



**Reunión Regional de Coordinación en
preparación de la
Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones
de la UIT (WRC – 2003)**

(Lima, 27 al 28 de marzo del 2001)

**Planificación regional de frecuencias para
sistemas de comunicaciones y radioayudas
convencionales**

**Por Ing. Carlos Stehli
Oficial Regional CNS**

Planificación Regional

Reunión RAN CAR/SAM/3 (Octubre, 1999)

Radionavegación

Recomendación 10/2

Conclusiones 10/1 y 10/3

Comunicaciones Móviles del Servicio Móvil Aeronáutico en Ruta (R)

**Recomendaciones 9/19, 9/21, 9/22 , 9/23 y
9/24**

Conclusión 9/25

Sistemas de Radioayudas a la Navegación

Principios de planificación NI/3

Documentación normativa:

Anexo 10, Vol I, Capítulo 3

SARPs para equipos y sistemas

Anexo 10, Vol V, Capítulo 3 y 4

SARPs para planificación de frecuencias

Registro de sistemas de radioayudas:

Lista de frecuencias publicada por OACI

Lista No 1, instalaciones LF/MF (NDB)

Lista No 2, Instalaciones VHF y UHF

Planificación Regional

Sistemas de Radionavegación Convencionales

Radiofaro no direccional (NDB)

Radiofaro omnidireccional VHF (VOR)

Radioayudas para la aproximación final y el aterrizaje:

ILS

MLS

Equipo radiotelemétrico UHF (DME)

COM LIST NO. 2 / LISTA COM NO. 2

LOCATION EMPLACEMENT LUGAR 1	FREQUENCY KHZ FRECUENCIA 2	ID. 3	DME/TAC CHANNEL CANAL 4	EQUIP. EQUIPO 5	COORDINATES COORDINNEES COORDENADAS 6		CAT. 7	VOR/DME COVER ILS CAT. COBERTURA 8	HGT RWY ID 9	VOR/ILS OP 10	DME OP 11	REMARKS REMARQUES OBSERVACIONES 12
PERU												
AREQUIPA/RODRIGUEZ BALLON INTL.	109.700	ARB	34X	ILS/DME	1620 S	07135 W	NAT	1	09	OP	OP	
CHICLAYO	109.700	IJAQ	34X	ILS	0647 S	07949 W	NAT	1	18			
CUZCO/VELAZCO ASTETE	109.700	IZO	34X	ILS/DME	1332 S	07155 W	NAT	1	27	OP	OP	
IQUITOS/CNEL. F. SECADA	109.700	ISEC		ILS	0348 S	07319 W	ICAO	1	06	OP		
LIMA-CALLAO/JORGE CHAVEZ INTL.	109.700	IJCH	34X	ILS/DME	1202 S	07706 W	ICAO	2	15	OP	OP	
PISCO	109.300			ILS	1344 S	07613 W	NAT	2	21			
AREQUIPA/RODRIGUEZ BALLON INTL.	113.700	EQU	84X	VOR/DME	1620 S	07135 W	ICAO	200	45	OP	OP	
IQUITOS/CNEL. F. SECADA	116.500	IQT	112X	VOR/DME	0348 S	07319 W	ICAO	190	45	OP	OP	

Radiofaro no direccional (NDB)

Planificación Regional de Frecuencias

Registro: Lista COM No 1-Lista de instalaciones que operan con frecuencias dentro de la banda LF/MF (190 – 1750 KHz).

Objetivo: Proporcionar en los límites de la cobertura nominal (operacional) una intensidad de campo para una marcación precisa libre de interferencias y con una separación geográfica adecuada entre instalaciones NDB.

Cobertura Operacional:

Normalmente determinada por las necesidades de los servicios ATS para cubrir con guiado electromagnético para navegación en ruta y terminal.

