos, la pérdida de material orgánica, la tala indiscriminada y el chaqueo, constituyen las principales preocupaciones. Los terrenos más expuestos a la erosión son los que se encuentran en las zonas bajas con mayor pendiente, precisamente por el arrastre de materia orgánica y perfiles superiores del suelo en épocas de lluvias.

2.1.5. Recursos hídricos

En la región se presenta una red fluvial extensa que aporta con un importante caudal a la formación de la sub-cuenca del río Beni. Los ríos y afluentes obran una significativa importancia económica en el desarrollo de las colonias y comunidades rurales, en cuyo entorno se organizan centros poblados.



Figura 2.6 Río Kaka

Tres son los ríos principales: Mapiri, Tipuani y Challana, que concentran su caudal mayor a favor de los numerosos afluentes que reciben. Al juntar sus aguas cerca de Guanay y con el añadido río Coroico forman el río Kaka.

2.1.6. Flora y Fauna

Las características geomorfológicas, geográficas, así como la altitud y clima han determinado la evolución de una cobertura vegetal diversa. En cuanto a los recursos forestales, las principales especies existentes en el municipio son: mara, roble, cedro, motacu, majo, chima, palma, goma, sulupa, pacaya, incienso, ochoo y gabun.

Por otro lado la diversidad de la fauna silvestre constituye una de las principales características de la región.

2.2. Aspectos Demográficos

2.2.1. Población

El municipio de Teoponte cuenta con un total de 10.731 habitantes, con un promedio familiar de 4.75 miembros, haciendo un total de 2.273 familias.

La densidad poblacional en Teoponte alcanza a 4.79 habitantes por Km².

2.2.2. Tasa de crecimiento

De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística, la tasa promedio de crecimiento demográfico del Municipio es de 2.2% anual.

2.2.3. Composición

Del total de la población 10.731, el 55% son varones, mientras que, el 45% son mujeres. Por otro lado, la mayor cantidad de población se encuentra en el rango de edad de 0 a 19 años (51.54% del total poblacional), en segundo lugar se encuentra el grupo de 20 a 49 años de edad (39.42% de la población).

2.2.4. Distribución territorial

El 43.61% de la población está concentrada, principalmente, en las capitales de cantón y en aquellas de mayor accesibilidad caminera; el 56.39% se distribuye en 74 colonias y 24 comunidades originarias. Señalar también, que del total de la población solo el 21.76% reside en las capitales, tanto de sección como de cantones.

2.2.5. Emigración, inmigración y estacionalidad

Se presenta un alto flujo migratorio, debido a que gran parte de la población tiene una economía de subsistencia, ya que las unidades familiares no cuentan con ingresos económicos estables.

La parte de la población que migra temporalmente son los jóvenes siendo los motivos de la migración: estudio (49%), trabajo (45%) y familiar (2%); ahora, si nos referimos a la migración permanente, la misma ha alcanzado una tasa anual de 1.36%. los lugares receptores de la migración son: Caranavi, La Asunta, Palos Blancos, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

Por otro lado, el ingreso de habitantes de otras provincias y departamentos hacia Teoponte se presenta, por lo general, en los meses de abril y mayo, periodos de cosecha, debido a la demanda de mano de obra.

2.3. Aspectos sociales

2.3.1. Base cultural de la población

La base de asentamiento de la población de Teoponte está conformada por las comunidades originarias de la cultura Leca, de origen Leco, Muchanes y los colonizadores procedentes de la región andina del departamento de La Paz.

Los idiomas más hablados en el municipio son: castellano, aymará, quechua, leco, moseten. El 27% de la población es monolingüe y el 31% es bilingüe, siendo el castellano el idioma más hablado.

2.3.2. Pobreza

El municipio de Teoponte se encuentra en el rango de moderadamente pobre, con un IDH de 0.555. esto se debe no solo a las bajas condiciones de salubridad en las que vive la población, se considera además, las altas tasas de mortalidad infantil, el bajo nivel de escolaridad, la tasa de migración y el hecho de que el municipio presenta una economía de subsistencia.

2.3.3. Acceso a servicios básicos

Respecto al abastecimiento de agua, existe un tanque de almacenamiento y dotación en el Arroyo San Miguel (actual fuente de abastecimiento del municipio). Sin embargo, el suministro de agua es deficiente pues el servicio no es continuo.

El sistema de eliminación de excretas adoptada por el municipio es a través de dos formas; mediante letrinas y/o pozos ciegos y a campo abierto.

El servicio de energía eléctrica abastece apenas a un 25.74% de la población, el restante 74.26% carece de este servicio.

2.3.4. Educación

La sección municipal de Teoponte tiene una población mayor a 15 años de 5162, de los cuales 1136 son analfabetos, alcanzando una tasa de analfabetismo del 22.5%.

Del total de población escolar en el municipio, el 53.5% son varones y el restante 46.5% son mujeres; siendo la distribución de la población escolar de la siguiente manera: El 3.41% corresponde al nivel pre-escolar, el 79.82% pertenece al nivel primario, mientras que, el 16.77% corresponde al nivel secundario.

La tasa de asistencia escolar del municipio de Teoponte es de 86.14% y la tasa de deserción es de 13.86%.

2.3.5. Salud

El desarrollo de la medicina convencional en el municipio de Teoponte, presenta limitaciones en su aplicación, debido a la tradición cultural de la población, que prefiere optar por la medicina tradicional; sumado a ello, el bajo nivel de escolaridad de la población, que provoca la falta de comprensión de la medicina convencional y la inaccesibilidad a centros de salud por la geografía.

La principal causa de mortalidad en la región, son las afecciones gastrointestinales, parasitosis intestinales, amigdalitis aguda, bronquiolitis aguda, malaria, fiebre amarilla, leishmaniosis y dengue. A esta se suma la mortalidad a causa de complicaciones en el parto.

Actualmente, el municipio presenta una tasa de natalidad de 24.78% por mil, sin embargo, existe bastante inasistencia a los centros de salud por parte de las mujeres embarazadas del área rural.

Por otro lado, la tasa de mortalidad es de 50 por cada mil nacidos, siendo la tasa de mortalidad materna de 39 por 1000 nacidos vivos. La esperanza de vida al nacer es de 55 años.

2.3.6. Viviendas

Las viviendas, en su mayoría son construidas con materiales del lugar, predominando las construcciones de barro y paja con piso de tierra. El 23.85% de las viviendas tienen tumbado en los techos y el 17.92% cuentan con revoque. El número promedio de personas por vivienda es de 5.

2.4. Aspectos económicos

2.4.1. Actividades económicas

Uno de los principales rubros, caracterizado por su rentabilidad, dentro de la economía familiar del municipio fue la explotación de oro, sin embargo, la producción del mismo ha decaído.

En la actualidad la actividad agropecuaria se convierte en la alternativa básica para el sustento económico, la misma que, a su vez, se subdivide en actividad agrícola y actividad pecuaria, dentro de la primera se distingue la producción de arroz, cacao, café, maíz, yuca, frutales; y dentro de la actividad pecuaria se distingue la cría de ganado bovino, porcino, ovino y aves de corral.

2.4.2. Ingresos familiares

La actividad económica gira entorno a las principales actividades: agrícola, pecuaria, aurífera, las mismas que son comercializadas en los distintos mercados. El ingreso anual promedio de las familias es de Bs. 25.000, producto de la suma del ingreso de las actividades que se desarrollan en el mismo.

2.4.3. Sistema de comercialización

La producción de cultivos como el arroz, plátano, cacao, cítricos, café está destinada a la comercialización, los agricultores venden su producción a los intermediarios en las ferias de Caranavi y Guanay, una gran limitante para la comercialización de los productos es la falta de caminos vecinales y comunales.

2.5. Aspectos productivos

2.5.1. Vocación productiva

Dentro de la actividad agrícola se destacan cultivos de: arroz (28%), maíz (25%), plátano (22%), cítricos (8%), café (6%), yuca (1%). Existen otros cultivos que se siembran en pequeñas superficies como: té, palto, sandía, papaya etc.

2.5.2. Transporte y comunicación

Actualmente solo existe un medio de transporte vehicular desde La Paz a Teoponte, que ingresa una vez a la semana.

En el caso del acceso a los cantones existe dos alternativas, la fluvial o la terrestre, la terrestre la realizan los taxis, se opta por la fluvial debido a que no existe movilidad fija o permanente para acceder a los diferentes cantones.

Nota: La información para realizar este diagnóstico se obtuvo de páginas de Internet y del instituto nacional de estadística INE.

2.6. Análisis de la situación actual de Teoponte

2.6.1. Análisis del municipio de Teoponte

Al llegar al municipio de Teoponte, se observó que tiene una reducida población y que el pueblo goza de un clima cálido y una naturaleza ideal, además se notó que la fuente de ingresos económicos para el pueblo es el oro, ya que el municipio se dedica a la producción aurífera-minera y la agricultura.

También se vio que este municipio cuenta con una pista de aterrizaje de tierra que no se encuentra en condiciones óptimas para el movimiento y operación de las aeronaves.

Las características que presenta esta pista son: 850 m de longitud aproximadamente, con una anchura que varía de 24 a 30m, según el recorrido la

elevación de la pista varía de 605 m a 610 m. Se observó que la pista se encuentra al lado del río Kaka en medio de montañas enaltecidas.



Figura 2.7 Estado actual de la pista de aterrizaje



Figura 2.8 Ubicación de la pista de aterrizaje en el municipio de Teoponte

El municipio de Teoponte a través de sus autoridades propusieron impulsar y rehabilitar el aeródromo de Teoponte, en la cual decidieron que la carrera de Aeronáutica perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés sea la unidad responsable para realizar los estudios pertinentes para la rehabilitación del aeródromo, contando con una

pista que facilite el despegue y aterrizaje de aeronaves que operarán al servicio de la sociedad del municipio, las comunidades, localidades y cantones del norte paceño.

2.6.2. Beneficios de contar con un aeropuerto

La construcción de este aeropuerto traerá consigo una serie de ventajas y ciertos inconvenientes, las ventajas son los siguientes:

- Mejora de las comunicaciones.
- Creación de puestos de trabajo.
- Generación de actividad económica.
- Revalorización del entorno
- Ordenamiento urbanístico.
- Crecimiento del turismo en el norte de La Paz

2.6.3. Inconvenientes de contar con un aeropuerto

Al construir este aeropuerto traerá consigo una serie de inconvenientes que opta por ser un hecho inevitable, que por lo general son:

- Aumento del nivel de ruido en las áreas cercanas al aeropuerto.
- Contaminación del aire y del agua en zonas próximas al aeropuerto.
- Impacto geográfico y ecológico principalmente en la fase de construcción, ya que se realizan excavaciones y rellenos en el terreno, pavimentaciones, etc.
- Servidumbres aeronáuticas.

Pero al margen de los inconvenientes que se presentan al emplazar un aeropuerto los beneficios cubren esas falencias, pues la misma proveerá a la región por ende a la población mayor beneficio económico y social.

Desde el punto de vista económico

- Facilita el comercio nacional, permitiendo a los municipios establecer relaciones comerciales con mercados geográficamente alejados.
- Posibilita el turismo, mejorando la accesibilidad a los destinos turísticos.
- Impulsa la productividad de las economías nacionales al permitir el acceso a economías de escala, la reducción de costes y la especialización productiva.
- Mejora la eficiencia de las cadenas de suministro al reducir los tiempos de entrega en las mismas y el acceso a un mayor número de proveedores.
- Posibilita la inversión empresarial al mejorar la accesibilidad de las empresas a nuevos mercados.

Desde el punto de vista social

- Mejora los estándares de vida de las personas al incrementar sus posibilidades de trabajo y turismo.
- Permite mantener relaciones personales y familiares ante la creciente movilidad geográfica de los trabajadores.
- Contribuye al crecimiento sostenible de las regiones en desarrollo, al posibilitar el turismo y el comercio y al generar oportunidades de empleo altamente cualificado y suponer una fuente de ingresos gubernamentales.
- Facilita la entrega de ayuda humanitaria en situaciones extremas en áreas geográficamente alejadas. Salud y casos de emergencia.

2.6.4. Requisitos para contar con un aeropuerto

Para que esta pista de aterrizaje entre en operación y pase a ser un aeropuerto debe de cumplirse lo siguiente:

- Determinar el nivel de demanda de pasajeros.
- Calcular y definir la longitud de pista necesaria para la aeronave crítica.
- Identificar los factores operativos limitantes.
- Establecer las características de empleo operacional que debe poseer la aeronave crítica para el aeropuerto de Teoponte.

- Detalles del emplazamiento del aeródromo.
- Construcción de la Terminal de pasajeros
- Ubicación de la Terminal.
- Ubicación de la Plataforma.
- Ubicación de la Calle de Rodaje.
- Ubicación del puesto de estacionamiento de la aeronave.
- Determinar del equipamiento necesario para el aeropuerto de Teoponte

2.6.5. Análisis del equipamiento en el aeropuerto

La pista de aterrizaje del municipio de Teoponte no cuenta con los equipos necesarios debido a estas circunstancias esta pista no está operando hace varios años, pero gracias a este proyecto se logrará que la pista de aterrizaje pase a ser un aeropuerto seguro basándose en las normas establecidas en los anexos de la OACI y en el Reglamento Aeronáutico Boliviano (RAB).

El aeropuerto de Teoponte contará con los equipos de radiocomunicación con la finalidad de permitir la comunicación del controlador de tránsito aéreo u operador de estación aeronáutica con la tripulación de la aeronave y también permitirá la comunicación del controlador de tránsito aéreo del aeropuerto de Teoponte con la (FIC) y la (AFTN) que se ubica en el aeropuerto de la ciudad del Alto.

La estación meteorológica permitirá dar la información de las condiciones meteorológicas del lugar a la tripulación de la aeronave.

Por estas circunstancias es necesario contar con estos equipos de radiocomunicación, radioayuda y meteorología para que este aeropuerto opere con las medidas de seguridad trascendentales.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1. Variables Meteorológicas

3.1.1. Temperatura del aire

3.1.1.1. Concepto

Es una magnitud variable que depende de la velocidad de las moléculas del aire. Estas moléculas son el oxígeno y el nitrógeno nos permite expresar el grado de calentamiento o enfriamiento de los cuerpos.

3.1.1.2. Unidades

En Aviación se utilizan los grados Celsius.

3.1.2. Presión atmosférica

3.1.2.1. Concepto

Es la fuerza que ejerce el peso del aire sobre cada unidad de superficie terrestre. La presión atmosférica ejerce sobre cada cuerpo, sobre cada partícula, sobre cada objeto, sobre cada superficie, una presión que depende del peso del aire que hay encima. Esta columna de aire no es igual de larga si el cuerpo se encuentra al nivel del mar, en una playa, sobre un barco, que si se encuentra en la cima de una montaña.

Cuanto más elevada esté un cuerpo más corta será la columna de aire que haya encima; por lo tanto, la presión atmosférica es más baja a medida que aumenta la altura.

3.1.2.2. Unidades

En aviación se utilizan los Hectopascales (antiguamente Milibares) o Pulgadas de mercurio.

3.1.3. Temperatura del punto de rocío

3.1.3.1. Concepto

El Punto de Rocío es el valor al que debe descender la temperatura del aire para que el vapor de agua existente comience a condensarse.

Por lo tanto, el punto de rocío es la temperatura, a la cual, en un aire que se enfría, comienza la formación de niebla, y también de rocío sobre los objetos.

En aviación es importante el punto de rocío puesto que orienta en relación a la posibilidad de aparición de fenómenos meteorológicos que afectan la seguridad de las operaciones aéreas.

3.1.4. Humedad relativa

3.1.4.1. Concepto

La humedad relativa es la que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. La humedad relativa tiene directa relación con la temperatura del punto de rocío. En el campo de la aviación la humedad relativa es muy importante para determinar los fenómenos meteorológicos.

3.1.4.2. Unidades

La unidad estándar válida para el Sistema Internacional es el porcentaje %.

3.1.5. Velocidad y dirección del viento.

3.1.5.1. Concepto

En una forma simple se denomina como el movimiento del aire, pero para cuestiones meteorológicas vamos a considerar el viento como una cantidad vectorial de dos dimensiones establecidas por los números que representan su velocidad y dirección en un tiempo dado. La unidad estándar para la dirección del viento se da en grados sexagesimales (es decir en sentido de las agujas del reloj) a partir del norte o en la escala 0-36 o 0-360 donde 36 o 360 es el viento norte y 09 o 90 es el viento del este. Este factor es muy importante para el despegue y aterrizaje de una aeronave.

3.1.5.2. Unidades

- Dirección del viento: grados
- Velocidad del viento: Kt
- Ráfaga del viento: Kt

En la meteorología operacional y en particular en la meteorología de la aviación, usualmente se utiliza el nudo para determinar la velocidad y la velocidad de la ráfaga (se abrevia Kt). $1 \text{ nudo} = 1 \text{ milla náutica por hora} = 1852 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 0.514444 \text{ m/s}$.

3.1.6. Precipitación

3.1.6.1. Concepto

Se define como el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes o el aire y se deposita en suelo. En nuestro caso sería lluvia, granizo y llovizna. En otras latitudes la nieve, la escarcha, la precipitación de la neblina y el rocío.

3.1.6.2. Unidades

La unidad de la precipitación es la profundidad lineal normalmente en milímetros para la precipitación líquida.

3.2. Instrumentos meteorológicos empleados en la aeronáutica

3.2.1. Indicadores de temperatura

En la estación meteorológica aeronáutica se utilizan los instrumentos convencionales como: el termómetro de máxima, termómetro de mínima y el termógrafo. Estos están protegidos dentro de una garita meteorológica para evitar lecturas incorrectas. El termómetro está colocada a 1.50 metros del suelo.

3.2.1.1. Garita meteorológica

La función principal que cumple la garita meteorológica es proteger a los termómetros de la radiación solar directa y evitar de esta manera lecturas incorrectas.

Las características físicas de esta garita son: paredes de madera, puerta y fondo de doble persiana que favorece la ventilación interior e impide que la radiación solar afecte a los instrumentos. Deben de estar pintadas de blanco. Se debe encontrar a 1.5 metros de altura y debe poseer un tamaño adecuado para poder colocar todos los instrumentos necesarios para una buena toma de lecturas sin mucha manipulación.

3.2.1.2. Termómetro de máxima

El termómetro de máxima funciona con mercurio que tiene un estrechamiento cerca del bulbo o depósito. Cuando la temperatura sube, la dilatación de todo el mercurio del bulbo vence la resistencia opuesta por el estrechamiento, mientras que cuando la temperatura baja, la masa de mercurio se contrae, la columna se rompe por el estrechamiento y su extremo libre queda marcada la temperatura máxima. La escala tiene una división de 0,5 °C y el alcance de -31.5 a 51.5 °C aproximadamente.

3.2.1.3. Termómetro de mínima

El termómetro de mínima está compuesto de líquido orgánico (alcohol) y posee un indicador coloreado en su interior. El bulbo tiene en general forma de horquilla (para aumentar la superficie de contacto del elemento sensible). Cuando la temperatura baja, el líquido arrastra el indicador porque no puede atravesar el menisco y se ve forzado a seguir su recorrido de retroceso. Cuando la temperatura sube, el líquido pasa fácilmente entre la pared del tubo y el indicador dejando la marca de la temperatura más baja por el extremo más alejado del bulbo. La escala está dividida cada $0,5^{\circ}\text{C}$ y su amplitud va desde $-44,5$ a $40,5^{\circ}\text{C}$ aproximadamente.

3.2.1.4. Termógrafo

Para observar la marcha continua de las variaciones de temperatura se utiliza el termógrafo aparato cuyo órgano sensible es una lámina bimetálica, constituida por dos cintas de metales de distinto coeficiente de dilatación soldadas entre si y ligeramente arrolladas. Las variaciones de temperatura se traducen en un movimiento que transmitido por una serie de palancas a una plumilla entintada dibuja sobre un papel graduado arrollado a un cilindro con mecanismo de relojería una línea continuada con las variaciones de temperatura en el tiempo.

3.2.2. Indicador de presión y altitud

3.2.2.1. Barómetro de mercurio

Este instrumento sirve para determinar la presión atmosférica por medio de una columna de mercurio. Las unidades empleadas en el campo aeronáutico son el milímetro de mercurio (mm Hg) o el Hectopascal (Hpa).

Los barómetros de mercurio utilizados en los observatorios sirven para medir la presión atmosférica y han de ser contrastados con un barómetro patrón. Pertenecen al tipo de barómetros de escala compensada, en los cuales no es necesario ningún ajuste a "cero" de la escala. Su uso es sencillo, ya que se reduce a una simple lectura en el

extremo superior de la columna. Esta lectura ha de corregirse exactamente con tablas normalizadas para poder hacer comparaciones de presión a nivel nacional o regional.

3.2.2.2. Altímetro

El altímetro es esencialmente un barómetro anerode graduado en forma tal, que indica las alturas respecto a un nivel de referencia determinado, por ejemplo, el nivel de tierra o el nivel medio del mar. Su funcionamiento se basa en la disminución de la presión atmosférica con la altura.

Generalmente, este instrumento se utiliza en las torres de control de los aeropuertos orientando su uso a los servicios de vuelo.

Su unidad de medida en aviación es el hectopascal (Hpa) o pulgadas de mercurio (Pulg.Hg).

3.2.2.3 Baroaltímetro

Este instrumento indica, además de la presión atmosférica, el valor del QNH (valor de la presión atmosférica al nivel del mar) mediante un dispositivo de doble cuadrante.

El sensor está integrado por 6 cápsulas aneroides y el instrumento consta de dos cuadrantes, uno exterior fijo, graduado de a $\frac{1}{2}$ milibar desde 880 a 1040 mb, recorrido por una aguja de indicación roja. Posee una lupa adosada sobre el vidrio, girable a cualquier punto de la escala, mejorando la precisión de la lectura y apreciar hasta 0.2 de milibares.

3.2.3. Indicadores de humedad

3.2.3.1. Psicrómetro

Este instrumento consta de un juego de dos termómetros iguales: uno de ellos, denominado "termómetro seco", que sirve simplemente para obtener la temperatura del aire, y el otro, denominado "termómetro húmedo", que tiene el depósito recubierto de una muselina húmeda mediante una mecha que lo pone en comunicación con un depósito de

agua destilada. El agua que empapa la muselina se evapora, pero para hacerlo necesita calor, que obtiene del termómetro, con lo que la temperatura baja. El agua evaporada es reemplazada por la que llega a través de la mecha. Al termómetro le llega exactamente la misma cantidad de agua que se evapora, ni más ni menos.

Ahora bien, la velocidad de evaporación, es decir, la cantidad de agua evaporada depende de la humedad del aire, ya que, si el aire está saturado es evidente que no podrá admitir cantidad de vapor alguno, mientras que si está muy seco, la evaporación tendrá que ser muy activa. Por otro lado, el descenso de temperatura provocado por la evaporación depende, al mismo tiempo, de la velocidad de ésta, porque también por este lado llega a establecerse un equilibrio estacionario entre el calor perdido a causa de la evaporación y el recibido del exterior, y el descenso de temperatura no progresa indefinidamente, sino que se detiene en un punto más o menos bajo.

3.2.4. Indicadores de precipitación

3.2.4.1. El pluviómetro

El pluviómetro es el instrumento más frecuentemente utilizado para medir la precipitación. Generalmente se usa un cilindro cuya boca receptora tiene un área de 200 centímetros cuadrados, que se transforma en un embudo y ocupa aproximadamente la mitad del cilindro. El agua recogida va a través del embudo hasta un recipiente colocado directamente en la boca estrecha del embudo llamada colector, este recipiente para evitar la evaporación por calentamiento, está aislada del cilindro exterior.

La medida de la precipitación recogida se realiza pasando el agua del colector a la probeta graduada. Para facilitar la medida de las décimas, la escala de la probeta se ha hecho teniendo en cuenta la superficie recogida, y los valores medidos son los que corresponderían a los que hubiésemos recogido en un pluviómetro de un metro cuadrado de superficie de recogida de agua. Esta probeta sólo sirve para medir la lluvia recogida en un pluviómetro de 200 cm² de sección.

