

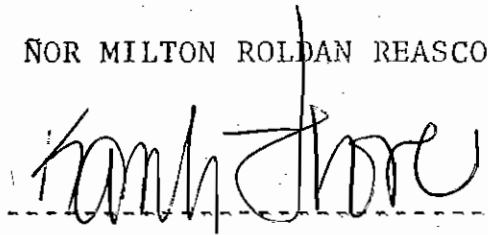
**DETERMINACION DE LAS CONSTANTES  
DE LA TIERRA**

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO  
DE INGENIERO EN LA ESPECIALIZACION  
DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
DE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

**Milton Roldán Reascos**

QUITO, MAYO DE 1981

CERTIFICO QUE EL PRESENTE  
TRABAJO HA SIDO REALIZADO  
EN SU TOTALIDAD POR EL SE-  
ÑOR MILTON ROLDAN REASCOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Kanti Hore", is written over a horizontal dashed line.

Dr. Kanti Hore

DIRECTOR DE TESIS

Quito, mayo de 1981

## DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres, que con su amor y abnegación hicieron posible la realización de esta tesis.

## A G R A D E C I M I E N T O

Al Dr. Kanti Hore, Director de Tesis, por sus valiosas enseñanzas, su apoyo y preocupación constante en la ejecución del presente trabajo.

A la Escuela Politécnica Nacional, benemérita Institución que me educó.

A la Dirección Nacional de Frecuencias del IETEL, a sus Directivos y compañeros por su decidida colaboración.

A mis profesores, por todos los conocimientos que supieron impartirme en forma desinteresada para la culminación de tan nobles fines.

## I N D I C E

### C A P I T U L O I

NUMERAL	DESCRIPCION	PAGINA
1.	INTRODUCCION	1

### C A P I T U L O I I

2.	GENERALIDADES	9
2.1	Onda superficial: sus característi- cas	12
2.1.1	Factor de atenuación de la onda de tierra	21
2.2	Constantes eléctricas de la tierra	27
	Permitividad	28
	Permeabilidad	29
	Conductividad	30
2.2.1	Factores que influyen en el valor de las constantes del suelo	35
2.2.1.1	Naturaleza del suelo	35

## II

NUMERAL	DESCRIPCION	PAGINA
2.2.1.2	Grado de humedad	36
2.2.1.3	Temperatura	36
2.2.1.4	Frecuencia	37
2.2.1.5	Estructura geológica general	37
2.2.1.6	Absorción de la energía por los objetos situados en la superficie de la tierra	38
2.2.1.7	Penetración de las ondas	38
2.3	Métodos para determinar la conducti- vidad de la tierra	41
2.3.1	Inclinación del campo eléctrico de la onda superficial	41
2.3.2	Atenuación del campo eléctrico de la onda superficial	48

## C A P I T U L O   I I I

3.	MEDICIONES DE LA CONDUCTIVIDAD DE LA TIERRA EN LA PROVINCIA DE PICHIN- CHA	72
3.1	Evaluación de la conductividad a	

NUMERAL	DESCRIPCION	PAGINA
	partir de la atenuación del campo eléctrico	72
3.2	Definición del área de medición y metodología	73
3.2.1	Area de medición	73
3.2.2	Metodología	76
	A. Etapa preparatoria o de plani- ficación	76
	B. Etapa de mediciones	89
	C. Procesamiento de los resultados	93
	D. Elaboración del mapa de conduc- tividad	99
3.3	Resultados	102
3.3.1	Medición de intensidad de campo	102
3.3.1.1	Estación radio Melodía HCGC1	102
3.3.1.2	Estación radio Espejo HCGB1	133
3.3.1.3	Estación radio Colón HCCM1	164
3.3.2	Gráficos de las mediciones realiza- das	197
3.3.2.1	Estación: HCGC1; 735 kHz	197
3.3.2.2	Estación: HCGB1; 1310 kHz	208

## IV

NUMERAL	DESCRIPCION	PAGINA
3.3.2.3	Estación: HCCM1; 920 kHz	222
3.3.3	Cálculo de la conductividad rea- lizado por el método numérico	232
3.3.4	Contornos de igual intensidad de campo eléctrico (mapas)	253
3.3.5	Mapa de conductividad de una zona de la provincia de Pichincha	257

## C A P I T U L O I V

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	258
4.1	Conclusiones	258
4.1.1	Comparación de los métodos de me- dición de la conductividad del sue- lo	258
4.1.2	Análisis de los resultados	261
4.1.3	Utilización de la carta de conduc- tividad	264
4.2	Recomendaciones	265
	Anexo N° 1	267



	PAGINA
TABLA 2.1	34
TABLA 3.1	100
CUADRO A.1	269
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	274

## F I G U R A S

FIGURA 2.1	10
FIGURA 2.2	11
FIGURA 2.3	19
FIGURA 2.4	19
FIGURA 2.5	23
FIGURA 2.6	39
FIGURA 2.7	40
FIGURA 2.8	42
FIGURA 2.9	46
FIGURA 2.10	48
FIGURA 2.11	50
FIGURA 2.12	53
FIGURA 2.13	54
FIGURA 2.14	55

	PAGINA
FIGURA 2.15	58
FIGURA 2.16	59
FIGURA 2.17	60
FIGURA 2.18	67
FIGURA 2.19	67
FIGURA 2.20	68
FIGURA 2.21	68
FIGURA 2.22	69
FIGURA 2.23	69
FIGURA 2.24	70
FIGURA 2.25	70
FIGURA 2.26	71
FIGURA 3.1	75
FIGURA 3.2	82
FIGURA 3.3	85
FIGURA 3.4	87
FIGURA 3.5-3.20	198-207
FIGURA 3.21-3.36	209-221
FIGURA 3.37-3.51	223-231

VII

M A P A S

	PAGINA
MAPA 1      Medición de intensidad de campo y contorno de igual campo Estación: 735 kHz	254
MAPA 2      Medición de intensidad de campo y contorno de igual campo Estación: 1310 kHz	255
MAPA 3      Medición de intensidad de campo y contorno de igual campo Estación: 920 kHz	256
MAPA 4      Mapa de conductividad	257
FIGURA A.1	271
FIGURA A.2	272
FIGURA A.3	273

## C A P I T U L O I

### 1. INTRODUCCION

Dado que el espectro radioelctrico es un recurso natural del Estado y que es necesario velar por su correcto uso y explotaci3n a fin de que los beneficios que de 6l se deriven, sean para provecho del conglomerado social, es necesario y urgente dar principal inter6s a su estudio, administraci3n, normalizaci3n y legislaci3n.

A trav6s de la historia de radiocomunicaciones, el hombre ha hecho uso de las bandas de frecuencias del espectro radioelctrico y ha descubierto que las se6ales radioelctricas adoptan preferiblemente distintos caminos o medios de propagaci3n para su energ6a electromagn6tica.

Existen fundamentalmente cuatro medios de propagaci3n atmosf6rica, estos son: a lo largo de la superficie de la tierra, la trop3sfera, la ion3sfera y el espacio libre, dando as6 principalmente cua-

tro formas de propagación en los diferentes rangos de frecuencias como se indica a continuación:

1. A través de la onda de superficie terrestre (bajo 3 MHz).
2. A través de la onda troposférica (sobre 30 MHz).
3. A través de la onda ionosférica (3 a 30 MHz).
4. A través de la onda de espacio libre (sobre 30 MHz) .

La señal radioeléctrica alcanza su destino a través de uno o más de los medios indicados<sup>1</sup>, pero en función principalmente de la banda de frecuencias utilizada, predominará uno de ellos.

---

1. Cabe mencionar la propagación por conductos magnetoiónicos, forma de propagación que afecta a las ondas de muy baja frecuencia que viajan siguiendo las líneas de fuerza del campo magnético terrestre y alejándose muchos miles de kilómetros de la superficie de la tierra. Este tipo de propagación solo tiene por el momento interés experimental y ninguna aplicación práctica.

Como en el campo de óptica, las señales radioelétricas están afectadas por la dispersión, la refracción, la reflexión y el desvanecimiento, dependiendo el grado de efecto y su naturaleza, de la banda de frecuencias que se utilice.

Es de interés y de mucha importancia para las radiocomunicaciones, el estudio de las características de propagación a través de cada uno de los medios indicados, ya que de ello se deriva la mejor administración, control, normalización y utilización del espectro radioeléctrico.

En nuestro país la DIRECCIÓN NACIONAL DE FRECUENCIAS DEL IETEL es el organismo encargado de llevar a cabo estas funciones. Es así como, se halla empeñada en realizar los estudios y trabajos encaminados a determinar los principales parámetros relacionados con las características de propagación.

Actualmente los planes de trabajo sobre radiocomunicaciones que se realizan, toman como base los estudios y normas técnicas de otros países publicados

en documentos internacionales como el C.C.I.R (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones), lo cual no siempre es aconsejable dado que algunos de los parámetros y predicciones considerados, no se ajustan a la realidad de nuestro país por ser propios de cada lugar, como son la conductividad del suelo, el ruido radioeléctrico, datos ionosféricos, etc.

Por otro lado siendo el Ecuador miembro de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, U.I.T., debe cumplir con los compromisos y obligaciones contraídas en el ámbito mundial a través de la U.I.T. con ocasión de las Conferencias Administrativas de los diferentes servicios de radiocomunicaciones.

Debido a que la propagación de las ondas de radio no es limitada por las fronteras nacionales, la utilización de este importante medio está supeditada a una reglamentación internacional y debe ser coordinada a nivel subregional, regional y mundial a fin de garantizar su explotación sin interferencias perjudiciales.

La U.I.T., considerando que la región de América Latina y el Caribe es la única del mundo que no cuenta hasta la fecha con un Plan Regional para el Servicio de Radiodifusión, en su afán de colaborar en el desarrollo de las telecomunicaciones en esta región, está llevando a cabo el Proyecto Regional denominado "Infraestructura y Actividades Consecutivas para la Administración de Frecuencias (RLA-74/028)", en el que participan varios países de Centro y Sud América, entre ellos el Ecuador. Su finalidad es la utilización coordinada y eficiente del espectro electromagnético. (1)

Entre los objetivos inmediatos de este proyecto consta la elaboración de la carta de conductividad, de cartas de propagación ionosférica y mediciones del ruido radioeléctrico en cada país de la región.

Cabe mencionar también la decisión 3-2 del C.C.I.R. XIV Asamblea Plenaria KYOTO 1978 (2) que en el numeral 3 indica: "Que el grupo interino de trabajo prepare un informe independiente sobre los métodos



para calcular las constantes equivalentes del suelo, interesándose en particular en aquellos métodos que utilizan mediciones de atenuación y de inclinación de la onda".

De esta circunstancia surge la necesidad de programar y realizar trabajos y estudios tendientes a lograr estos objetivos.

En esta parte, el presente trabajo contribuye en los estudios y mediciones relacionadas con la determinación de la conductividad del suelo.

En él, se hacen los estudios comparativos de los métodos para determinar la conductividad del suelo basados en:

1. La inclinación del campo eléctrico de la onda superficial.
2. La atenuación del campo eléctrico de la onda superficial.

Se presentan los resultados experimentales obtenidos por el método de atenuación del campo eléctrico, con las mediciones de intensidad de campo realizadas en una zona de la provincia de Pichincha.

Habiéndose realizado mediciones de intensidad de campo en un área aproximada del 80 % del país, su aplicación será inmediata en la elaboración de la Carta Ecuatoriana de Conductividad siguiendo el mismo procedimiento que se describe para la zona de la provincia de Pichincha.

También se aplicará en la elaboración de los Planes de Distribución y Reordenamiento de Frecuencias de la banda de radiodifusión por ondas medias (535-1605 kHz), indicados en la Ley de Radiodifusión y Televisión vigente. (3).

En los planes mencionados, serán necesarios cálculos de áreas de cobertura y asignación de potencias de las estaciones de radiodifusión tomando en cuenta la eliminación de interferencias.

Espero que este trabajo contribuya para el mejora-

miento de las radiocomunicaciones nacionales y sea un impulso para la continuación e inicio de estudios similares, para el mejor aprovechamiento de este recurso natural que es el espectro radioelétrico en beneficio del país.

## C A P I T U L O   I I

### 2.      GENERALIDADES

Al utilizar una onda electromagnética como vínculo entre dos puntos cercanos a la superficie terrestre, es afectada en su propagación por la presencia de la tierra y la atmósfera que la rodea.

La energía viaja desde el punto transmisor al receptor de acuerdo a determinados mecanismos o modos de propagación que son función de la frecuencia de emisión y de las características físicas del medio.

En la figura 2.1 se muestran algunas de las trayectorias posibles de propagación. Las alturas indicadas en la figura, sirven sólo de referencia, las verdaderas alturas en las diferentes partes de la tierra dependerán de factores como : posición geográfica, situación solar, etc. (4)

La energía propagada por trayectos próximos a la superficie de la tierra se considera como onda te-

terrestre.

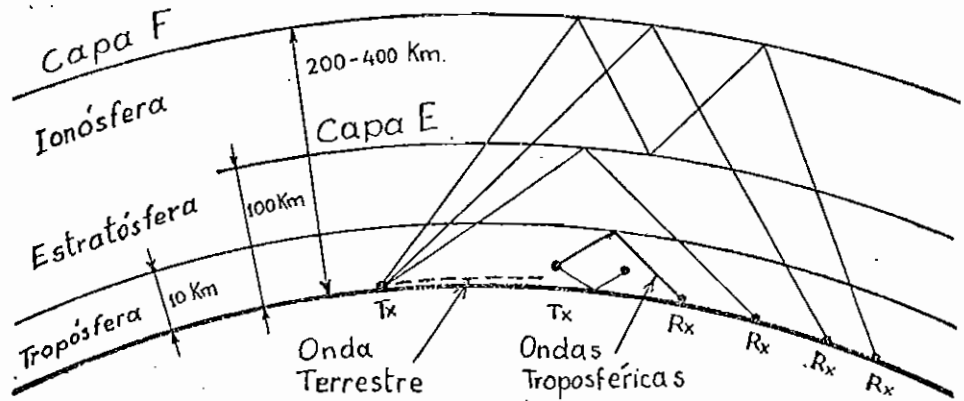


FIGURA 2.1 TRAYECTOS DE PROPAGACION

La onda terrestre puede ser definida como la parte del campo electromagnético recibido en la antena receptora que no ha sido reflejado por la ionósfera o la tropósfera.

Conviene dividir la señal de la onda terrestre en onda espacial y onda superficial.

La onda espacial predomina a gran distancia sobre el suelo mientras que la onda superficial es mayor

cerca del suelo.

La onda espacial está formada por la onda directa y la onda reflejada.

La onda directa sigue un trayecto en línea recta desde el transmisor al receptor.

La onda reflejada llega al receptor después de haber sido reflejada en la superficie de la tierra, como se indica en la figura 2.2.

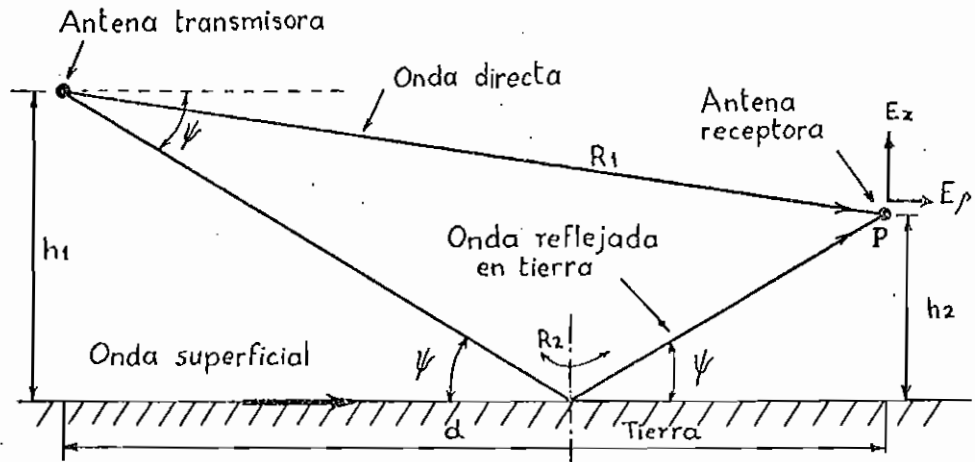


FIGURA 2.2 ONDAS DIRECTA Y REFLEJADA EN TIERRA

## 2.1 Onda superficial: sus características

Onda superficial es la energía electromagnética que se propaga a lo largo de la superficie de la tierra y que por ello sufre modificaciones debido a las irregularidades de la superficie, a la naturaleza y a las constantes eléctricas de la tierra (permeabilidad  $\mu$ , permitividad  $\epsilon$ , conductividad  $\sigma$ ).

Es el principal mecanismo de propagación en la banda de frecuencias bajo 3 MHz. Se caracteriza por su estabilidad de propagación, siendo su atenuación proporcional en razón directa a la frecuencia y a la distancia a la que se propaga, y dependiendo de las constantes eléctricas del suelo que atraviesa.

En la atenuación de la onda superficial, las características del suelo que ejercen mayor influencia son: el contenido de humedad, la temperatura y la naturaleza del suelo. De todas ellas, el contenido de humedad es quizá el principal factor

que determina los parámetros eléctricos.

El campo electromagnético propagado a lo largo de la superficie de la tierra puede ser calculado con un alto grado de precisión, si son conocidos la frecuencia, las constantes de la tierra y la polarización.

En la práctica, la frecuencia y la polarización de la onda son conocidas, pero las constantes de la tierra son una combinación de factores complejos, los cuales en ausencia de mediciones sólo pueden ser estimados.

El problema general de la radiación de una antena vertical sobre una tierra plana que tiene conductividad finita, ha sido resuelto originalmente por Sommerfeld en 1909. (5).

Posteriormente Norton ha reducido las complicadas expresiones de la teoría de Sommerfeld en tal forma que se puedan utilizar en ingeniería.

Según la discusión original de Sommerfeld era po-



sible dividir la intensidad de campo de la onda terrestre en dos partes, una onda espacial y otra superficial.

Según Norton, las expresiones del campo eléctrico sobre la superficie de la tierra plana de conducción finita son de una forma que claramente muestra esta separación de ondas espacial y superficial.