Radiofaro no direccional NDB

Planificación Regional de Frecuencias

Selección de la frecuencia para una nueva estación

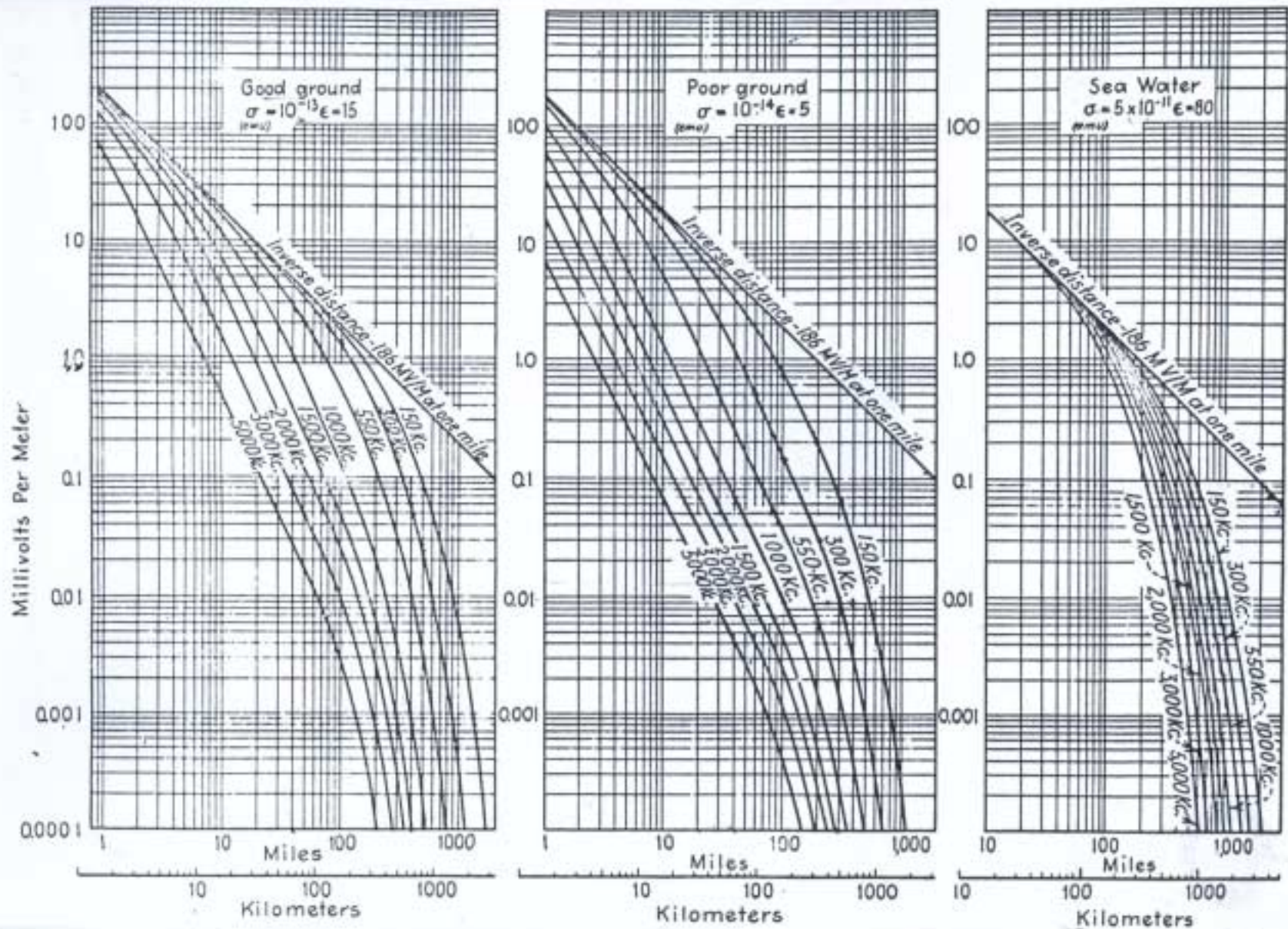
Se elige las frecuencias en la banda 190 - 1,750 KHz en correspondencia a las instalaciones contempladas en la Lista COM No. 1 con la separación geográfica adecuada con otras estaciones vecinas para una protección contra la interferencia de canal común considerando:

120/70 uV/m de intensidad de campo en el límite de la cobertura operacional

15 dB de protección diurna con otras emisiones NDB; Artículo S28, Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT

Ancho de banda del receptor ADF +/- 3 KHz

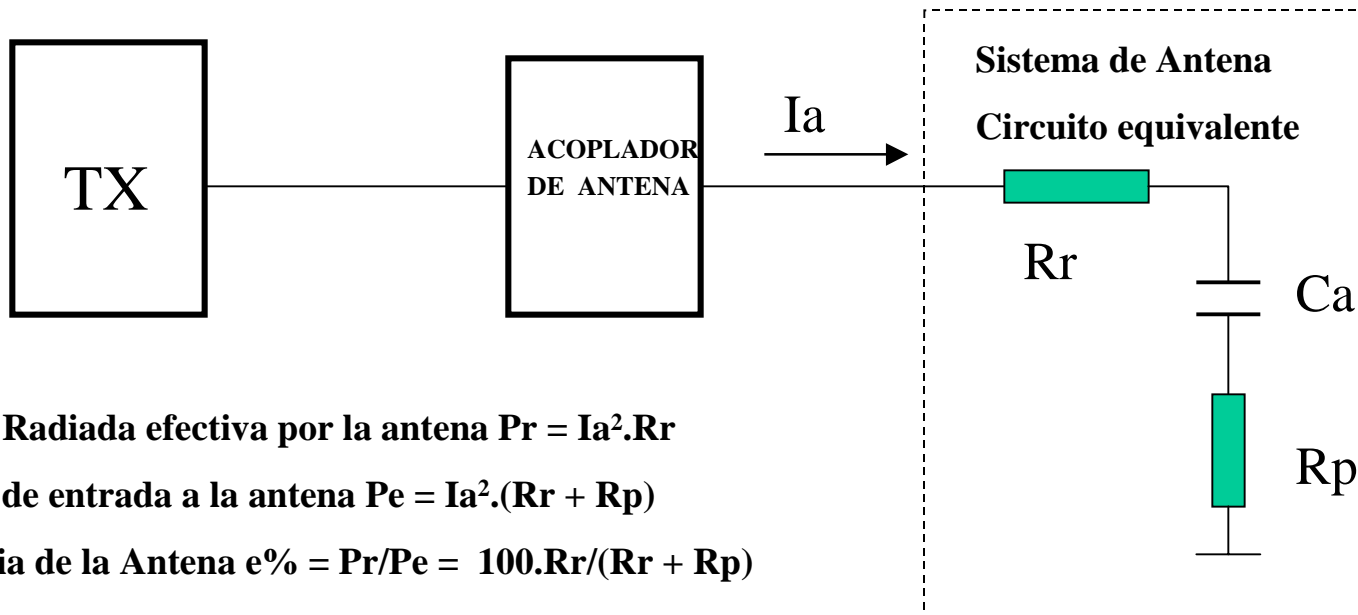
Mecanismo de propagación de onda terrestre (UIT-R) para terreno de buena conductividad y agua marina.



Intensidad de campo eléctrico como función de la distancia, frecuencia y conductividad del terreno para 1 KW de potencia radiada por una antena que proporciona un campo radiado proporcional al coseno del ángulo vertical. Estas curvas toman en cuenta la curvatura de la Tierra.

Radiofaro no direccional (NDB)

Potencia Radiada Efectiva/Eficiencia



Potencia Radiada efectiva por la antena $P_r = I_a^2 \cdot R_r$

Potencia de entrada a la antena $P_e = I_a^2 \cdot (R_r + R_p)$

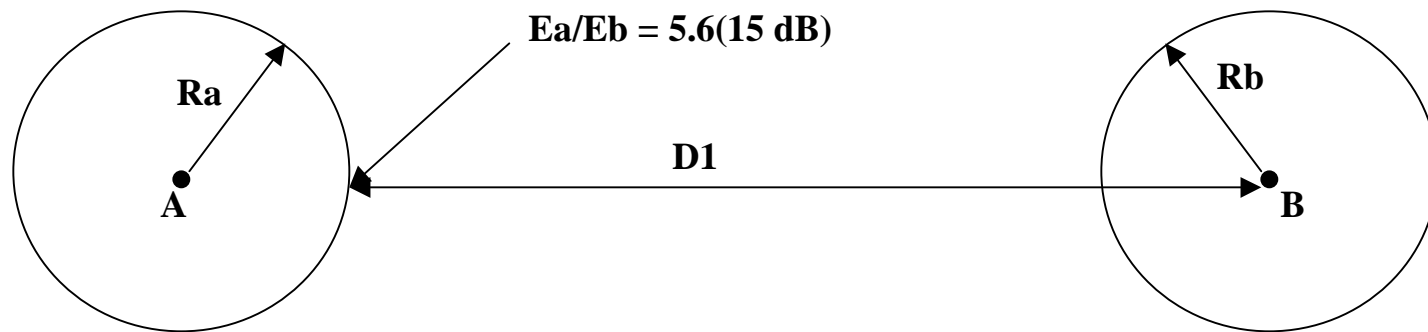
Efficiencia de la Antena $e\% = P_r/P_e = 100 \cdot R_r / (R_r + R_p)$

Máxima eficiencia de antena aproximadamente 20%, típico 12%
entre 200 y 400 KHz

Radiofaro no direccional (NDB)

Separación Geográfica entre Estaciones NDB

Caso práctico “Determinar la separación geográfica mínima para dos estaciones A y B de cobertura operacional 100NM operando en la misma frecuencia”