3.2.5. Indicadores de la dirección y fuerza del viento

3.2.5.1. La veleta

Es el aparato utilizado para determinar la dirección del viento, consta de un eje vertical alrededor del cual gira una barra horizontal por medio de un rodamiento a bolas. Uno de los extremos de la barra horizontal termina en punta mientras que el otro va provisto de unas aletas verticales que forman entre si un ángulo diedro.

El aparato tiende a colocarse siempre en la dirección del viento, apuntando hacia donde va. La dirección del viento se puede medir en grados sexagesimales, la ubicación de la veleta es en un poste que tenga una altura de por encima de los 10 metros.

3.2.5.2. Anemómetro mecánico

La velocidad del viento se mide por medio del anemómetro, que consiste en un eje vertical alrededor del cual gira una cruz horizontal en cuyos extremos lleva unas semiesferas o cazoletas dispuestas en el plano vertical. Al soplar el viento encuentra mayor resistencia en la cara cóncava de las cazoletas, obligando a girar al conjunto en el sentido de avance del lado convexo de las mismas, cualquiera que sea la dirección del viento. El giro del eje vertical se transmite a un contador de vueltas que mide el recorrido en un tiempo dado, por lo que, en realidad, lo que se obtiene es la velocidad media dividiendo el recorrido por el tiempo.

Este instrumento se encuentra ubicado en un poste que se encuentra por encima de los 10 metros.

3.2.7. Manga de viento en la pista

Este anemoscopio ayudará al piloto a poder determinar visualmente la dirección e intensidad del viento en la pista.

La manga de viento o anemoscopio está diseñada para indicar la dirección y fuerza del viento respecto al horizonte del suelo, indicando una idea aproximada de la velocidad del viento según el nivel de hinchado y la inclinación del cono:

- Cono vertical = viento flojo
- Cono 45° = viento considerable
- Cono horizontal = viento fuerte



3.3. Fundamentos de la teoría de transmisión

3.3.1. Telecomunicación

Se define como Telecomunicación a toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos e información de cualquier naturaleza, por hilos radioeléctricos, medios ópticos u otros sistemas radioeléctricos.

El objetivo principal de las Telecomunicaciones es transmitir y recibir información entre dos puntos, es decir desde un punto A, hasta un punto B, ubicados a una determinada distancia.

3.3.2. Radiocomunicación

Se conoce como radiocomunicación a las telecomunicaciones realizadas por medio de las ondas radioeléctricas, dicho de otra manera la radiocomunicación es la transmisión, recepción, y procesamiento de una determinada información, usando dispositivos electrónicos.

3.3.3. Radionavegación

También se conoce como navegación por instrumentos. Se refiere a la navegación realizada siguiendo las indicaciones de los equipos electrónicos de navegación instalados a bordo de la aeronave. Existe una gran variedad de sistemas por instrumentos, algunos son basados en la recepción de señales de estaciones terrestres, por ejemplo: VOR, DME. Otros sistemas de señales procedentes de satélites, por ejemplo, GPS y otros que son autónomos y no necesitan de señales externas, por ejemplo, INS (Inertial Navigation System o Sistema de Navegación Inercial).

En la radionavegación los sistemas utilizados son conocidos como radioayudas a la navegación.

3.3.4. Transmisión

Se denomina transmisión a la acción de transportar entre dos puntos sea directa o indirectamente, bien física o por señales, un objeto, una imagen, un sonido, o una información de cualquier naturaleza.

3.3.4.1. Modos de transmisión

Se denominan modos de transmisión a la forma como los sistemas de comunicaciones manejan el intercambio de información: en una dirección, en dos direcciones al mismo tiempo o solo uno a la vez.

- a) **Simplex (SX):** La transmisión solo puede ocurrir en una dirección, es decir solo pueden recibir o solo transmitir. Como ejemplo práctico tenemos los sistemas de radiodifusión de radio FM.
- b) **Half-Duplex (HDX):** En este modo el intercambio de información puede ocurrir en ambos sentidos pero no al mismo tiempo si no que lo hacen uno a la vez.
- c) **Full-Duplex (FDX):** Aquí las transmisiones pueden ocurrir en ambos sentidos y al mismo tiempo. En este modo una estación puede estar transmitiendo y recibiendo simultáneamente siempre y cuando la que este transmitiendo sea la que está recibiendo.
- d) **Full/Full-Duplex (F/FDX):** En este modo se puede transmitir y recibir al mismo tiempo sin necesidad de que sea entre las mismas estaciones. La aplicación de este tipo de sistema de comunicaciones son los circuitos de comunicación de datos.

3.3.5. Modulación

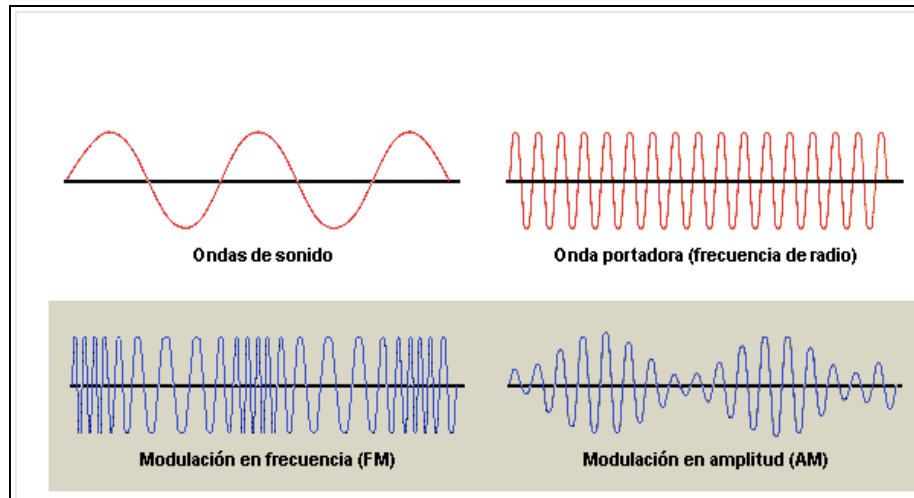


Figura 3.1 Tipos de modulación de ondas

La modulación es el proceso de hacer variar los diferentes parámetros como ser amplitud, frecuencia, fase, posición, ancho, etc. De una onda llamada portadora con la amplitud, de otra onda llamada modulante o también llamada información. Para poder transmitir a gran distancia las bajas frecuencias audibles se usan las ondas electromagnéticas de alta frecuencia como "portadoras" de las primeras, de esta forma las ondas electromagnéticas han de contener y transportar de alguna forma la B.F (baja frecuencia).

3.3.5.1. Tipos de modulación

a) **Modulación en amplitud (AM)**

Al modular en amplitud, la señal moduladora va variando la amplitud de la señal portadora. La utilización de la modulación AM hoy en día se reduce prácticamente a parte de los sistemas de radiodifusión comercial, a radiocomunicaciones aeronáuticas avión-tierra y a radioaficionados.

La mayor desventaja de estos sistemas es su sensibilidad a las variaciones bruscas de amplitud de la señal en su transmisión por el canal, que pueden provocar desvanecimientos que hagan a la señal prácticamente ininteligible en recepción.

b) **Modulación en banda lateral (SSB)**

La modulación en banda lateral (SSB, Single Side Band) consiste en mejorar las prestaciones en potencia de la modulación AM, transmitiendo toda la potencia solamente en una parte del ancho de banda de la señal. La mejora de rendimiento en potencia de transmisión es sustancial, y por eso este modo se utiliza excesivamente en las comunicaciones en la banda de HF, en las que la señal transmitida sufre una elevada atenuación cuando viaja por el canal.

En función de la parte del ancho de banda en la que se concentra la potencia tomando como referencia una señal equivalente en AM, podemos distinguir las transmisiones en Banda Lateral Superior (USB, Upper Side Band) y en Banda Lateral Inferior (LSB, Lower Side Band).

c) **Sobremodulación**

Esta sucede cuando una señal inteligente excede la señal modulada lo que producirá un porcentaje de modulación mayor al 100% como se ve en la figura 3.2.

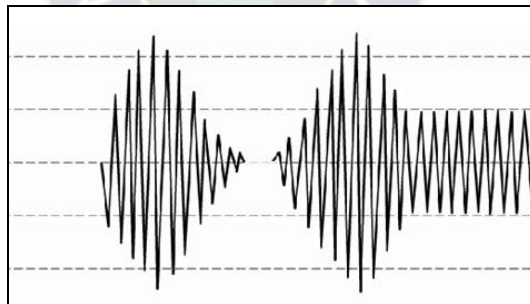


Figura 3.2 Sobremodulación de una señal inteligente

3.3.6. Ondas radioeléctricas

Las ondas radioeléctricas son ondas que no necesitan de la presencia de un medio material para propagarse. Por ejemplo, la luz que nos llega del sol viaja hasta la tierra a través del espacio exterior, en donde no hay ningún medio material, es el espacio vacío. Las ondas de radioeléctricas, por ejemplo, son ondas electromagnéticas que viajan por la atmósfera, pero sin que precisen la presencia del aire para su transmisión.

3.3.6.1. Componentes de las ondas radioeléctricas

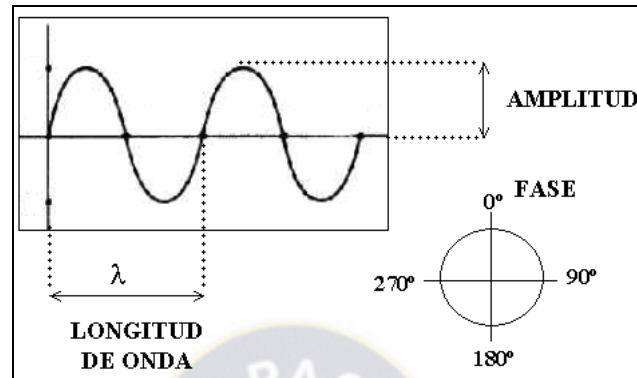


Figura 3.3 componentes de la onda radioeléctrica

a) Longitud de onda

Si representamos la onda portadora tomando como eje la dirección de propagación, observaremos que su forma se repite periódicamente. La longitud de onda es la distancia que la onda emplea en describir un periodo completo. Su unidad de medida es el metro (m).

b) Intensidad / Amplitud

Normalmente la intensidad de la onda se refiere a su campo eléctrico, y se mide en voltios por metro (V/m). También puede referirse a su campo magnético, midiéndose en amperios por metro (A/m). Nos da una idea de la potencia de la señal en un punto dado.

c) Fase

Si representamos una onda periódica en un sistema de coordenadas polares, el ángulo formado por la posición de la onda en un momento dado con la referencia de partida se conoce como fase. En un periodo completo la onda habrá recorrido 360 grados.

d) Polarización

La polarización de una onda se define como la dirección que toma su vector de campo eléctrico. Si tomamos como referencia la superficie plana de la Tierra,

hablaremos de polarización horizontal si es paralelo a la superficie y de polarización vertical si es perpendicular. También podemos tener otros esquemas, como el de polarización circular en el que el vector de campo eléctrico va describiendo una circunferencia a medida que la onda avanza.

3.3.6.2. Velocidad

Las ondas electromagnéticas se propagan a la velocidad de 300.000 kilómetros por segundo en la atmósfera.

3.3.6.3. Propagación de las ondas radioeléctricas

Las ondas radioeléctricas o electromagnéticas presentan idénticas características que las ondas luminosas y caloríficas, aunque su frecuencia es más reducida. Se propagan en el espacio a la misma velocidad que la luz, reflejándose o refractándose de la misma manera.

3.3.6.4. Tipos de propagación de las ondas radioeléctricas

- Propagación de onda terrestre.
- Propagación de onda de superficie.
- Propagación de onda directa.
- Propagación de onda de espacio.

3.3.6.5. Ondas radioeléctricas

Numero de banda	Rango de frecuencias	Designaciones
2	30-300 Hz	ELF (frecuencias extremadamente bajas)
3	0.3-3 KHz	VF (frecuencias de voz)
4	3-30 KHz	VLF (frecuencias muy bajas)
5	30-300 KHz	LF (frecuencias bajas)
6	0.3-3 MHz	MF (frecuencias medias)
7	3-30 MHz	HF (frecuencias altas)
8	30-300 MHz	VHF (frecuencias muy altas)
9	0.3-3 GHz	UHF (frecuencias ultra altas)
10	3-30 GHz	SHF (frecuencias súper altas)
11	30-300 GHz	EHF (frecuencias extremadamente altas)
12	0.3-3 THz	Luz Infrarroja
13	3-30 THz	Luz Infrarroja
14	30-300 THz	Luz Infrarroja
15	0.3-3 PHz	Luz visible
16	3-30 PHz	Luz ultravioleta
17	30-300 PHz	Rayos-X
18	0.3-3 EHz	Rayos Gamma
19	3-30 EHz	Rayos cósmicos

Tabla 3.1 Asignación de las distintas bandas de frecuencia

3.3.6.6. Propagación ionosférica

Es la más importante desde el punto de vista de la radiocomunicación aeronáutica a larga distancia. Se extiende a partir de los 100 Km. y llega hasta una altura indefinida sobre el nivel del mar.

El ángulo de esta reflexión depende de la frecuencia de la onda y de las condiciones de la ionosfera, lo cual permite la radiocomunicación por onda reflejada, donde la onda se refracta en una de las capas ionizadas, es devuelta a la tierra y quizá reflejada nuevamente en ésta y vuelve a refractarse en la ionosfera una o varias veces más.

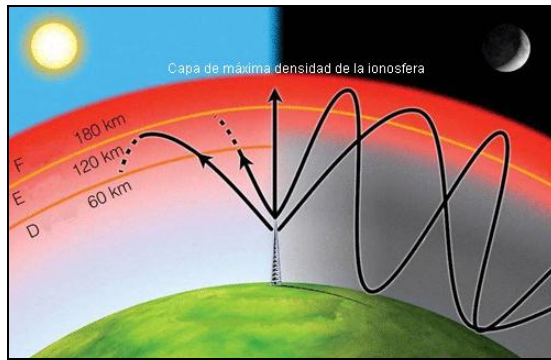


Figura 3.4 Explicación de cómo se doblan las ondas de radio

3.3.6.7. Propagación en las bandas de HF

La propagación en la banda de HF (3 MHz a 30 MHz) se ve afectada fundamentalmente por las características de una capa de la atmósfera situada entre los 60 Km y los 500 Km de altitud, que recibe el nombre de ionosfera esta se puede observar en el gráfico 3.4, por la gran cantidad de partículas ionizadas que contiene.

Realmente, la ionosfera está formada por diversas subcapas que tienen un grado de ionización distinto por el día y por la noche.

La ionización en las distintas capas de la ionosfera hace que las ondas electromagnéticas de un determinado rango frecuencial, cuyo límite superior es la máxima frecuencia utilizable (MUF), sufran reflexión y su trayecto vuelva nuevamente hacia la Tierra. En la Tierra se puede producir una nueva reflexión y el proceso se repite periódicamente como si la onda viajase reflejándose en un conducto delimitado superiormente por la ionosfera e inferiormente por la propia Tierra, como puede verse en la figura 3.4. Este fenómeno se conoce con el nombre de propagación ionosférica y permite comunicaciones de muy larga distancia, con alcance incluso mundial, operando en frecuencias inferiores a la MUF.

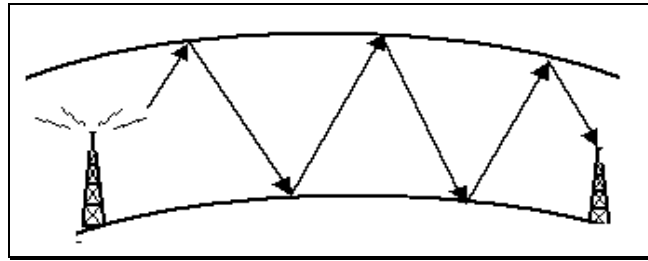


Figura 3.5 Propagación ionosférica

El valor de la MUF es variable a lo largo del día y depende del grado de ionización de la atmósfera, que a su vez es función de la estación del año, la hora del día, y la actividad solar que puede cuantificarse con el número de manchas solares.

En la figura 3.6 se muestra la diferencia relativa de MUF entre distintas zonas de la Tierra en un instante dado. Se observa que la diferencia entre zonas puede llegar a ser de hasta 10 MHz, hecho a considerar a la hora de planificar un radioenlace ionosférico a larga distancia:

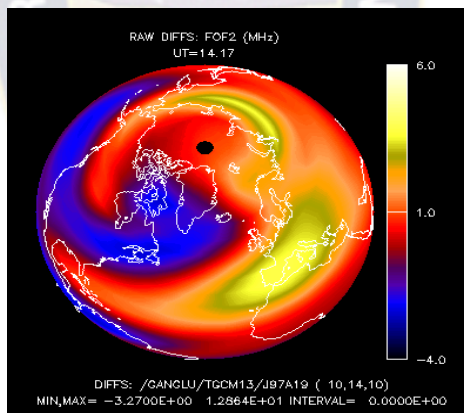


Figura 3.6 Variación de la MUF entre zonas geográficas distintas

Para frecuencias de hasta 10 MHz también es importante el fenómeno de propagación por onda de superficie, una parte del frente de onda generado por el transmisor se difracta siguiendo la curvatura del radio terrestre a una distancia relativamente pequeña de la superficie terrestre. Esta onda puede tener un alcance de varios centenares de kilómetros.

Si en el receptor se suman la onda de superficie y la ionosférica, normalmente se tendrán problemas de desvanecimiento debido a que las ondas no llegan en fase, al recorrer la onda ionosférica una distancia mayor durante las sucesivas reflexiones.

Asimismo, las comunicaciones en HF son muy sensibles a las variaciones de ionización en la ionosfera, que producen desvanecimientos repentinos. Este fenómeno se conoce con el nombre de fading. Asimismo, los receptores ubicados en núcleos urbanos son muy susceptibles de ser afectados por el ruido industrial, que igualmente puede dificultar las comunicaciones.

3.3.6.8. Propagación en las bandas de VHF y UHF

Las ondas electromagnéticas de VHF y UHF por un lado atraviesan la ionosfera y salen al espacio exterior, siendo de esta forma aptas para las comunicaciones vía satélite, y por otro lado se refractan dentro de una capa de la atmósfera llamada tropósfera y que está comprendida desde el nivel de la superficie terrestre hasta unos 30 Km. de altitud. Este fenómeno se conoce como propagación troposférica.

La propagación troposférica hace que se posibilite el enlace entre estaciones que no están en línea de visión directa debido a la curvatura del radio terrestre.

Además de la refracción en la tropósfera, existen otras dos modalidades de propagación que condicionan la propagación en estas bandas.

a) Difracción

Es el rango de longitudes de onda para estas bandas está comprendido entre los 10 m y los 0,1 m, lo cual hace que en el radiotrayecto exista una gran variedad de obstáculos de tamaño comparable al de la longitud de onda. En estos obstáculos se produce el fenómeno de la difracción, que permite la comunicación entre estaciones sin línea de visión directa debida a obstáculos como montañas.

b) Propagación multitrayecto

Las ondas de VHF y UHF se reflejan en obstáculos como montañas y fachadas de edificios como se puede ver en la figura 3.7. Al receptor llegará entonces un frente de ondas directo y uno o más reflejados y por tanto desfasados. La suma de todos ellos hace que la señal en el receptor sufra desvanecimientos rápidos, que suceden con mayor frecuencia si se está operando con estaciones móviles en movimiento.

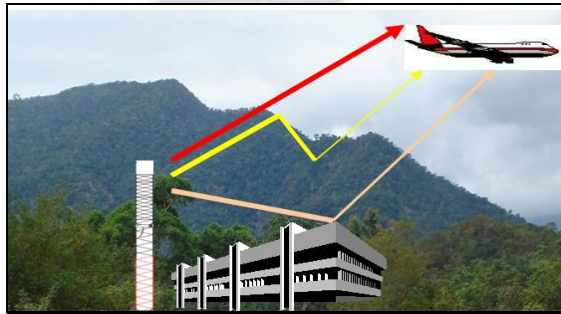


Figura 3.7 Propagación multitrayecto

Finalmente, las ondas con frecuencia correspondiente a la parte superior de la banda de UHF pueden verse afectadas por la atenuación por lluvia, que en caso de intensidades de precipitación elevadas puede llegar incluso a cortar un Radioenlace.

La propagación varía con las distintas frecuencias y además con la ionización de la atmósfera, la altura de las capas o nubes, y las horas del día y la noche.

3.3.7. Sistemas de comunicaciones

3.3.7.1. Servicio móvil aeronáutico (SMA)

El Servicio Móvil Aeronáutico está constituido por las comunicaciones entre bases en tierra y aeronaves en vuelo: VHF (AM) y HF (cobertura oceánica).

El SMA actual comprende: Equipos Transceptores convencionales VHF (AM) ubicados en las torres de control (TWR) y Oficinas de Aproximación para los Servicios

ATZ (zona de tráfico de aeródromo) y APP (servicio de control de aproximación) respectivamente, que permiten las comunicaciones orales tierra-aire-tierra.

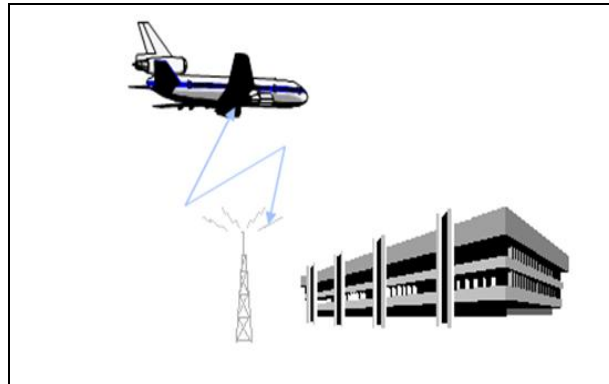


Figura 3.8 Servicio móvil aeronáutico

3.3.7.2. Servicio fijo aeronáutico (SFA)

El Servicio Fijo Aeronáutico está constituido por las comunicaciones punto a punto (datos) requeridas por los Servicios de Información Aeronáutica (AIS) y Meteorológicos y las comunicaciones orales para el Servicio de Tránsito Aéreo (ATS).

El SFA actual comprende:

- La Red de Telecomunicaciones Fijas Aeronáuticas (AFTN).
- Los circuitos y redes de comunicaciones orales ATS.
- Los sistemas de radiodifusión aeronáuticos [por ejemplo para la difusión del pronóstico mundial de área (WAFS)].

3.4. Equipo de radiocomunicación

3.4.1. Transmisor (Tx)

Adapta la señal en banda base para su transmisión óptima a través del canal de comunicación. Este proceso se denomina modulación. A través del canal viaja una señal modulada.

3.4.2. Receptor (Rx)

Realiza la función inversa al transmisor, desmodulando la señal captada del canal para transformarla en una señal eléctrica en banda base, que después será convertida nuevamente al formato original del mensaje mediante un transductor.

3.4.3. Antena

Una antena es la parte de un sistema transmisor, receptor o en algunos casos tranceptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas.

Toda antena es una región de transición entre una zona donde existe una onda electromagnética guiada y una onda en el espacio libre, a la que puede además asignar un carácter direccional.

3.5. Sistema de puesta en tierra

Su misión es provocar la excitación atmosférica por encima de cualquier otro punto de la estructura a proteger, para aumentar la probabilidad que la descarga incida en su zona de influencia, y derivar a tierra la corriente del rayo.

Entre sus aplicaciones se tiene:

- Facilita la instalación de sistemas de protección externa en todo tipo de estructuras y edificaciones.

- Estadísticamente se ha comprobado que su zona de protección se debe calcular aproximadamente en radio igual a su altura.

Una instalación típica comprende:

- Una varilla captadora, junto con su mástil.
- Uno o dos bajantes.
- Un desconectador por bajante para la comprobación de la resistencia de la estructura.
- Un elemento protector contra golpes en los dos últimos metros del bajante conductor.
- Una toma de tierra por bajante.
- Unión equipotencial de las tomas de tierra y circuito general de tierras.

3.6. Radiofaro Omnidireccional VHF (VOR)

El VOR, VHF Omnidireccional Range o Radiofaro Omnidireccional VHF, es una radioayuda a la navegación aérea que proporciona al piloto de una aeronave información azimutal (es el ángulo medido horizontalmente a partir de una referencia) de dirección hacia o desde la estación VOR ubicada en tierra, respecto del norte magnético. Este radiofaro opera bajo el principio de comparación de fases de dos señales, siendo éstas la señal de fase de referencia y la señal de fase variable.