A gran distancia del dipolo, tal que los términos que contienen órdenes superiores de  $1/R_1$  y  $1/R_2$  (véase figura 2.2) pueden despreciarse, se reducen las expresiones para un dipolo vertical sobre la tierra plana a:

$$E_z = j30\beta I dl \left[ \cos^2 \psi \left( \frac{e^{-j\beta R_1}}{R_1} + R_v \frac{e^{-j\beta R_2}}{R_2} \right) + (1 - R_v)(1 - u^2 + u^4 \cos^2 \psi) F \frac{e^{-j\beta R_2}}{R_2} \right] \quad (2-1)$$

$$E_\rho = -j30\beta I dl \left[ \sin \psi \cos \psi \left( \frac{e^{-j\beta R_1}}{R_1} + R_v \frac{e^{-j\beta R_2}}{R_2} \right) - \cos \psi (1 - R_v) u \sqrt{1 - u^2 \cos^2 \psi} F \frac{e^{-j\beta R_2}}{R_2} \left( 1 + \frac{\sin^2 \psi}{2} \right) \right] \quad (2-2)$$

$E_z$  = es la componente z del campo eléctrico

$E_\rho$  = es la componente radial

$R_1$  = Distancia desde el dipolo al punto P (re-

cepción)

$R_2$  = distancia desde la imagen del dipolo al punto P

$R_v$  = coeficiente de reflexión de la onda plana para una polarización vertical

F = es una función de atenuación que depende de las constantes de la tierra y de la distancia al punto de recepción

$\psi$  = ángulo medido desde la tierra hasta la dirección de la onda incidente

También:

$$u^2 = \frac{1}{\epsilon_r - jx} \quad (2-3)$$

donde

$$x = \frac{1,8 \times 10^4 \sigma}{f} = \frac{\sigma}{\omega \epsilon_v} \quad (2-4)$$

$\sigma$  = conductividad de la tierra (mho/m)

$\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_v$  = constante dieléctrica relativa de la tierra

$\epsilon_v$  = constante dieléctrica del vacío

f = frecuencia en megaherzios

$\omega = 2\pi f$

$$\beta = 2\pi/\lambda$$

$$R_v = \frac{(\epsilon_r - jX) \operatorname{sen} \psi - \sqrt{(\epsilon_r - jX) - \cos^2 \psi}}{(\epsilon_r - jX) \operatorname{sen} \psi + \sqrt{(\epsilon_r - jX) - \cos^2 \psi}} \quad (2-5)$$

El examen de las ecuaciones (2-1) y (2-2), muestran que el campo total puede dividirse en dos partes: una "onda espacial" dada por los términos inversos a la distancia, y una "onda superficial" que contiene la función de atenuación F. Combinando (2-1) y (2-2) y separándolas en estos dos tipos de ondas resulta:

$$\begin{aligned} E_{\text{total espacial}} &= E_{\psi}(\text{espacial}) = \sqrt{E_z^2(\text{espacial}) + E_{\rho}^2(\text{espacial})} \\ &= j30\beta I dl \cos \psi \left( \frac{e^{-j\beta R_1}}{R_1} + \frac{R_v e^{-j\beta R_2}}{R_2} \right) \end{aligned} \quad (2-6)$$

$$\begin{aligned} E_{\text{total superficial}} &= j30\beta I dl (1 - R_v) F \frac{e^{-j\beta R_2}}{R_2} \\ &\quad \sqrt{1 - 2u^2 + (\cos^2 \psi) u^2 \left( 1 + \frac{\operatorname{sen}^2 \psi}{2} \right)^2} \end{aligned} \quad (2-7)$$

en las ecuaciones (2-6) y (2-7) se ha prescindido del factor  $u^4$ .

Cuando el dipolo está en la superficie de la tierra la expresión de la parte representativa de la onda superficial de este campo se reduce a

$$E_{\text{superficial}} = j30\beta I dl (1 - R_v) F \left( \frac{e^{-j\beta R}}{R} \right) \left[ \bar{k}(1-u^2) + \bar{r} \cos \psi \left( 1 + \frac{\text{sen}^2 \psi}{2} \right) u \sqrt{1-u^2 \cos^2 \psi} \right] \quad (2-8)$$

En esta expresión R es la distancia desde el dipolo al punto en que se considera el campo ( $R \gg \lambda$ )  $\bar{k}$  y  $\bar{r}$  son vectores unitarios paralelo y perpendicularmente respectivamente al dipolo vertical.

También:

$$F = \left\{ 1 - j\sqrt{\pi\omega} e^{-\omega} \left[ \text{erfc}(j\sqrt{\omega}) \right] \right\} \quad (2-9)$$

$$\text{donde } \omega = \frac{-j\beta R u^2 (1 - u^2 \cos^2 \psi)}{2} \left[ 1 + \frac{\text{sen } \psi}{u \sqrt{1 - u^2 \cos^2 \psi}} \right]^2$$

$$\text{erfc}(j\sqrt{\omega}) = \frac{2}{\sqrt{\omega}} \int_{j\sqrt{\omega}}^{\infty} e^{-v^2} dv$$

Para distancias del orden de unas pocas longitudes de onda del dipolo, F tiene un valor casi igual a la unidad, tendiendo a ella al tender R a cero.

Haciendo  $F = 1$  en la ecuación (2-8), es posible

valorar y trazar lo que se denomina "onda superficial no atenuada".

La figura 2.3 muestra el diagrama de radiación vertical de un dipolo situado en la superficie de una tierra de conductividad finita, en ella se indica la onda superficial no atenuada para dos valores del parámetro  $n = \alpha/\epsilon_r$  que tiene en cuenta la frecuencia, conductividad de la tierra y constante dieléctrica relativa.

En bajas frecuencias, con buena conductividad de la tierra y con un valor promedio de  $\epsilon_r = 15$  tal que  $n = 100$ , la onda superficial no atenuada es muy pequeña, excepto para ángulos que la hacen casi razante ( $\psi \approx 0$ ). Para  $\psi = 0$  tiene el valor de 2.

Para este mismo ángulo, la onda espacial es siempre cero porque las ondas directa y reflejada en el suelo se anulan entre si.

En frecuencias algo elevadas, bajo valor de conduc-

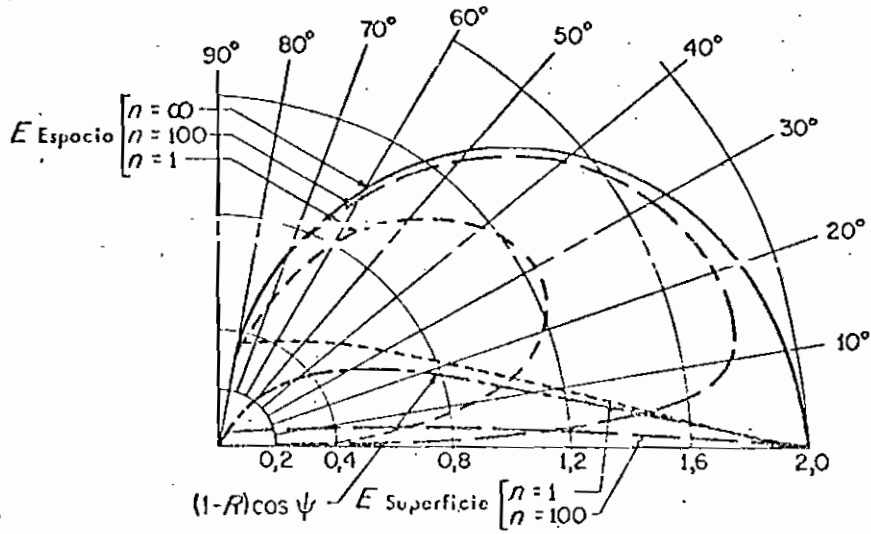


FIG. 2.3 Diagrama de radiación vertical de un dipolo vertical en la superficie de una tierra de conductividad finita. El parámetro  $n = x/\epsilon_r$ , y el valor  $\epsilon_r = 15$  son los empleados. Se indican, tanto la onda espacial y superficial, ambas sin atenuar.

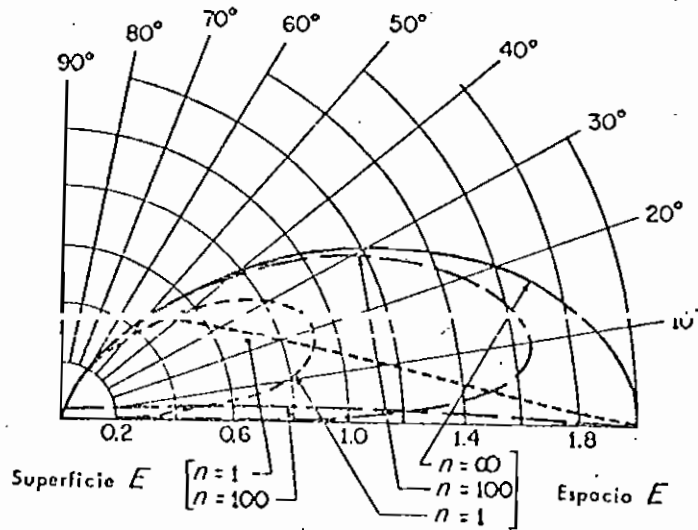


FIG. 2.4 Diagrama de radiación vertical de un dipolo vertical situado un cuarto de onda sobre el suelo de conductividad finita.  $n = x/\epsilon_r$ , y  $\epsilon_r = 15$ .

tividad de la tierra y con un valor promedio de  $\epsilon_r = 15$  tal que  $n = 1$ , la onda superficial no atenuada tiene un valor de 2 para  $\psi = 0$ , pero también tiene un valor apreciable para ángulos elevados. Sin embargo esta onda se atenúa rápidamente con la distancia a causa del factor F.

La curva  $n = \infty$  representa el caso de una tierra perfectamente conductora.

La figura 2.4 muestra el diagrama de radiación vertical de un dipolo vertical situado un cuarto de la longitud de onda sobre el suelo.

En la superficie de la tierra ( $\psi = 0$ ) el valor absoluto de F ha sido valorado y se denomina "factor de atenuación de la onda de tierra", se designa por el símbolo A.

Es decir para  $\psi = 0$

$$\begin{aligned} A &= |F| \\ &= |1 - j\sqrt{\pi\omega} e^{-\omega} \operatorname{erfc}(j\sqrt{\omega})|_{\psi=0} \quad (2-10) \\ &= |1 - j\sqrt{\pi\rho_1} e^{-\rho_1} \operatorname{erfc}(j\sqrt{\rho_1})| \end{aligned}$$

donde

$P_1$  es el valor de  $\omega$  para el ángulo  $\psi = 0$ . En general, es una cantidad compleja que puede escribirse:

$$\omega|_{\psi=0} = p_1 = p e^{jb} \quad (2-11)$$

$p$  se denomina "distancia numérica" y

$b$  es la "constante de fase"

Valorando  $\omega$  para  $\psi = 0$  resulta que (para polarización vertical)

$$p = \frac{\pi R}{x\lambda} \frac{\cos^2 b''}{\cos b'} \cong \frac{\pi R}{\lambda x} \cos b \quad (2-12)$$

$$b = (2b'' - b') \cong \tan^{-1} \frac{\epsilon_r + 1}{x} \quad (2-13)$$

donde

$$b'' = \tan^{-1} \frac{\epsilon_r}{x}$$

$$b' = \tan^{-1} \frac{\epsilon_r - \cos^2 \psi}{x} \cong \tan^{-1} \frac{\epsilon_r - 1}{x}$$

$R$  = distancia entre el transmisor y el receptor.

### 2.1.1 Factor de atenuación de la onda de tierra

Del análisis de la ecuación (2-10) podemos decir



que el factor de atenuación "A" de la onda de tierra, es función de la distancia numérica p y constante fase b como se muestra en la figura 2.5.

La distancia numérica depende de la frecuencia y constantes de la tierra, así como de la distancia real del transmisor. Es proporcional a la distancia y al cuadrado de la frecuencia, y varía casi inversamente a la conductividad de la tierra.

$$p \cong \frac{\pi R}{\lambda X} \cos b = \frac{2\pi^2 R f^2 \epsilon_r}{c \cdot \sigma} \cos b \quad (2-14)$$

La constante de fase b es una medida del ángulo del factor de potencia de la tierra, el verdadero ángulo factor de potencia es  $b'' = \tan^{-1} (\epsilon_r/x)$ . Cuando las constantes de la tierra y la frecuencia son tales que  $x \gg \epsilon_r$ , el ángulo del factor de potencia será casi cero y la tierra será principalmente resistiva. Cuando se tenga la condición  $\epsilon_r \gg x$  la tierra será reactiva. Se notará que la misma tierra, que actúa como conductor en frecuencias muy bajas, actúa como dieléctrico con pocas pérdidas en frecuencias muy elevadas.

De tal manera que el factor de atenuación "A" es

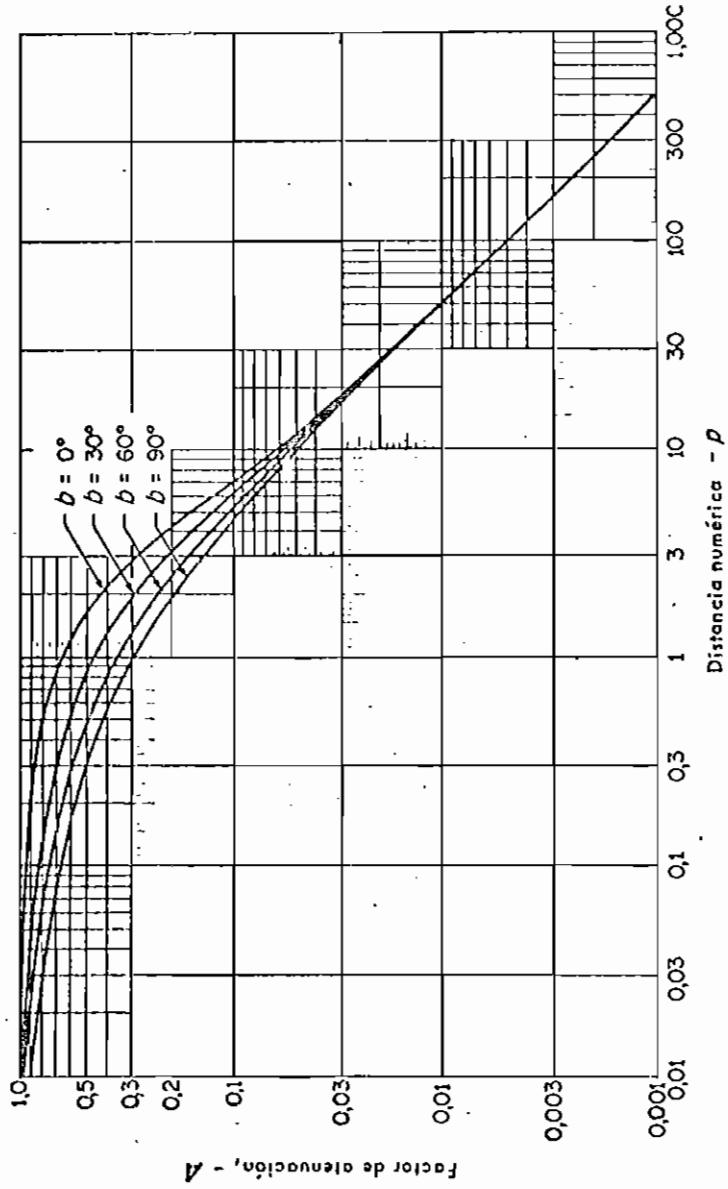


Figura 2.5 Factor de atenuación de una onda de tierra.

función de la frecuencia de la señal, de la conductividad y constante dieléctrica del suelo por el que se propaga la señal y la distancia real al transmisor. Podemos decir que en rango de frecuencias de radiodifusión por ondas medias (535-1605 kHz), en el rango alto y con baja conductividad del suelo la atenuación de la onda es considerable, mientras que en el rango bajo y alta conductividad del suelo la atenuación es menor en un mismo punto de medición.

El factor de atenuación "A" puede representarse también de un modo aproximado por las fórmulas empíricas siguientes:

Para  $b < 5$  grados

$$A_1 \cong \frac{2 + 0,3p}{2 + p + 0,6p^2} \quad (2-15)$$

Para todo valor de b,

$$A \cong A_1 - \operatorname{sen} b \sqrt{\frac{p}{2}} e^{-(5/8)p} \quad (2-16)$$

Para  $b < 5$  grados y  $p < 4,5$  ( es decir para una distancia numérica corta).

$$A \cong e^{-0,43p + 0,01p^2} \quad (2-17)$$

Esta relación muestra que "A" varía exponencialmente con p para distancias numéricas cortas.

Para  $b < 5$  grados y  $p \geq 4,5$

$$A \cong \frac{1}{2p - 3,7} \quad (2-18)$$

Esta relación muestra que a grandes distancias numéricas el factor de atenuación "A" es inversamente proporcional a distancia numérica p.

Esto significa que a grandes distancias numéricas la intensidad de campo producida por la onda de superficie variará inversamente al cuadrado de la distancia real al transmisor, como se expresa en la ecuación de Sommerfeld:

$$E_1 = \frac{E_0}{R} A \quad (2-19)$$

donde

$E_1$  = intensidad de campo recibida en mV/m

$E_0$  = intensidad de campo sin atenuación



la unidad de distancia (1 km del transmisor)  
en mV/m

R = distancia real al transmisor en kilómetros

A = factor de atenuación.

En la banda de ondas hectométricas, el factor más importante de la atenuación producida por el suelo es la conductividad; la constante dieléctrica se puede considerar constante, aunque aumenta mucho en frecuencias superiores a 1.5 MHz.

Para simplificar los cálculos al determinar la intensidad de campo de la onda superficial a una distancia dada al transmisor, se puede utilizar las curvas de atenuación en función de " p " y " b " mostradas en la figura 2.5

Obtenido el valor de A, se multiplica éste por el valor de la intensidad de campo en espacio libre para esa distancia y se tiene la intensidad de campo de la onda bajo la influencia de las constantes de la tierra.

La intensidad de campo en espacio libre a cierta

distancia del transmisor en una dirección dada se calcula mediante la relación siguiente:

$$E = \frac{\sqrt{30 P}}{R} \quad (2-20)$$

Siendo:

- E = la intensidad de campo en espacio libre en volt/m
- P = la potencia isótropa radiada equivalente en vatios
- R = la distancia al transmisor en metros

## 2.2 Constantes eléctricas de la tierra

El número, disposición y comportamiento de las partículas de un medio puede afectar apreciablemente los campos eléctricos y magnéticos y sus corrientes asociadas. (7) Cap. 6.