$R_a = R_b = 100 \text{ NM}$ $E_a = E_b = 120 \text{ ó } 70 \text{ uV/m}$ Terreno Conductividad 10 (-Exp 13) cont. Dieléctrica = 4

Separación Geográfica requerida $D = D1 + R_a$

Cálculo de D1 utilizando curvas de propagación de onda terrestre del UIT-R arroja $D1 = 220 \text{ NM}$

$$D = 220 + 100 = 320 \text{ NM}$$

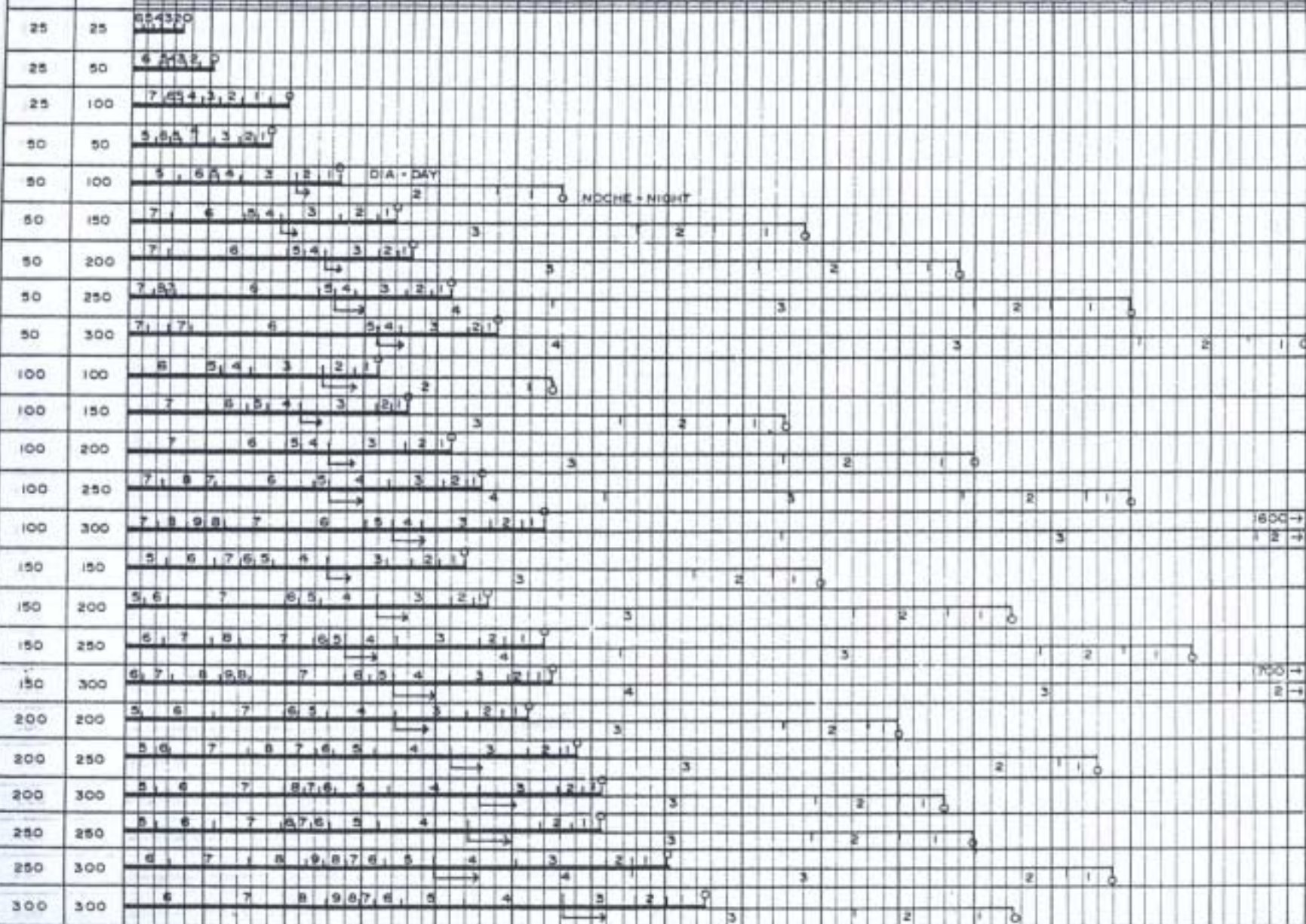
COMBINACIONES DE COBERTURAS
COVERAGE COMBINATIONS

COMBINACION: IGUAL INTENSIDAD DE CAMPO (70 o bien 120 uv./m.)
COMBINATION: EQUAL FIELD STRENGTH (70 or 120uv./m.)