La dirección azimutal en la que se encuentra el receptor o aeronave respecto a la estación terrestre sintonizada está dada por la diferencia en grados entre las fases de las dos señales mencionadas, la señal de fase de referencia que es radiada omnidireccionalmente, y la señal de fase variable que es emitida en un patrón giratorio.

3.6.1. Clasificación del Radiofaro Omnidireccional VHF, VOR

Los sistemas VOR están clasificados de la siguiente manera:

- VOR terminal (T-VOR)
- VOR de baja altitud (L-VOR)
- VOR de gran altitud (H-VOR)

Clasificación del VOR	Alcance vertical	Alcance horizontal
VOR terminal (TVOR)	1000 pies a 12.000 pies 304.8 m a 3657.6 m	25 millas náuticas 46300m
VOR de baja altitud (LVOR)	1000 pies a 18.000 pies 304.8 m a 5486.4 m	40 millas náuticas 74080 m
VOR de altitud alta (HVOR)	14.500 pies a 18.000 pies 4419.6 m a 5486.4 m	100 millas náuticas 185200 m
	18.000 pies a 45.000 pies 5486.4 m a 13716 m	130 millas náuticas 240760 m
	45.000 pies a 60.000 pies 13716 m a 18240 m	100 millas náuticas 185200 m

Tabla 3.2 Clasificación del sistema VOR de acuerdo a su cobertura

Los alcances de los distintos tipos de VOR no deben confundirse con una mayor o menor potencia de transmisión de las estaciones en tierra, pues ésta es prácticamente la misma para todos. Los distintos alcances dependen básicamente de las condiciones del clima y geografía del terreno a la que estén colocadas las estaciones VOR.

La red de aerovías existente hoy en día se caracteriza por ser indicada por varias estaciones VOR que operan en la banda de frecuencias VHF de 108 a 118 MHz con una cobertura de hasta 200 km. Los principales elementos de una instalación básica, asociada a un DME (Distance Measuring Equipment o Equipo Medidor de Distancia), se indican en la siguiente figura 3.9.

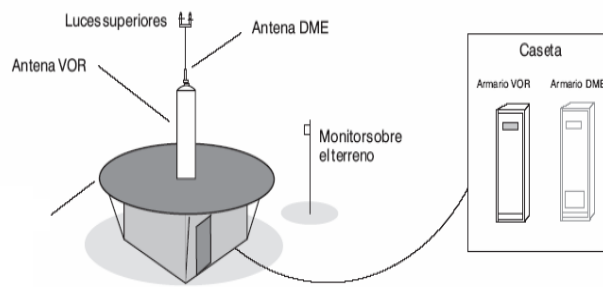


Figura 3.9 Instalación del VOR asociada a un DME

3.6.2. Componentes de la estación VOR en tierra

- Transmisor dual
- Monitor dual
- Interface de comunicación local/a distancia (LRCI)
- Sistema de antena

3.7. Equipo medidor de distancia (DME)

El Equipo Medidor de Distancia, DME del inglés Distance Measuring Equipment, ha sido estandarizado por la OACI como una radioayuda para la navegación aérea en distancias cortas e intermedias. Es muy parecido al radar secundario, ya que permite que varias aeronaves midan en forma simultánea su distancia desde una referencia en tierra. La distancia se determina midiendo el retardo de propagación de un impulso de radiofrecuencia RF, que es emitido por el transmisor de la aeronave y devuelto por la estación terrestre a una frecuencia diferente.

La combinación del sistema VOR y DME conforma una estación que da al avión una información completa de distancia y azimut. La distancia está dada por el sistema DME la cual nos indica a que distancia se encuentra el avión en línea recta de la estación VOR en tierra.

La indicación del DME se utiliza para la navegación en ruta y para determinadas maniobras de aproximación y aterrizaje.

El Equipo Medidor de Distancia está compuesto básicamente de un interrogador, que es el equipo de abordaje de la aeronave, y un transpondedor, el cual está situado en tierra.

3.7.1. Clasificación

El equipo medidor de distancia es clasificado de acuerdo a su funcionamiento asociado con alguna otra radio ayuda, y las clasificaciones son:

- DME/N. es un equipo radiotelemétrico, principalmente para servir las necesidades operacionales de la navegación en ruta o TMA, donde la N indica las características del espectro estrecho.
- DME/P. es un equipo asociado con un sistema MLS (Microwave Landing System o Sistema de Aterrizaje por Microondas), donde la "P" indica que es una medición de distancia de precisión. Las características del espectro son similares a las del DME/N.
- DME/W. equipo radiotelemétrico con la función de servir en las necesidades operacionales de navegación en ruta o TMA, donde la W identifica las características de espectro ancho.

3.7.2. Componentes del sistema DME en tierra

El equipo DME está compuesto básicamente por tres etapas que es la del transpondedor, incluye receptor y transmisor, la antena y un equipo monitor. El diagrama a bloques del equipo DME en tierra, es mostrado en la siguiente figura 3.10.

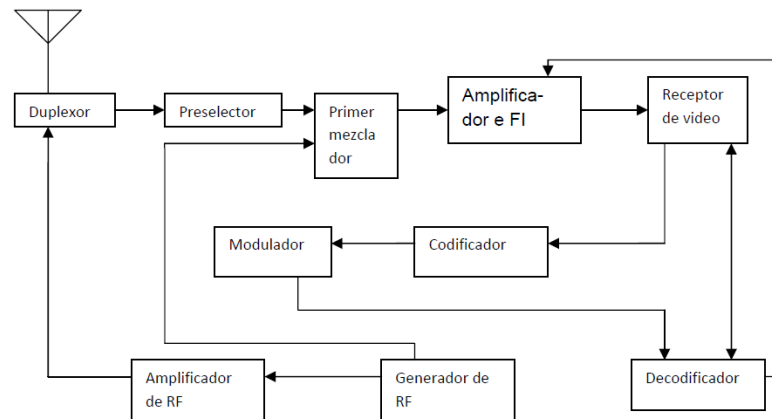


Figura 3.10 Diagrama de bloques del equipo DME en tierra

3.8. Servicio de extinción de incendios (SEI)

3.8.1. Clases de incendios

Los incendios se clasifican de acuerdo a los tipos de objetos o de materiales que se queman.

- **CLASE A** – Combustibles corrientes tales como madera, papel, tela, goma o ciertos tipos de plásticos.
- **CLASE B** – Gases y líquidos inflamables o combustibles tales como gasolina, kerosene, pintura, disolventes de pintura o propano.
- **CLASE C** – Equipos eléctricos energizados tales como artefactos eléctricos, interruptores o herramientas eléctricas.
- **CLASE D** – ciertos metales combustibles tales como el titanio, el magnesio o el aluminio.

3.8.2. Estación de bomberos

En el salvamento y extinción de incendios el objetivo principal es salvar vidas humanas. Por este motivo, resulta de importancia primordial disponer de medios para hacer frente a los accidentes o incidente en el desarrollo de las operaciones aéreas durante el descolaje o aterrizaje de las aeronaves. La comunicación con el oficial encargado de la estación, se hace de manera directa desde la torre de control, mediante radio o teléfono.



Figura 3.11 Carro contrafuego

La estación debe mantener sus equipos en perfectas condiciones, para ello se realizan mantenimientos y revisiones frecuentes. Los tiempos de respuesta a las diferentes áreas dentro de las instalaciones aeroportuarias deben estar previamente definidos. Dentro de los equipos más frecuentes se tienen:

- Maquinas, con agentes extintores como el AFFF y PQS (Polvo Químico Seco), con diferentes capacidades de agua, espumas
- Vehículo de Rescate
- Extintores manuales de PQS.
- Radios portátiles.
- Trajes de protección para aproximación al fuego.
- Equipos de respiración autónomos.
- Equipos de comunicaciones en la base y la torre de control
- Extintores de pared en cada piso del edificio del terminal de pasajeros, debidamente señalizados y con instrucciones de manejo.

- Hidrantes dispuestos en diferentes sectores del terminal.
- Tanque de almacenamiento de agua, provisto de una bomba con buena capacidad para realizar el llenado de las máquinas.

3.9. Redes Privadas Virtuales (VPN)

Una VPN es una conexión que tiene la apariencia y muchas de las ventajas de un enlace dedicado pero trabaja sobre una red pública. Para este propósito usa una técnica llamada entunelamiento (tunneling), los paquetes de datos son enrutados por la red pública, tal como Internet o alguna otra red comercial, en un túnel privado que simula una conexión punto a punto. Este recurso hace que por la misma red puedan crearse muchos enlaces por diferentes túneles virtuales a través de la misma infraestructura. También hace universales para su transporte los diferentes protocolos LAN (red de área local) entre los que se encuentran IP, IPX, Appletalk y Netbeui, de allí la característica de multiprotocolo que hace sumamente universal la tecnología de las redes virtuales privadas. La figura 3.12 muestra los distintos escenarios que se pueden manejar con la tecnología de Redes Privadas Virtuales (Dial-Up, Intranet VPN y Extranet VPN).

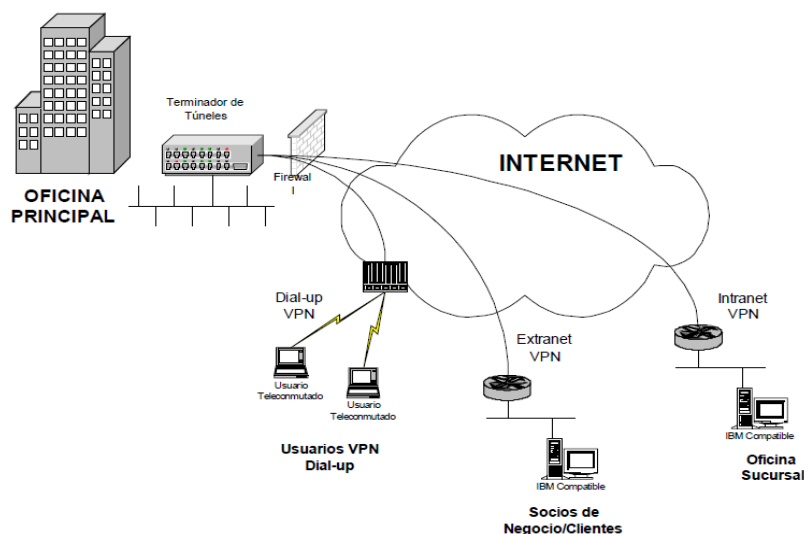


Figura 3.12 Distintas maneras de crear una VPN

Para emular un vínculo punto a punto en una VPN, los datos se encapsulan o empaquetan con un encabezado que proporciona la información de enrutamiento que

permite a los datos recorrer la red pública hasta alcanzar su destino. Para emular un vínculo privado, los datos se cifran para asegurar la confidencialidad.

Los paquetes interceptados en la red compartida o pública no se pueden descifrar si no se dispone de las claves de cifrado. La parte de la conexión en la cual los datos privados son encapsulados es conocida como túnel. La parte de la conexión en la que se encapsulan y cifran los datos privados se denomina conexión VPN.

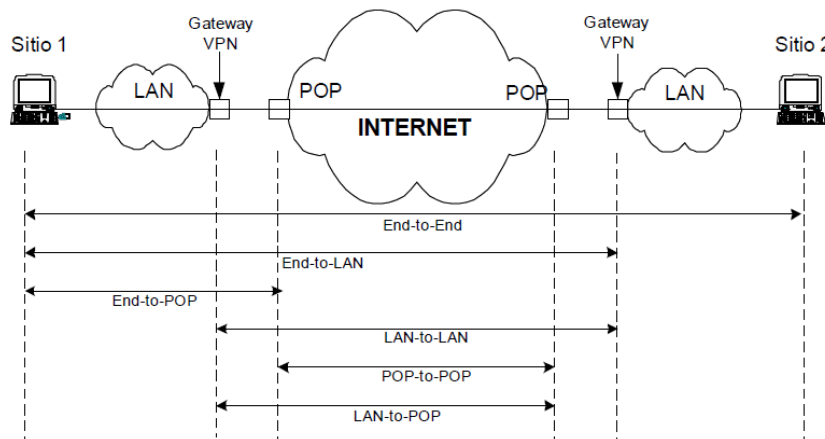


Figura 3.13 Modelos de entunelamiento VPN

3.9.1. Los componentes de una VPN

Los componentes básicos de una VPN son:

- Servidor VPN
- Túnel
- Conexión VPN
- Red pública de tránsito
- Cliente VPN

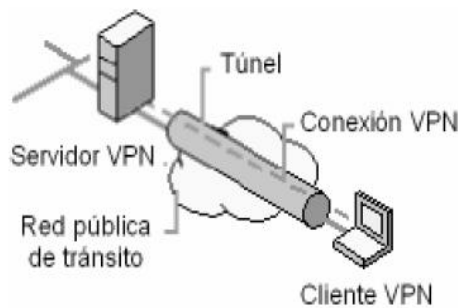


Figura 3.14 Componentes de una VPN

3.10. Personal aeronáutico

3.10.1. Personal meteorológico

Es de suma importancia que las actividades relacionadas con la obtención y procesamiento de información meteorológica sean realizadas por personal que tenga una calificación estandarizada en el ámbito internacional con el fin de asegurar la calidad de los datos obtenidos. Para este fin la Autoridad de Aeronáutica Civil (DGAC) tendrá la responsabilidad de velar por la habilitación necesaria del personal que cumple funciones de observaciones meteorológicas aeronáuticas en las dependencias del servicio meteorológico aeronáutico.

La calidad de la información meteorológica reside en la exactitud y rapidez con la que es puesta a disposición de los usuarios mediante observaciones e informes meteorológicos. Es esencial que la cantidad de errores y/o atrasos en las emisiones sea próxima a cero. Por lo anterior, la habilitación de los observadores meteorológicos dependerá de un porcentaje mínimo de desempeño establecido en función de los controles de calidad y de oportunidad en la entrega de los informes.

Antes de asignarle tareas de observación en un aeródromo, el observador meteorológico debe recibir la debida instrucción y ser evaluado apropiadamente por un habilitador que designará la autoridad aeronáutica civil (AAC) que en este caso la autoridad será la dirección aeronáutica civil (DGAC), basándose en la normativa internacional vigente, este debe haber practicado previamente en el aeródromo. Bajo la supervisión de un observador más experimentado, y durante un período adecuado deberá

familiarizarse con las condiciones meteorológicas características, equipamiento propio de apoyo a su actividad en este aeródromo. Finalmente, deberá aprobar un examen de pre-eficiencia.

La prueba de habilitación debe realizarla un funcionario designado por la DGAC. Además se evaluará “sobre la marcha”, con un examen especial estandarizado en el ámbito nacional que incluirá consideraciones meteorológicas propias de la región de información de vuelo (FIR) al cual pertenece el aeródromo. La finalidad de la evaluación es determinar, si el observador tiene:

- a) Conocimientos de las instrucciones relativas a las prácticas de observación y codificación, incluyendo el uso de material y equipos de apoyo a su labor.
- b) Conocimiento de los puntos de referencia para determinar la visibilidad, su situación y la distancia.
- c) Capacidad para estimar la altura de la base de las nubes y reconocer los tipos de nubes.
- d) Capacidad para estimar la dirección y la velocidad del viento.
- e) Capacidad para realizar lecturas barométricas y aplicar correcciones si procede.
- f) Capacidad para realizar ajustes y mantenimiento preventivo de los instrumentos y equipos meteorológicos básicos y para cambiar sus bandas registradoras.
- g) Capacidad para elaborar y emitir informes con la rapidez y calidad requeridas para la seguridad de las operaciones aéreas.
- h) Recolectar, solicitar, reconocer y descodificar todos los mensajes meteorológicos de uso aeronáutico.
- i) Elaborar la estadística meteorológica de su estación.

El personal que se desempeñe como Observador Meteorológico en las oficinas meteorológicas o en una estación de radiosonda deberá además de las funciones comunes a todos los observadores capacitarse y habilitarse en:

- a) Actividades relacionadas a la descodificación y preparación de datos para análisis.
- b) La realización de observaciones de altura. Esta habilitación estará a cargo de un experto designado por la dirección aeronáutica civil (DGAC).

Antes de comenzar su labor y durante su servicio, el observador meteorológico debe consultar los pronósticos de su región de información de vuelo (FIR) y del pronóstico de aeródromo para atender los cambios meteorológicos significativos e informar de los mismos a los usuarios aeronáuticos.

3.10.2. Controlador de tránsito aéreo

El controlador de tránsito aéreo debe demostrar que ha completado satisfactoriamente un curso de instrucción o haber recibido instrucción teórica y práctica aprobada y realizada por CEA (centro de estudios aeronáuticos), en las siguientes áreas de conocimientos aeronáuticos apropiados a la categoría para la cual solicita la habilitación:

- Derecho aéreo
- Equipo de control de tránsito aéreo
- Conocimiento general de las aeronaves
- Factores humanos
- Idiomas
- Meteorología
- Navegación
- Procedimientos operacionales

Nota: El controlador de tránsito aéreo deberá haber realizado prácticas en:

- En un simulador
- En un control efectivo bajo supervisión de un controlador acreditado por la DGAC.

3.10.2.1. Habilitaciones del controlador de tránsito aéreo

Habilitación de control de aeródromo

3.10.3. Operador de la estación aeronáutica

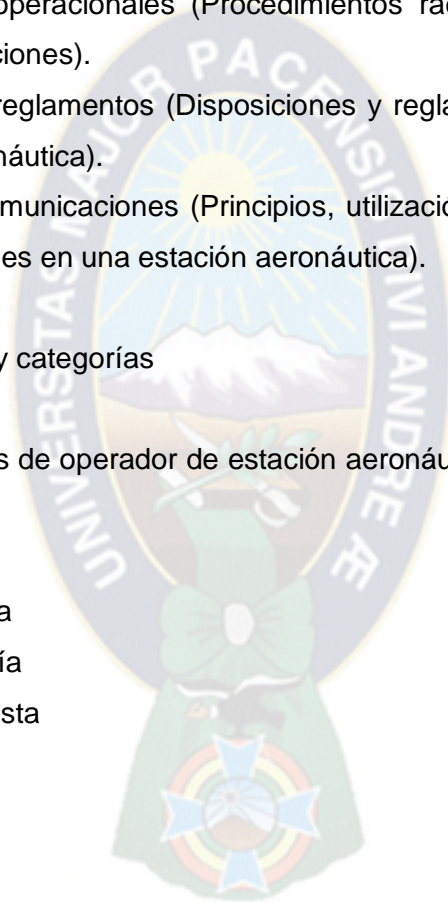
El operador de estación aeronáutica debe demostrar un nivel de conocimientos apropiado al titular de una licencia de operador de estación aeronáutica, como mínimo en los siguientes temas:

- (a) Conocimientos generales (Servicios de tránsito aéreo que se proporcionan dentro del estado de Bolivia).
- (b) Procedimientos operacionales (Procedimientos radiotelefónicos; fraseología; red de telecomunicaciones).
- (c) Disposiciones y reglamentos (Disposiciones y reglamentos aplicables al operador de estación aeronáutica).
- (d) Equipo de telecomunicaciones (Principios, utilización y limitaciones del equipo de telecomunicaciones en una estación aeronáutica).

3.10.3.1. Habilitaciones y categorías

Las habilitaciones de operador de estación aeronáutica comprenden las siguientes habilitaciones de clase:

- Radiotelefonía
- Radiotelegrafía
- Teleimpresorista



CAPÍTULO 4

INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS A ADQUIRIR

Los instrumentos meteorológicos a adquirir para el aeropuerto del municipio de Teoponte serán los del tipo convencional o automáticos que se lo citaran en las siguientes tablas.

4.1. Lista de los instrumentos meteorológicos convencionales

Estación meteorológica	
Instrumentos	Unidades
Garita meteorológica	1
Termómetro de máxima	1
Termómetro de mínima	1
Baróaltímetro	1
Anemómetro	1
Veleta	1
Manga de viento	1
Pluviómetro	1
Psicrómetro	1

Tabla 4.1 Lista de la estación meteorológica convencional

Las especificaciones técnicas y la instalación de los instrumentos citados en las siguientes tablas se numeraran más adelante detalladamente.

4.2. Lista de los sensores meteorológicos automáticos

Los sensores que se detallan en la siguiente tabla son los que conforman el instrumento meteorológico automático.

Estación meteorológica automática
Sensores del viento
Sensores de visibilidad
Sensores empleados para observar el alcance visual en la pista
Sensores del tiempo presente
Sensores de nubes
Sensores temperatura del aire y temperatura del punto de rocío presión atmosférica

Tabla 4.2 lista de los sensores meteorológicos automáticos

Las especificaciones técnicas y la instalación del instrumento se mencionaran más adelante detalladamente a través de tablas.



4.3. Especificaciones técnicas de los instrumentos meteorológicos convencionales

Estos instrumentos tienen una larga vida de utilidad, su mantenimiento es sencillo, el costo de estos instrumentos es bajo.

Los instrumentos que se llegaron a elegir para el equipamiento del jardín meteorológico son los adecuados, ya que gracias a estos instrumentos se proporcionar la información meteorológica necesaria.

Estos instrumentos requieren el personal adecuado para proporcionar los informes meteorológicos a la tripulación de la aeronave.

4.3.1. Indicadores de temperatura y humedad

Especificaciones Técnicas del Termómetro de máxima	
Modelo: Termómetro de mercurio	
Elemento medidor	: Mercurio líquido en vidrio
Escala	: Grados Celsius
Rango de aplicación	: -30...+50 Celsius
Graduación	: 0,2 o 0.5 Grados Celsius

Tabla 4.3 Especificaciones técnicas del termómetro de máxima

Especificaciones Técnicas del Termómetro de mínima	
Modelo: Termómetro de alcohol	
Elemento medidor	: Alcohol líquido de alta pureza en vidrio
Escala	: Grados Celsius
Rango de medición	: -30...+40 Grados Celsius
Graduación	: 0,2 o 0,5 Grados Celsius

Tabla 4.4 Especificaciones técnicas del Termómetro de mínima

Especificaciones Técnicas del Psicrómetro
Psicrómetro : Está constituido por un par de termómetros
Termómetro de psicrómetro: Bulbo seco
Termómetro de psicrómetro: Bulbo húmedo este se halla recubierto de muselina.
Exactitud: +-1%
Velocidad de aspiración: 5m/seg.
Escala termométrica: -30°C...+50°C
Menor división: 0.2 °C

Tabla 4.5 Especificaciones técnicas del psicrómetro

Garita meteorológica
Dimensiones: Adecuados para poder colocar todos los instrumentos necesarios para una buena toma de lecturas sin mucha manipulación.
Paredes laterales: Doble persiana
Pared anterior y posterior: Madera
Altura: 1.5 m con respecto al suelo

Tabla 4.6 Material y dimensiones de la garita meteorológica

4.3.2. Indicador de presión y altitud

Especificaciones técnicas del Baroaltímetro
Cuadrante: Ø 200 mm
Escala: (880 a 1040 mb para 0 a 800 mt)
Escala: (770 a 920 mb para 900 a 2000 mt)
Escala: (770 a 920 mb para 2700 a 4000 mt)

Tabla 4.7 Especificaciones técnicas del Baroaltímetro

4.3.3. Indicadores de precipitación

Especificaciones Técnicas del Pluviómetro
Soporte: El apropiado para que permita instalar al pluviómetro a 1,20 metros.
Área de recepción: 200 cm ² .
Escala: 0 a 10 mm de precipitación.

Tabla 4.8 Especificaciones técnicas del pluviómetro

4.3.4. Indicador de la velocidad y dirección del viento

Especificaciones Técnicas de la Veleta
En grados sexagesimales en intervalo de 10°
Panel de lectura de datos
Conexión física entre el instrumento y los paneles de lectura
Especificaciones Técnicas del Anemómetro
En Nudos.
Altura del instrumento de 6 a 10 metros.
Con platillos giratorios
Velocidad máxima de medición: 60Nudos
Panel de lectura de datos: A una distancia mínima de 50 metros del instrumento.