Las relaciones concernientes al medio en el que existe el campo electromagnético son:

$$\bar{D} = \epsilon \bar{E} \quad (2-21)$$

$$\bar{B} = \mu \bar{H} \quad (2-22)$$

$$\bar{J} = \sigma \bar{E} \quad (2-23)$$

en las que  $\epsilon$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$ , son respectivamente la permitividad, la permeabilidad y conductividad del medio que se supone ser homogéneo, isotrópico y exento de generadores (5) Cap. 5.

$\bar{E}$  = intensidad de campo eléctrico (voltios/metro)

$\bar{H}$  = intensidad de campo magnético (Amp/metro)

$\bar{D}$  = densidad de flujo eléctrico o densidad de desplazamiento eléctrico (Coul/metro<sup>2</sup>)

$\bar{B}$  = densidad de flujo magnético (Web/metro<sup>2</sup>)

$\bar{J}$  = densidad de corriente de conducción (Amp/metro<sup>2</sup>)

#### Permitividad

En un medio homogéneo las cantidades eléctricas  $\bar{D}$  y  $\bar{E}$  están relacionadas por la ecuación (2-21), siendo  $\epsilon$  la permitividad o constante dieléctrica del medio. Tiene por dimensiones faradio/metro. La permitividad del vacío es:

$$\epsilon_v = 8,854 \times 10^{-12} \approx \frac{1}{36 \pi \times 10^9} \quad \text{Fard/m.}$$

La permitividad de un medio puede escribirse  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_v$  siendo  $\epsilon_r$  una constante sin dimensiones conocida como permitividad relativa del medio.

La permitividad podemos definirla como el índice de desplazamiento de la onda electromagnética en el medio.

#### Permeabilidad

La densidad de flujo magnético y la intensidad del campo magnético están relacionadas por  $\bar{B} = \mu \bar{H}$ , siendo  $\mu$  la permeabilidad magnética del medio. Tiene por dimensiones Henrio/metro. La permeabilidad de un medio puede escribirse así:

$\mu = \mu_r \mu_v$ , siendo  $\mu_r$  la permeabilidad relativa del medio y  $\mu_v$  la permeabilidad absoluta del vacío que tiene el valor de  $4\pi \times 10^7$  Henrios/metro.

Tanto para el aire como para la mayoría de los materiales la permeabilidad es prácticamente la uni-



dad <sup>1</sup>. (5 ) Cap. 3.

### Conductividad

La conductividad de un medio es la recíproca de la resistividad. Su unidad es Siemens/metro.

Al respecto, la nomenclatura fue alterada al reemplazar el término mho con el de SIEMENS (en honor a SIEMENS). Por tanto la unidad usual de la conductividad es el milisiemens por metro abreviado mS/m. (8) , (9).

La conductividad podemos definirla también como la característica que evalúa la facilidad del medio

---

1. Para sustancias paramagnéticas es ligeramente mayor que la unidad, así para el aire es 1,00000038 y para el aluminio es 1,000023. Para sustancias diamagnéticas es ligeramente inferior a la unidad para el cobre es  $1-8,8 \times 10^{-6}$ ; para el agua  $1-9,0 \times 10^{-6}$ . Sin embargo, para una clase excepcional de materiales (hierro y ciertas aleaciones) conocidas como materiales ferromagnéticos la permeabilidad relativa puede alcanzar las centenas e incluso los millares.

La conductividad podemos definirla también como la característica que evalúa la facilidad del medio para permitir el paso de una onda electromagnética.

En los problemas de propagación, podemos considerar que la permeabilidad relativa es normalmente igual a la unidad, por lo tanto solo intervienen la constante dieléctrica y la conductividad.

Considerada la tierra como un reflector imperfecto, se comporta como un dieléctrico que conduce parcialmente. Así las constantes eléctricas de la superficie de la tierra pueden ser expresadas en términos de la permitividad  $\epsilon$  y la conductividad  $\sigma$  (4) Cap. 6.

Una de las ecuaciones de Maxwell dice

$$\nabla \times \bar{H} = \bar{J} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} \quad (2-24)$$

Conocido (2-21) y (2-23), reemplazando en (2-24) se obtiene

$$\nabla \times \bar{H} = \epsilon \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} + \sigma \bar{E} \quad (2-25)$$

Para una variación sinusoidal del tiempo

$$\bar{E} = \bar{E}_0 \cdot e^{j\omega t}$$

Entonces (2-25) se convierte en

$$\nabla \times \bar{H} = \left( \epsilon + \frac{\sigma}{j\omega} \right) \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} = \epsilon' \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} \quad (2-26)$$

Entonces se puede decir que para un dieléctrico imperfecto

$$\nabla \times \bar{H} = \epsilon' \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}$$

donde  $\epsilon' = \epsilon + (\sigma/j\omega)$  conocido como permitividad compleja del medio y que se tomará en cuenta en el estudio de propagación de la onda reflejada y onda de superficie (o guiada por la tierra).

En los cálculos es conveniente utilizar la permitividad compleja relativa  $\epsilon'_r$

$$\epsilon'_r = \frac{\epsilon'}{\epsilon_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} - j \frac{\sigma}{\omega \epsilon_0}$$
$$\epsilon'_r = \epsilon_r - j 18 \times 10^3 \sigma / f = \epsilon_r - j 60 \sigma \lambda$$

donde

$\epsilon_r$  = permitividad relativa del medio

$\lambda$  = longitud de onda en metros

$\sigma$  = conductividad del medio en Siemens por metro

$f$  = frecuencia en megahertz

Conviene advertir que las densidades de las corrientes de desplazamiento y conducción guardan entre sí la misma relación que  $\epsilon_r$  y  $60 \sigma \lambda$ .

La importancia relativa de la conductividad y constante dieléctrica, dependen de la frecuencia de emisión, aunque los valores de  $\sigma$  y  $\epsilon$  tienden a variar conjuntamente, se puede decir que para frecuencias de onda media el factor determinante es la conductividad, mientras que en altas frecuencias la importancia de  $\sigma$  y  $\epsilon$  son iguales y en frecuencias de micro ondas la constante dieléctrica es el factor predominante y la conductividad es prácticamente despreciable. (2).

En la mayoría de los casos se determina las constantes de la tierra por mediciones apropiadas.

El conocimiento de los valores de las constantes de la tierra son de mucha importancia en la planificación de redes de telecomunicaciones y de radio-difusión.

En la tabla 2.1 se señalan ciertos valores de las constantes de la tierra para algunas superficies comunes (4) Cap. C

(Los valores indicados son tan solo una referencia)

TABLA 2.1

Tipo de superficie	Permitividad Relativa $\epsilon_r$	Conductividad $\sigma$ (S/m)
Agua salada	80	3 - 5
Agua fresca	80	$10^{-2}$ - $10^{-3}$
Tierra húmeda	10 - 30	$10^{-2}$ - $10^{-3}$
Tierra seca	3 - 5	$10^{-2}$ - $10^{-4}$
Tierra rocosa	7	$10^{-3}$
Tierra agrícola	15 - 20	$10^{-2}$ - $10^{-3}$

Tipos de superficie	Permitividad Relativa $\epsilon_r$	Conductividad $\sigma$ (S/m)
Tierra montañosa (hasta 300 m)	12	$10^{-2} - 10^{-3}$
Tierra montañosa (hasta 1000 m)	4 - 7	$10^{-3} - 10^{-4}$
Ciudades	3 - 5	$10^{-2} - 10^{-3}$

### 2.2.1 Factores que influyen en el valor de las constantes del suelo

El valor equivalente de las constantes del suelo depende no solamente de la naturaleza del suelo, sino también de su grado de humedad y de su temperatura. Los demás factores que intervienen son la frecuencia, la estructura geológica general del terreno y el grado de penetración efectivo. También es necesario tener en cuenta la absorción de energía por la vegetación, edificios y demás obstáculos existentes en la superficie del suelo, depresiones y elevaciones. (2).

#### 2.2.1.1 Naturaleza del suelo

Aún cuando las numerosas mediciones efectuadas han permitido establecer que las constantes varían según la naturaleza del suelo, es probable que esta variación no se deba tanto a la composición química del suelo como a sus propiedades de absorción y de retención de la humedad.

#### 2.2.1.2 Grado de humedad

Es muy probable que el grado de humedad del suelo sea el parámetro que más influye en el valor de sus constantes eléctricas. Las mediciones efectuadas en laboratorio han demostrado que, aumentando el grado de humedad a partir de un pequeño valor, las constantes aumentan rápidamente y van alcanzando sus valores máximos a medida que el grado de humedad se aproxima al valor de los que normalmente existen en los suelos reales correspondientes.

#### 2.2.1.3 Temperatura

Mediciones de laboratorio de las constantes del

suelo han demostrado que, en frecuencias bajas, la variación de la conductividad con la temperatura es del orden del 2% por grado centígrado; en cambio, la variación de la constante dieléctrica es despreciable. Cuando se alcanza el punto de congelación, se produce generalmente una disminución considerable en ambas constantes.

#### 2.2.1.4 Frecuencia

Las mediciones de laboratorio efectuadas con distintos tipos de suelo han demostrado que hay una variación de las constantes con la frecuencia que depende en gran medida de su grado de humedad.

#### 2.2.1.5 Estructura geológica general

Generalmente, los terrenos por encima de los cuales se efectúa la propagación, no son homogéneos; por consiguiente, las constantes efectivas dependen de varios tipos de suelos distintos. Por ello importa conocer exactamente la estructura geológica general de la región que se estudia.



#### 2.2.1.6 Absorción de la energía por los objetos situados en la superficie de la tierra

Los objetos que se encuentran en la superficie de la tierra no influyen directamente en el valor de las constantes del suelo, pero pueden contribuir en gran medida a la atenuación de las ondas de superficie, los efectos de esas pérdidas de energía pueden tenerse en cuenta empleando valores convenientemente modificados de las constantes del suelo en los cálculos de propagación.

#### 2.2.1.7 Penetración de las ondas

La medida en que las capas inferiores del suelo influyen en el valor de sus constantes eléctricas dependen de la profundidad de penetración de energía radioléctrica,  $\delta$ , que se define como la profundidad a la que la intensidad de la onda se ha atenuado hasta un valor  $1/e$  (o sea, un 37%) de su valor en la superficie.

En la figura 2.6 se da la profundidad de penetra-

ción en función de la frecuencia, para diferentes tipos de suelo y agua. En la figura 2.7 se da la permitividad  $\epsilon$  y conductividad  $\sigma$ , en función de la frecuencia.

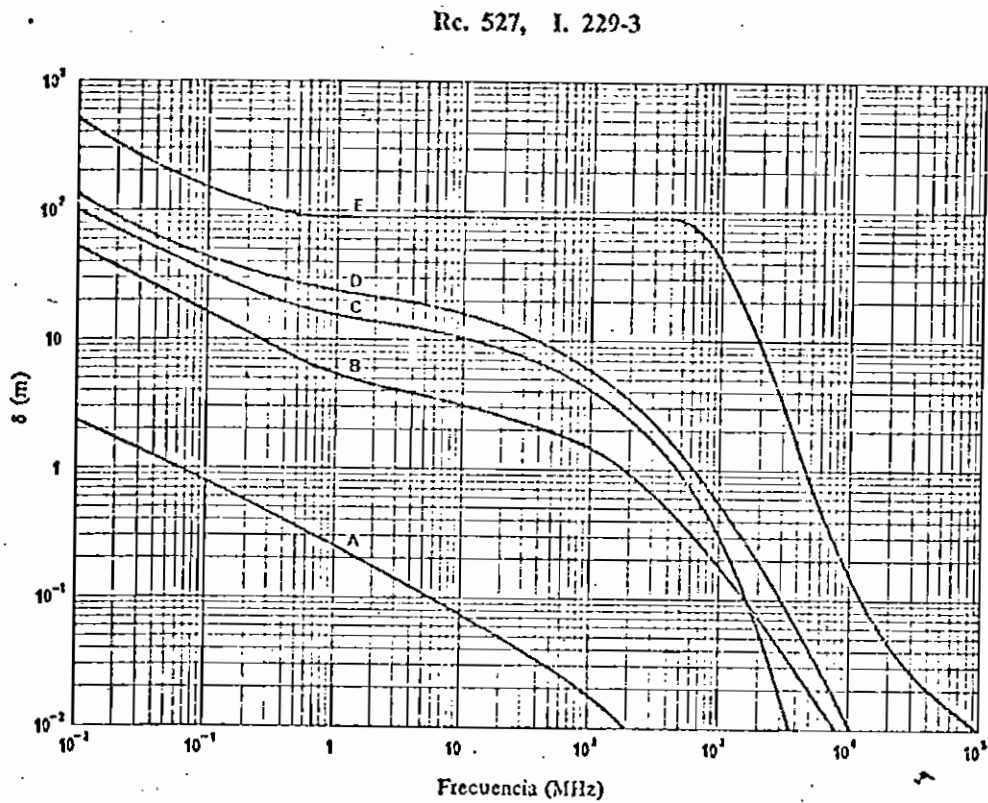


FIGURA 2.6 Distancia de penetración  $\delta$  en función de la frecuencia

- |     |                          |     |                    |
|-----|--------------------------|-----|--------------------|
| A : | Agua salada, -20°C       | E : | Suelo muy seco     |
| B : | Suelo húmedo             | F : | Agua pura, 20°C    |
| C : | Agua dulce 20°C          | G : | Hielo (agua dulce) |
| D : | Suelo moderadamente seco |     |                    |

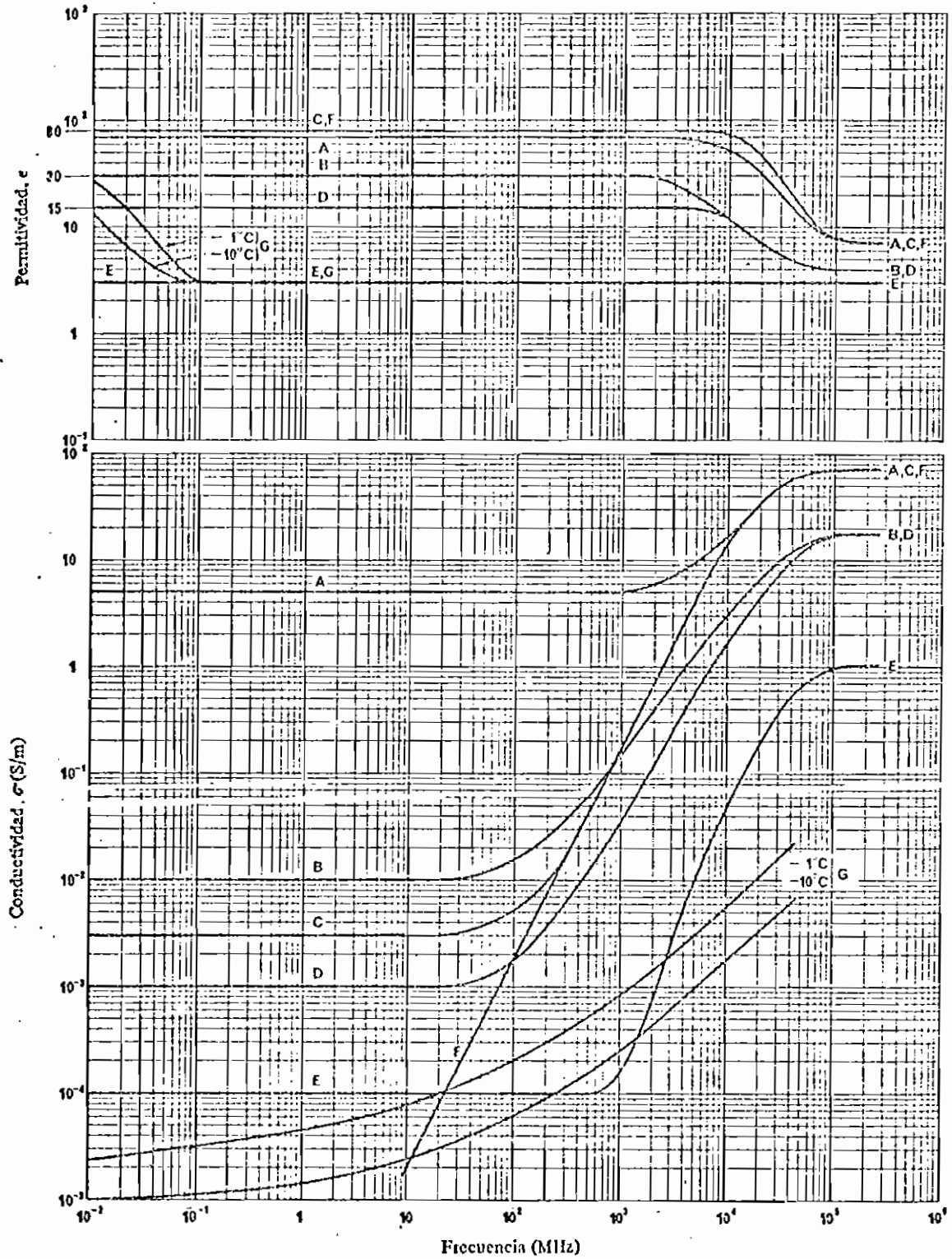


FIGURA 2.7 Permittividad  $\epsilon$  y conductividad  $\sigma$ , en función de la frecuencia

2.3 Métodos para determinar la conductividad de la tierra

2.3.1 Inclínación del campo eléctrico de la onda superficial

Cuando se supone un suelo ideal, la onda de superficie, que en frecuencias medias y bajas es por lo común de polarización vertical, se mantiene así a cualquier distancia de la antena. Pero en los casos reales de propagación sobre suelos de conductividad finita aparece una componente radial del campo eléctrico. Esto significa que el frente de onda sufre una inclinación cuya magnitud resulta función de las características eléctricas  $\epsilon_r$  y  $\sigma$  del suelo sobre el cual viaja la onda. Esta inclinación está definida por la expresión:

$$W_i = \frac{E_h}{E_v}$$

Donde

$E_h$  = componente horizontal del campo eléctrico

$E_v$  = componente vertical del campo eléctrico

En la figura 2.8 se indica esquemáticamente la inclinación de la onda.