ESCALA / SCALE N° 1

SEPARACIONES GEOGRAFICAS / GEOGRAPHICAL SEPARATIONS

MILLAS NAUTICAS / NAUTICAL MILES
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



VOR y VOR/DME

Planificación Regional de Frecuencias

Registro: Lista COM No 2-Índice de las frecuencias VHF asignadas a las ayudas VOR e ILS en el Caribe y Sudamérica.

Objetivo: Proporcionar en los límites de la cobertura nominal (operacional) una intensidad de campo para una marcación precisa libre de interferencias y con una separación geográfica adecuada entre instalaciones VOR y VOR/DME.

Cobertura Operacional:

Normalmente determinada por las necesidades de los servicios ATS para cubrir con guiado electromagnético para navegación en rutas y terminal.

VOR y VOR/DME

Planificación Regional de Frecuencias VOR

Selección de la frecuencia para una nueva estación

Se elige las frecuencias en la banda 108 – 117,950 MHz en correspondencia a las instalaciones contempladas en la Lista COM No 2 considerando la separación geográfica adecuada con otras estaciones vecinas para una protección contra la interferencia en canal común en base a:

90 uV/m de intensidad de campo en el límite de la cobertura operacional;

20 dB de protección con otras emisiones VOR; y

rechazo eficaz de canal adyacente mejor o igual a 60 dB por debajo del próximo canal asignable.

VOR y VOR/DME

Planificación Regional de Frecuencias VOR

Selección de la frecuencia para una nueva estación

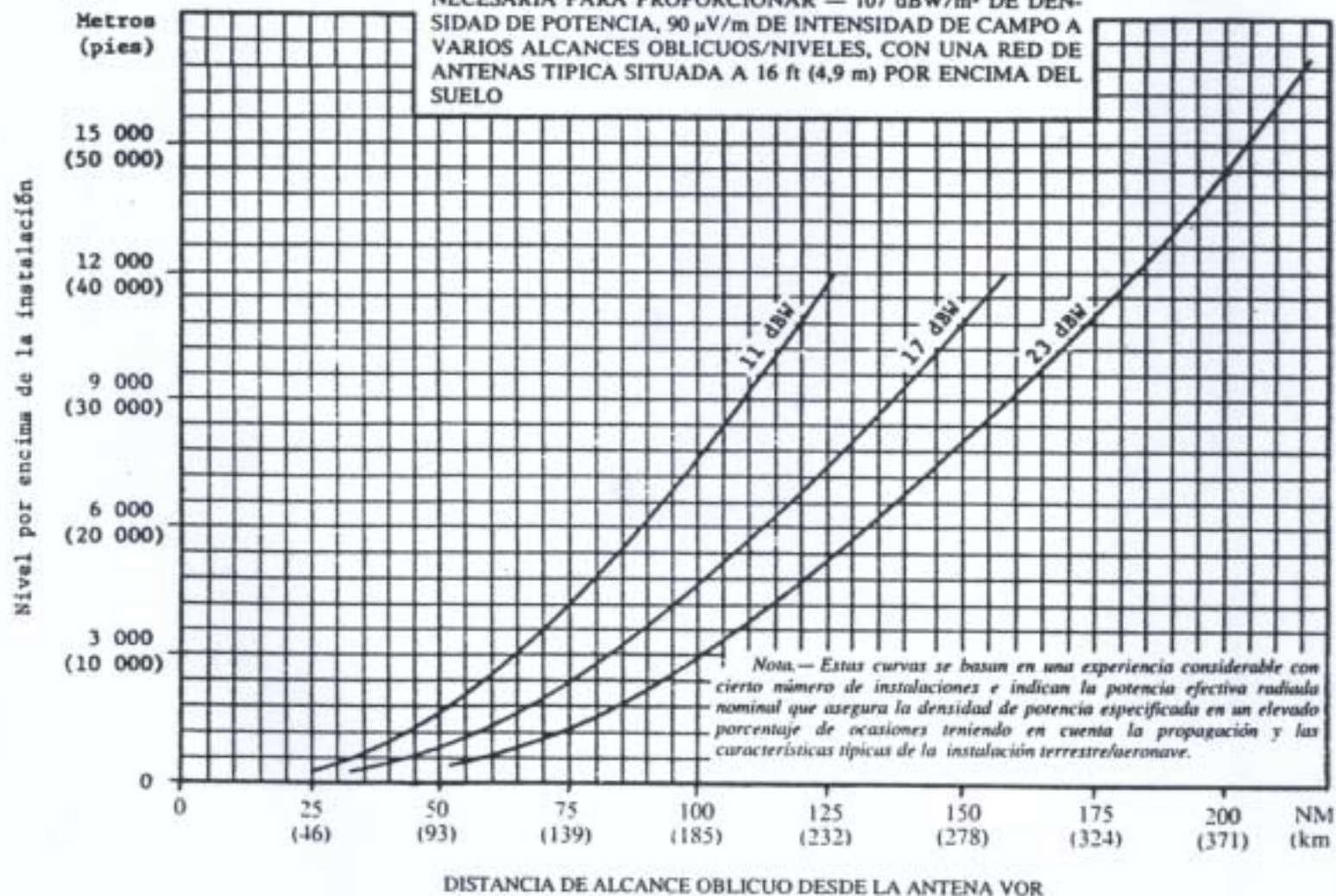
Se emplea método del párrafo 3.4 del Adjunto C al Anexo 10, Vol. I, considerando la instalación VOR para navegación en Ruta y Terminal y en base a lo siguiente:

cobertura operacional de 200 MN a FL 450;

Cobertura operacional igual de ambas radioayudas; y

**Potencia efectiva radiada 23 dBW (200 Wats),
Figura C – 13, para ambas radioayudas (K=0
Tabla C - 3).**

POTENCIA EFECTIVA RADIADA NOMINAL DE UN VOR, NECESARIA PARA PROPORCIONAR -107 dBW/m² DE DENSIDAD DE POTENCIA, $90 \mu\text{V}/\text{m}$ DE INTENSIDAD DE CAMPO A VARIOS ALCANCES OBLICUOS/NIVELES, CON UNA RED DE ANTENAS TIPICA SITUADA A 16 ft (4,9 m) POR ENCIMA DEL SUELO



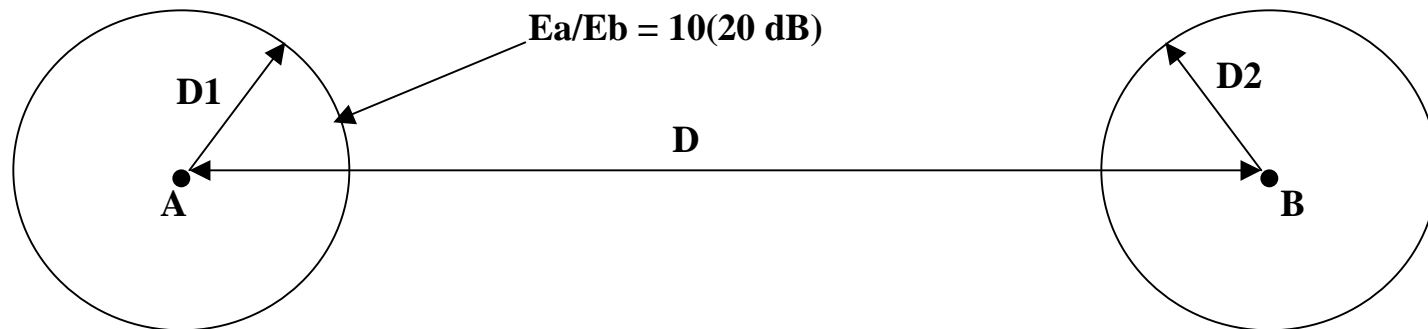
Nota.— Estas curvas dan únicamente la cobertura en función de la potencia. Para orientación relativa a planificación de frecuencias véase 3.4 del Adjunto C a la Parte I.

Figura C-13

VOR Y VOR/DME

Separación Geográfica entre Instalaciones VOR

Caso práctico “Determinar la separación geográfica mínima para dos estaciones A y B de cobertura operacional 200NM/FL 450 operando en la misma frecuencia”



$D1 = D2 = 200 \text{ NM/FL } 450$ $E_a = E_b = 90 \text{ uV/m}$ $S(\text{dB/MN}) = 0.19$ Separación

Geográfica requerida canal común $D > 2D1 + 20/S = 2*200 + 20/0.19 = 505 \text{ MN}$

Separación geográfica canal adyacente $2D1 - 40/S = 2*200 - 40/0.19 = 190 \text{ MN}$

VOR y VOR/DME

Planificación Regional de Frecuencias DME

Selección de la frecuencia para una nueva estación

Instalación normalmente asociada a un VOR o ILS;

Modos empleados X e Y;

Criterio de separación geográfica adoptada igual que para el VOR; y

Se registran en la Lista COM No 2 conjuntamente con las instalaciones VOR e ILS.