Tabla 4.9 Especificaciones técnicas de la veleta y el anemómetro

4.3.5. Manga de viento o anemómetro

Especificaciones técnicas de la manga de viento
Cantidad: 2 unidades
Material: tejido sintético
Diámetro mayor: 0,55 m
Diámetro menor: 0,20 m
Longitud: 2,5m
Color: Anaranjado

Nota: Con aro rígido en su diámetro mayor y cordeles para la sujeción al mástil.
Especificaciones técnicas del Mástil de la manga de viento
Cantidad: dos unidades

Tabla 4.10 Especificaciones técnicas de la manga y el mástil

4.3.6. Componentes auxiliares del jardín meteorológico

Material de construcción de la garita meteorológica
Madera
Pintura acrílica blanca
Soportes de metal (angulares)
Bisagras
Tornillos
Clavos
Sujetadores angulares
Nota: los termómetros y el psicrómetro se ubicara en garita meteorológica.
Enmallado del jardín meteorológico
Área del enmallado: 5x6m
Altura de la malla:1,5m
Postes metálicos de acero: 6 unidades
Diámetro de los postes de acero:40mm
Longitud de los postes de acero: 1,5 m
Puerta: 0,80x1,5m
Nota: el material de construcción de la puerta será de 4 tubos metálicos que darán el área y se utilizará el mismo material para enmallar esta.

Tabla 4.11 Componentes y dimensiones auxiliares del jardín meteorológico

4.4. Especificaciones técnicas de los instrumentos meteorológicos automáticos

Los sensores meteorológicos automáticos deberían ser capaces de funcionar continuamente y sin atención, es decir, solos durante largos períodos de tiempo. Los instrumentos deberían volver a arrancar automáticamente después de una falla eléctrica y no deberían exigir intervención humana para volver al funcionamiento normal.

4.4.1. Sensores del viento

Sensores del viento de estado sólido
Dirección del viento Alcance: 0... 360°
Exactitud: $\pm 5^\circ$
Resolución: 1°
Intervalo de muestreo: Se recomienda 250 m/s, no más de 1 s
Velocidad del viento Alcance: 0 ... 200 km/h (0 ... 110 kt)
Exactitud: ± 2 km/h (1 kt) o 5%, de ambos valores el mayor
Resolución: 2 km/h (1 kt)
Intervalo de muestreo: Se recomienda 250 m/s, no más de 1 s.
Sensores del viento mecánicos (cuchara giratoria o hélice y una veleta)
Dirección del viento Alcance: 0... 360°
Exactitud: $\pm 5^\circ$
Resolución: 10°
Velocidad del viento Alcance: 0... 75 m/s
Umbral de arranque: < 2 km/h (1 kt)
Exactitud: 2 km/h (1 kt) o 5%, de ambos valores el mayor
Resolución: 2 km/h (1 kt).

Tabla 4.12 Especificaciones técnicas de los sensores de viento

4.4.2. Sensores de visibilidad

Sensor del alcance óptico meteorológico (sensor de visibilidad)
Alcance de medición: De menos de 50 m a más de 10 km MOR
Exactitud: ± 50 m por debajo de 500 m, $\pm 10\%$ entre 500 m y 2 km, $\pm 20\%$ por encima de 2 km
Resolución: Mejor que 50 m por debajo de 800 m, mejor que 100 m entre 800 m y 5 km, mejor que 1 km por encima de 5 km
Intervalo de medición: 1 m o menos
Período de promedio: 1 m y 10 m (alternativamente menos que 1 m, el promedio puede realizarse en el soporte lógico del sistema).
Sensor de luminancia de fondo
Alcance de medición: 4 a 30 000 cd/m ² o más
Exactitud: 15% en todo el alcance de medición
Resolución: 1 cd/m ² ó 10%, de ambos valores el mayor
Intervalo de medición: 1 m o menos
Período de promedio: 1 m
Respuesta espectral: 400 a 700 NM, ponderada para emular las respuestas del ojo humano.

Tabla 4.13 Especificaciones técnicas de los sensores de visibilidad

4.4.3. Sensores empleados para observar el alcance visual en la pista

Sensor de alcance óptico meteorológico
Alcance de medición: De 10 m a 2 km
Exactitud: ± 25 m por debajo de 150 m, ± 50 m entre 150 m y 500 m, $\pm 10\%$ por encima de 500 m y hasta 2 km
Resolución: Mejor que 25 m por debajo de 400 m, mayor que 50 m entre 400 m y 800 m, mejor que 100 m entre 800 m y 2 km.
Sensores del tiempo presente
Tipos de precipitación: Gama de tipos identificados: por lo menos RA y SN (incluyendo niveles de intensidad)

Características de precipitación identificados: FZ, TS y VCTS
Umbral de detección: 0,05 mm/h o menos (cualquier tipo de precipitación)
Tiempo de detección: 10 m por debajo de 0,25 mm/h, 5 m o menos por encima de 0,25 mm/h
Tipo de actuación de identificación: 90%, excluyendo intensidades inferiores a 0,1 mm/h
Obstrucciones a la visión: Gama de códigos identificada: por lo menos FG y BR.

Tabla 4.14 Especificaciones técnicas del sensor de alcance visual de la pista

4.4.4. Sensores de nubes

Alcance de medición: De 0 m a 7 600 m (25 000 ft), o superior.
Exactitud: Exactitud de la medición de la distancia con respecto de un blanco duro será mejor que 10 m (33 ft) o 2% de la distancia al blanco, de ambos valores el mayor.

Tabla 4.15 especificaciones técnicas de los sensores de nubes

4.4.5. Sensores de temperatura del aire y temperatura del punto de rocío

Temperatura del aire
Alcance de medición: -40...+60°C
Exactitud: $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ en toda la gama de temperaturas de funcionamiento
Resolución: $0,1^{\circ}\text{C}$
Otros: Debería utilizarse un resguardo o pantalla adecuados contra la radiación para evitar que la radiación solar interfiera con la medición de la temperatura.
Temperatura del punto de rocío
Alcance de medición: 0... 100% RH
Temperatura de funcionamiento: -40... +60°C
Exactitud: $\pm 3\%$ RH a la temperatura de calibración (normalmente temperatura interior), $\pm 5\%$ RH en toda la gama de temperaturas de funcionamiento
Resolución: 1% RH

<p>Otros: Debería utilizarse un resguardo contra la radiación adecuado para evitar que la radiación solar interfiera con la medición de la humedad.</p> <p>En ciertas condiciones meteorológicas la condensación puede perturbar las lecturas de un sensor de humedad relativa. Podrían considerarse técnicas sobre cómo utilizar un elemento de sensor calefaccionado.</p>

Tabla 4.16 Especificaciones técnicas del sensor de temperatura

4.4.6. Sensor de presión atmosférica

Alcance de medición: 500... 1 100 hPa
Exactitud: $\pm 0,3$ hPa en toda la gama de temperaturas de funcionamiento
Resolución: 0,1 hPa
<p>Otros: En caso de instalación al aire libre debería utilizarse una cabeza de presión estática adecuada para minimizar el efecto del viento en la toma de presión del barómetro que, por lo tanto, influye sobre la presión estática observada.</p> <p>Puede lograrse una fiabilidad adicional mediante mediciones redundantes, es decir, más de un sensor de presión.</p>

Tabla 4.17 Especificaciones técnicas del sensor de presión

4.5. Instalación

4.5.1. Ubicación del jardín meteorológico

La ubicación del jardín meteorológico debe estar en una zona que se considere representativa del aeródromo y que no esté sujeta a fluctuaciones específicas debidas al medio circundante.

Las mediciones deben tomarse en una zona abierta y con ventilación natural y los sensores deben protegerse mediante un recinto o pantalla. La ubicación del jardín meteorológico en el aeropuerto del municipio de Teoponte (SLTE) será en la parte lateral de la pista a una distancia mínima de 75 m con respecto a la parte lateral.

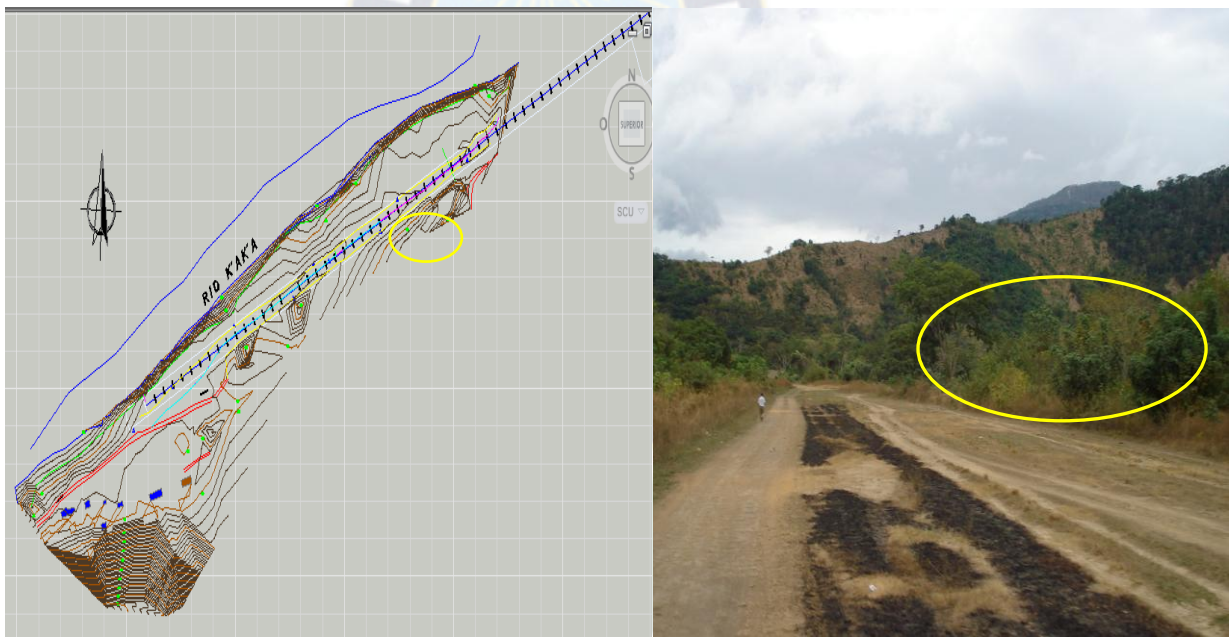


Figura 4.1 Ubicación del jardín meteorológico

Ubicación del observatorio meteorológico

El observatorio meteorológico estará en la parte baja de la torre de control la misma que estará situada en la Terminal del aeropuerto de Teoponte (SLTE).

4.5.2. Instalación de los instrumentos meteorológicos convencionales

4.5.2.1. Indicador de temperatura



Figura 4.2 Garita meteorológica

Garita meteorológica
Material de construcción : madera
Características : Paredes, puertas y fondo de doble persiana
Color : El color debe ser blanco
Dimensiones : Adecuado para poder colocar todos los instrumentos necesarios
Altura : 1.25 a 2.00 metros
Estado del terreno: Sin árboles, edificios y la hierba debe ser corta.

Tabla 4.18 Características generales de la garita meteorológica



a) Termómetro de máxima

b) Termómetro de mínima

Figura 4.3 Termómetros atmosféricos

Termómetro de máxima	Termómetro de mínima
Fluido termométrico : mercurio	Fluido termométrico : alcohol
Ubicación : Dentro de la garita meteorológica	Ubicación : Dentro de la garita meteorológica
Altura aproximada : 1.25 a 2.00 metros	Altura aproximada : 1.25 a 2.00 metros
Ubicación del bulbo : 2° con respecto al horizonte más bajo	Ubicación del bulbo : 2° con respecto al horizonte más bajo
Estado del terreno: Sin árboles, edificios y la hierba debe ser corta.	Estado del terreno: sin árboles, edificios y la hierba debe ser corta.

Tabla 4.19 Características generales de los termómetros de máxima y mínima

4.5.2.2. Indicador de presión y altitud



Figura 4.4 Baroaltímetro

Baróaltímetro
Fluido : Mercurio
Ventaja : Fácil lectura
Ubicación : En el observatorio meteorológico
Altura : Por encima del nivel del suelo (4 a 5 metros)
Estado del terreno : Sin árboles o edificios cercanos

Tabla 4.20 Características generales del barómetro

4.5.2.3. Indicadores de la velocidad del viento



Figura 4.5 Anemómetro

Anemómetro
Ubicación : Jardín meteorológico
Altura sobre el suelo : 10 metros sobre el nivel de suelo
Estado del terreno : Llano y abierto a 100 m de radio
Componentes : Una esfera hueca y ligera
Numero de semiesferas o cazoletas : 3 o 4
Tiempo de medición: Es normalmente 10 minutos pero puede ser menor en caso de discontinuidades marcadas.

Tabla 4.21 Características generales del anemómetro

4.5.2.4. Indicador de la dirección del viento



Figura 4.6 Veleta

Veleta
Ubicación : Jardín meteorológico
Altura sobre el suelo : 10 m sobre el nivel del suelo
Estado del suelo : Llano y abierto

Tabla 4.22 Características generales de la veleta

4.5.2.5. Indicador de la dirección de viento o anemómetro en la pista



Figura 4.7 Manga de viento o anemómetro

Manga de viento
Cantidad: Mas de dos
Material de construcción: Tela
Forma: Cono truncado
Visibilidad de la manga de viento : Desde una altura de 300 m
Altura a la que se encuentra la manga de viento: Aproximadamente 6 a10 m
Longitud: 2 a 3.6 m
Diámetro mayor: 0,55 a 0,90 m
Diámetro menor: 0,20 a 0,30 m
Color: Anaranjado o rojo
Formas de la manga de viento: Cono vertical viento flojo, cono de 45 grados viento considerable, cono horizontal viento fuerte
Ubicación: Será en un lugar donde el piloto pueda ver la manga de viento tanto horizontal como vertical sin ningún obstáculo.
Estado del terreno: Libre sin ningún obstáculo como ser árboles, edificios etc.
Mástil

Cantidad: dos unidades
Altura del mástil: 6,5 m
Longitud de la barra de la manga de viento: 0,60m
Longitud total del mástil: 7,1
Material: Aluminio o acero galvanizado.
Diámetro mayor del mástil: 0,70 mm
Diámetro menor del mástil: 0,60 mm
Diámetro del rodamiento: 0,50 mm
Barra de metal diámetro 0,40 mm, longitud de la barra 0,60m
3 angulares para anclar el mástil de 0,40x 0,20 m
Zócalo de hormigón 0,5x0,5 m

Tabla 4.23 Características específicas del anemómetro

4.5.2.6. Indicador de precipitación



Figura 4.8 Pluviómetro

Pluviómetro
Ubicación : Este está ubicado en el jardín meteorológico
Diámetro : 200 centímetros cuadrados
La cantidad de la lluvia: En una sección de 200 centímetros cuadrados esto de acuerdo al diámetro.
Altura : La altura con respecto del suelo es 1.2 m
Instrumento de medición : Regla graduada o una probeta graduada en mm
Componentes : Colector y la probeta

Tabla 4.24 Características generales del pluviómetro

4.5.2.7. Indicador de humedad



Figura 4.9 Psicrómetro

Psicrómetro
Altura : 1,25 a 2 metros sobre la superficie del terreno
Termómetros : Seco y húmedo
Recubrimiento del termómetro húmedo : Muselina humedecida con agua destilada
Protección de los termómetros: Por dos pantallas metálicas pulidas y sin pintar
Ubicación : Garita meteorológica

Tabla 4.25 Características generales y ubicación del psicrómetro

4.5.3. Instalación de los instrumentos meteorológicos automáticos

El equipo debería ser instalado al aire libre, también debería ser capaz de funcionar en las condiciones meteorológicas que normalmente se prevé que ocurrirán en el aeropuerto.

La Fuente de alimentación de los instrumentos meteorológicos debería funcionar en forma fiable con la energía eléctrica disponible en el aeropuerto de Teoponte.

- Temperatura de operación: -40°C – $+55^{\circ}\text{C}$
- Humedad: Hasta 100% de humedad relativa (RH)
- Velocidad del viento: Hasta 185 km/h (100 kt).



Figura 4.10 Instrumento meteorológico automático

CAPÍTULO 5

EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN A ADQUIRIR

5.1. Lista de los equipos de Radiocomunicación

Los equipos de radiocomunicación a adquirir se los menciona en la siguiente tabla.

Equipos de Radiocomunicación	Unidades
Equipo de radiocomunicación VHF AM	2
Antena del equipo de radiocomunicación VHF AM	2
Equipo de radiocomunicación HF	2
Antena del equipo de radiocomunicación HF	2
Equipo de radioenlace FM	4
Antena del equipo de radioenlace FM	4
Componentes auxiliares de los equipos de radiocomunicación	
Torres arriestradas para las antenas de radiocomunicación	3
Sistema de puesta en tierra	3

Tabla 5.1 Lista de los equipos de radiocomunicación

5.2. Lista de equipos de radionavegación

Los equipos de radionavegación a adquirir se los menciona en la siguiente tabla.

Equipos de radionavegación	Unidades
Radiofaro Omnidireccional VHF Doppler	1

Tabla 5.2 Lista de equipos de radionavegación

5.3. Especificaciones técnicas de los equipos de radiocomunicación

5.3.1. Equipo base de radiocomunicación VHF AM

Especificaciones Técnicas del Transmisor	
Rango de frecuencia	117.975 Mhz a 135.975 Mhz
Número de canales prefijados	Uno o más canales
Configuración	1+1 (redundante, hot stand by)
Frecuencia de operación	118.1 a 118.9 Mhz
Oscilador	Sintetizador controlado por microprocesador (con capacidad para operar en modo off-set-carrier en el transmisor)
Impedancia de salida para la radiofrecuencia	50 Ohm desbalanceado
Energía	A.C. 220V+/- 10%, 50 hz con transferencia automática a 24 VDC +/- 10%
Estabilidad de frecuencia	+/- 1,5 PPM x 10 ⁻⁶
Potencia de salida	De 5 a 10 watt
Emisión de espurias	Menor que -90 dBc por debajo del nivel de portadora en el conector de salida del transmisor
Control de sobremodulación	Deberá de incorporar un circuito de control de AGC para evitar modulación
Profundidad de modulación	Mayor que 90% y menor que 100%
Distorsión de audiofrecuencia	Menor que 5% del umbral para un porcentaje de 95% con señal de 1Khz
Relación señal/ruido	Menor que -40 db para un porcentaje de 80% con señal de 1Khz
Respuestas de audiofrecuencia	+/-3db entre 300 Hz y 3000Hz

Nivel de entrada de audiofrecuencia	Continuamente ajustable desde 30 dbm hasta + 10 dbm
Ciclo de trabajo	Continuo (heavy duty)
Tiempo de corte de transmisión	Ajustable en paso de 30 a 450 segundos de 30 segundos
Estándar de calidad	ISO 9001
Término medio entre fallas (MTBF)	Mayor que 10.000 horas
Término medio para reparaciones (MTTR)	Menor que 40 minutos

Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del transmisor VHF AM

Especificaciones Técnicas del Receptor	
Rango de frecuencia	117,975-135.975 Mhz
Número de canales	Uno o más canales
Frecuencia de operación	118.1 a 118.9 Mhz
Oscilador	Controlado por microprocesador
Impedancia de entrada	50 Ohm desbalanceado
Sensibilidad	1 Microvoltio para una entrada de señal modulada a 30% con 1 Khz de señal de audio.
Selectividad en F.I.	Mayor que -6 dB +/- 11Khz Menor que -80 dB +/- 25 Khz
Estabilidad de frecuencia	Dentro de 1.5×10^{-6} PPM
Características de AGC	Menor que 3 dB para un nivel de entrada comprendido entre 1,5 microvoltios a 700 milivoltios
Respuestas de espureas	-70 dB o mayor Mayor que -80 dB para portadoras menores que 2 Mhz Mayor que -100 dB para portadoras mayores que 2 Mhz
Control del silenciador	Continuamente ajustable entre 6 a 16 dB, interruptor de encendido en el panel frontal

Nivel de salida del parlante	1 watt a 16 Ohm
Nivel de salida en línea	Ajustable de -20 dBm a +10 dBm para una señal de entrada de 20 microvoltios con 90 % de modulación a 1 KHz
Distorsión de audio frecuencia	Menor que 5% con -45 dBm de señal de entrada
Respuesta de frecuencia	Menor que 3 dB para un rango de 300 Hz a 3400 Hz
Impedancia de salida de la línea de audio	600 Ohm balanceado
Voltaje de operación	220 VAC +/- 10%, 50 hz +/- 10%
Energía de reserva	Facilidades para cambios automáticos a fuente de reserva
Control de calidad	ISO 9001
MTBF	Mayor a 25000 horas
MTTR	40 minutos

Tabla 5.4 Especificaciones técnicas del receptor VHF AM

Especificaciones Técnicas de la Antena
Tipo de la antena: Omnidireccional
Rango de frecuencia: 118 a 137 Mhz BANDA AERONÁUTICA
Ganancia: 6 dB.
Impedancia: 50 Ohm
Máxima velocidad de viento: 200 Km/h
Nota: Las antenas deben ser entregadas con los conectores, 30 a 50 Mts. de cable coaxial y accesorios necesarios para su correcta instalación
Torre
Tipo: Arriostrada
Altura: 15m.
Componentes del sistema de puesta en tierra
Pararrayos: Tipo franklin
Tablero de conexiones

Barra de aterramiento Sistema de tierra (jaula o barra)

Tabla 5.5 Especificaciones técnicas complementarias del equipo de radiocomunicación

5.3.2. Equipo base de radiocomunicación HF

Especificaciones Técnicas
Rango de frecuencia: RX: 30 kHz – 30,0000 MHz; TX: 1,600 – 30,0000 MHz
Número de canales: 200
Tipo de emisión: A1A(CW); J3E(LSB/USB); A3E(AM); J2B (USB/LSB)
Requisitos de alimentación: 13,8 V CC \pm 15%, conexión a tierra negativa
Pasos del sintetizador de frecuencias: 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz
Estabilidad de frecuencia: \pm 1 ppm (-10 °C a +55 °C) (estándar)
Consumo de corriente en modo de espera: 25 mA; RX, sin señal: 1,0 A; RX: 1,5 A TX: 24 A (salida de 125 W)
Rango de temperatura de funcionamiento: -10 °C a +55 °C
Impedancia de antena: 50 ohmios
Especificaciones Técnicas del receptor
Frecuencia intermedia: 1ª: 45,274 MHz, 2ª: 24 kHz
Sensibilidad (A1A/J2B/J3E/A3E: S/N 10 dB): 0,5 – 1,6 MHz: 1,41 μ V (A1A/J2B/J3E); 8 μ V (A3E) 1,6 – 30 MHz: 0,16 μ V (A1A/J2B/J3E); 1 μ V (A3E)
Sensibilidad del silenciador (A1A/J2B/J3E): 0,5 – 1,6 MHz: 2,5 μ V 1,6 – 30 MHz: 2 Mv
Rechazo de imágenes y frecuencia intermedia (IF): Superior a 80 Db
Selectividad: A1A(W), J2B(W), J3E: > 2,2 kHz a -6 dB; < 4,5 kHz a -60 dB A1A(N), J2B(N): > 500 Hz a -6 dB; < 2,0 kHz a - 60 dB A3E: > 6 kHz a - 6 dB; < 20 kHz a -60 dB
Salida de audio: 2,2 W en 8 ohmios a 10% THD
Impedancia de audio: 4 – 16 ohmios (8 ohmios nominales)
Radiación conducida: Menos de 4.000 μ μ W

Especificaciones Técnicas del transmisor
Potencia de salida: 125 W (A1A, J2B, J3E a 1,6000 – 3,9999 MHz)* 100 W (A1A, J2B, J3E a 4,0000 – 30,000 MHz) Portadora AM de 31 W (A3E a 1,6000 – 3,9999 MHz) Portadora AM de 25 W (A3E a 4,0000 – 30,000 MHz)
Ciclo de funcionamiento: RX:TX = 4 min.: 1 min.
Modulación J3E: modulador tipo PSN A3E: nivel bajo (etapa temprana)
Radiación espuria: -50 dB (armónicos)
Supresión de portadora J3E: Superior a 50 dB por debajo de salida pico
Supresión de banda lateral no deseada: Superior a 60 dB por debajo de salida pico
Respuesta de audio (J3E): No más de -6 dB desde 400 Hz – 2.500 Hz
Ancho de banda ocupado: A1A: menos de 0,5 kHz; J3E: menos de 3,0 kHz; A3E: menos de 6,0 kHz
Impedancia del micrófono: 200 – 10.000 ohmios, (600 ohmios nominales)
Especificaciones Técnicas de la Antena
Rango de frecuencia: 2- 30 Mhz
Potencia máxima: 150 Watt
Impedancia de entrada: 50 Ohm
Longitud de la antena: 25 m
Torre
Tipo: Arriostrada
Altura: 15m.
Sistema de puesta en tierra
El sistema de puesta en tierra que se empleará será similar al que utilizará el equipo de radiocomunicación VHF AM.