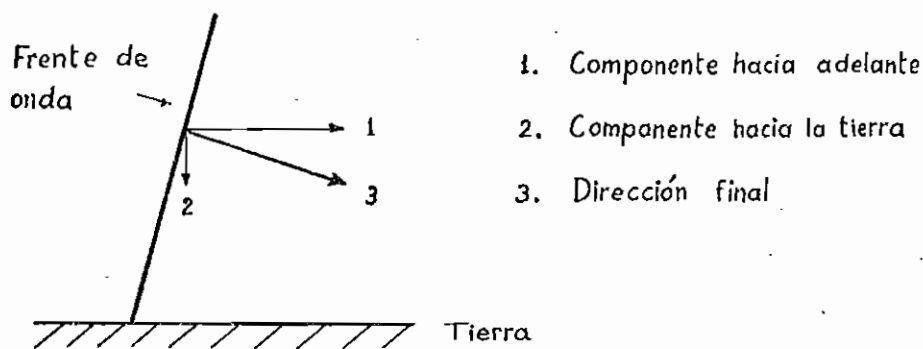


FIGURA 2.8

Entonces es posible deducir las constantes de la tierra partiendo del conocimiento de la inclinación del frente de onda.

El método de la inclinación del campo eléctrico de las ondas se basa en el principio de que las pérdidas en la superficie del suelo originan un débil componente radial del vector del campo eléctrico. En general, este campo describe una elipse y el eje mayor de la elipse está inclinado ha-

cia adelante debido al flujo de potencia que penetra en el suelo. Este método exige una medida precisa de la relación de los ejes y de la inclinación de la elipse hacia adelante, mediante un dipolo giratorio. Cuando la superficie del suelo no es horizontal, conviene medir el ángulo de inclinación hacia adelante con relación a la normal a la superficie y no con relación a la vertical. Se ha indicado que este método, adecuadamente empleado, permite medir las constantes del suelo en una gama de frecuencias que va de 100 kHz. a 40 MHz. [2]

El método de inclinación de las ondas se ha empleado con éxito para medir las inhomogeneidades de la superficie terrestre en sentido horizontal. A veces se cometen errores cuando se hacen las mediciones a proximidad de regiones caracterizadas por importantes gradientes horizontales de conductividad, como en el caso de la transición de la tierra al mar o de un terreno árido a uno de marismas.

Sin embargo para realizar las mediciones es indispensable adoptar precauciones para limitar la in-

fluencia de las personas que realizan el trabajo, por lo que conviene que los aparatos sean operados a distancia, cosa que complica la instrumentación.

Sobre este método y su metodología no se ha realizado un estudio completo todavía por lo que conviene investigarlo.

En el análisis teórico de la inclinación del frente de onda, JORDAN BALMAIN (5) trata este tópico desde el punto de vista de la "impedancia superficial".

Se menciona que en el caso donde la profundidad de penetración de corriente es comparable con la fracción de la longitud de onda, la impedancia superficial ( $Z_s$ ) de la tierra está dada aproximadamente por:

$$Z_s = \sqrt{\frac{\omega \mu}{\sigma^2 + \omega^2 \epsilon^2}} \quad \left| \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{\sigma}{\omega \epsilon} \right. \quad (2-28)$$

donde

$$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_v$$

siendo  $\sigma$ ,  $\mu$  y  $\epsilon$  respectivamente, la conductividad, permeabilidad y permitividad de la tierra. La componente horizontal del campo eléctrico será:  $E_h = J_s \cdot Z_s$  y la intensidad del campo vertical será aproximadamente:  $E_v = H \eta_v$ , de manera que la razón entre estos campos será:

$$\frac{E_h}{E_v} = \frac{J_s \cdot Z_s}{H \eta_v} = \frac{Z_s}{\eta_v}$$

$\eta_v =$  impedancia de onda en el espacio libre

$$\frac{E_h}{E_v} = \frac{1}{377} \sqrt{\frac{\omega \mu}{\sigma^2 + \omega^2 \epsilon^2}} \left| \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{\sigma}{\omega \epsilon} \right| \quad (2-29)$$

La polarización elíptica del campo en la superficie terrestre se indica en la figura 2.9, en la cual  $\epsilon_r = 5$  y  $X$  toma varios valores



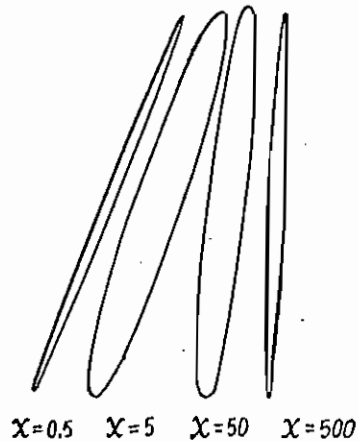


FIGURA 2.9

Polarización elíptica del vector eléctrico en la superficie del suelo para  $\epsilon_r = 5$  y varios valores de  $X$ .

En el caso de  $X = 50$  es para el rango de frecuencias de radiodifusión.

Para la determinación de los valores de  $\epsilon_r$  y  $\sigma$  utilizando la característica de la inclinación de la onda, se necesitan los siguientes elementos de la elipse de polarización:

- 1) La relación de los ejes mayor y menor de la elipse:  $K = a/b$

siendo  $a$  = longitud del eje mayor, y

$b$  = longitud del eje menor.

- 2) El ángulo  $\theta$  entre la línea vertical y el eje mayor. (ver figura 2.10).

Para la medición de estos dos elementos, se puede utilizar un equipo receptor portátil de radio, debidamente blindado y previsto con una antena corta y giratoria. El campo producido por un transmisor situado a una distancia de 10-15 Km puede servir para las mediciones deseadas.

Para el cálculo de las constantes de la tierra se pueden utilizar las siguientes expresiones: (4)

$$\epsilon_r = K^2 = \left[ \frac{t}{\text{sen } b/2} \right]^2 \quad (2-30)$$

$$\theta = \cos (b/2) \quad (2-31)$$

$$\sigma = \frac{\epsilon_r}{60\lambda} \cdot \tan (b/2) \quad (2-32)$$

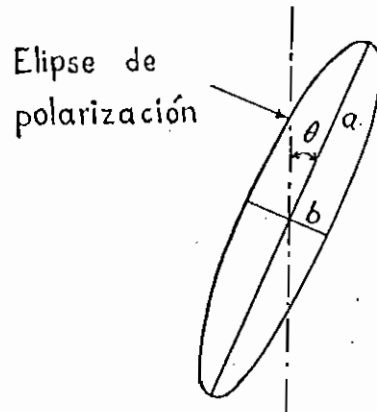


FIGURA 2.10

También el ángulo de inclinación del frente de onda  $\theta$  con respecto a la normal está dado por:  
(10).

$$\tan \theta = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r^2 + (60\lambda\sigma)^2}} \quad (2-33)$$

### 2.3.2 Atenuación del campo eléctrico de la onda superficial

Las intensidades de campo de la onda de superficie, para una potencia radiada y distancia real al transmisor dadas, son función del tipo de suelo por sobre el que se propaga la onda.

Entonces conociendo las constantes eléctricas de los suelos y en base a ellas, se determinan las intensidades de campo.

En la práctica, para la determinación de esa intensidad de campo, se hace uso de curvas trazadas en base al método de Van Der Pol y Bremmer (6), ahora ajustado al uso de computadores utilizando las ecuaciones del segundo (Bremmer 1948). Figura 2.11. El programa desarrollado para el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (C.C.I.R) (Joachin et al; 1973) para diferentes conductividades y distancias, y para la frecuencia de transmisión utilizada, ha permitido no sólo verificar los trazados anteriores, sino también contar con un medio apto para repetir los cálculos en cualquier momento y ampliar los pares de valores de constantes del suelo con que es posible trabajar.

Las mismas curvas pueden ser utilizadas también para deducir los valores de las constantes del suelo.

§ 1 FORMULAE FOR NUMERICAL COMPUTATIONS

(1) *Transmitter and receiver on the earth, at a distance for which, approximately,  $D_{km} > 5 \lambda_m^{1/2}$*

$$E = \frac{752.0}{D_{km}} \sqrt{\chi} \left| \sum_{s=0}^{\infty} \frac{e^{i\tau_s \chi}}{2\tau_s - 1/\delta_e^2} \right| \text{ mV/m,} \quad (\text{IV, 1})$$

where

$$\chi = 0.0537 \frac{D_{km}}{\lambda_m^{1/2}}. \quad (\text{III, 31})$$

$$\delta_e = K_e e^{i(135^\circ - \psi_e)}, \quad (\text{III, 29})$$

$$K_e = 0.002924 \lambda_m^{1/2} \frac{\sqrt{\epsilon^2 + 36 \cdot 10^{24} \sigma_e^2 \lambda_m^2}}{\sqrt{(\epsilon - 1)^2 + 36 \cdot 10^{24} \sigma_e^2 \lambda_m^2}}. \quad (\text{III, 22})$$

$$\psi_e = \arctan \left( \frac{\epsilon}{6 \cdot 10^{12} \sigma_e \lambda_m} \right) - \frac{1}{2} \arctan \left( \frac{\epsilon - 1}{6 \cdot 10^{12} \sigma_e \lambda_m} \right). \quad (\text{III, 22})$$

The values of  $\tau_s$  follow from ( $\tau_s = \text{Re } \tau_s + i \text{Im } \tau_s$ )

(a)  $K_e$  small:

$$\begin{aligned} \text{Im } \tau_0 &= 1.607 - K_e \sin(45^\circ + \psi_e) - 1.237 K_e^3 \sin(75^\circ + 3\psi_e) + \\ &\quad + \frac{1}{2} K_e^5 \sin(4\psi_e) - 2.755 K_e^7 \sin(75^\circ - 5\psi_e) \dots \\ \text{Im } \tau_1 &= 2.810 - K_e \sin(45^\circ + \psi_e) - 2.163 K_e^3 \sin(75^\circ + 3\psi_e) + \\ &\quad + \frac{1}{2} K_e^5 \sin(4\psi_e) - 8.422 K_e^7 \sin(75^\circ - 5\psi_e) \dots \\ \text{Im } \tau_2 &= 3.795 - K_e \sin(45^\circ + \psi_e) - 2.921 K_e^3 \sin(75^\circ + 3\psi_e) + \\ &\quad + \frac{1}{2} K_e^5 \sin(4\psi_e) - 15.36 K_e^7 \sin(75^\circ - 5\psi_e) \dots \\ \text{Im } \tau_s &\sim 1.932 (s + 3/4)^2 - K_e \sin(45^\circ + \psi_e) \dots \quad (s > 2) \\ \text{Re } \tau_0 &= 0.928 + K_e \cos(45^\circ + \psi_e) + 1.237 K_e^3 \cos(75^\circ + 3\psi_e) - \\ &\quad - \frac{1}{2} K_e^5 \cos(4\psi_e) - 2.755 K_e^7 \cos(75^\circ - 5\psi_e) \dots \\ \text{Re } \tau_1 &= 1.622 + K_e \cos(45^\circ + \psi_e) + 2.163 K_e^3 \cos(75^\circ + 3\psi_e) - \\ &\quad - \frac{1}{2} K_e^5 \cos(4\psi_e) - 8.422 K_e^7 \cos(75^\circ - 5\psi_e) \dots \\ \text{Re } \tau_2 &= 2.191 + K_e \cos(45^\circ + \psi_e) + 2.921 K_e^3 \cos(75^\circ + 3\psi_e) - \\ &\quad - \frac{1}{2} K_e^5 \cos(4\psi_e) - 15.36 K_e^7 \cos(75^\circ - 5\psi_e) \dots \\ \text{Re } \tau_s &\sim 1.116 (s + 3/4)^2 + K_e \cos(45^\circ + \psi_e) \dots \quad (s > 2) \end{aligned} \quad (\text{III, 27})$$

FIGURA 2.11

Entonces, el método consiste en medir la atenuación de una onda de superficie en función de la distancia mediante mediciones de intensidad de campo y de allí deducir la conductividad del suelo comparando los resultados de las mediciones, con las curvas de propagación de la onda basadas en teorías rigurosas o en métodos semiempíricos aceptables para el caso considerado. Este método es aplicable a todas las frecuencias. (2).

Los factores que inducen a adoptarlo son: por un lado, la posibilidad de aprovechar emisiones de estaciones existentes que cubren bien cualquier región del país y por otro lado la posibilidad de disponer no solo del instrumental adecuado, sino del personal capacitado para operarlo en campaña.

El método permite cubrir amplias zonas con rapidez aceptable, cosa que es importante cuando se trata de estudiar un territorio extenso.

A continuación se indican algunas de las curvas de propagación de la onda de superficie, que po-

drían ser utilizadas para comparación con los resultados experimentales que se obtengan por mediciones de la atenuación de la onda, para deducir de ellas, la conductividad del suelo asumiendo un valor constante de permitividad relativa.

En 1909 A. Sommerfeld encontró la solución del problema de la propagación de ondas radioeléctricas sobre una superficie de conductividad finita. Posteriormente B. Vander Pol, H. Bremmer, K. A. Norton y otros refinaron la solución de Sommerfeld, a fin de tomar en cuenta otros factores tales como la esfericidad de la tierra, la refracción en la atmósfera y las grandes distancias. (5).

En particular K. A. Norton efectuó los cálculos que permitieron la presentación en forma práctica y conveniente de los gráficos de la FCC. (Federal Communications Commission). ver figuras: 2.12, 2.13 y 2.14 que corresponden a los rangos de frecuencias: 720-760 kHz; 920-960 kHz y 1250-1330 kHz respectivamente. (11).