ILS

Planificación Regional de Frecuencias ILS

Se selecciona una frecuencia para una nueva estación considerando:

Que la densidad de instalaciones ILS es baja y permite utilizar 20 canales LS (Anexo 10, Vol I, Par. 3.1.6.1.1)

Las instalaciones de la Lista COM No 2 para determinar la separación geográfica con el método del párrafo 2.66 del Adjunto C al Anexo 10, Vol I, Tabla C – 1, tomando en cuenta lo siguiente:

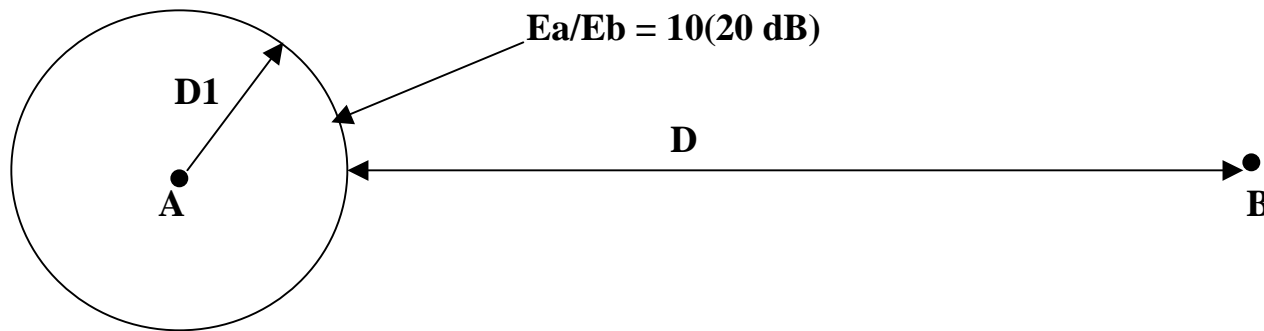
separación de canales para receptores de localizador y trayectoria de planeo de 100 y 300 KHz respectivamente; y

20 dB de protección con otras emisiones ILS en correspondencia a las intensidades de campo correspondientes a las categorías de actuación.

ILS

Separación Geográfica entre Estaciones ILS

Caso práctico “Determinar la separación geográfica mínima para dos estaciones A y B operando en la misma frecuencia”



$D1 = 25 \text{ NM}/6254 \text{ pies de altura}$

$D = 80 \text{ MN}$

Separación geográfica requerida canal común $D > 80 + D1 = 105 \text{ MN}$

Separación geográfica canal adyacente $D > 6 + D1 = 31 \text{ MN}$

Planificación Regional

Sistemas de Comunicaciones Móviles Aeronáuticos

Sistemas de comunicaciones orales en VHF

Sistemas de comunicaciones orales en HF/SSB

Documentación Normativa

Anexo 10, Vol III-Equipos y sistemas, Parte II, Capítulo 2

Anexo 10, Vol V-Planificación de frecuencias

Espectro VHF(117.975 – 137 MHz) de acuerdo al Capítulo 4

Espectro HF (2.8 – 22 MHz) de acuerdo al Capítulo 3 y el Apéndice S 27 de la UIT-R

Sistemas de Comunicaciones orales en VHF

Principios de planificación NI/3

La planificación regional de frecuencias se basa en:

Separación de canales de 25 KHz.

Empleo de sub-bandas de frecuencias para cada función ATS (Rec. 9/23).

Empleo de la lista de frecuencias del Grupo A-Plan de frecuencias con una separación de 100 KHz.

Empleo los criterios de separación geográfica de la Tabla del Apéndice 9-A (ANP Básico) (Rec. 9/22).

Registro de sistemas de comunicaciones VHF:

Lista de Frecuencias No 3-Asignación de frecuencias en la banda 117.975 – 137 MHz, publicada por la OACI.