Tabla 5.6 Especificaciones técnicas del equipo base de radiocomunicación HF

5.3.3. Equipo de radioenlace

Especificaciones Técnicas
Codificador/modo de decodificador: Es capaz de trabajar como codificador o decodificador, conmutable por software. Full-duplex de apoyo para el streaming de audio no comprimido.
Entrada / salida analógica: Estéreo balanceada Entrada / salida de -10 a + 15 dBU nivel de entrada, regulado por el nivel en el panel de control frontal. Nivel máximo de salida de + 20 dBm más de 600 ohms (a nivel del FSD) 0 VU en metros = +4 dBU de entrada.
Respuesta de la frecuencia: Analógica 30 - 15.000 Hz + / - 0,5 dB @ 192 kbps Digitales AES-3: 20 - 15.000 Hz + / - 0,1 dB a 192 kbps.
Distorsión: Menos del 0,01% THD distorsión, analógico o digital a 192 kbps Típica AES-3: 0005% @ 192 kbps total Encoder + decodificador
Ruido: Rango dinámico > 70 dBA a 192 kbps como codificador Rango dinámico > 80 dBA a 192 kbps como decodificador Rango dinámico AES 3: > 90 dBA a 192, codificador + decodificador total
Separación de canal: 70 dB Separación a 1 kHz, analógico Mejor que 90 dB a 1 KHz, digital AES 3
Fuente de alimentación: 220-240V / 110 - 127 V 50/60 Hz, 15 VA
Puerto RS232: Bidireccional RS232 puerto utilizado para el control de procesador de audio de los estudios, el control de la señal RDS o transmisor de control remoto. Admite todas las velocidades hasta 96 Kbits / s.
4 canales líneas de control remoto: Se utiliza para encendido y apagado del transmisor, el cambio de día-Night energía, el cambio de antenas, etc Cuatro líneas de On-Off, 2 salidas de relé (120 V - 1 A) y 2 salidas de colector abierto (hasta 24 V / 0,25 A). Entrada / salida con conector D-15 femenino
USB de audio de emergencia: En caso de interrupción de Internet streaming, el equipo comienza a reproducir una radio pre-grabadas del programa. El usuario debe grabar en un pen drive, con el formato MP3. La Radio de Emergencia Programa podría ser sólo la música o una hora completa del programa de varios largos.
MPX de salida: Salida diferencial, conector BNC, tierra flotante de 50 ohmios Permite a los 45 dB zumbido cancelación y ruido debido a los lazos de tierra

Nivel: Se ha ajustado de 0,5 a 4 Vpp de preset del panel trasero.
Total de distorsión: THD inferior a 0,003% a 1 kHz.
Separación estéreo: 75 dB a 400 Hz /> 70 dB; 30-15.000 Hz.
Supresión de 38 kHz: 75 dB mínimo por debajo del 100% de modulación.
La supresión 57,76 Y 95 Khz: 75 dB mínimo por debajo del 100% de modulación
Nivel de piloto: Ajustado 12.7% a partir del panel de control preestablecido trasera.
Estabilidad de piloto: + / - 0,05 Hz, 0 a 50 ° C.
Especificaciones Técnicas de la antena
Rango de frecuencia: 380-500 MHz
Impedancia de entrada: 50Ω
Ancho de banda: ± 4% de la frecuencia central
VSWR: <2.0:1
Frente a la relación de vuelta: 15 Db
Máxima potencia de entrada: 50 Watts
Polarización: Vertical & Horizontal
Ganancia: 12 dBd
3dB ancho de haz: E Plane 34¼; H Plane 40¼
Conexión estándar: 1m de la longitud RG 213 c/w 'N' tipo masculino engarzado
Elementos: De diámetro 12.7mm. x 1mm de pared de aluminio de grado de aleación 6063T6
Soporte: 31.7mm. de diámetro x 1.5 mm de pared de aluminio de grado de aleación 6082T6
Elementos de fijación: De acero inoxidable de grado A2-70
Abrazaderas de sillín: Aleación de zinc fundido a presión
Aislante: Resina epoxi encapsulante
Protección contra rayos: Directa a Tierra
Soportes de montaje: 1763/187 de acero galvanizado cruz abrazadera (incluida)
Peso típico: 3.5 kg
Longitud típico: 2.1 m
Carga de viento típica a 45 m / s: 120 N

Tabla 5.7 Especificaciones técnicas del equipo de radioenlace

5.3.4. Equipo móvil de radiocomunicación VHF

Especificaciones Técnicas	
Rango de frecuencia	117.975-135.975 MHz
Modo	AM (6K00A3E)
Espaciamiento de canal	8/25 Khz
Números de canales de memoria	100 o más canales
Impedancia de antena	5 Ohm
Rango de temperatura de operación	-10°C a +60°C
Transmisor	
Potencia de salida	5 W
Límite de modulación	70 - 100%
Estabilidad de frecuencia	+/- 5 ppm
Distorsión armónica del audio	Inferior al 10% (60% de modulación)
Relación de zumbido-ruido	Superior a 35 db
Emisión de espurias	Superior a 40 db
Receptor	
Selectividad	Superior a 7.5 Khz/ -6 db, inferior a 25 Khz/-60db
Zumbido-ruido	Superior a 35 db (30% de modulación)
Respuesta de espurias AM	Superior a 60 db
Potencia de salida de audio	
Altavoz interno	Superior a 700 mW
Altavoz externo	Superior a 500 mW a una distorsión del 10% con una carga de 8 ohm, 30 % de modulación.

Tabla 5.8 Especificaciones técnicas del equipo móvil de radiocomunicación VHF

5.4. Especificaciones técnicas del equipo de radioayuda

5.4.1. Especificaciones técnicas del monitor del DVOR

Configuración: Simple/dual	
Votación del monitor: y/o	
Umbrales de las alarmas: Configurable por el usuario	
Potencia de la portadora: 3 dB (ajustable digitalmente)	
Información del rumbo: $\pm 1^\circ$ máximo (ajustable)	
Profundidad de la modulación de: 15% por debajo del nivel nominal	
Subportadora: AM, FM Ajustable	
Código de identificación: Tono continuo o ausencia de tono o profundidad de la Modulación	
Monitorización de la antena: Fallo de una única antena o un par de antenas diametralmente opuestas	
Fallo del monitor: Sí	
Diagnóstico del Fallo: Abajo hasta el nivel LRU	
Estado/control fuente de alimentación Límites programables: : Intensidad y tensiones de salida Potencia de salida Límites de alarma Modo de inicio y retardo del inicio	
Programable: Sub y sobretensiones Límite de intensidad y límite de potencia	
Señal de entrada de modulación de la voz	
Entrada de micrófono	-52 a -9 dBm @ 600 Ω
Entrada de línea – analógica	-37 dBm a +6 dBm @ Bal. 600 Ω
Entrada digital	S/PDIF, RCA 75 Ω entrada/salida u óptico
Instrucción de voz: Seleccionable por el usuario	

Tabla 5.9 Especificaciones técnicas del monitor del DVOR

5.4.2. Condiciones ambientales

Temperatura equipo interior: 20°C a +60°C	
Humedad en el interior: 95%	
Altitud máxima	
Operativo	15.000 pies
No operativo	45.000 pies

Tabla 5.10 Condiciones ambientales del DVOR

5.4.3. Especificaciones técnicas del equipo

Tipo: DVOR de doble banda lateral
Configuración: Simple o dual
Potencia de salida: 20 W a 120 W ajustable en saltos de 0,1 W
Rango de frecuencias: 108 a 117,95 MHz
Espaciado del canal: Canal de 50 kHz
Estabilidad de la frecuencia de la portadora: Inferior a ± 10 ppm, temperatura y vida sin ajuste
Precisión del rumbo: $\pm 0,5^\circ$
Sistema de antena: 1 + 48 bucles alford
Polarización: Horizontal
Indicación de estado: Indicación remota y local total
Sustitución en caliente del módulo: Sí
Monitorización del sistema (BITE): Todo el sistema, Monitorización LRU
Interfaz Local/remoto: Ethernet, RS-232 y RS-485
Fiabilidad: MTBF > 12.000 h (simple) MTBO > 20.000 h (dual) MTTR < 30 m (15m típico)

Tabla 5.11 Especificaciones técnicas del equipo DVOR

5.4.4. Especificaciones técnicas de la señal de modulación

Frecuencia: 30 Hz \pm 10 ppm
Profundidad de modulación: 28% a 32% ajustable
Desplazamiento de la fase de referencia: \pm 180°
Salto del desplazamiento de la fase de referencia: Síntesis digital directa 0,05° resolución del desplazamiento
Código de identificación: Morse internacional hasta 5 caracteres
Frecuencia de modulación: 1020 Hz \pm 10 ppm
Profundidad de modulación: 0 a 20%, ajustable
Velocidad de escritura: 7 palabras por minuto, ajustable
Velocidad de repetición: 6 veces por minuto, ajustable
Modulación de voz
Rango de frecuencias: 300 Hz a 3000 Hz
Profundidad de modulación: 10% a 30%
Fase variable
Frecuencia: 9960 Hz \pm 10 ppm
Profundidad media: 28% a 32% ajustable
Índice de modulación FM: 16 \pm 1
Modulación por subportadora: Inferior a 35%, 300 metros
Niveles de armónico de banda lateral: Superior a niveles OACI

Tabla 5.12 Especificaciones técnicas de la señal de modulación DVOR

5.5. Instalación de los equipos de radiocomunicación

El equipo de radiocomunicación base y móvil VHF AM contemplará las siguientes frecuencias que se muestra en la siguiente tabla.

Localidad	Frecuencias	Equipos
Municipio de Teoponte	118,1 - 118,9	Equipo base VHF AM
Municipio de Teoponte	121,6 – 121,9	Equipo móvil VHF AM

Tabla 5.13 Adjudicación de sub-bandas VHF

El equipo de radiocomunicación HF contempla la siguiente frecuencia que se muestra en la siguiente tabla.

Localidad	Frecuencia	Equipo
Municipio de Teoponte	2,8 a 22 MHz	Equipo base HF

Tabla 5.14 Frecuencia al que trabaja el equipo de radiocomunicación HF

5.5.1. Instalación de los equipos de radiocomunicación VHF AM y radioenlace FM

En el diagrama 5.2 se observa la posible instalación y ubicación de los equipos de Radiocomunicación VHF y el equipo de Radioenlace VHF en cercanías de la Terminal y en el pico más elevado del aeropuerto de Teoponte.

La instalación de los equipos de radiocomunicación VHF y radioenlace FM se hallará en el pico más cercano del aeropuerto de Teoponte que se encuentra a una altura de 720 m y la ubicación es 15°29'45" Sur y 67°49'03" Oeste estas coordenadas se obtuvieron de google earth, la fuente de alimentación eléctrica para estos equipos de radiocomunicación será energía solar.

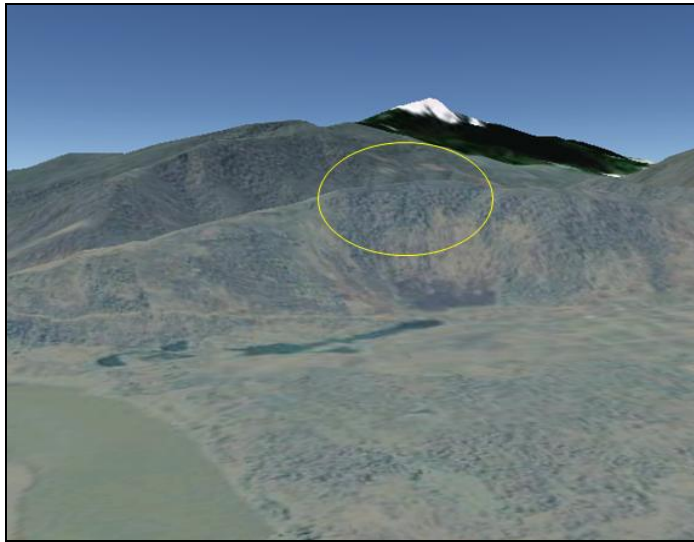


Figura 5.1 Montaña donde se instalara los equipos de radiocomunicación VHF y radioenlace

El segundo equipo de radioenlace se ubicará en cercanías de la Terminal del aeropuerto de Teoponte.

El número de equipos de radiocomunicación VHF que se encuentra en la cúspide de la montaña será dos, para permitir la comunicación continua de la torre de control con la aeronave e igualmente el número de equipos de radioenlace que se encuentre en la cúspide de la montaña será dos.

El número de equipos de radioenlace que se instalara en cercanías del aeropuerto de Teoponte será dos.

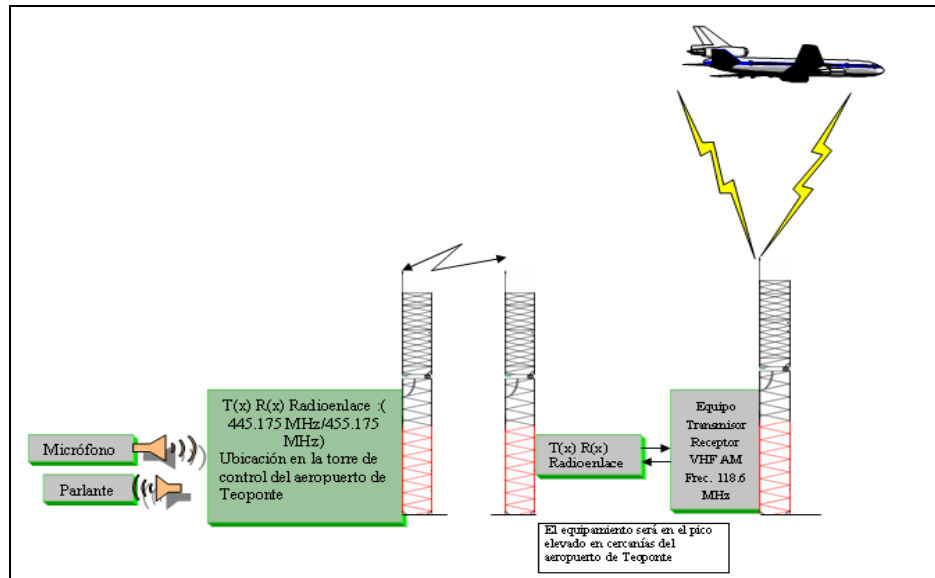


Figura 5.2 Instalación y ubicación del equipo de radiocomunicación VHF y del equipo de radioenlace FM

5.5.2. Instalación de los equipos de radiocomunicación HF AM

En el diagrama 5.3 se observa la posible instalación del equipo de Radiocomunicación HF en cercanías de la Terminal del aeropuerto de Teoponte.

El equipo de radiocomunicación HF contará con dos equipos, esto para permitir la comunicación continua de la aeronave con el Centro de Información de Vuelo (FIC) y la Red de Telecomunicaciones Aeronáuticas Fijas (AFTN) que se ubica en el aeropuerto de la ciudad del Alto o viceversa.

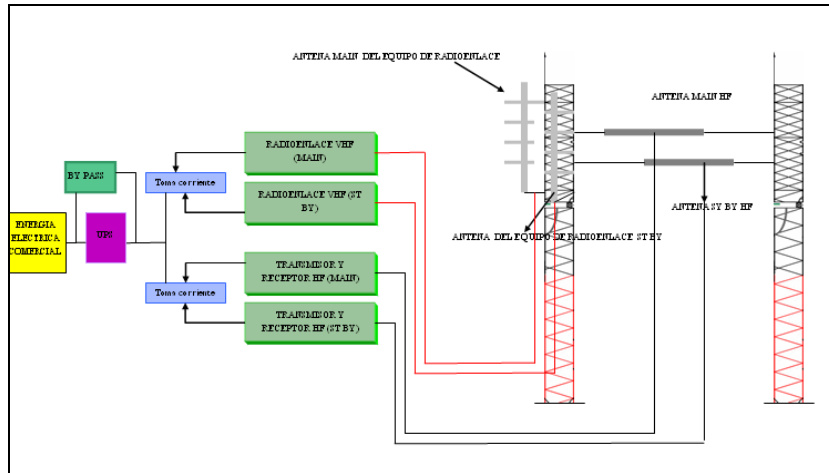


Figura 5.3 Instalación del equipo de radiocomunicación HF y el equipo de Radioenlace

5.5.3. Instalación del VPN (Virtual Private Networks o Redes Privadas Virtuales)

Su implementación resulta sencilla y bastante económica. El aeropuerto de la ciudad del Alto cuenta con este equipo.

Este medio de comunicación se empleara en caso de emergencia o en el mejor de los casos el VPN se puede emplear como el medio de comunicación principal entre el aeropuerto de Teoponte y La red de voz corporativa nacional AASANA (aeropuerto de la ciudad del Alto) o viceversa.

Como se observa en la siguiente figura los componentes que requerirá el aeropuerto de Teoponte serán mínimos como por ejemplo una computadora, un teléfono y conexión a internet.

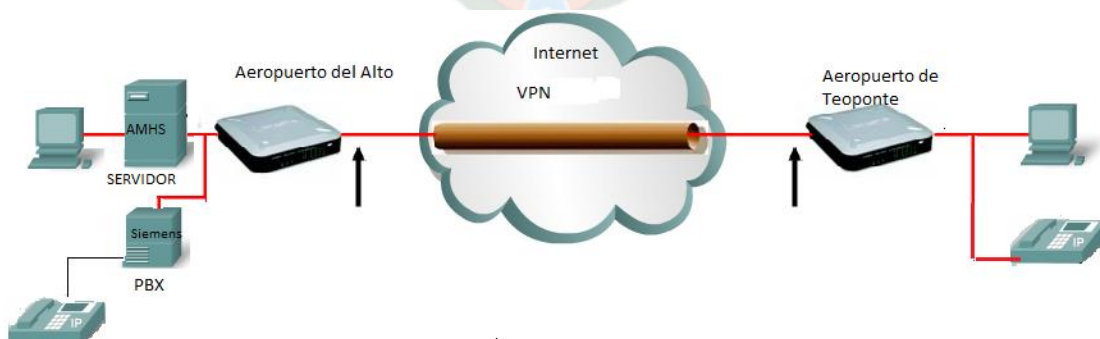


Figura 5.4 Diagrama del equipo VPN

5.5.4. Instalación de los equipos auxiliares de radiocomunicación

5.5.4.1. Instalación del sistema de puesta en tierra en la torre arriostrada

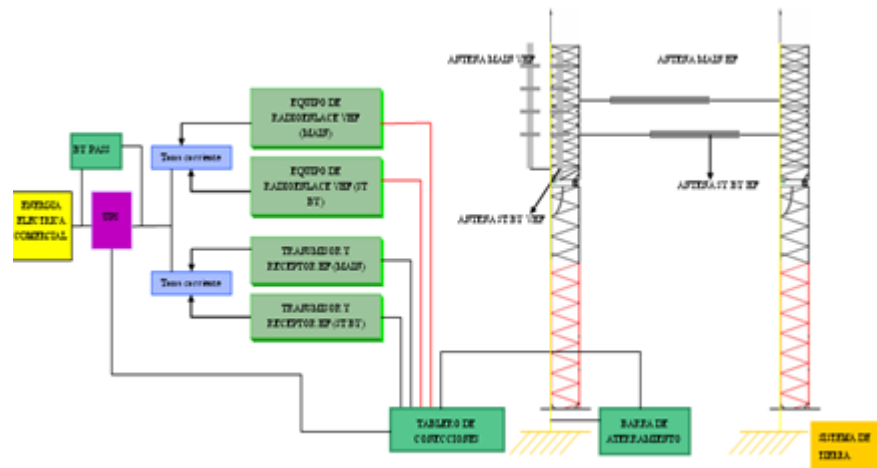


Figura 5.5 Diagrama del sistema de puesta en tierra en la torre arriostrada

En los sistemas de comunicaciones es común la presencia de descargas atmosféricas las cuales pueden ingresar a las instalaciones a través de diversos medios, ya sea por impacto directo o por corrientes inducidas. Esta energía busca su propio camino para llegar a tierra utilizando conexiones de alimentación de energía eléctrica, de voz y de datos, produciendo acciones destructivas ya que se supera el aislamiento de dispositivos tales como plaquetas, rectificadores, entre otros. Para evitar estos efectos, se deben instalar dispositivos de protección coordinados que para el caso de sobretensiones superiores a las nominales, formen un circuito alternativo a tierra, disipando dicha energía. A través de un sistema de puesta a tierra apropiado que asegure una capacidad de disipación adecuada.

El modelo del pararrayos que se utilizara será el de tipo franklin este estará montado en el extremo superior de las torres arriostradas donde se encuentren instalados los equipos de Radiocomunicación VHF, HF y en el equipo de Radioenlace FM. La posible instalación del equipo de puesta a tierra será como se muestra en el diagrama 5.6,

en el cual se observa la instalación del equipo de puesta a tierra en las torres arriostradas de los equipos de Radioenlace VHF y equipo de radiocomunicación HF.

La instalación y los componentes del sistema de puesta en tierra para todos los equipos de radiocomunicación y el equipo de Radioenlace será el mismo. Los componentes principales del sistema de puesta en tierra son:

a) Barra de aterramiento:

La barra de aterramiento también es denominada barra equipotencial, es el área donde terminan todas las conexiones a tierra provenientes de los equipos, guías, etc. Físicamente es una barra de cobre con huecos que tengan una configuración que permita soportar conexiones del tipo doble ojo. El largo de la barra varía en función del número de conexiones que se estiman realizar.

Las barras expuestas a la intemperie, al igual que las conexiones a las mismas, deben ser protegidas contra la corrosión cubriéndolas con grasa, evitando así que los agentes corrosivos la afecten.

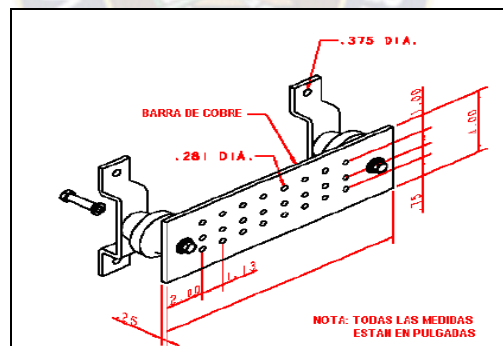


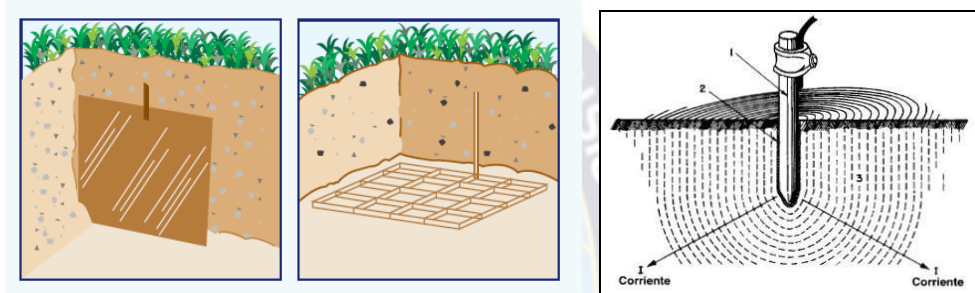
Figura 5.6 Barra de aterramiento

b) Sistema de tierra

El electrodo deberá ser indistintamente del tipo de canastillo o de la varilla. El electrodo de canastillo deberá ser formado por un conductor de cobre continuo sin uniones de ningún tipo y que se prolongará construyendo el conductor de bajada. El electrodo de varilla estará formado por un tubo de cobre de $\frac{3}{4}$ " con una barra interior de

hierro redondo de 5/8" soldados entre sí y su largo podrá ser de 3 o 6 m. Se empleará electrodo de canastillos o de varillas según el tipo, de terreno.