Estas curvas se establecen con las siguientes hi-

MILES FROM ANTENNA

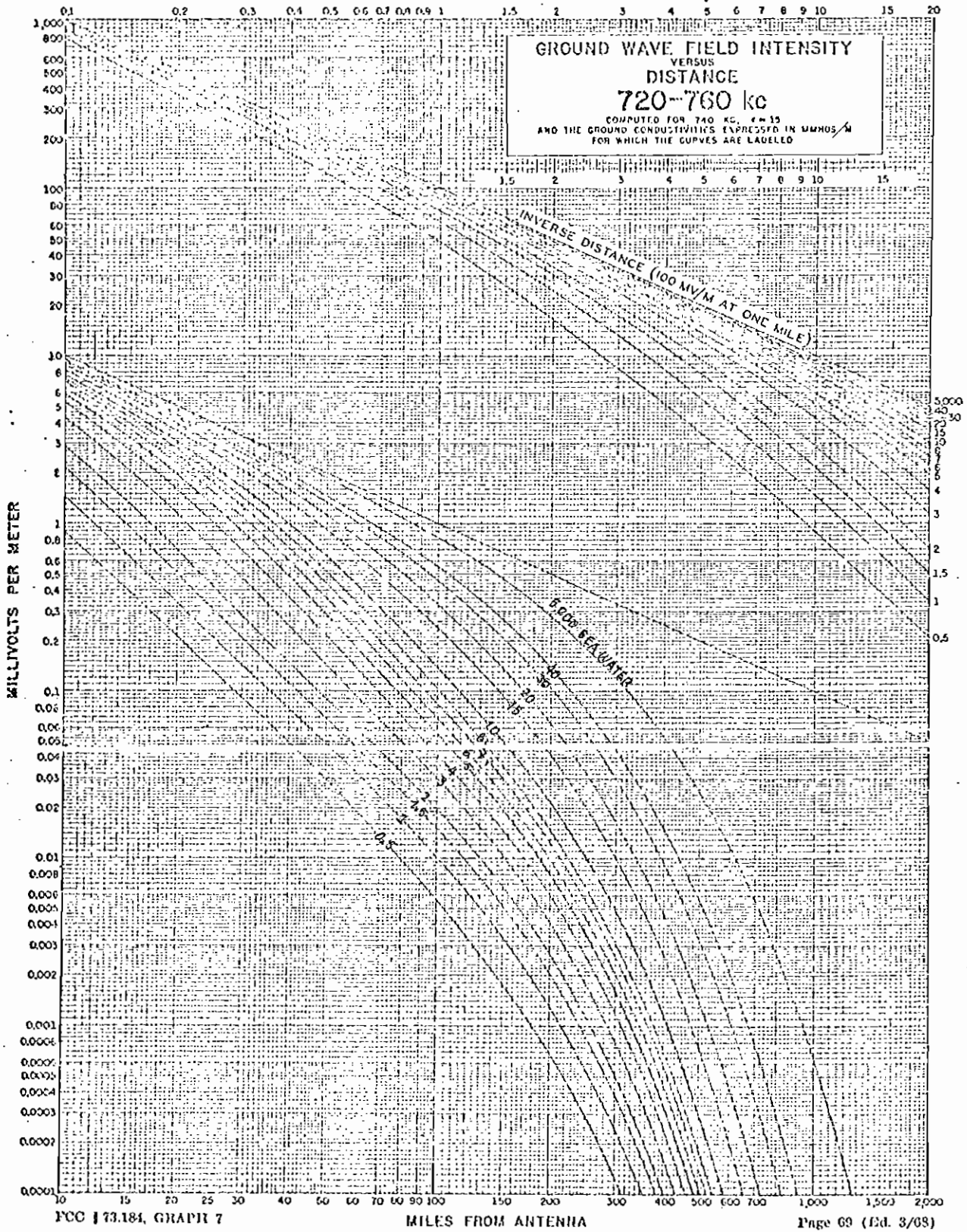


FIGURA 2.12



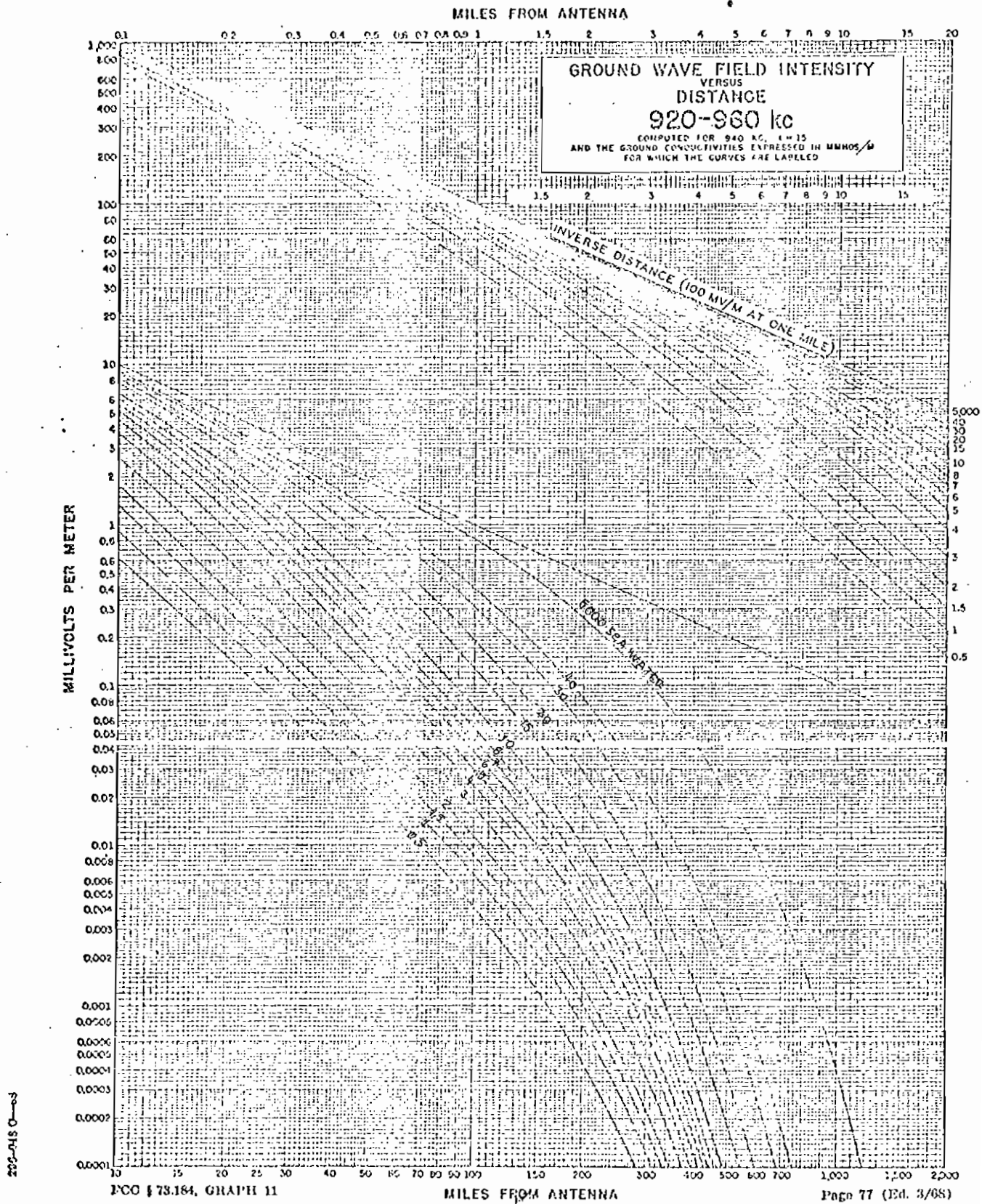


FIGURA 2.13

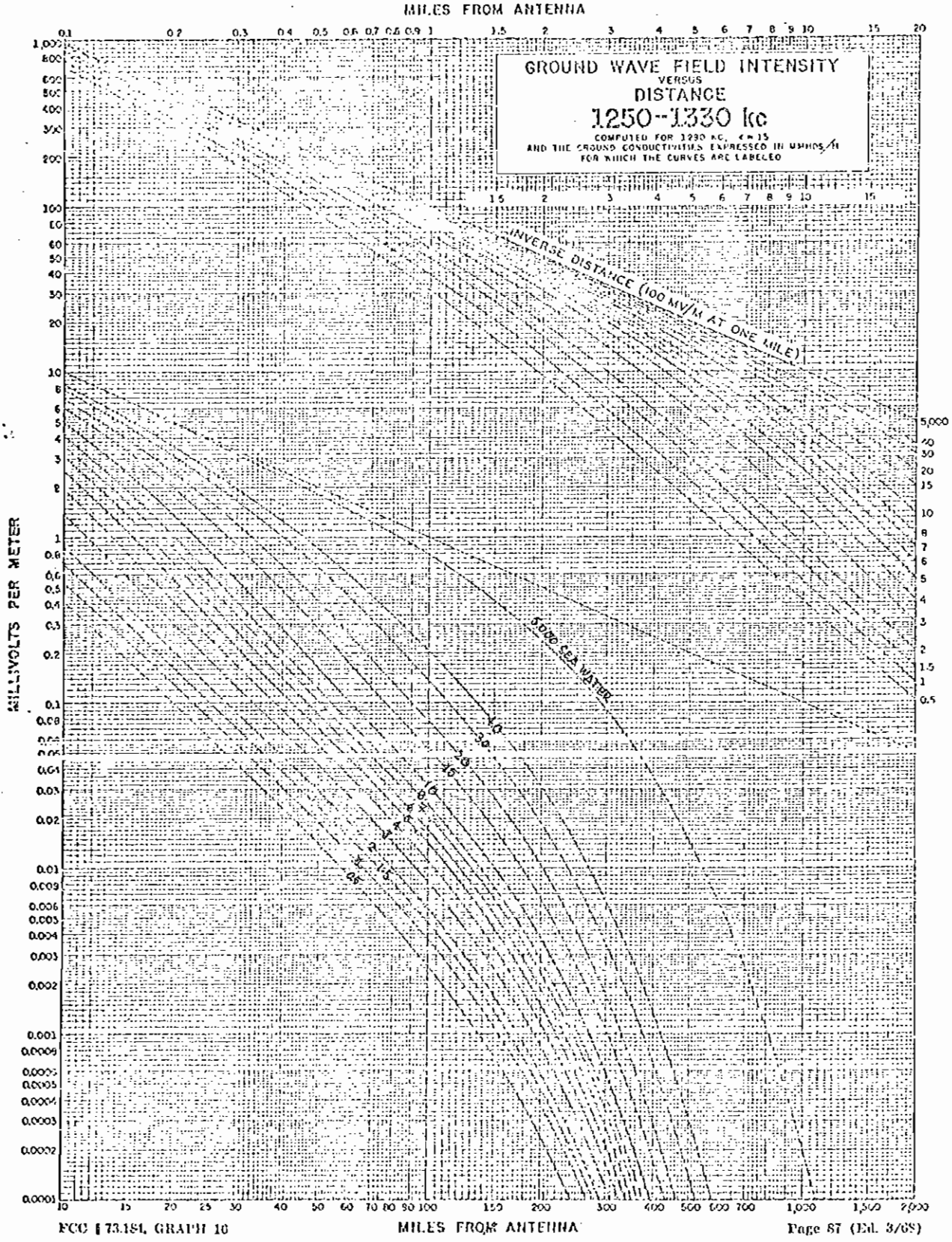


FIGURA 2.14

pótesis:

- a) La constante dieléctrica  $\epsilon_r = 15$
- b) Una potencia capaz de producir el campo eléctrico de 100 mV/m a la distancia de 1 milla.
- c) Suelo uniforme homogéneo
- d) No se tienen en cuenta los efectos de la tropósfera.
- e) Tanto el transmisor como el receptor se ha supuesto situados en tierra.
- f) El transmisor es un dipolo eléctrico vertical, ideal casi equivalente a una antena vertical de longitud inferior a un cuarto de longitud de onda.
- g) Las curvas se han trazado para distancias medidas siguiendo la curvatura de la tierra.

En los países que emplean el sistema métrico tienen el inconveniente de venir presentados en el sistema de medidas inglés, requiriendo su uso numerosas conversiones de millas a kilómetros y viceversa, con el consiguiente riesgo de error.

La Subcomisión de Radiodifusión de la VI Reunión de la Conferencia Interamericana de Telecomunicaciones CITEL, Caracas, septiembre de 1971, consideró de interés los trabajos de propagación radioeléctricos que venían efectuando la administración venezolana que ha completado la tarea de convertir sistemáticamente los mencionados gráficos de la FCC al sistema métrico (12), como se indica en las figuras 2.15, 2.16 y 2.17 que corresponden a los rangos: 720-760 kHz; 920-960 kHz y 1250-1330 kHz respectivamente.

Se trata de una doble conversión, ya que las distancias vienen expresadas en kilómetros, y simultáneamente se ha efectuado una corrección para que el campo eléctrico no atenuado resulte ser de 100 mV/m a 1 km. Este es el campo eléctrico

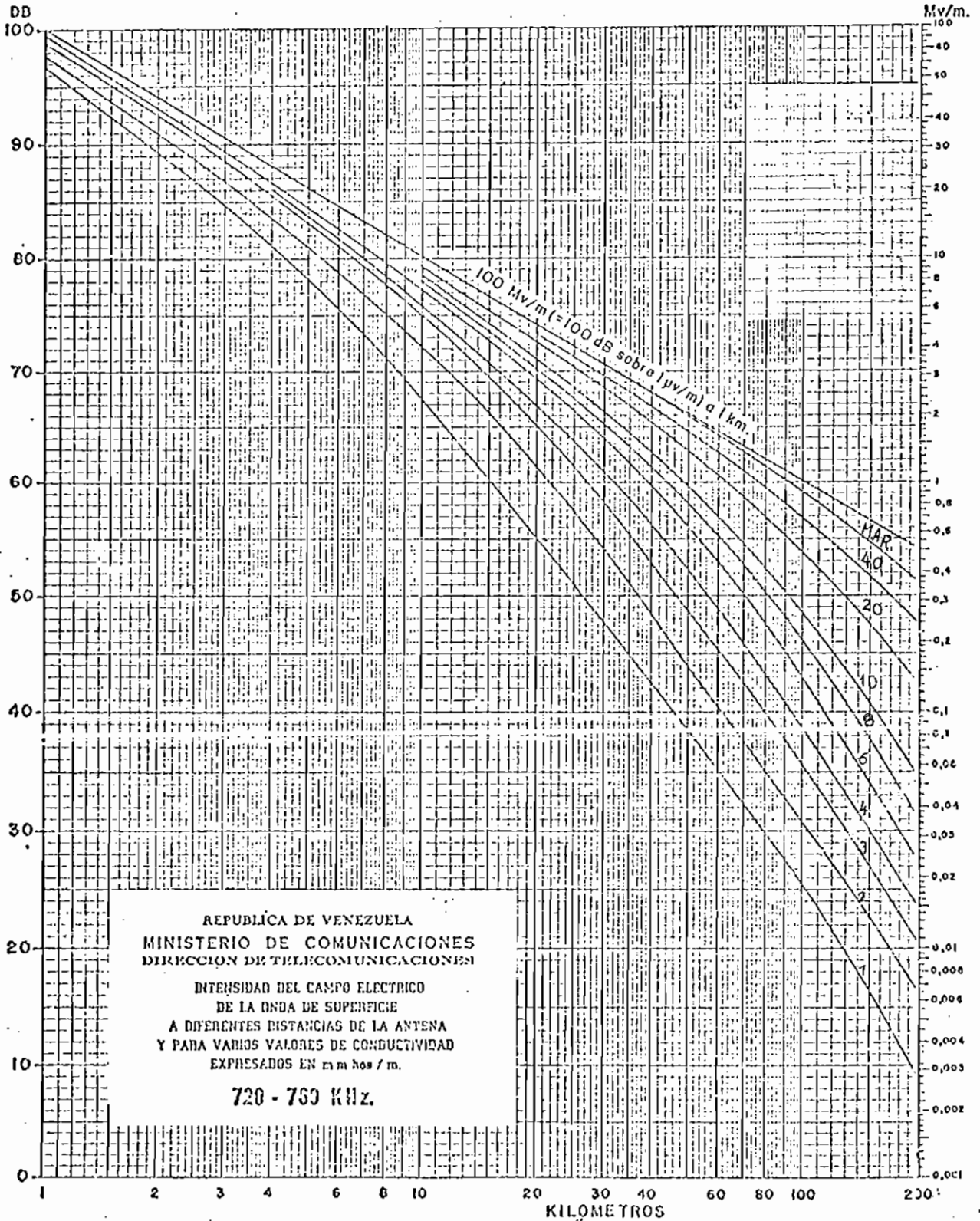


FIGURA 2.15

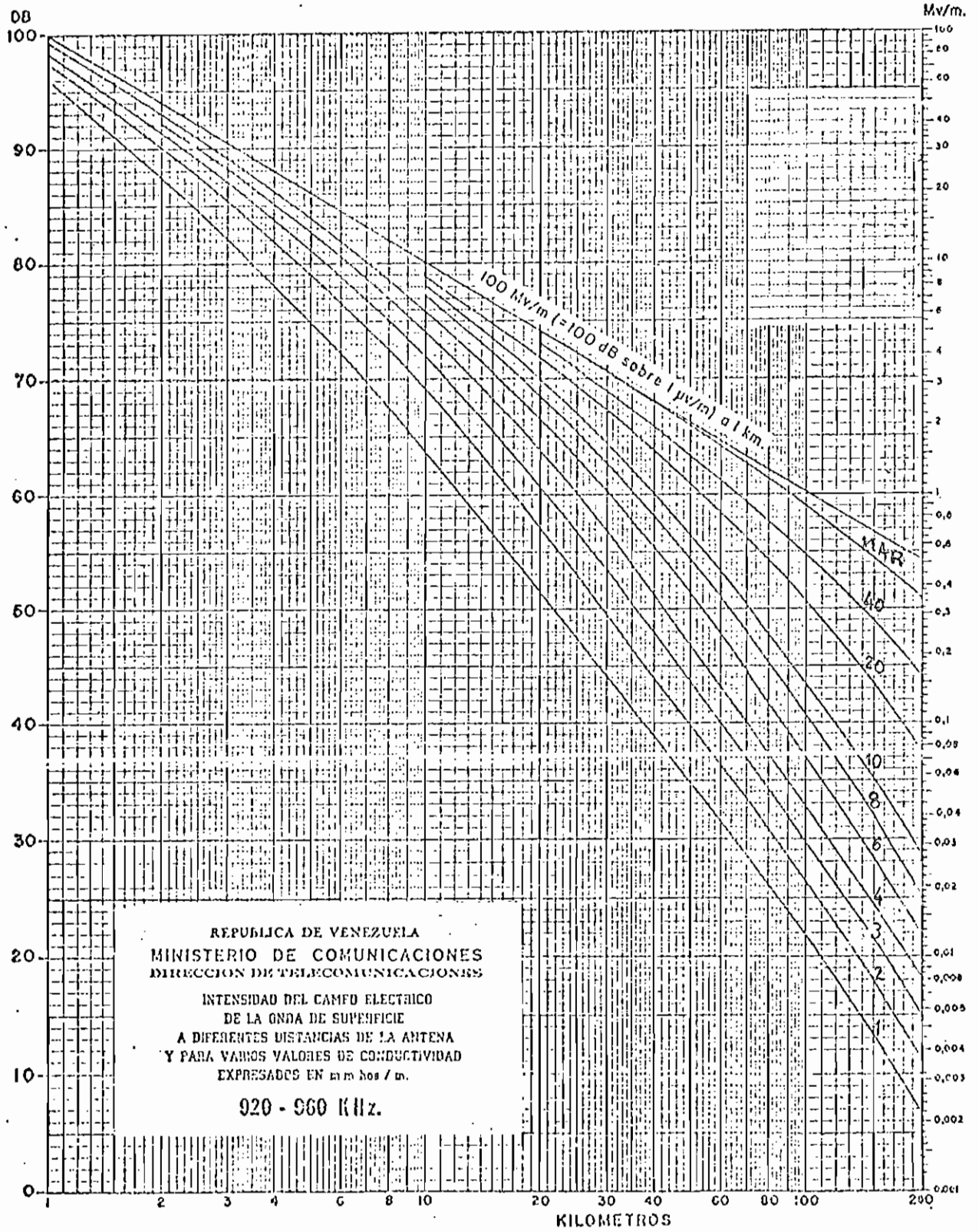


FIGURA 2.16



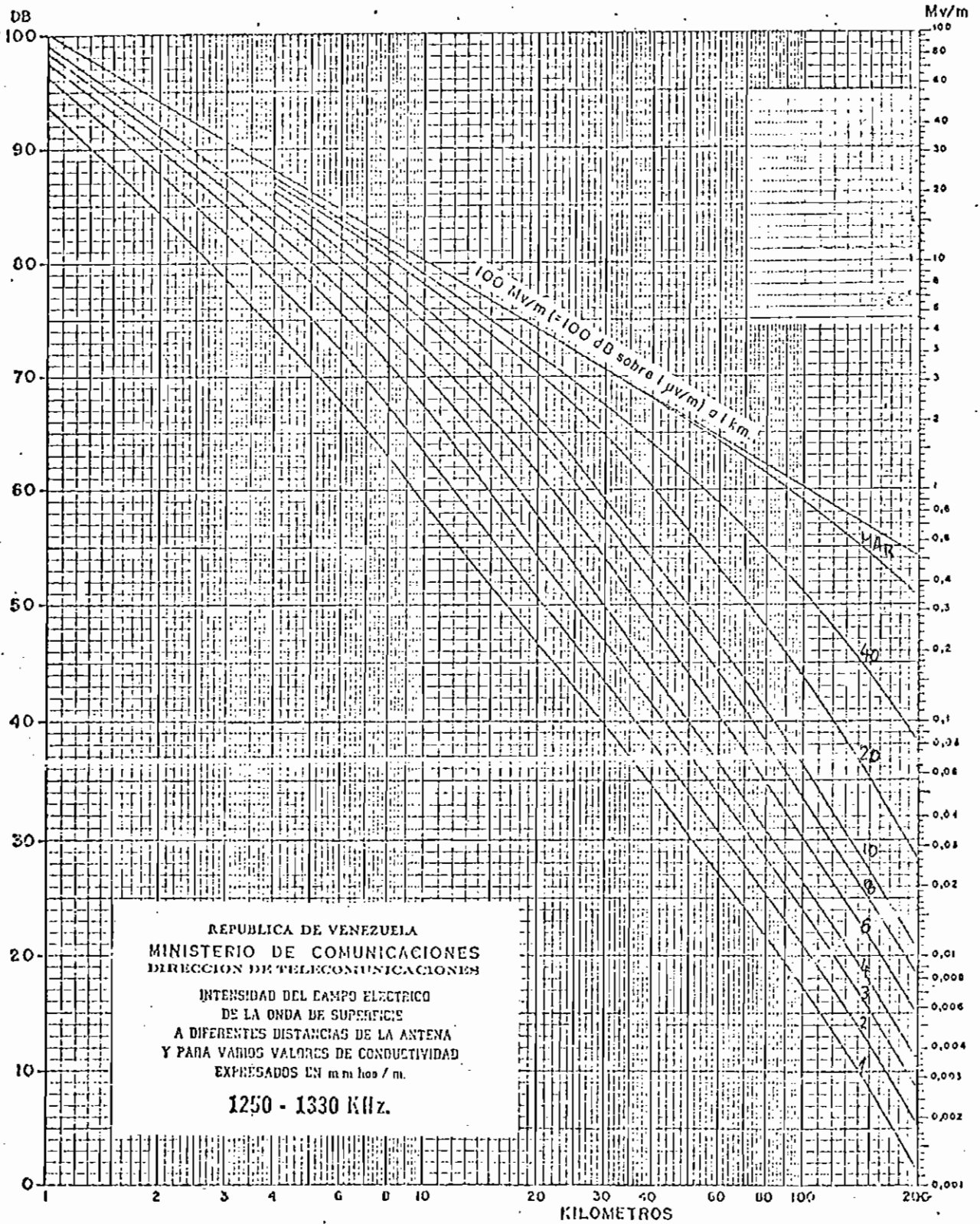


FIGURA 2.17

que se propaga en proporción inversa a la primera potencia de la distancia a partir de la antena, y es la base de referencia a la cual se aplica el factor de absorción, debida principalmente al valor finito de la conductividad del suelo y a la difracción en torno a la tierra.