COM LIST NO. 3 / LISTA COM NO. 3

LOCATION EMPLACEMENT LUGAR	FREQUENCY KHZ FRECUENCIA	SERVICE SERVICIO	PROT.	CAT.	IMPL. DATES	AIRLINE AEROLINEA	REMARKS REMARQUES OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6	7	8
PERU							
ANDAHUAYLAS	126.900	GP		NAT	OP		
ANTA	118.300	AFIS		NAT	OP		
	126.900	FIS		NAT	OP		
AREQUIPA/CERRO BOTIJA	128.800	AC/U		NAT	OP		
AREQUIPA/RODRIGUEZ INTL.	126.900	AFIS		NAT	OP		
	118.700	TWR		ICAO	OP		
AYACUCHO	118.100	AFIS		NAT	OP		
	126.900	FIS		NAT	OP		
CAJAMARCA	118.100	AFIS		NAT	OP		
	126.500	AC/U		NAT			
	126.900	FIS		NAT			

Sistemas de Comunicaciones orales en VHF

Planificación Regional de Frecuencias

Se selecciona una frecuencia para una nueva instalación VHF considerando:

La función ATS específica (determina la sub-banda)

Las instalaciones VHF similares contenidas en la Lista COM No 3 y empleo de los criterios de separación geográfica de la Tabla del Apéndice 9-A (ANP Básico) (Rec. 9/22) en base al Adjunto A al Anexo 10, Vol V, tomando en cuenta:

una protección de 14 dB (5 veces) entre las señales deseadas/no deseadas (dD/dU);

60 dB de rechazo de canal adyacente; y

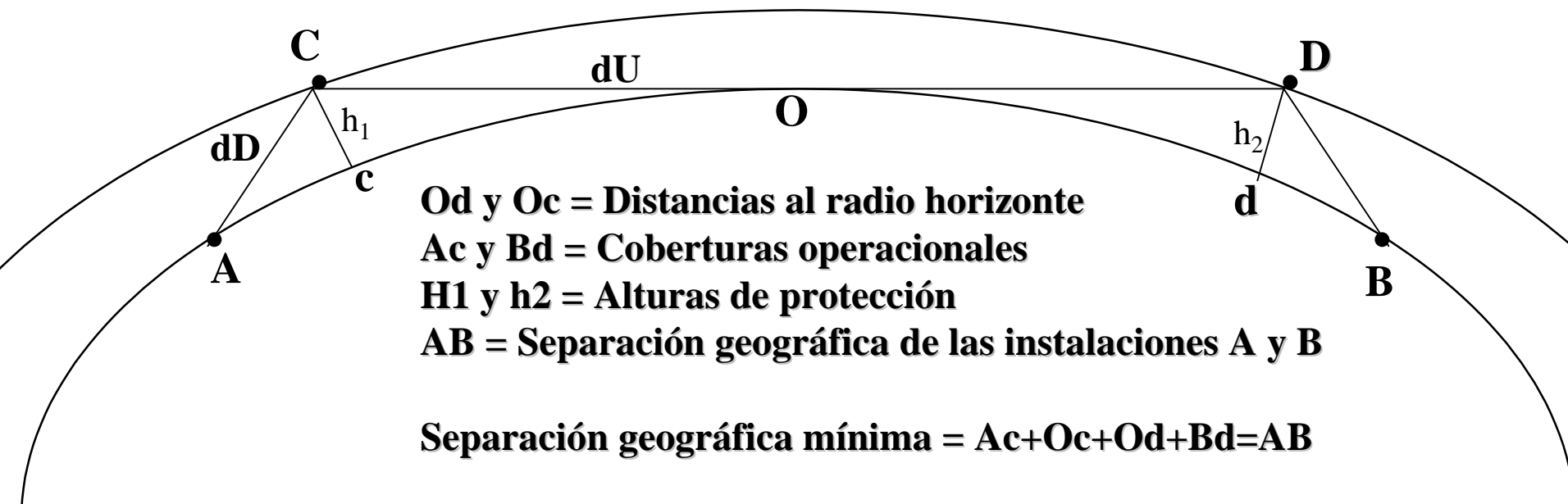
75 uV/m de intensidad de campo en el límite de la cobertura operacional.

Sistemas de Comunicaciones orales en VHF

Separación Geográfica entre instalaciones VHF

Se determina la separación geográfica entre estaciones VHF para el ATS a fin de que aeronaves que vuelan a las alturas de protección y en los límites del alcance efectivo de servicio de las instalaciones (cobertura operacional) no experimenten interferencia perjudicial

Se aplica el siguiente esquema:



Sistemas de Comunicaciones orales en VHF

Separación Geográfica entre Instalaciones VHF

Ejemplo práctico en relación a la Tabla del Apéndice B de la NI/3 para determinar la separación geográfica mínima de instalaciones VHF para dos unidades ATS proporcionando servicio de APP/I

Datos:

Cobertura operacional requerida 75 MN

Altura de protección 25,000 pies

Distancias radio horizonte desde las alturas de protección $= 1.23 * (25000)^{1/2} = 194.5$

Separación geográfica mínima $= 2 * 75 + 2 * 194.5 = 539$ MN