En suelos pedregosos o rocosos resultará más fácil la instalación del electrodo de canastillo, en cambio en terrenos arenosos, de caja vegetal profunda, arcillosos, es recomendable el empleo de varilla. Para la instalación del electrodo de varillas se hará una perforación, utilizando las herramientas más adecuadas, de tal manera que permita hacer la perforación más profunda.



a) Electrodo del tipo canastillo

b) Electrodo del tipo varilla

Figura 5.7 Sistema de tierra

c) Conductores de puesta a tierra

El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material resistente a la corrosión, puede ser macizo o prensado, aislado o desnudo, no debe tener en toda su longitud ningún empalme o unión.

d) Pararrayos

Su misión es provocar la excitación atmosférica por encima de cualquier otro punto de la estructura a proteger, para aumentar la probabilidad que la descarga incida en su zona de influencia, y derivar a tierra la corriente del rayo.



Figura 5.8 Pararrayos tipo franklin

5.5.4.2. Torres para las antenas de los equipos de radiocomunicación

Las torres para las antenas de radiocomunicación VHF AM, Radioenlace VHF y HF que se llegara a utilizar será la denominada torre arriostrada esta requiere superficies mayores para su instalación, permiten levantar estructuras muy altas y una carga de antenas superior. Las alturas de estas antenas serán de 15 metros.



Figura 5.9 Estructuras de soporte arriostrables

a) **Emplazamiento base de la torre**

La torre se supone estar situada sobre un suelo plano, en situación normal, para soportar las cargas dinámicas de trabajo normales según las normas internacionales. Se debe elegir la posición de la base y de los puntos de anclaje de vientos en el terreno como se indica en la figura 5.10, teniendo en cuenta la altura de la torre a instalar para determinar las distancias de la base a los anclajes.

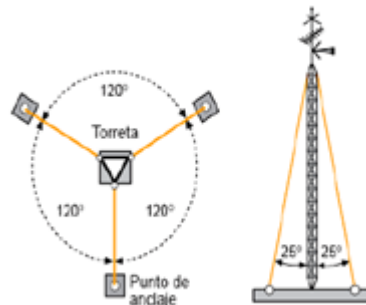


Figura 5.10 Esquema de instalación base para torres

b) Base de la torre

La base de la torre deberá embutirse en una zapata de hormigón al tratarse de terreno suelto, o empernada al suelo al tratarse de superficies de hormigón sólidas, como puede observarse en la figura 5.11 En el caso de realizarse la cimentación, la zapata deberá sobresalir del suelo unos 10 cm. aproximadamente, las dimensiones (largo x ancho x alto) varían en función de la resistencia del terreno y de la carga vertical sobre la base.

Cuando la instalación de la torre se efectúe en el lugar apropiado del aeropuerto de Teoponte, el instalador debe tomar todas las precauciones necesarias.

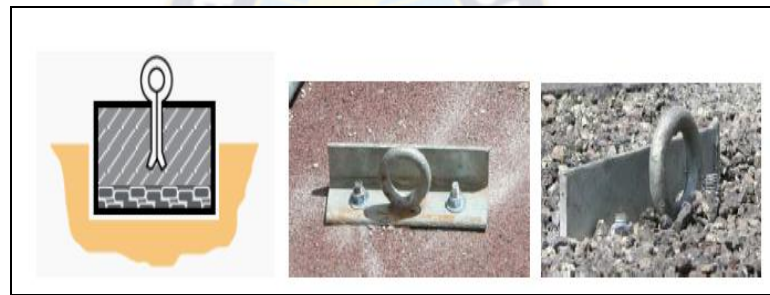


Figura 5.11 Soporte de hormigón para la torre

c) Anclajes de vientos sobre el terreno

Los tres puntos de anclaje (seis en el caso de torres de altura superior a los 35m). Deben colocarse radialmente teniendo como centro el eje de la torre, como se puede ver en la figura 5.12. Las distancias entre la base y los anclajes dependen del tipo de estructura que se esté utilizando y de las dimensiones específicas de la torre a instalar. Los puntos de anclaje están separados entre sí un arco de 120° sobre el plano horizontal de la base.

Este posicionamiento deberá observarse rigurosamente, pues condiciona la seguridad del arriostamiento de la torre. Los anclajes de vientos sobre muros, vigas metálicas, pilares de hormigón, etc., serán objeto de cálculo apropiado y el instalador tomará todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad del anclaje.

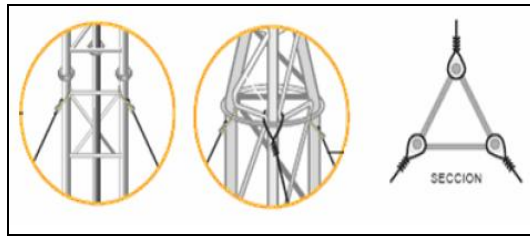


Figura 5.12 Colocación de vientos en la torre

Nota. La escalada deberá realizarse con los medios de seguridad adecuados (cinturón de seguridad, anclajes etc.) y no se dejarán más de dos tramos seguidos sin arriostrar, cuando coincidan dos tramos sin vientos, se utilizarán vientos auxiliares para el arriostramiento de los tramos durante el montaje.

Mantenimiento para garantizar una protección elevada y una larga duración, conviene aplicar un revestimiento a base de pintura de color rojo y blanco.

5.6. Instalación del equipo de radionavegación

El área destinada para la instalación del DVOR es designado por la autoridad de Aviación Civil, dicha área debe ser suficientemente grande, como para permitir un punto con óptima topografía y por lo tanto para condiciones perfectas de propagación. El punto se determinara mediante una inspección del terreno de la empresa que realice la instalación.

Una vez determinado el lugar de emplazamiento de la instalación deben tomarse en cuenta aspectos precisos para la colocación del equipo, tanto como obstáculos, ubicación correcta, pruebas del sitio, así como se muestra en la figura 5.13

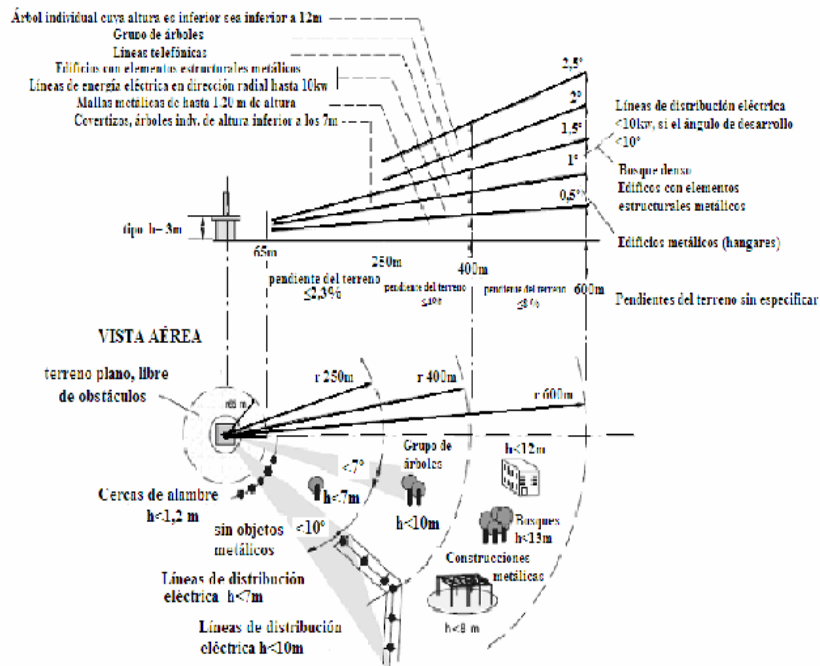


Figura 5.13 Instalación del DVOR en el terreno

Para la instalación del equipo DVOR se debe construir una caseta de acero con ocho esquinas, resistente a distorsión, la dimensión de la caseta debe ser estándar, el techo debe estar diseñado para tener orificio para la salida de las conexiones de la antena, cables de alimentación en la parte inferior estas casetas se conectan conjuntamente DVOR como se muestra en la figura 5.14.

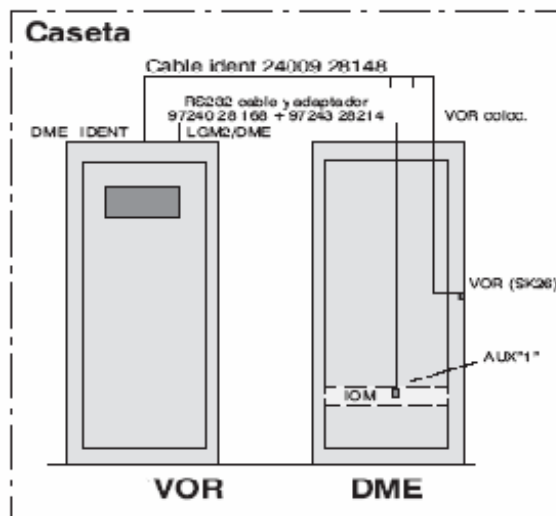


Figura 5.14 Casetas del DVOR

5.6.1. Instalación del DVOR en el aeropuerto de Teoponte

El DVOR deberá colocarse a una distancia mínima de 150 m medida normalmente desde el eje de la pista.

El DVOR deberá colocarse a una distancia mínima de 75 m medida normalmente al eje de una calle de rodaje. También puede ubicarse sobre la prolongación del eje de la pista a una distancia comprendida entre 360 m y 2100 m a partir del umbral de la pista.

La plataforma circular de terreno nivelado sobre el cual debe colocarse el DVOR, tendrá un radio mínimo de 70 m, y una pendiente de -0.5 a -1% .



Figura 5.15 Equipo DVOR



Figura 5.16 Ubicación del equipo DVOR

CAPÍTULO 6

EQUIPOS ELÉCTRICOS A ADQUIRIR

6.1. Concepto

Los equipos de Radiocomunicación, Radioenlace y algunos equipos que se encuentren en la torre de control deberán ser alimentados por una UPS (Uninterruptible Power Suplí) o en su sigla en español SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), la cual trabajará con energía alterna de 220 VCA (energía eléctrica comercial).

Los UPS se conectaran a la alimentación de los equipos de Radiocomunicación, Radioenlace y algunos equipos que se encuentren en la torre de control, permitiendo usarlas varios minutos en el caso de que se produzca un corte eléctrico.

En caso de un corte eléctrico por un periodo largo, el equipo que suministrará energía eléctrica a los equipos de Radiocomunicación, algunos instrumentos meteorológicos u otros equipos será el grupo electrógeno, la ubicación de este equipo será en la Terminal del aeropuerto de Teoponte.

El equipo de Radiocomunicaciones VHF y el equipo de Radioenlace FM ubicado en uno de los picos más cercanos del aeropuerto se abastecerán de energía eléctrica que será suministrado por paneles solares.

El aeropuerto también contará con GPU (unidad de potencia en tierra) este se utilizará para energizar la aeronave cuando llegue al aeropuerto del municipio de Teoponte las características de este GPU se mencionaran más adelante.

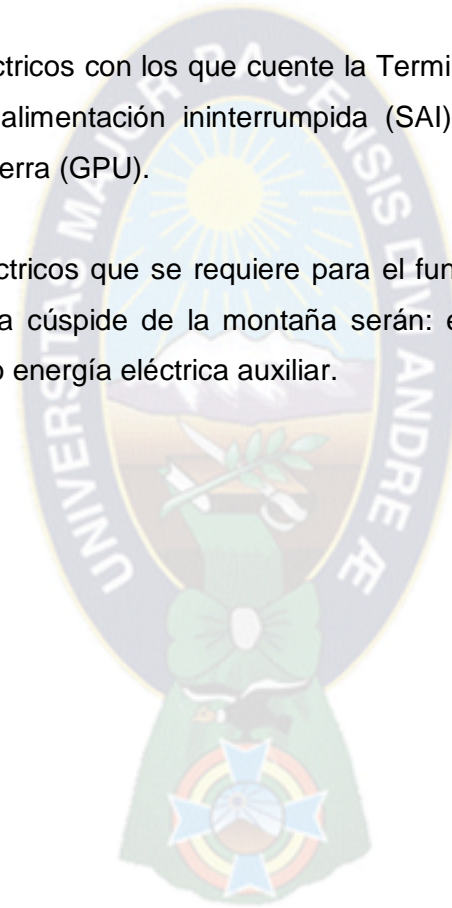
6.2. Lista de los equipos eléctricos

Equipos eléctricos	unidades
Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)	1
Grupo electrógeno	2
Equipos eléctricos solares	1
Unidad de potencia en tierra (GPU)	1

Tabla 6.1 Lista de los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos con los que cuenta la Terminal del aeropuerto de Teoponte serán: un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), un grupo electrógeno y una unidad de potencia en tierra (GPU).

Los equipos eléctricos que se requiere para el funcionamiento de los equipos de radiocomunicación en la cúspide de la montaña serán: equipos eléctricos solares y un grupo electrógeno como energía eléctrica auxiliar.



6.3. Especificaciones técnicas de los equipos eléctricos

UPS (Uninterruptible Power Suplí)
Potencia (kVA / kW): 7.5 / 6 a 10 / 8
Tiempo de ejecución de la batería: 45 a 65 minutos
Tensión de entrada nominal (V CA): Monofásica 200-208 V (para salida nominal de 200-208 V): 220-240 V 220-240 V Trifásico 380 / 220 V, 400 / 230 V, 415 / 240 V
Margen de tensión de entrada: Monofásica 160-253 V (para salida nominal de 200-208 V); 174-288 V (para salida nominal de 220-240 V) Trifásico 301-499 V / 174 -288 V
Frecuencia operativa: 50 / 60 Hz, selección automática
Factor de potencia de entrada: 0,99
Distorsión de corriente de entrada: <5 % THD
Tensión de salida nominal: 200 V / 208 V / 220 V / 230 V / 240, seleccionable por el usuario
Regulación de la tensión de salida: ± 2 % estático, ± 10 % dinámico
Capacidad de sobrecarga: ± 10 % de 112 a 130 % para 60 s, transferencia a derivación
Factores de potencia de carga permitidos: 0,7 lag - 0,8 leading
Eficiencia: > 90%
Puertos de comunicación estándar: 1 x USB, 1 x RS232 en Serie, 1 x REPO
Temperatura de funcionamiento: De 0°C a +40°C
Temperatura de almacenamiento: De -20°C a +50 °C
Altitud Funcionamiento: 3000 m, tránsito 15 000 m
Ruido audible: <55 dB(A) a 1,5 metros
Grupo Electrónico
Grupo electrónico 23KVA
Corriente alterna trifásica
Voltaje: 220/ 380 Voltios
Frecuencia. 50 Hertz
GPU (Ground Power Unit)
Potencias: 50 a 180 kVA
Frecuencia: 400 Hz
Polos: 20, 24 y 26
Tensiones: 208/120 Vca o 200/115 Vca

Temperatura ambiente: -25° C hasta 50° C
Clase de aislamiento: H (180° C)
Factor de potencia: 0.8
Régimen de operación: 24 horas
Altitud: 1000 (m.a.n.m.)
Excitación: Brushless
Grado de protección: IP21 o IP23
Cojinete único con discos flexibles de acoplamiento
Distorsión armónica < = 3%
Certificado de acuerdo con los requisitos de las Normas ISO 9001/14001.
Paneles solares (monocristalinos de silicio)
Potencia: 50 vatios
Tensión nominal: 17,9 voltios
Tensión en circuito abierto: 21,6 voltios
Intensidad nominal: 3,2 amperios
Intensidad en circuito abierto: 3.9 amperios
Rendimiento: 300 vatios/día
Dimensiones: 760x540x35mm
<u>Regulador de carga</u>
Voltaje: 12 o 24 voltios
Aumenta el rendimiento de los paneles: 35 %
Corriente máxima : 6 amperios
<u>Convertidor de 12v/220v- 500 vatios</u>
Onda senoidal pura
Potencia nominal 500 vatios
Potencia continua durante 30 segundos: 500 vatios
Con ventilador de refrigeración y avisos acústicos de batería baja y exceso de consumo
<u>Batería</u>
Voltaje: 12 voltios
Nota: Los equipos como el UPS y el grupo electrógeno serán aptos para equipos electrónicos y de radiocomunicación.

Tabla 6.2 Especificaciones técnicas de los componentes eléctricos de reserva

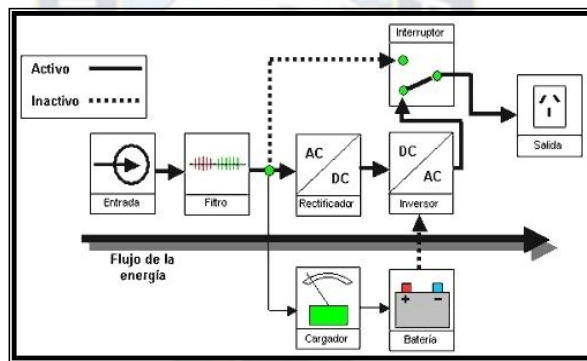
6.4. Instalación de los equipos eléctricos

6.4.1. Unidad de potencia en línea (UPS)

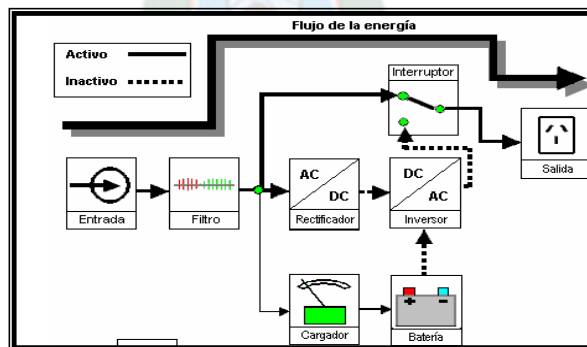
Un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), o más conocido por sus siglas en inglés UPS (Uninterruptible Power Supply), este dispositivo gracias a su batería, proporcionará energía eléctrica tras un apagón a los equipos de Radiocomunicación, computadoras u otros equipos que estén en funcionamiento.

Las UPS también mejoraran la calidad de la energía eléctrica, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de corriente alterna.

Cuando no exista un corte eléctrico el UPS funcionará normalmente como se ve en el grafico 6.1 (b), cuando exista un corte eléctrico entrara en funcionamiento las baterías el funcionamiento se lo representa en el gráfico 6.1 (a)



a) Funcionamiento del UPS cuando exista un corte eléctrico



b) Funcionamiento del UPS cuando no exista un corte eléctrico

Figura 6.1 Diagrama del equipo UPS

6.4.1.1. Componentes de la UPS

a) Filtro

La función de este componente es filtrar los picos de tensión de la red eléctrica de corta duración e intensidad y también es eficaz contra los ruidos eléctricos.

b) Rectificador

Rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna. Cuando se descarga la batería, ésta se vuelve a cargar en un lapso de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

c) Batería

Se encarga de suministrar la energía en caso de interrupción de la corriente eléctrica. Su capacidad, que se mide en Amperios Hora, depende de su autonomía (cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación).

Inversor: transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.

d) Conmutador (By-Pass)

El conmutador de dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

6.4.2. Grupo electrógeno



Figura 6.2 Grupo electrógeno

La fuente de alimentación de reserva que en este caso será el Grupo Electrónico entrará en funcionamiento cuando se produzca un corte eléctrico este permitirá el funcionamiento continuo de los equipos por muchas horas, en el aeropuerto del municipio de Teoponte por ser pequeño y no contar con equipos que requieran mayor consumo de energía eléctrica se empleará el grupo electrógeno de 23 kva, ya que en los aeropuertos grandes como por ejemplo el aeropuerto de la ciudad del Alto se tiene un equipo electrogeno que genera 200 kva, este cuenta con varios equipos electronicos u otros, debido a esto requieren mayor consumo de energía eléctrica.

6.4.3. GPU (Ground Power Unit)



Figura 6.3 Ground Power Unit (GPU)

Los GPU (Ground Power Unit) en sus siglas en español se conoce con el nombre de unidad de puesta en tierra, Este será utilizado como fuente de energía para alimentación de la aeronave que opere en el aeropuerto del municipio de Teoponte en tierra.

El GPU también se utilizará en caso de mantenimiento y/o permanencia prolongada de la aeronave en tierra ya que este sustituye al generador de la aeronave APU (Auxiliary Power Unit), la utilización del GPU permite un mayor ahorro de combustible.

6.4.4. Fuente de energía solar

Debido a que el equipo de radioenlace y el equipo de radiocomunicación VHF se situará en uno de los picos más altos que se ubica alrededor del aeropuerto de Teoponte este tendrá como fuente de alimentación eléctrica a paneles solares y un banco de baterías. La ubicación de este equipo será junto a la torre arriestrada de la antena de los equipo de radiocomunicación.

El panel solar es quien energizará el equipo de radioenlace y el equipo de radiocomunicación VHF durante el día y la batería es quien energizará el equipo durante un día nublado.

La posible instalación de este equipo se determinará en el siguiente diagrama:

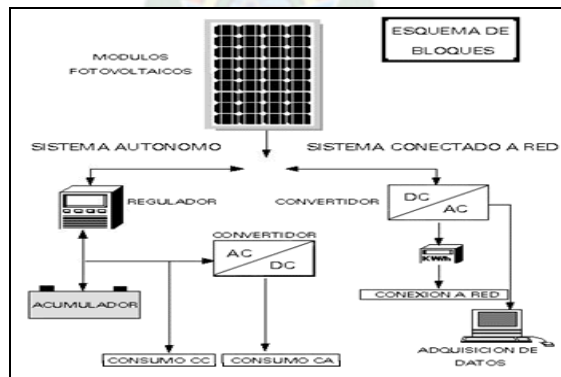


Figura 6.4 Diagrama del panel solar

Los componentes que lo integran a este equipo son:

a) Paneles solares

Los Módulos del panel solar a emplear serán de silicio monocristalino ya que estos son los más utilizados debido a su gran confiabilidad y duración, aunque su precio es ligeramente mayor.

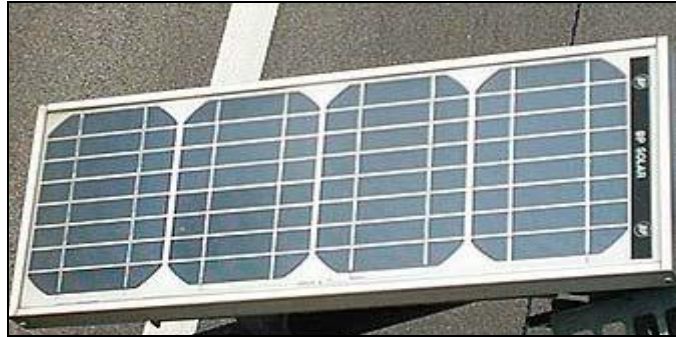


Figura 6.5 Panel solar

Los paneles solares, en su mayoría entregan una tensión en vacío de 17 V.C.C. Esta, al ser conectada a la carga, se estabiliza en 14 V.C.C. También recordamos que los paneles pueden ser conectados en serie elevando la tensión a 24 V.C.C. La energía generada es regulada por un dispositivo, regulador de voltaje, el cual no permite que sobrecargue el banco de baterías y las mantenga a flote. Luego esta energía acumulada puede conectarse a una carga en 12 o 24 V.C.C. o bien mediante el uso de inversores elevarla y transformarla a 220 V.C.A.

b) Regulador de carga de 12/24 voltios

Con este regulador de carga se puede cargar baterías de 12 o 24 voltios sin disponer de un panel solar de 24 voltios. El regulador cambia automáticamente la tensión del panel, según la configuración de las baterías (12/24 v).

Este sistema tiene básicamente tres funciones:

- Evita sobrecargas a la batería que puedan producir daños.
- Impide la descarga de la batería en los periodos de luz solar suficiente.
- Asegura el funcionamiento del sistema en el punto de máxima eficacia.

El regulador mantiene constante la tensión y la alimentación del circuito y la carga de baterías.



Figura 6.6 Regulador de carga fotovoltaico

Existen dos tipos el paralelo o shunt y los serie, los más utilizados son los shunt, los serie son para instalaciones mayores.

c) Batería

La batería que se llegara a emplear será la batería para sistema fotovoltaico.



Figura 6.7 Batería para el sistema fotovoltaico

d) Inversor de DC a AC

Las placas fotovoltaicas generan electricidad en corriente continua y a una tensión de aproximadamente 10-50 V. Para poder ser inyectada al equipo de Radioenlace de corriente alterna 220/380 V. se hace uso de los llamados inversores u onduladores.