Los gráficos son estrictamente válidos para la frecuencia central del margen de valores indicados en la etiqueta, aunque dentro de dicho margen pueden utilizarse sin incurrir en errores sensibles.

La constante dieléctrica  $\epsilon_r$  del suelo se ha tomado como igual a 15 y la del mar como igual a 80. Estos valores cubren la mayoría de los casos que pueden presentarse en la práctica.

La línea recta marcada "100 mV/m a 1 km" representa, la intensidad de la onda de superficie si la antena estuviera situada sobre una esfera perfectamente conductora, esto es, el campo eléctrico no atenuado.



Por otro lado el C.C.I.R indica en la recomendación 368-3 con relación a las curvas de propagación de la onda de superficie para frecuencias comprendidas entre 10 kHz y 10 MHz que se adopten las curvas adjuntas en dicha recomendación. Figuras 2.18 a 2.26, para la determinación de la intensidad de campo de la onda de superficie en frecuencias inferiores a 10 MHz. [2]

A propósito de estas curvas cabe hacer las siguientes observaciones:

- a) Han sido establecidas para un terreno liso homogéneo.
- b) El efecto de la tropósfera se tiene en cuenta suponiendo una atmósfera en que el índice de refracción disminuye exponencialmente en función de la altura.
- c) Tanto el transmisor como el receptor se han supuesto situados en tierra, no se toma en cuenta los efectos del aumento de la ganancia

en función de la altura.

- d) Las curvas se refieren a las siguientes condiciones: El transmisor es un dipolo eléctrico vertical, ideal de Hertz, casi equivalente a una antena vertical de longitud inferior a un cuarto de onda, que daría un campo de 173,2 mV/m, a una distancia de 1 km que es el campo en el espacio libre desde una antena isótropa de 1 kW. Tal dipolo radiaría  $\frac{4}{3}$  kW si la tierra fuera un plano perfectamente conductor, en cuyo caso la intensidad de campo a 1 km de distancia sería de 346,4 mV/m. Las curvas se han trazado para distancias medidas siguiendo la curvatura de la tierra.

La curva A, "inversa de la distancia", mostradas en las figuras, a la cual las curvas son asintóticas en distancias cortas, pasa por el valor de intensidad de campo de 346,4 mV/m cuando la distancia es de 1 km.

Por regla general, estas curvas sólo deben utilizarse para determinar la intensidad de campo en los casos en que puede preverse con certeza, una amplitud despreciable de las reflexiones ionosféricas de la frecuencia considerada, por ejemplo, cuando se trata de la propagación diurna en la banda comprendida entre 150 kHz y 2 MHz, para distancias inferiores a 2000 km. aproximadamente.

Luego de revisadas las curvas de propagación que presentan el FCC, la administración venezolana y el CCIR, no cabe duda que para nuestro propósito, las curvas del FCC convertidas por la administración venezolana al sistema métrico, presentan mayores facilidades para la determinación de la conductividad del suelo por el método de atenuación del campo eléctrico.

De tal manera que sobre las curvas mencionadas, se dibujan los valores de intensidad de campo obtenidos en el presente trabajo y lue-

go se realiza la comparación de la curva teórica con la experimental para obtener los valores de conductividad. Más adelante en el capítulo III, se dan los detalles sobre su metodología.

También se puede realizar como apoyo a este método, el cálculo de la conductividad por el método numérico a partir del factor de atenuación "A" de la onda de superficie expresada anteriormente en 2.1 ecuación (2-16).

$$A \cong \frac{2 + 0.3 \rho}{2 + \rho + 0.6 \rho^2} - \text{Sen } b \sqrt{\frac{\rho}{2}} e^{-(5/8)\rho}$$

Sabiendo que la intensidad de campo para una onda superficial bajo la influencia de las constantes de la tierra a una distancia dada, se obtiene multiplicando el factor de atenuación (A) por el valor de intensidad de campo para el espacio libre, tenemos:

$$E_1 = E \times A \quad (2-34)$$

donde  $E_1$  = intensidad de campo atenuada a la distancia dada, en volt/m

$E$  = intensidad de campo para el espacio libre, indicada en (2-20).

Conocidos los valores de intensidad de campo  $E_1$  y  $E$ , se obtiene para cada punto de medición el valor del factor de atenuación  $A$ , éste se reemplaza en (2-16), luego asumiendo un valor de permitividad relativa  $\epsilon_r^1$  y con ayuda de un computador se obtiene el valor correspondiente de la conductividad.

- 
1. Las curvas de propagación utilizadas, están dibujadas para  $\epsilon_r = 15$ , sin embargo se puede realizar el cálculo con un valor de permitividad que corresponda al suelo que se estudia.

La permitividad relativa para un tipo de suelo: pastos, colinas medianas, bosques de terreno montañoso y de costa marina, bosques con terreno fuertemente arcilloso, tienen un valor  $\epsilon_r = 13$  (13).

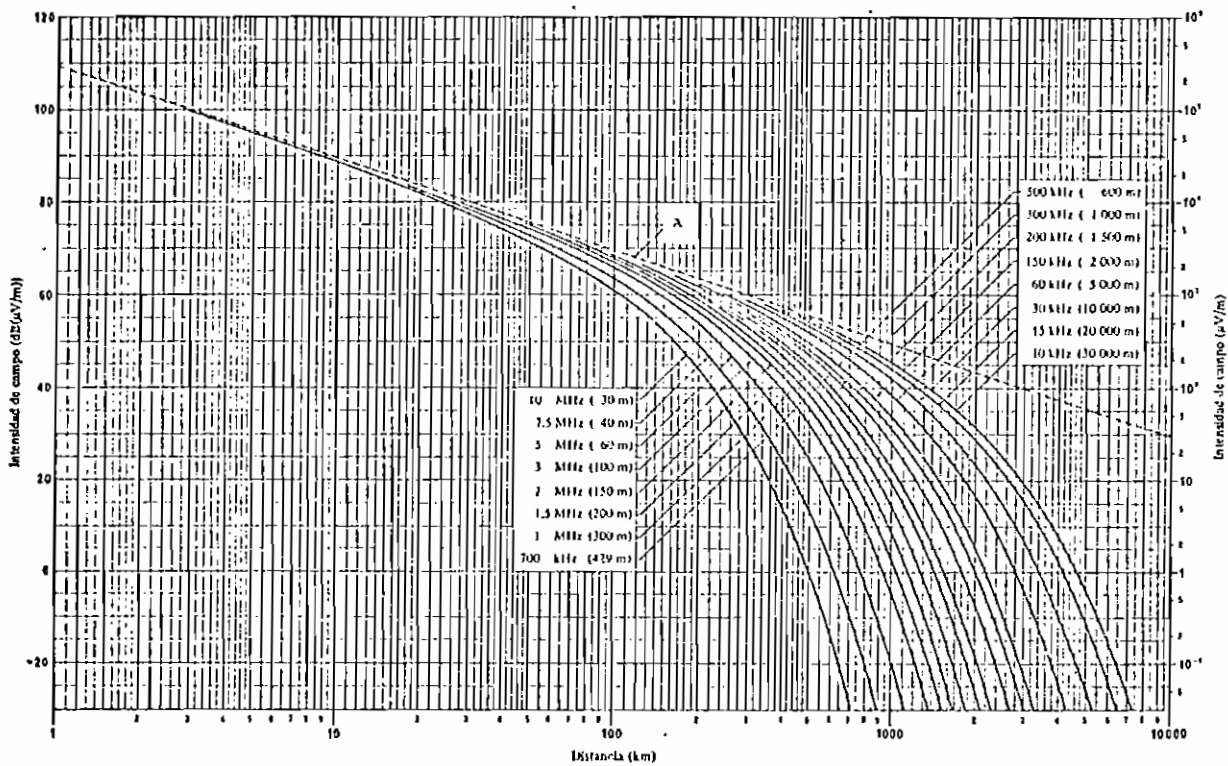


FIG. 2.18 Curvas de propagación de la onda de superficie; mar,  $\sigma = 4 \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 80$

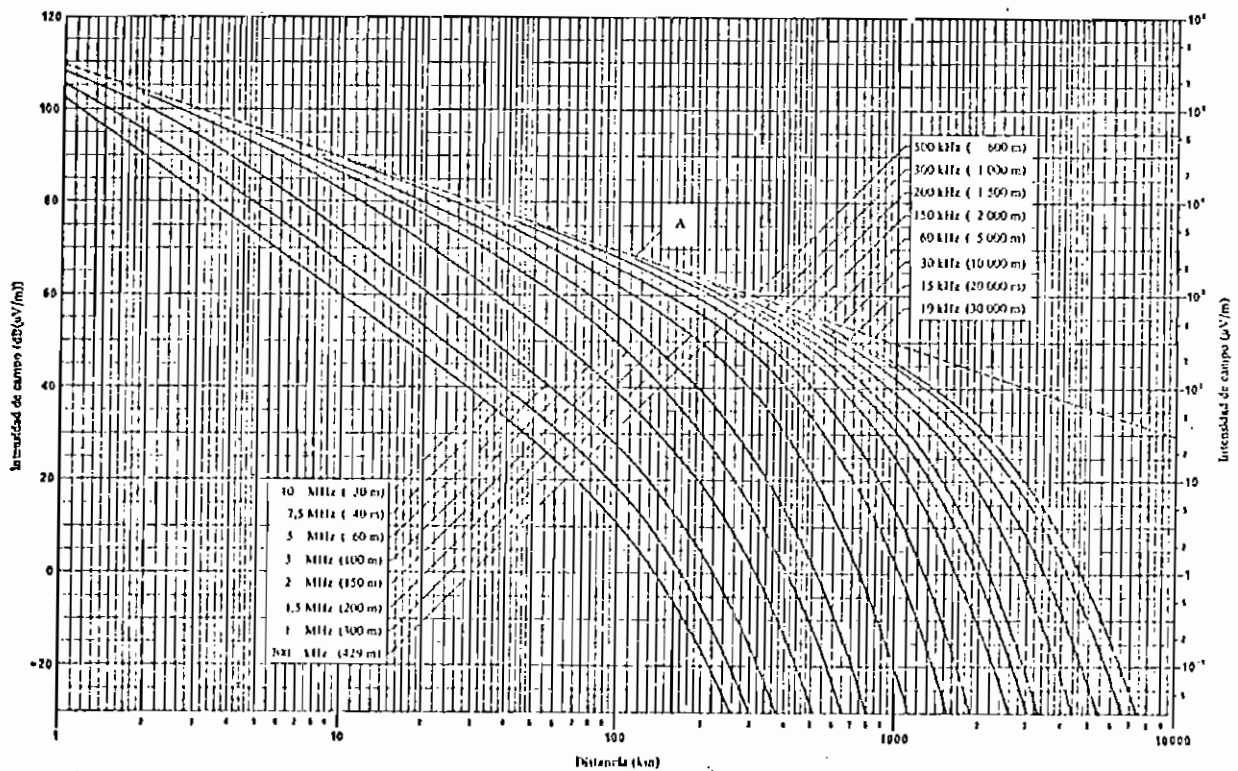


FIG. 2.19 Curvas de propagación de la onda de superficie; agua,  $\sigma = 3 \times 10^{-3} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 4$   
A: Inversa de la distancia

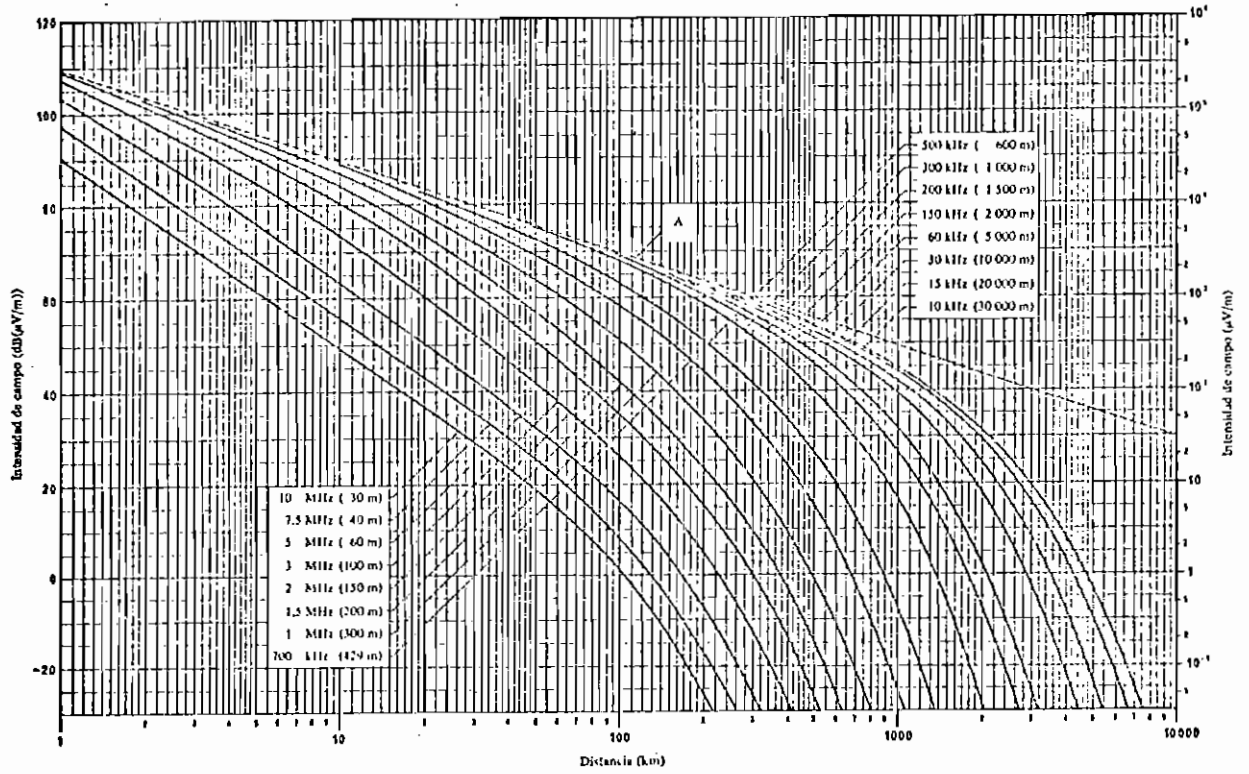


FIG. 2.20 Curvas de propagación de la onda de superficie. Tierra,  $\sigma = 10^{-3}$  S/cm,  $\epsilon = 4$   
A: Inversa de la distancia

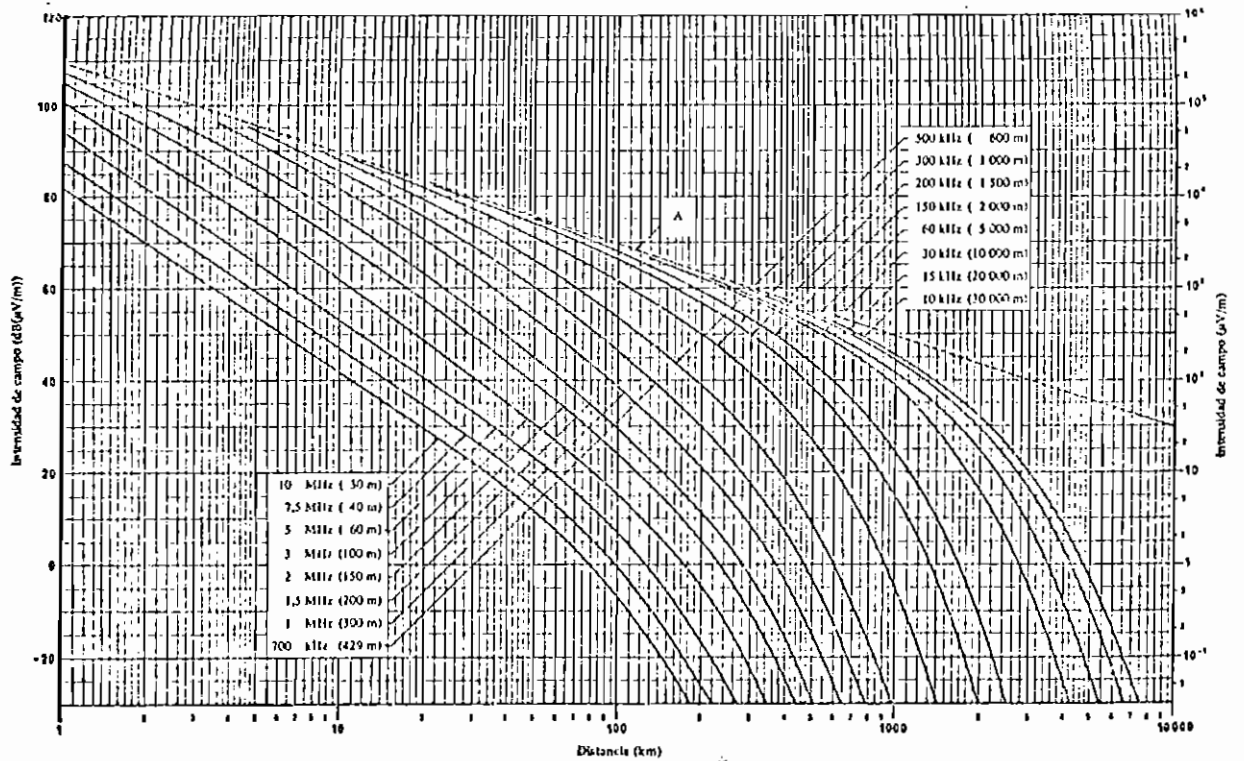


FIG. 2.21 Curvas de propagación de la onda de superficie. Tierra,  $\sigma = 3 \times 10^{-3}$  S/cm,  $\epsilon = 4$

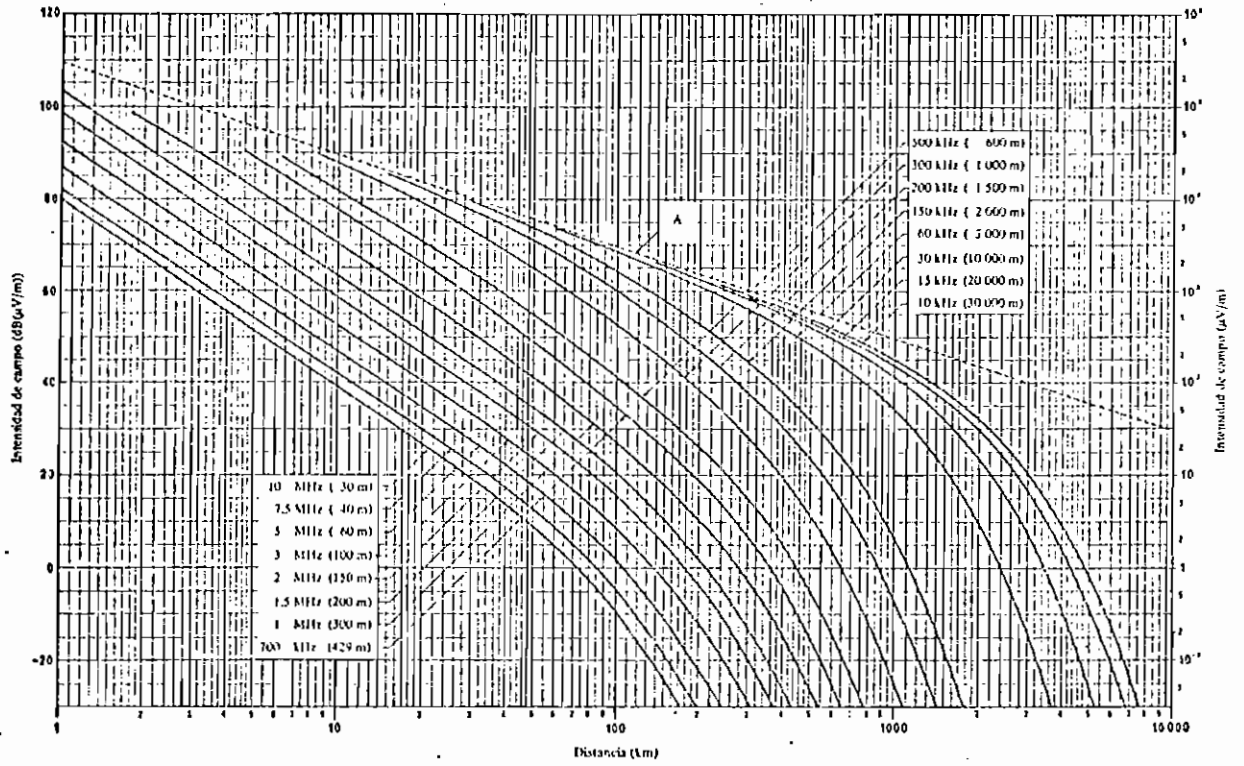


FIG. 2.22 Curvas de propagación de la onda de superficie, Tierra,  $\sigma = 10^{-3} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 4$

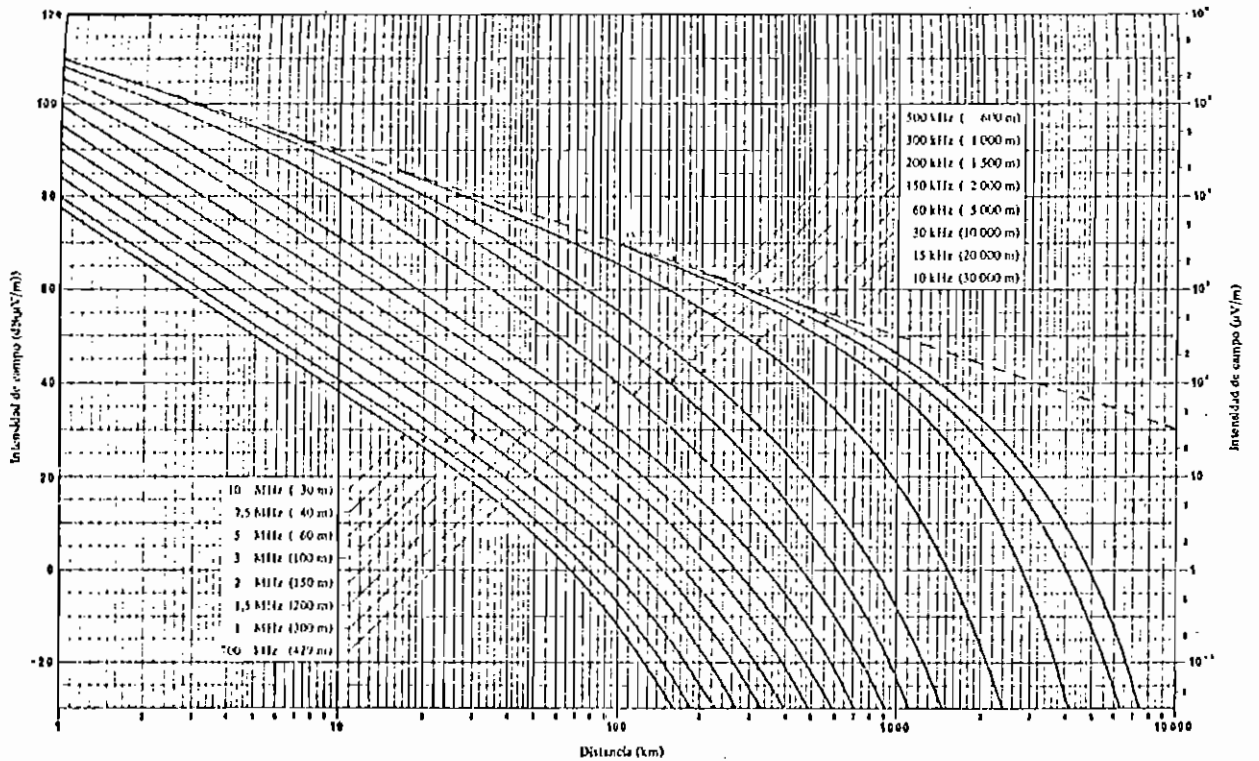


FIG. 2.23 Curvas de propagación de la onda de superficie, Tierra,  $\sigma = 3 \times 10^{-3} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 4$

A: Inversa de la distancia



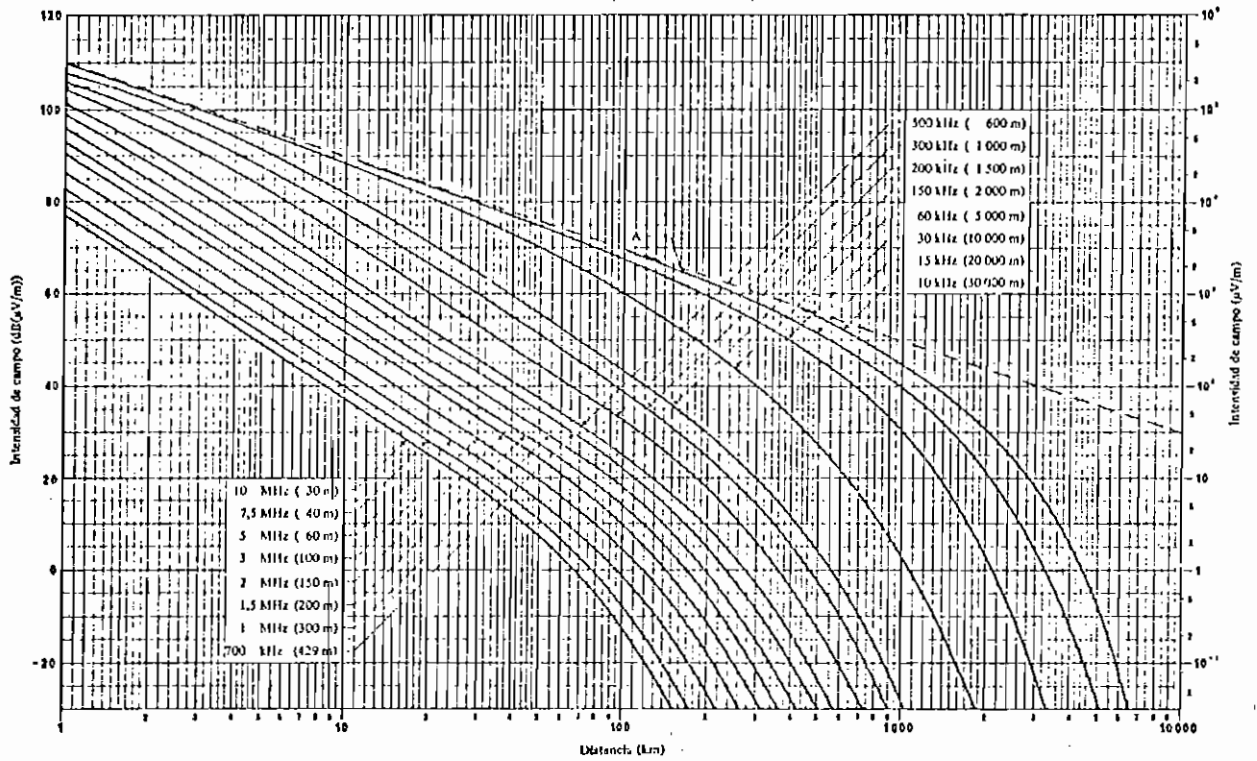


FIG. 2.24 Curvas de propagación de la onda de superficie. Tierra,  $\sigma = 10^{-4} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 4$ .

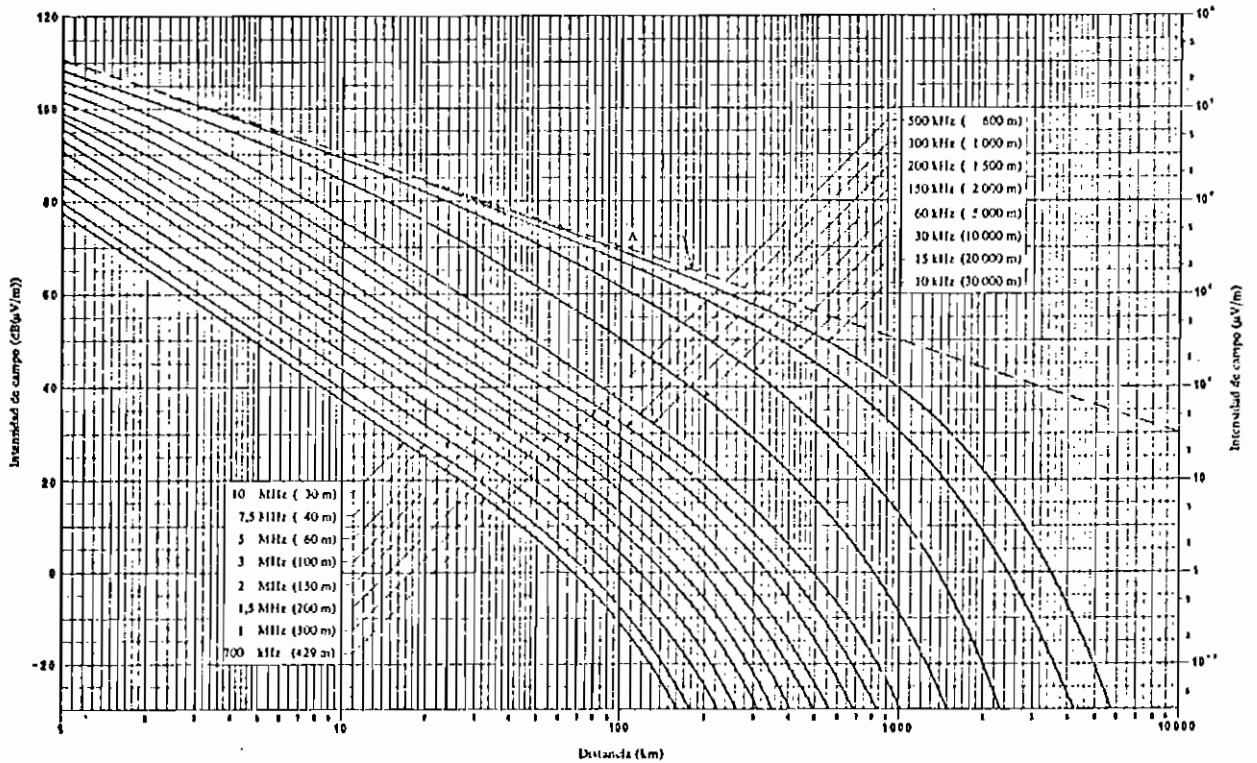


FIG. 2.25 Curvas de propagación de la onda de superficie. Tierra,  $\sigma = 3 \times 10^{-6} \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 4$ .

A: Inversa de la distancia.

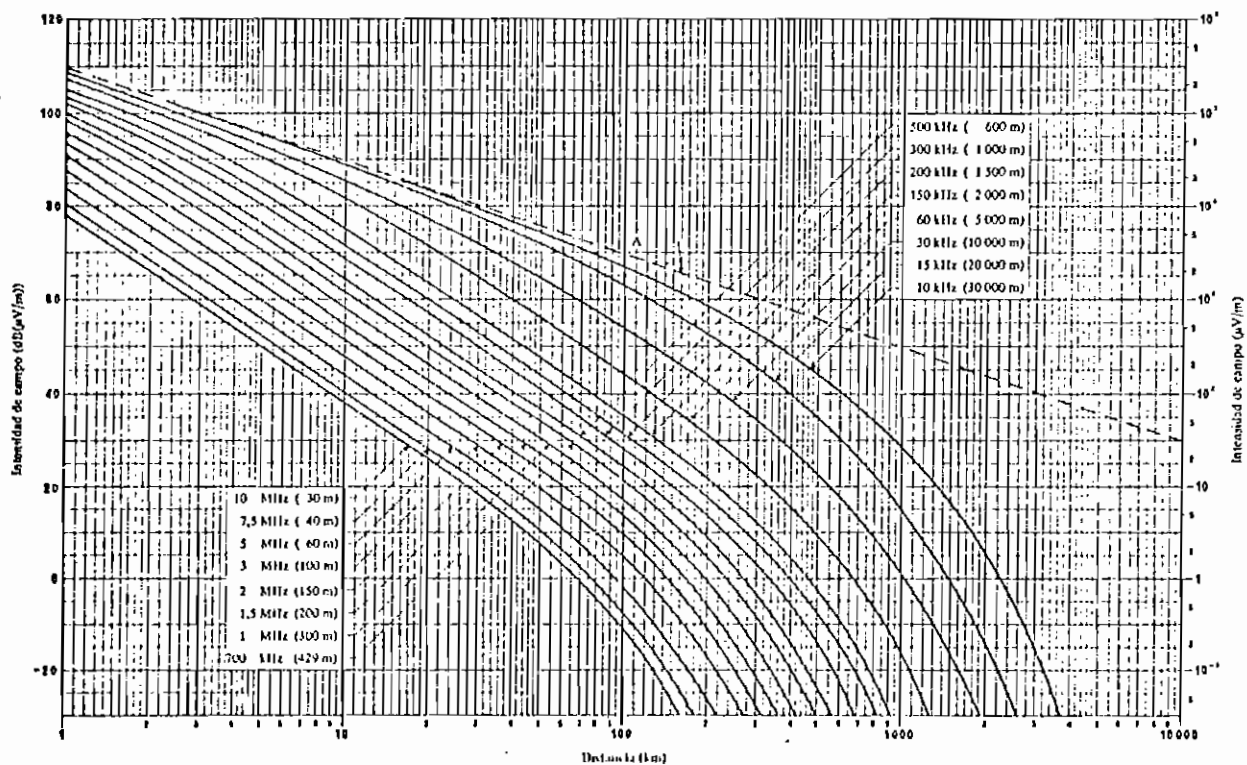


FIG. 2.26 Curvas de propagación de la onda de superficie.  $f_{\text{MUF}} = 10^4 \text{ S/m}$ ,  $\epsilon = 4$

## C A P I T U L O   I I I

### 3.            MEDICIONES DE LA CONDUCTIVIDAD DE LA TIERRA EN LA               PROVINCIA DE PICHINCHA

#### 3.1           Evaluación de la conductividad a partir de la               atenuación del campo eléctrico

Al elegir el método para evaluar la conductividad del suelo, hay que considerar que no se pretende determinar los valores de la conductividad con un detalle que podría considerarse "metro a metro"; tampoco hace falta una extraordinaria exactitud, por que en el uso práctico de los resultados que se buscan, tales detalles y precisión, no resultan una ayuda sino por el contrario una incomodidad en la aplicación del mapa de conductividad.

Lo que hace falta en cambio es una información de tipo "zonal", que permita pronosticar con cierto margen, la respuesta del suelo ante la presencia de la onda electromagnética.

De aquí no debe deducirse que se pueden hacer aproximaciones injustificadas que den por resultado errores superiores a los previstos, sinó que debe buscarse un equilibrio entre precisión y practicidad.

Por otra parte se debe ajustar a la disponibilidad de instrumental y personal apto para realizarlo, así como a las limitaciones presupuestarias que restringen la posibilidad de extensas campañas de mediciones simultáneas.