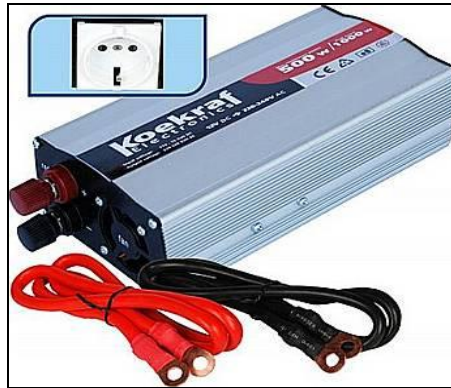


Figura 6.8 Convertidor de corriente directa a corriente alterna



CAPITULO 7

EQUIPOS PARA BOMBEROS (SEI)

7.1. Lista de equipos para bomberos a adquirir

Los equipos e implementos para bomberos se los citara en la siguiente tabla.

Ropa especial e Indumentaria para bomberos.	Unidades
Ropa de protección especial de bomberos	5
Casco para bomberos	5
Guantes para Bomberos (Pares)	5
Calzados especiales para bomberos	
Botas Serbus para Bomberos (Pares)	5
Botas HAZ-MAT (Pares)	2
Botiquines y extintores para Bomberos	
Botiquines o Mochilas Trauma	4
Extintores de polvo químico ABC purple K	3
Extintores de espuma AFFF 3	3
Mangueras para Carro Bomberos	
Mangueras de 1 ½", de 15 metros.	20
Herramientas para extinción de incendios	
Hachas Tipo Pico para Bomberos	4
Otros Materiales y Suministros	
Esclavinas o capuchones.	5
Tablas Espinales	5
Chalecos de Extricación	5
ERA (Equipo de Respiración Autónoma)	5
Vehículos para Bomberos (Servicio de Extinción de Incendios SEI)	
Carro Bombero para aeropuerto de 1.150 litros de capacidad	2

Tabla 7.1 Lista de equipos para bomberos

7.2. Especificaciones técnicas de los equipos de extinción contra incendios

Las especificaciones que se detallaran es ropa especial para el personal (bombero) y equipos contra incendios que se emplearan en el aeropuerto de Teoponte.

7.2.1. Ropa especial e Indumentaria para bomberos


	De 87.5 cm. (35") de largo.
	Fabricado en tela Nomex con tratamiento retardante Zepel.
	Con forro interior desmontable.
	Con sistema de cerrado con velcro por dentro y 4 ganchos con anillos por fuera.
	Con barrera de humedad Thermatex 6b/vapro.

Tabla 7.2 Ropa de protección especial de bomberos

	Fabricado en tela Nomex de 7.5 oz.
	Con tratamiento retardante Zepel.
	Con barrera de humedad Thermatex 6b/ vapro.
	Con 8 botones de acero inoxidable para tirantes.
	Con cintas reflejantes, con refuerzos en las rodillas y valencianas de Kevlar 100%.
Con forro interior desmontable	

Tabla 7.3 Ropa de protección especial de bomberos

	<p>Guantes profesionales para bombero, fabricados en piel y kevlar de 23 cm de largo.</p>
---	---

Tabla 7.4 Guantes para Bomberos


	<p>Con protector de cuello y oídos de tela de Nomex.</p>
	<p>Resistente a altos impactos y altas temperaturas y químicos.</p>
	<p>Con cintas reflejantes y barbiquejos.</p>
	<p>Con protector facial de policarbonato de 4" o 6".</p>
	<p>Con suspensión ajustable tipo matraca.</p>

Tabla 7.5 Casco para bomberos

7.2.2. Calzados especiales para bomberos


	<p>100% antiderrapante.</p>
	<p>Resistente a la abrasión, flexión y elongación.</p>
	<p>Tipo de producto: Calzado laboral</p>
	<p>Ideal para trabajar en ambientes extremos, frío o calor.</p>

Tabla 7.6 Botas Serbus para Bomberos


	<p>Bota profesional para bombero de: 40 cm de altura fabricada en neopreno, con forro interior de lana Nomex, con platilla y puntera de acero, con cinta reflejantes.</p>
---	---

Tabla 7.7 Botas HAZ-MAT

7.2.3. Botiquines y extintores para Bomberos


	<p>Incluye manija de alambre galvanizado y porta candado.</p>
	<p>Incluye etiqueta con símbolo y texto de botiquín</p>
	<p>Protección de fosfatizado, resistente a la corrosión.</p>
	<p>Acabado en color blanco, pintura en polvo electrostática, de alta resistencia.</p>

Tabla 7.8 Botiquines


	<p>Los extintores de presión contenida son cargados con polvo químico seco normado a base de fosfato monoamónico con efectividad en fuegos tipo:</p> <p>A materiales sólidos madera, papel, basura, textiles, etc.</p> <p>B Líquidos inflamables, gasolina, aceites, grasas, etc.</p> <p>C Equipo eléctrico motores, subestaciones, tableros, etc.</p>
--	---

Tabla 7.9 Extintores de polvo químico purpura


	<p>Extintor portátil y unidad móvil de presión contenida, a base de AFFF, al 3% para Hidrocarburos y al 6% para fuego con base da alcohol. Se surten en capacidades de: 9, 35, 50 o 70 litros.</p> <p>Con efectividad en fuegos tipo:</p> <p>A materiales sólidos madera, papel, basura, textiles, etc.</p> <p>B Líquidos inflamables, gasolina, aceites, grasas, etc.</p>
---	--

Tabla 7.10 Extintores de espuma AFFF 3

7.2.4. Mangueras para Carro Bomberos


	<p>Materiales: tubo interior, construido de hule EPDM liso y DOS CAPAS de tejido exterior de poliéster reforzado mezclado con filamentado de alta tenacidad.</p> <p>Usos: rudo, para hidrantes industriales y de banqueta así como para gabinetes de pared, bomberos, prácticas y protección civil.</p>
	<p>Trabajo: 400 psi</p> <p>Prueba: 800 psi</p> <p>Rotura: 1200 psi</p>

Tabla 7.11 Mangueras para Carro Bomberos

7.2.5. Herramientas para extinción de incendios


	<p>Hacha-pico profesional para bombero de 60 cm</p>
--	---

Tabla 7.12 Herramientas para extinción de incendio

7.2.6. Otros Materiales y Suministros


	<p>Elaborado en malla de alta visibilidad.</p>
	<p>Costuras reforzadas.</p>
	<p>Cierres delanteros de velcro.</p>
	<p>Retardante a la flama</p>
	<p>Ribeteados con cinta suave color negro en todo su contorno</p>
	<p>Bandas fluorescentes y reflejantes en frente y espalda</p>
	<p>Para máxima seguridad.</p>
<p>Correas elásticas en los costados.</p>	

Tabla 7.13 Chalecos


	<p>Capucha profesional para bombero, con apertura de cara completa, fabricado en Nomex 100% color natural.</p>
---	--

Tabla 7.14 Esclavinas o capuchones


	<p>Con cilindro de aluminio y fibra de vidrio o fibra de carbono.</p>
	<p>Con reguladores de primera y segunda etapa.</p>
	<p>Dos alarmas y estuche.</p>
	<p>Disponibles para 30, 45 o 60 minutos.</p>

Tabla 7.15 ERA (Equipo de Respiración Autónoma)

7.2.7. Vehículos para Bomberos (SEI)

Los vehículos de salvamento y extinción de incendios deberían estar dotados del equipo de salvamento que exija el nivel de las operaciones de las aeronaves.



Figura 7.1 Vehículo para bomberos (SEI)

<p>Chasis con motor a gasolina: Tracción 4x4 "hidrostática".</p>
<p>El vehículo debe ser capaz de subir una pendiente del 50%</p>
<p>Bomba de alta presión: Marca HALE tipo centrífuga de dos etapas, montaje variable modelo 2CBP. Rateo: Clase A 60 GPM a 800 PSI certificado por UL. Potencia tomada directamente de la caja de velocidades del camión mediante una toma de fuerza. Probada hidrostáticamente a 1000 PSI.</p>

Tanque de agua: 300 Galones de capacidad (1150 litros).

Fabricado en fibra de vidrio reforzada.

Bafleado longitudinal y transversalmente para evitar sobrecargas por movimiento de agua, diseñado para cumplir con todas las normas. Descarga flexible en tubería de acero galvanizada de 3".

Llenado por gravedad y tapa de fácil acceso completamente removible, para trabajos de limpieza y mantenimiento. Nivel de agua incorporado.

Panel de control e instrumentos: Tablero en acero inoxidable, fácilmente removible.

Sistema de iluminación incorporado, con su correspondiente interruptor, para operación nocturna.

Manómetro de presión de 0*600 PSI en acero inoxidable.

Manómetro de Alta Presión de 0*1000 PSI en acero inoxidable.

Manómetro compuesto de 30*0*300 para presión de vacío y/o de hidrante, en acero inoxidable.

Manómetro de presión de aceite del motor independiente del convencional instalado en la cabina del camión.

Válvula de refrigeración del motor del tipo angular, en bronce de 1/4".

Nivel electrónico del tanque de agua de 4 escalas.

Perilla de operación bomba de cebado.

Protectores en acero inoxidable para salida de válvulas de descarga de 2 1/2".

Perilla de operación válvula de drenaje múltiple.

Placas de identificación de los instrumentos, escritas en español para fácil y rápida identificación.

Ubicados en el tablero de la cabina se encuentran:

Un interruptor para operación de luces destellantes.

Un interruptor para operación de sirena.

Un interruptor para operación de lámparas exploradoras.

Un interruptor para operación de luces de gabinetes.

Tabla 7.16 Carro Bombero para aeropuerto de 300 galones de capacidad

7.3. Instalación

La estación de bomberos se ubicara dentro de las instalaciones del aeropuerto de Teoponte, concretamente en la terminal



Figura 7.2 Instalación del SEI en la terminal



CAPÍTULO 8

PERSONAL

8.1. Funciones del Personal

El personal sugerido para el normal funcionamiento de este aeropuerto es:

- Un controlador de tránsito aéreo con habilitación en aeródromo o un operador de estación aeronáutica
- Un sereno
- Un administrador de aeródromo con conocimientos en aeronáutica.
- Personal del SEI

8.1.1. Funciones principales del controlador de tránsito aéreo o el operador de estación aeronáutica

- Ordenar o proporcionar información acerca del tráfico aéreo en la zona de control del aeródromo relacionadas con tierra, aeródromo y aproximación.
- Realizar las observaciones meteorológicas ordinarias y no ordinarias.
- Verificar, reportar el funcionamiento normal de los equipos de comunicación y meteorológico.
- Realizar las funciones con Servicio de Información de Aeronáutica.
- Verificar la presencia de objetos y personas extrañas en la pista en el momento de las operaciones aéreas.
- Realizar otras funciones relacionadas con las operaciones aéreas del aeródromo de Teoponte.

8.1.2. Funciones principales del administrador

- Gestionar los aspectos administrativos del aeródromo
- Velar por la limpieza, seguridad y mantenimiento del edificio Terminal, plataforma y pista.
- Gestionar el material de trabajo, papelería e instrumentos para las operaciones aéreas normales.

- Coordinar el mantenimiento preventivo y correctivo de todo el equipamiento del aeródromo de Teoponte.
- Coordinar con las autoridades nacionales y locales los aspectos de gestión de seguridad aeroportuaria.
- Generar una estadística de las operaciones aéreas del aeropuerto, equipamiento, mantenimiento y seguimiento.

8.1.3. Funciones principales del sereno

- Evitar robos de los equipos en las instalaciones de la Terminal.
- Realizar una vigilancia durante la noche.
- Reportar las anomalías e incidentes ocurrido durante su turno.

8.1.4. Funciones principales del personal del SEI (Servicio de extinción de incendios)

- El personal del SEI es responsable de las operaciones de control de incendios y rescate de pasajeros y tripulaciones en caso de accidente o incidentes de aviación que ocurran dentro de un aeropuerto/aeródromo o en sus inmediaciones, proporcionando una o más vías de acceso libres de fuego para la evacuación segura de los pasajeros y tripulaciones involucradas en un accidente de aeronave.

8.2. Salario del Personal

- En caso de ser un aeródromo controlado por AASANA los sueldos del controlador de tránsito aéreo con habilitación en aeródromo o un operador de estación aeronáutica y del personal del SEI serán de acuerdo a la escala salarial de la misma institución.
- En caso que los funcionarios sean dependientes de la alcaldía los sueldos deberán asemejarse a la escala salarial de profesionales aeronáuticos de AASANA.
- El salario del sereno estará por encima del salario mínimo de Bolivia, esta persona tendrá que ser preferentemente del lugar, esto para evitar un gasto adicional.
- El salario del administrador dependerá del título que tenga, este monto se adecuará a la escala salarial a nivel nacional.

CAPÍTULO 9

COSTOS DE LOS EQUIPOS ADQUIRIR

9.1. Costos de los instrumentos meteorológicos

Estación meteorológica	Cantidad	Precio unitario \$ Americanos	Precio total referencial \$ Americanos
Estación meteorológica automática	1	200,000	200,000
Estación meteorológica convencional			
Termómetro de máxima	1	200	200
Termómetro de mínima	1	200	200
Psicrómetro	1	300	300
Baroaltímetro	1	400	400
Pluviómetro con probeta	1	350	350
Veleta	1	200	200
Anemómetro	1	250	250
Manga de viento	2	100	200
Mástil de la manga de viento	2	250	500
Garita meteorológica	1	120	120
Total	12	2,370	2,720

Tabla 9.1 Costos de los instrumentos meteorológicos

9.1.1. Costo adicional del material de construcción del jardín meteorológico

Componentes auxiliares	Precio total referencial \$ Americanos
Jardín meteorológico	500 \$
Total	500 \$

Tabla 9.2 Costo de los componentes auxiliares



9.2. Costos de los equipos de radiocomunicación y sus componentes

9.2.1. Costo de los equipos de radiocomunicación

Equipo	Cantidad	Precio unitario referencial \$ Americanos	Precio total referencial \$ Americanos
Transmisor y receptor base para la torre de control (VHF-AM)	2	12,000	24,000
Transmisor y receptor base para la torre de control (HF)	2	1,300	2,600
Radioenlace FM y antena	4	1,250	5,000
Energía Solar (dos Paneles solares, un Regulador de carga, un Convertidor y una Batería	1	1000	1000
UPS (unidad de potencia en línea)	1	5,000	5,000
Grupo Electrónico	1	32,000	32,000
GPU	1	15,000	15,000
Antena VHF de alta ganancia	2	2,500	5,000
Antena HF	2	250	500
Torre Arriestrada	3	1000	3,000
Sistema de puesta en tierra	3	1,200	3,600
Transmisor y receptor móvil (handie)	3	420	1,260
Total	25		97,960

Tabla 9.3 Costos de los equipos de radiocomunicación VHF y HF y fuentes de energía auxiliar

9.2.2. Costos de los componentes auxiliares de radiocomunicación

Componentes	Cantidad	Precio unitario referencial \$ Americanos	Precio total referencial \$ Americanos
Cable coaxial "Heliax 1/2"	100 m	10	1000
Conector tipo "N para cable coaxial heliax 1/2pulg."	12	30	360
Acopladores	12	10	120
Cable toma corriente para cada equipo	4 (cada uno de 15 m)	10	40
Total			1.520

Tabla 9.4 Costos de los componentes auxiliares de los equipos de Radiocomunicación

9.3. Costos de los equipos de radionavegación

Equipos de radionavegación	Unidades	Costo del equipo en \$
Medidor omnidireccional de rumbo en VHF por efecto doppler	1	
Total	1	1,600 000

Tabla 9.5 Costos de los equipos de radionavegación

9.4. Costo del equipo de redes privadas virtuales VPN

Equipos de redes privadas virtuales	Unidades	Costo del equipo en \$
PC o Laptop	2	3,000
Teléfono	2	1000
Costo del internet	-	100
Total	4	4,100

Tabla 9.6 Costo del equipo de redes privadas virtuales VPN

Nota: Los precios estarán en vigencia 30 días calendario a nivel nacional y si los productos fuesen importados la vigencia será igual de 30 días.

9.5. Costo de los equipos del SEI (Servicio de Extinción de Incendio)

Equipos e implementos para bomberos (SEI)	Unidades	Precio unitario en dólares
Ropa especial e Indumentaria para bomberos.		
Ropa de protección especial de bomberos	5	1,273
Casco para bomberos	5	142
Guantes para Bomberos (Pares)	5	35
Calzados especiales para bomberos		
Botas Serbus para Bomberos (Pares)	5	160
Botas HAZ-MAT (Pares)	2	191
Botiquines y extintores para Bomberos		
Botiquines o Mochilas Trauma	4	1,768
Extintores de polvo químico ABC purple K (10 Kg)	3	5,350
Extintores de espuma AFFF 3 (10 Kg)	3	4,996
Mangueras para Carro Bomberos		
Mangueras de 1 ½", de 15 metros.	20	495
Herramientas para extinción de incendios		
Hachas Tipo Pico para Bomberos	4	354
Otros Materiales y Suministros		
Esclavinas o capuchones.	5	46
Tablas Espinales	5	339
Chalecos de Extricación	5	283
ERA (Equipo de Respiración Autónoma)	5	7,779
Vehículos para Bomberos (Servicio de Extinción de Incendios SEI)		
Carro Bombero para aeropuerto de 1110 litros de capacidad	1	120,000

Total	202	143,220
--------------	------------	----------------

Tabla 9.7 Costos de los Equipos e implementos para bomberos (SEI)



CAPÍTULO 10

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES

La elección de los equipos meteorológicos, radiocomunicación, radionavegación y eléctricos se logró gracias a las consultas frecuentes que se realizaron a las autoridades pertinentes del aeropuerto de la ciudad del Alto.

Las especificaciones técnicas de los equipos de radiocomunicación, radionavegación y meteorología se consiguieron basándose siempre en las normas de los anexos de la OACI, RAB y documentos de la OACI, las especificaciones técnicas de los equipos eléctricos se consiguieron consultando a autoridades pertinentes y encargadas del aeropuerto de la ciudad del Alto.

Las especificaciones de los equipos de Radiocomunicación y Radionavegación que se detallaron cumplen o satisfacen necesidades topográficas de este aeropuerto.

La comunicación desde el aeropuerto de Teoponte con el aeropuerto de la ciudad del alto tendrá dos opciones, empleando los equipos de radiocomunicación HF o empleando los equipos de VPN (Redes privadas virtuales).

El personal sugerido para el normal funcionamiento de este aeropuerto será: un controlador de tránsito aéreo con habilitación en aeródromo o un operador de estación aeronáutica, un sereno y un administrador con especialidad en administración aeroportuaria. Pero también se contará con personal capacitado que conforme el SEI (Servicio de Extinción de Incendio).

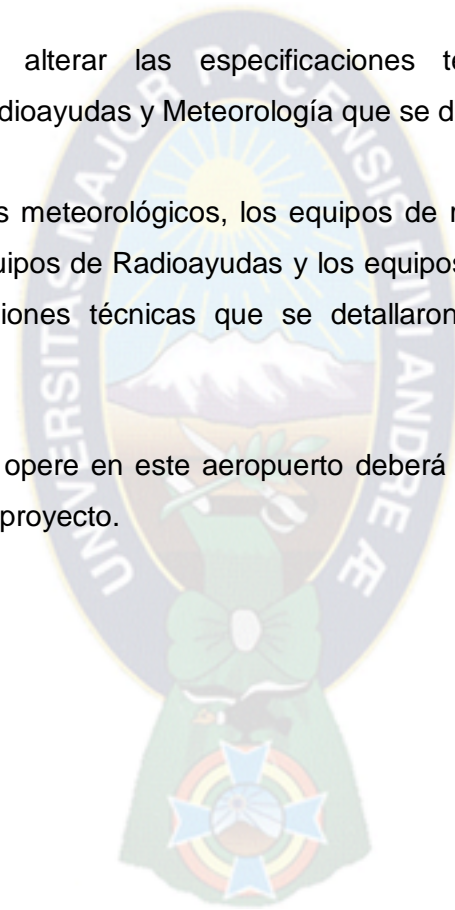
10.2. RECOMENDACIONES

Los instrumentos meteorológicos convencionales a adquirir tienen un costo bajo, no se requiere un mantenimiento usual tienen un tiempo de vida larga. Pero los instrumentos meteorológicos automáticos a adquirir son muy costosos, no requiere de personal ya que los datos meteorológicos son enviados a través de una frecuencia con la que opera el equipo. La elección de uno de estos equipos será de acuerdo con el presupuesto con el que se cuente.

No se deberá alterar las especificaciones técnicas de los equipos de Radiocomunicación, Radioayudas y Meteorología que se detallaron en este proyecto.

Los instrumentos meteorológicos, los equipos de radiocomunicación, los equipos de Radioenlace, los equipos de Radioayudas y los equipos eléctricos a adquirir deben de cumplir las especificaciones técnicas que se detallaron, no se deberá alterar estas especificaciones.

El personal que opere en este aeropuerto deberá de cumplir todos los requisitos que se detallan en este proyecto.



BIBLIOGRAFIA

- Organización de Aviación Civil, Anexo 3 “Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional”, edición 2004
- Organización de Aviación Civil, Anexo 1 “Licencia al personal”, edición 2006
- Organización de Aviación Civil, Anexo 10 “Telecomunicaciones Aeronáuticas) Vol. I al V, edición 2001
- Organización de Aviación Civil, Anexo14 “Aeródromos Vol. II” edición 2004
- Reglamento Aeronáutico Boliviano, RAB 69 “Reglamento sobre telecomunicación aeronáutica”, edición 2008
- Reglamento Aeronáutico Boliviano, RAB 93 “Reglamento sobre el servicio meteorológico aeronáutico”, edición 2008
- Reglamento Aeronáutico Boliviano, RAB 119 “Reglamento sobre el certificado de operador aeronáutico”, edición 2005
- Reglamento Aeronáutico Boliviano, RAB 137 “Reglamento sobre aeródromos”, edición 2007
- Instituto de aeronáutica civil de cuba, “manuales aeronáuticos de cuba”, edición 2011.
- Regulación Aeronáutica del Perú, “ manual de aeródromos”, edición 2005
- Organización de Aviación Civil, Documento 8896 “Manual de métodos meteorológicos aeronáuticos”, edición 2006
- Organización de Aviación Civil, Documento 9837 “Manual sobre sistemas automáticos de observación meteorológica en aeródromo”, edición 2006
- “Sistema de puesta a tierra para los sistemas de telecomunicaciones”, edición 2005

PAGINAS WEB

- <http://www.pararrayos.org>
- www.parkairsystems.com
- <http://www.equiposderadio.com>
- [http://www.liveatc.net/feedindex.php?type=hf\)](http://www.liveatc.net/feedindex.php?type=hf)
- http://www.arinc.com/products/globalink/hfdl_faqs.html
- <http://www.personal.us.es/jluque/Libros%20y%20apuntes/1994%20lonosfera.pdf>
- http://www.radioptica.com/Radio/intermodulacion_I.asp?pag=2
- <http://www.pangolinsms.com/tech03-types-of-mobile-phones.htm>
- <http://www.networkdictionary.com/telecom/fdm.php>
- <http://www.int-sl.ad/i+d.php>
- http://www.radioptica.com/Radio/intermodulacion_I.asp?pag=2
- <http://www.pangolinsms.com/tech03-types-of-mobile-phones.htm>
- <http://www.networkdictionary.com/telecom/fdm.php>
- <http://www.lowrance.com>
- <http://rt5yyutrrrry7szwww.procobre.org>
- <http://www.aerocivil.gov.co/Contratacion/2005/Licitaciones/Licitacion5000036/ADJUDICACION.pdf>
- http://www.timesmicrowave.com/cable_calculators/
- <http://www.nabishi.com>
- <http://www.airportsystemsrl.comMANGA%20INDUSTRIA>
- <http://www.HIM-DYRK-Peters.de>
- <http://www.sai-systems.com/aviacion/TEORIA/Meteorologia.htm>
- <http://www.online@casella-es.com>
- <http://www.gisiberica.com>
- <http://www.solidynePRO.com>
- <http://www.casella-es.com>

ANEXO 1

EQUIPOS METEOROLÓGICOS

Emplazamiento

El emplazamiento de los instrumentos meteorológicos en los aeródromos requiere estrecha coordinación entre las autoridades meteorológicas y las de la aviación civil. Las etapas prácticas más importantes que deben tomarse en la elección de ubicaciones apropiadas pueden resumirse así:

Etapas 1: Determinar los aspectos geométricos de las superficies de limitación de obstáculos pertinentes en el aeródromo, en particular las superficies de transición y de transición interna. Algunos aeródromos podrían comprender pistas paralelas e interceptadas que complican dichos aspectos geométricos.

Determinar el tipo de operaciones de aeronaves en el aeródromo [por ejemplo, tránsito por reglas de vuelo visual (VFR) o por reglas de vuelo por instrumentos (IFR)] y frecuencia con que se utilizan las pistas (por ejemplo, direcciones de aterrizaje preferidas), cuáles pistas están equipadas con sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), direcciones posibles de atenuación de ruido para el despegue, etc. Verificar en el plan general del aeródromo la posibilidad de expansión de las pistas, calles de rodaje, edificios, etc. Verificar el emplazamiento y altura de las ayudas para las navegaciones esenciales existentes, tales como antena de trayectoria de planeo, localizador, etc.

Etapas 2: Preparar un reconocimiento meteorológico del aeródromo basado en las estadísticas climatológicas del propio aeródromo o de las estaciones de observación cercanas. La colaboración de los pilotos y del personal de control de tránsito aéreo familiarizado con el aeródromo será indispensable en esta materia. Al preparar el estudio, debe tenerse en cuenta la topografía del aeródromo y de sus alrededores, preferiblemente por medio de una inspección sobre el terreno efectuada por un meteorólogo aeronáutico. Deben considerarse la ubicación y efecto de las áreas pantanosas, colinas, litorales, pendiente de las pistas, contaminación industrial local, etc. y sus posibles consecuencias en los puntos importantes para las operaciones en el aeródromo, por ejemplo, zona de toma de contacto, áreas de despegue, etc.

Etapas 3: Decidir un emplazamiento para los instrumentos o sensores que suministre mediciones representativas como lo exige el Anexo 3 y, al mismo tiempo, permita una exposición adecuada. Especialmente los mástiles de los anemómetros normalmente

deberían emplazarse fuera de las franjas de la pista y no deberían infringir la pendiente de transición. Donde sea indispensable emplazarlos dentro de la franja, el mástil debe ser frangible, estar iluminado y el sitio sólo debe estar tan cerca de la pista como sea absolutamente necesario. Si no existen circunstancias locales excepcionales, los mástiles de los anemómetros no deben infringir la zona libre de obstáculos. Si esto último es necesario, entonces el mástil debe ser frangible, estar iluminado y preferiblemente apantallado por una ayuda de navegación esencial existente. Tómese en cuenta también la posibilidad de acceso a los lugares, la disponibilidad de energía eléctrica, líneas telefónicas y otros cables sin costos innecesarios ni interferencias con la utilización del aeródromo.

También debe considerarse instalar el número mínimo requerido para obtener valores representativos.

Exposición adecuada de los instrumentos

En general, los requisitos relativos a la exposición de los instrumentos en los aeródromos son similares a los de otras estaciones (por ejemplo, sinópticas). El requisito primordial es que el instrumento o su sensor, ya sea un anemómetro para la medición del viento en la superficie, o un termómetro para medir temperaturas, estén expuestos libremente a las condiciones atmosféricas. Esto es a veces difícil de lograr en algunos aeródromos en los cuales las circunstancias pueden impedir que los instrumentos meteorológicos estén situados donde puedan obtener mediciones representativas. Puede resultar a veces que una estación meteorológica con sus instrumentos se instale inicialmente en un lugar sin obstrucción y gradualmente se vea rodeada de mástiles o edificios. En todos estos casos es necesario utilizar plenamente instrumentos y técnicas telemétricas y modernas.

En algunos casos, los instrumentos pueden requerir protección contra influencias no atmosféricas, por ejemplo, de las emisiones de las aeronaves de reacción. Esto es particularmente aplicable a los instrumentos de medición de temperatura y del viento, que no deben ser afectados por los escapes de las aeronaves en movimiento ni por las aeronaves estacionadas, sino reubicarse en lugares más adecuados.

La exposición adecuada de los sensores de viento frecuentemente presenta los problemas más difíciles y cruciales con respecto al emplazamiento de los instrumentos en los aeródromos. A continuación se ofrecen, bajo el título “Mediciones representativas”, algunos detalles sobre este tema.

En lo que añade a la medición de la temperatura y la del punto de rocío, pueden presentarse problemas de exposición en algunos aeródromos, particularmente en aquellos donde existen altas temperaturas y poco viento. Los experimentos han demostrado que en esos casos las lecturas de temperaturas tomadas sobre la hierba o en áreas rodeadas de vegetación pueden diferir considerablemente de las lecturas correspondientes sobre la superficie de la pista. En los casos en los que esas diferencias Sobrepasan 1°C, deben tomarse medidas para cambiar el emplazamiento de la medición de temperatura a un lugar mejor expuesto, o utilizar termómetros telemétricos.

Viento en la superficie

La localización del (de los) sensor(es) en la vertical debe ser tal que suministre información representativa sobre las condiciones del viento a 10 m (30 ft) sobre la pista. Para obtener información que satisfaga este requisito es esencial que el (los) sensor(es) esté(n) instalado(s) en terreno abierto que, en este caso, se define como terreno donde cualquier obstáculo al curso del viento (edificios, árboles, etc.) se encuentre a una distancia que corresponda por lo menos a 10 veces la altura de la obstrucción. Sin embargo, los mástiles delgados o los mástiles de construcción abierta (enrejado) pueden excluirse de estos cálculos.

Temperatura y punto de rocío

Los requisitos correspondientes a los valores de la temperatura y del punto de rocío generalmente se entienden como pertinentes a la altura media de los motores de las aeronaves. Este requisito se satisface normalmente mediante mediciones de termómetro seco y húmedo en una pantalla adecuadamente ventilada (desde las cuales pueda calcularse la temperatura del punto de rocío).

Presión

Los sensores (barómetros) utilizados para obtener valores de presión para el cálculo del reglaje del altímetro están ubicados generalmente dentro de los edificios. Pueden ser barómetros de mercurio o aneroide de precisión; un barómetro de mercurio suele ser suficiente para un aeródromo.

ANEXO 2

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

Viento

Las mediciones del viento en apoyo de las operaciones de aeródromo se efectúan por medio de anemómetros. Los anemómetros giratorios más comunes son los anemómetros de cuchara o de hélice, cuya velocidad de rotación está sincronizada con la velocidad del viento y normalmente se los relaciona con las veletas. La velocidad de viento que tiene que medir el sensor es Hasta 185 km/h (100 kt).

Ejemplo

Dirección del viento Alcance: 0... 360°

Exactitud: $\pm 5^\circ$

Resolución: 1°

Intervalo de

Muestreo: Se recomienda 250 m/s, no más de 1 s

Velocidad del viento Alcance: 0... 200 km/h (0... 110 kt)

Exactitud: ± 2 km/h (1 kt) o 5%, de ambos valores el mayor

Resolución: 2 km/h (1 kt)

Intervalo de

muestreo: Se recomienda 250 m/s, no más de 1 s.

Sensores del viento mecánicos (cuchara giratoria o hélice y una veleta)

Ejemplo

Dirección del viento Alcance: 0... 360°

Exactitud: $\pm 5^\circ$

Resolución: 10°

Velocidad del viento Alcance: 0... 75 m/s

Umbral de arranque: < 2 km/h (1 kt)

Exactitud: 2 km/h (1 kt) o 5%, de ambos valores el mayor

Resolución: 2 km/h (1 kt).

Orientación del sensor

El sensor para la medición del viento debe estar orientado hacia el norte verdadero para indicar correctamente la dirección.

Tiempo presente

Los sensores utilizados para la observación automática del tiempo presente son de reciente introducción. Existen varios tipos, que emplean distintos principios físicos; pueden preverse mejoras tanto en la actuación como en capacidad. No obstante, los sistemas automáticos actuales no son capaces de notificar todos los tipos de tiempo presente.

Ejemplo

Umbral de detección: 0,05 mm/h o menos (cualquier tipo de precipitación)

Tiempo de detección: 10 m por debajo de 0,25 mm/h, 5 m o menos por encima de 0,25 mm/h

Tipo de actuación de identificación: 90%, excluyendo intensidades inferiores a 0,1 mm/h

Limitaciones

Las limitaciones de los instrumentos actuales para identificar el tiempo presente son las siguientes:

- a) para la mayoría de los sensores, la identificación de lluvia y nieve es correcta en el 90% de los casos, o superior cuando la intensidad de la precipitación es mayor;
- b) sólo algunos sensores pueden identificar llovizna, pero la actuación es pobre (50% de los casos como máximo);
- c) ningún sensor identifica realmente el granizo;
- d) la precipitación mixta se notifica raramente. Se identifica como lluvia o nieve;
- e) cuando las intensidades son muy bajas ($< 0,1$ mm/h), el tipo de precipitación no queda bien identificado. La clave "precipitación no identificada (UP)" se utiliza a menudo y es preferible a un error de identificación;

- f) debe llegarse a un compromiso entre el umbral de detección y la proporción de falsas alarmas (detección de fenómenos no existentes); aun los sensores más “sensibles” se ven a veces sujetos a falsas alarmas. Por consiguiente es importante determinar el umbral de detección más práctico. Para usos aeronáuticos, no es necesario detectar intensidades muy débiles (p. ej. $< 0,1$ mm/h), excepto en el caso de precipitación engelante para la cual se recomienda un umbral de $0,02$ mm/h;
- g) la intensidad de la nieve no siempre se notifica bien;
- h) los sistemas ópticos son sensibles a la contaminación y exigen mantenimiento regular, especialmente si están cerca del mar.

Temperatura del aire y temperatura del punto de rocío

Sensores térmicos

Para medir la temperatura pueden aplicarse numerosos principios de física, relacionados con diversos tipos de sensores. Un sensor normalizado que abarca el alcance de medición de la temperatura del aire, muy recomendado debido a sus muchas ventajas es el medidor de resistencia de platino Pt100. El sensor debería llegar a medir una temperatura de: -40°C a $+55^{\circ}\text{C}$.

El método más económico y extendido para determinar la temperatura del punto de rocío consiste en medir la temperatura del aire y su humedad relativa. Entonces la temperatura del punto de rocío se calcula sobre la base de estos dos parámetros.

Ejemplo

Alcance de medición: $-40\dots+60^{\circ}\text{C}$

Exactitud: $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ en toda la gama de temperaturas de funcionamiento

Resolución: $0,1^{\circ}\text{C}$

Otros: Debería utilizarse un resguardo o pantalla adecuados contra la radiación para evitar que la radiación solar interfiera con la medición de la temperatura.

Sensores de humedad relativa

La mayoría de los sensores de humedad relativa en uso son higrómetros de condensador. El sensor debería llegar a medir Hasta 100% de humedad relativa (RH).

Tienen una capa conductora cubierta de una sustancia orgánica y una capa metálica suficientemente delgada para ser porosa al vapor de agua.

Sensores de temperatura del punto de rocío

También existen varios tipos de sensores para la medición directa del punto de rocío. Algunos son sensores de espejo enfriado en los que se enfría un espejo hasta que aparece rocío o escarcha.

Los sensores de temperatura del punto de rocío de espejo enfriado son a menudo modelos de laboratorio. No obstante, existen modelos que han sido adaptados para el uso continuo en el exterior y que pueden enfrentar problemas de contaminación del espejo provocada por el polvo.

Ejemplo

Alcance de medición: 0... 100% RH (Humedad Relativa)

Temperatura de funcionamiento: $-40... +60^{\circ}\text{C}$

Exactitud: $\pm 3\%$ RH a la temperatura de calibración (normalmente temperatura interior), $\pm 5\%$ RH en toda la gama de temperaturas de funcionamiento

Resolución: 1% RH

Otros: Debería utilizarse un resguardo contra la radiación adecuado para evitar que la radiación solar interfiera con la medición de la humedad.

En ciertas condiciones meteorológicas la condensación puede perturbar las lecturas de un sensor de humedad relativa. Podrían considerarse técnicas sobre cómo utilizar un elemento de sensor calefaccionado.

Lugares de medición

Las mediciones deben tomarse en un lugar considerado representativo del aeródromo.

Debería ejercerse cautela para evitar zonas en que los factores locales pudieran conducir a mediciones que no son adecuadamente representativas del aeródromo, p. ej., proximidad de edificios y zonas sometidas a chorros de reactores. Más allá de los efectos locales, la variabilidad espacial es en general poca y no justifica tomar mediciones múltiples.

Las mediciones de la temperatura del aire y del punto de rocío se toman dentro de un recinto meteorológico (casillas) cuando se dispone del mismo. Se recomienda que estas

mediciones se tomen en una zona abierta sobre un terreno natural con vegetación muy baja. La altura de medición efectiva depende de los métodos meteorológicos nacionales, lo que explica la gama de valores de altura especificada por la OMM de 1,25 m a 2 m. Es importante mantener una altura de por lo menos 1,25 m, dado que el gradiente de temperatura en relación con la altura aumenta con la proximidad al suelo. Esto puede conducir a mediciones que no sean adecuadamente representativas de la temperatura del aire.

Presión

La presión se mide a la altitud de la instalación del barómetro. El valor medido por el barómetro se utiliza para calcular QNH y QFE.

Ejemplo

Alcance de medición: 500... 1 100 hPa

Exactitud: $\pm 0,3$ hPa en toda la gama de temperaturas de funcionamiento

Resolución: 0,1 hPa

Otros: En caso de instalación al aire libre debería utilizarse una cabeza de presión estática adecuada para minimizar el efecto del viento en la toma de presión del barómetro que, por lo tanto, influye sobre la presión estática observada.

Puede lograrse una fiabilidad adicional mediante mediciones redundantes, es decir, más de un sensor de presión.

Lugares de medición

Considerando la influencia de la temperatura y los efectos de la presión dinámica en el sensor, se recomienda que el barómetro se instale en el exterior, o que se tenga cuidado de proteger las entradas del sensor respecto de los efectos de la presión dinámica.

Se recomienda que NO se instale el barómetro en un edificio climatizado. Si se instala en un edificio de ese tipo, debería conectarse una entrada de presión en el exterior o a una parte del edificio que no esté climatizada.

Especificaciones generales

Los instrumentos deberían utilizarse para mediciones meteorológicas en los aeródromos y ajustarse a los requisitos de la OACI y la OMM.

Los sensores meteorológicos automáticos deberían ser capaces de funcionar continuamente y sin atención, es decir, solos durante largos períodos de tiempo. Los instrumentos deberían volver a arrancar automáticamente después de una falla eléctrica y no deberían exigir intervención humana para volver al funcionamiento normal.

Debería proporcionarse documentación satisfactoria. Esta documentación debería abarcar la instalación, la puesta en marcha, el uso normal, el mantenimiento periódico, la calibración en el terreno, la solución de problemas y la reparación de los sensores. El proveedor debería ser capaz de proporcionar instrucción sobre el uso y el mantenimiento de los sensores.

La calibración de los instrumentos meteorológicos debería poderse realizar en el terreno o, en su defecto, debería ser fácil desmontar y transportar los instrumentos a una instalación de calibración.

El fabricante debería especificar un intervalo de calibración recomendado o la estabilidad a largo plazo del equipo. El fabricante debería documentar los procedimientos de calibración para los instrumentos que se calibran en el terreno y proporcionar todas las herramientas especiales necesarias.

Los instrumentos deberían ser seguros de instalar, operar, calibrar y mantener.

Electricidad del equipo meteorológico automático

a) Fuente de alimentación

Los instrumentos meteorológicos deberían funcionar en forma fiable con la energía eléctrica disponible en el aeródromo.

Puede ser necesario contar con una batería de reserva dependiendo de los requisitos de fiabilidad y de los arreglos locales en materia de electricidad.

b) Compatibilidad electromagnética

Los instrumentos meteorológicos deberían tener características apropiadas de compatibilidad electromagnética (CEM) para funcionar en un entorno de aeródromo. Los instrumentos no interferirán con otro equipo electrónico presente ni se verán afectados adversamente por dicho equipo.

c) Seguridad eléctrica

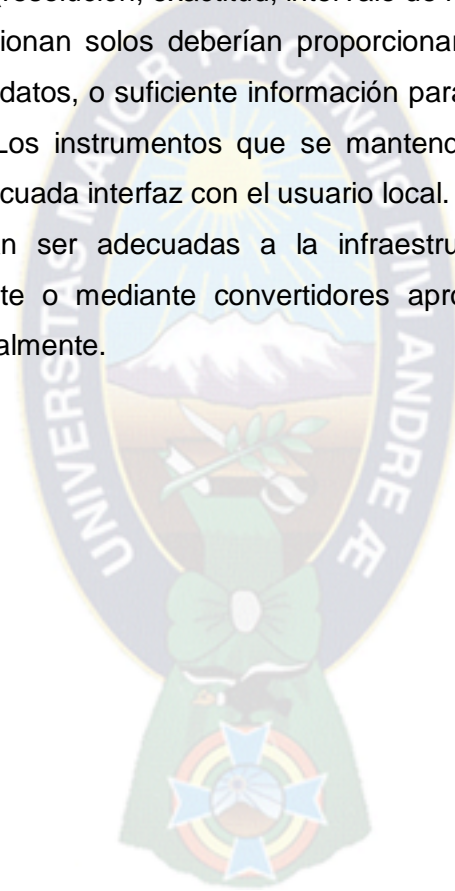
Los instrumentos meteorológicos deberían ajustarse a los requisitos locales aplicables en cuanto a la seguridad eléctrica.

Interfaces

Los sensores deberían proporcionar interfaces de datos adecuadas al sistema de recolección de datos en uso. Las interfaces no deberían causar ningún deterioro de la actuación especificada (resolución, exactitud, intervalo de notificación).

Los sensores que funcionan solos deberían proporcionar información de diagnóstico a través de la interfaz de datos, o suficiente información para que el sistema pueda evaluar el estado del sensor. Los instrumentos que se mantendrán y repararán en el terreno proporcionarán una adecuada interfaz con el usuario local.

Las interfaces deberían ser adecuadas a la infraestructura de comunicaciones del aeródromo, directamente o mediante convertidores apropiados. Los requisitos reales deben determinarse localmente.



ANEXO 3

EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIÓN

Equipo base de radiocomunicación VHF AM

Todos los equipos involucrados en el siguiente sistema de VHF AM deben atender los parámetros técnicos descritos por la OACI para los sistemas de comunicación VHF de portadora desplazada (OFF-SET CARRIER). El sistema de comunicación VHF no debe originar fallas a la prestación de servicio de control de tránsito aéreo, ya que por la falla de este equipo implique riesgos para la seguridad de las operaciones aéreas. Los equipos como mínimo deberán poderse programar y visualizar los siguientes parámetros desde el panel frontal para el transmisor:

- Cambio de frecuencia dentro de la banda de operación local y remota.
- Cambio de potencia dentro del rango de operación local y remota.

Los equipos como mínimo deberán poderse programar y visualizar los siguientes parámetros desde el panel frontal para el receptor:

- Cambio de frecuencia dentro de la banda de operación local y remota.
- Programación del mute local y remoto.

Transmisor (Tx)

Los transmisores deberán tener un ancho de banda de 25 Khz para control de tráfico aéreo.

Los transmisores deberán ser proporcionados en configuración de sistema dual.

El panel frontal de los transmisores deberá incluir un conector para introducir un micrófono y también deberá tener selecciones de funciones.

El transmisor deberá proporcionar sintetizador controlado por microprocesador para la designación de la frecuencia de operación. La frecuencia de operación deberá ser seleccionable desde el panel frontal o remotamente.

El transmisor deberá ser capaz de transmitir en el modo de emisión A3E dentro de un rango de 117,975 Mhz a 137 Mhz podrá ser operado local o remotamente.

Receptor (Rx)

Los receptores deberán proporcionar comunicaciones consistentes de alta performance y de alta calidad.

Deberá poseer capacidad de programación de frecuencia local y remotamente para máxima flexibilidad.

Los receptores deberán tener un espaciamiento de 25 Khz entre canales para el control de tráfico aéreo. El receptor deberá ser capaz de recibir señales en el modo de emisión A3E dentro un rango de 117.975 Mhz a 136.975 Mhz podrá ser operado local o remotamente.

Características de la instalación terrestre del equipo VHF AM según las RAB

Función transmisora	
Estabilidad de frecuencia	La radiofrecuencia de operación no variará más de $\pm 0,005\%$ respecto de la frecuencia asignada. Cuando sea de 25 Khz. no variará más de $\pm 0,002\%$ respecto a la frecuencia asignada. Cuando la separación sea 8,33kHz entre canales, no variará más de $\pm 0,0001\%$ respecto de la frecuencia asignada.
Potencia	La potencia será como mínimo 75 mV/m (-109 dBW/m ²) y la modulación de 0.85 por lo menos.
Función receptora	
Estabilidad de la frecuencia	Cuando se introduzca una separación de 8,33 Khz. entre canales, la radiofrecuencia de operación no variará más de $\pm 0,0001\%$ respecto de la frecuencia asignada.
Sensibilidad	Será de 15 dB, con una señal de radio de amplitud modulada al 50% (A3E), que tenga una intensidad de campo de 20 mV/m (-120 dBW/m ²) o más.
Ancho de banda de aceptación efectiva	Al sintonizar con un canal cuyo ancho es de 25 kHz, 50 Khz. o 100 Khz., el sistema receptor proporcionará una salida de audio adecuada e inteligible. El ancho de banda de aceptación efectiva comprende el corrimiento Doppler.
Rechazo del canal adyacente	El sistema receptor garantizará un rechazo efectivo de 60 dB o más, del canal asignable siguiente.

Frecuencias aeronáuticas VHF AM.

Frecuencia	Utilización
a) 118 – 121,4 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos nacionales e internacionales
b) 121,5	Frecuencia de emergencia
c) 121,6 – 121,9917 inclusive	Comunicaciones de superficie en los aeródromos internacionales y nacionales
d) 122 – 123,05 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos nacionales
e) 123,1	Frecuencia auxiliar SAR
f) 123,15 – 123,6917 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos nacionales
g) 123,45	Comunicaciones aire-aire
h) 123,7 – 129,6917 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos internacionales y nacionales
i) 129,7 – 130,8917 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos nacionales
j) 130,9 – 136,875 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos internacionales y nacionales
k) 136,9 – 136,975 inclusive	Servicios móviles aeronáuticos internacionales y nacionales

Equipo base de radiocomunicación HF

La transmisión por radio en Alta Frecuencia (HF) es el único sistema de comunicaciones no satelital capaz de establecer enlace directo entre aeronave y estación terrestre, o entre estaciones terrestres, en distancias superiores al horizonte radio. Esta característica ha hecho que las comunicaciones en HF hayan sido de gran utilidad cuando se han requerido enlaces directos entre aeronaves y centros de comunicaciones en vuelos a baja altura, océanos y sobre áreas montañosas.

Los equipos de radiocomunicación estarán integrados e igualmente que el equipo de Radiocomunicación VHF, Los componentes que lo integran son: transmisor, receptor y antena (banda lateral).

Características del equipo HF según la OACI

Las características de un sistema HF se describen en el Anexo 10 de OACI, "TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS", capítulo 3 de la parte II y adjunto C, y se resumen en la tabla siguiente.

Margen de radiofrecuencias:	2,8 a 22 MHz
Banda Lateral:	Superior (USB)
Tipos de emisión:	J3E, A3E y H3E.
Audiofrecuencias:	300 a 2.700 Hz
Modo de operación:	Half-Duplex, Simplex
Frecuencias de salvamento:	3.023 y 5.680 KHz.
Cobertura:	Largas distancias.
Propagación.	Varía diariamente y con las estaciones del año. Se seleccionan frecuencias de operación según la actividad de la Ionosfera.

Frecuencia aeronáutica HF

La frecuencia aeronáutica a la que va a operar el equipo de radiocomunicación HF según la organización de aviación civil (OACI) será: 2,8 a 22 MHz.