Considerando lo expuesto anteriormente se elige el método de la atenuación del campo eléctrico para evaluar la conductividad del suelo, que sin ser el más completo, permite realizarlo con eficacia dados los fines que se persiguen y las disponibilidades de equipo, personal y presupuesto.

### 3.2 Definición del área de medición y metodología

#### 3.2.1 Area de medición

El área de medición es una zona de la provincia de Pichincha, que comprende un radio aproximado de 60 kilómetros con centro en la estación transmisora radio Melodía, ubicada en Quito, sector Guajaló. Abarca zonas de Cayambe, Tabacundo, Sangolquí, Machachi y Santo Domingo de los Colorados como se indica en la figura 3.1.

El área de medición se eligió bajo las siguientes consideraciones:

- a) Disponibilidad de cartas topográficas de la zona;
- b) Facilidad de acceso a los puntos previstos;
- c) Disponibilidad de vehículo apropiado;
- d) Siendo un área de topografía bastante irregular, servirá como base de trabajo para la elaboración de la carta de conductividad del Ecuador;

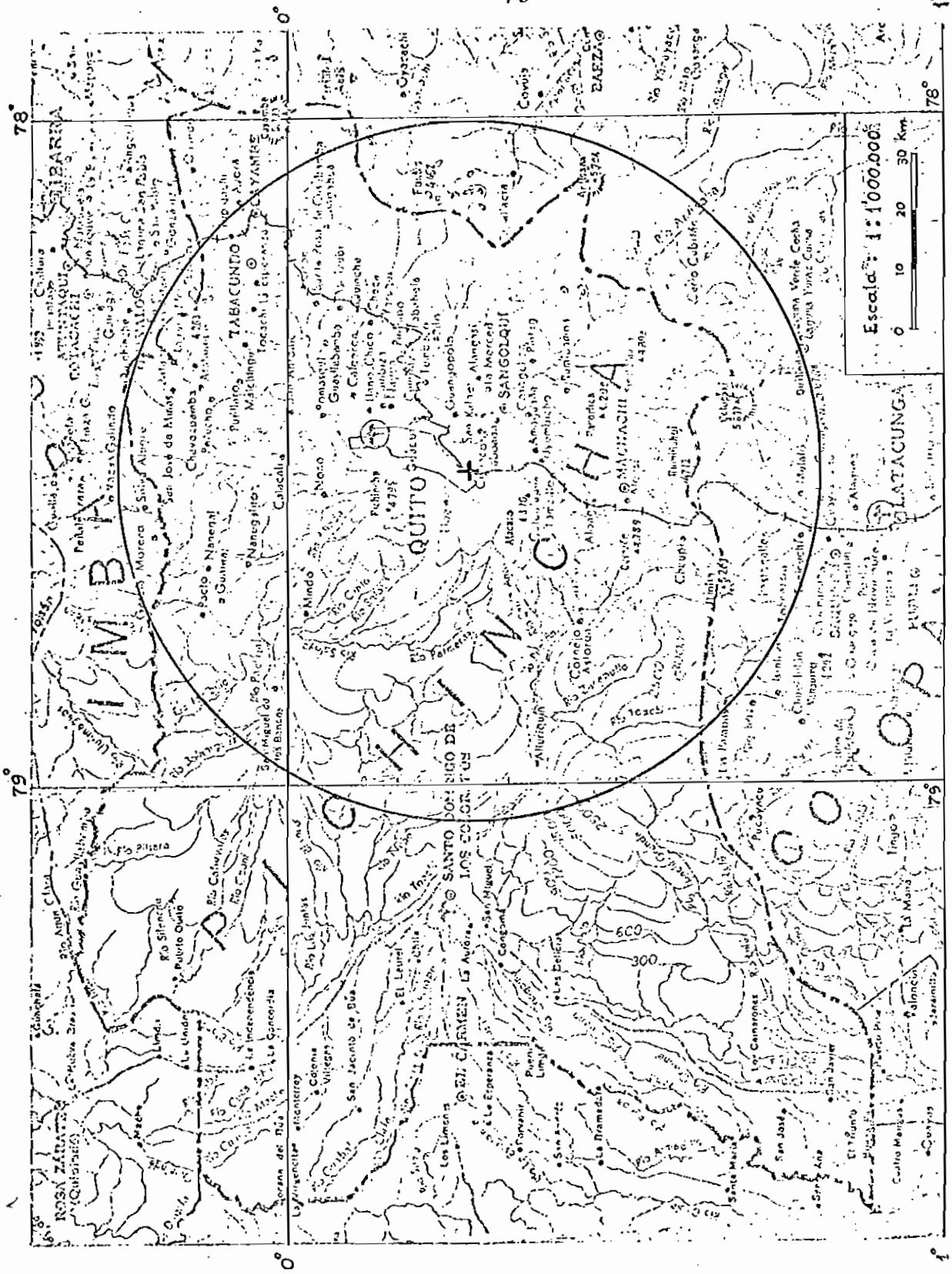


FIGURA 3.1 AREA DE MEDICION

- e) Cercanía a los puntos de medición de esa área, por estar cerca del centro de operación (lugar de trabajo y domicilio).

### 3.2.2 Metodología

Las principales etapas que se deben considerar en la consecución de trabajos para determinar la conductividad del suelo por el método de atenuación de la onda de superficie son:

- A. Preparatoria o de planificación;
  - B. De mediciones;
  - C. Procesamientos de los resultados;
  - D. Elaboración del mapa de conductividad.
- 
- A. Etapa preparatoria o de planificación

En esta etapa se toma en cuenta los factores de adiestramiento de personal, previsión de

equipos y accesorios y se planifica el trabajo de mediciones, procesamiento de resultados y elaboración del mapa de conductividad.

A continuación se enfocan algunos aspectos importantes de esta etapa.

1. Elección de la estación transmisora cuya señal se va a medir

Conviene elegir una estación de radiodifusión de onda media de buenas características técnicas de instalación y operación, con antena vertical de radiación omnidireccional en el plano horizontal, área de cobertura que permita realizar las mediciones de intensidad de campo en la zona.

Previamente será necesario realizar un monitoreo y mediciones de comprobación técnica para determinar las condiciones de funcionamiento de la estación transmisora.

A su vez se puede disponer de un transmisor



portátil, dependiendo de los recursos económicos que se dispongan.

En la práctica, se utiliza las señales de estaciones de radiodifusión de onda media.

Conviene elegir emisoras cuyas frecuencias corresponden a la parte superior de la banda cuando se presume valores de conductividad iguales o superiores a 5 milisiemens/m, pues luego en la evaluación se trabajará sobre curvas que ofrecen mayor facilidad de aproximación.

Para realizar las mediciones de intensidad de campo se eligió la estación radio Melodía de Quito, cuyas características técnicas son: frecuencia 735 kHz, potencia de operación 6,3 kilovatios, antena vertical torre radiante de  $0,25 \lambda$  de altura, intensidad de campo a un kilómetro del transmisor 750 mV/m (117,5 dB $\mu$ ) y potencia radiada de 18,8 kilovatios.

Adicionalmente se realizó mediciones con las estaciones:

Radio Colón de Quito, con frecuencia 920 kHz, potencia de operación 9,02 kilovatios, antena vertical torre radiante de  $0,25\lambda$  de altura, intensidad de campo a un kilómetro del transmisor 900 mV/m ( $119 \text{ dB}\mu$ ) y potencia radiada 27,06 kilovatios.

Radio Espejo de Quito, con frecuencia 1310 kHz, potencia de operación 7,6 kilovatios, antena vertical torre radiante de  $0,45\lambda$  de altura, intensidad de campo a un kilómetro del transmisor 1000 mV/m ( $120 \text{ dB}\mu$ ), y potencia radiada 33,4 kilovatios.

2. Obtención de los datos de ubicación exacta de la estación transmisora con coordenadas geográficas y altura sobre el nivel del mar.

Estación radio Melodía con indicativo HCGC1:

Coordenadas geográficas: 78°31' 46" W  
0°16' 14" S

Altura sobre el nivel del mar: 2980 m.

Estación radio Colón con indicativo HCCM1:

Coordenadas geográficas: 78°32' 5" W  
0° 18' 29" S

Altura sobre el nivel del mar: 3000 m.

Estación radio Espejo con indicativo HCGB1:

Coordenadas geográficas: 78°31' 46" W  
0° 16' 14" S

Altura sobre el nivel del mar: 2980 m.

3. Adquisición de cartas geográficas, de la mayor escala posible, preferible de 1:50.000 o de 1:100.000 con la mayor información vial y topográfica.

Además se debe tener información referente a edificaciones, obstáculos, etc., que no figuran en las cartas geográficas.

En las mediciones se utilizaron cartas topográficas de escala 1:50.000 editadas por el Instituto Geográfico Militar, como la que se indica en la figura 3.2

4. Ubicación en la carta topográfica de las antenas transmisoras de las estaciones que se van a medir, trazado de los radiales y puntos de medición.

En general se debe cubrir la zona de medición con la mayor cantidad de radiales y puntos de medición posibles.

En este aspecto no conviene establecer criterios estrictos, pues el número de radiales y puntos de medición pueden variar dependiendo de las facilidades de acceso existentes en la zona.

Se recomienda que los radiales tengan por lo menos un espaciado de  $30^\circ$  y que los puntos de medición sobre cada radial sean a 5, 10, 15, 20, 25, .....50, 60, 70,..100 km. de la antena.

Los radiales trazados y puntos de medición se indican en el punto 3.3. que se refiere a los resultados.

5. Identificación de los puntos de medición, de tal forma que permita indicarlos convenientemente en las planillas de las mediciones.

Se sugiere designar los puntos de medición (el lugar) con su azimut respecto al norte geográfico y la distancia a la antena.

Ejemplo:  $90^\circ/10$  km.

Conviene identificar también las cartas geográficas para dar facilidad de manejo. Se sugiere numerarlas de acuerdo a como están

distribuídas en el mapa de la zona.

6. Elaboración de planillas de medición, para registrar los datos obtenidos. Deben ser de fácil uso y lectura y deben contener datos de: lugar, hora, valores obtenidos, altura sobre el nivel del mar, fecha, observaciones del lugar y estación que se mide. En la figura 3.3 se indica la planilla de medición utilizada.
7. Selección del vehículo, dadas las condiciones de terreno a que estará sujeto, se sugiere un tipo jeep, de ser posible con odómetro.
8. Determinación del equipo medidor de intensidad de campo, que permita realizar las mediciones con precisión en un amplio rango de frecuencias.

Características técnicas mínimas de los medidores de intensidad de campo (14):

ESTACION:		POTENCIA:		PROVINCIA:	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha

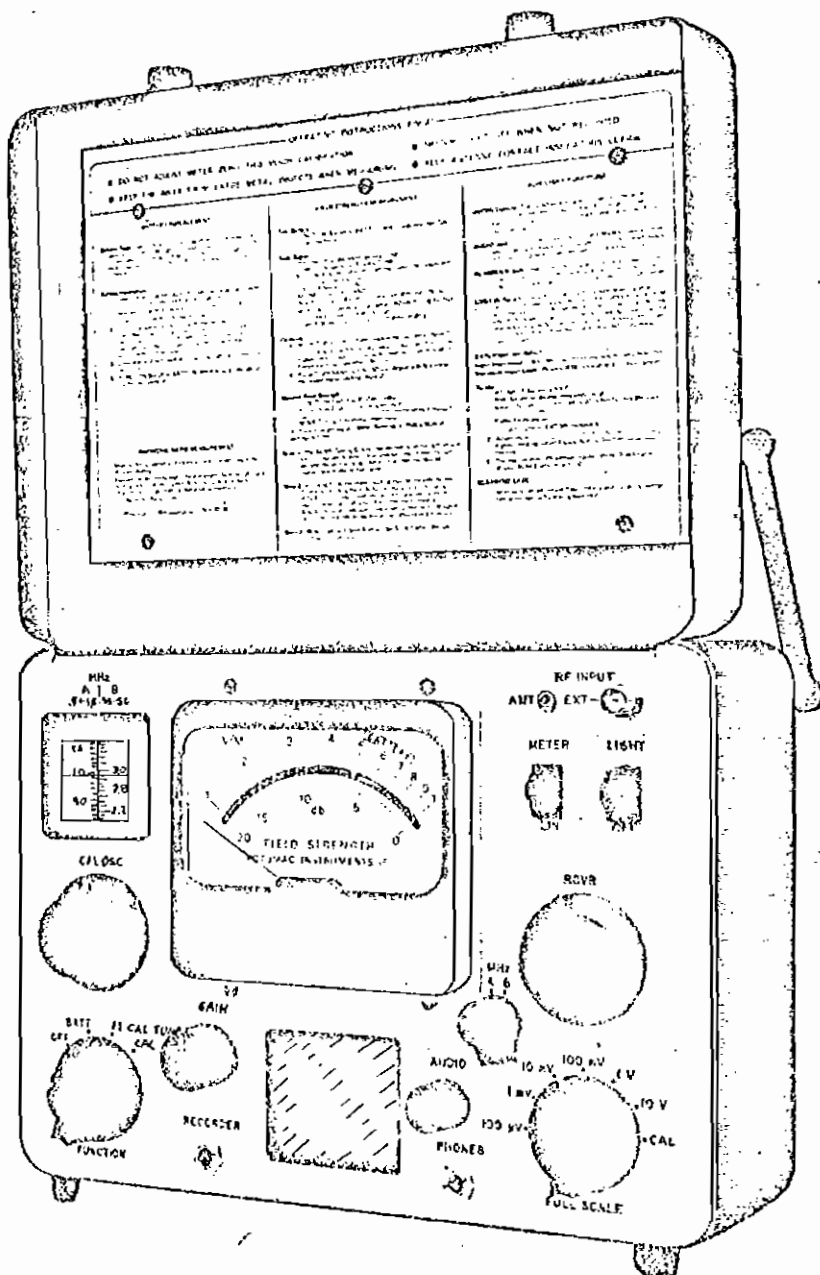
FIGURA 3.3 PLANILLA DE MEDICION

- Rango de frecuencias: 500 kHz-1605 kHz
- Rango de medición de intensidad de campo: 20 a 110 dB (0 dB $\mu$  = 1 microvolt/m) con escala logarítmica;
- Precisión de la medición:  $\pm$  2 dB $\mu$  ;
- Ancho de banda:  $\approx$  4 kHz (3 dB $\mu$  ) ;
- Supresión de imagen: más de 40 dB $\mu$  ;
- Antena: loop antena o dipolo, con facilidad de entrada para antena externa;
- Emisión: A<sub>3</sub> ;
- El medidor deberá ser portátil;
- Blindaje eléctrico: más de 40 dB $\mu$  ;

En las mediciones se utilizó el equipo medidor de intensidad de campo marca Potomac Instruments Inc. modelo FIM-41 (figura 3.4) cuyas especificaciones técnicas son:

- Rango de frecuencia: 0.54 MHz - 5.0 MHz;
- Rango de medición de intensidad de campo: 20 a 140 dB $\mu$  ;
- Precisión de la medición:  $\pm$  1 dB $\mu$  ;
- Ancho de banda: 7 kHz (6 dB $\mu$  ) ;





FIELD STRENGTH METER  
FIM-41

FIGURA 3.4

- Rechazo de frecuencia intermedia: 75 dB $\mu$  mínimo;
- Supresión de imagen: 80 dB $\mu$  en 540 kHz decreciendo a 50 dB $\mu$  en 4,8 MHz;
- Rechazo de canal adyacente: 50 dB $\mu$  mínimo, 10 kHz sobre la estación sintonizada; (y abajo)
- Antena: loop, con entrada para antena externa;
- Salida para registrador: 0.4 a 4 voltios DC proporcional a la intensidad de campo para cada rango del atenuador;
- Fuente de alimentación: 9 voltios DC;
- Dimensiones: altura 22,2 cm., ancho 29,2 cm. y profundidad 13.0 cm.;
- Peso: 5,45 kilogramos aproximadamente.

## 9. Accesorios

Se dispondrá de una brújula, altímetro y de ser posible de un transceptor de comunicaciones entre el vehículo y la oficina central.

Además se preverá el equipo de campaña a utilizarse según la zona, considerando las condiciones climáticas, de terreno y eventualidades que pudieran presentarse, para seguridad y relativa comodidad de quienes realizan las mediciones.

B. Etapa de mediciones

Antes de realizar las mediciones, se debe disponer de: información suficiente del lugar de medición, cartas topográficas, planillas de medición, el equipo medidor de intensidad de campo y equipo de campaña. Así como se debe asegurar que la estación transmisora esté operando correctamente mediante mediciones de comprobación técnica.

Las mediciones de intensidad de campo se deben hacer invariablemente, dentro del período de tiempo comprendido entre dos horas después de la salida del sol y dos horas antes de la puesta, de esta manera se evita errores en la lectura de los valores medidos debido a perturbaciones por reflexiones ionosféricas, tratando de lograr la más alta precisión compatible con

el instrumento utilizado.

En los puntos de medición se debe asegurar de estar realmente en el lugar indicado en el mapa para realizar la medición. Para ello se deberá tomar en cuenta los detalles topográficos y de ubicación existentes, también las características directivas de la antena del medidor de intensidad de campo, nos dá información del azimut (radial) sobre el que se mide.

Generalmente cuando se realizan estas mediciones, el operador debe afrontar problemas circunstanciales como los que a continuación se detallan:

1. Cercanía a líneas de alta tensión o cables de energía eléctrica, en este caso es conveniente alejarse de las líneas, una distancia aproximada de tres o cuatro veces la altura a la que se encuentran las líneas.
2. Cercanía a quebradas o pantanos, si bien no siempre es posible alejarse del lugar sin separarse mucho de la zona, es aconsejable alejarse de la región del problema o reali-

zar algunas mediciones de tal manera de establecer el mejor valor.

3. Lugares inaccesibles, se puede proceder cambiando el punto de medición.
4. Trás de montañas, se deberá realizar la medición y escribir una nota de detalle.

En todo caso cuando por alguna razón los sitios descritos en el mapa no fuesen de fácil localización, inaccesibles o inconvenientes, el operador de mediciones deberá proceder a elegir un lugar para la medición bajo los siguientes criterios:

- a) Que no se encuentre demasiado elejado del lugar previsto para la medición.
- b) Que pueda describirse el nuevo lugar y transcribir su ubicación en el mapa.
- c) Que se encuentre dentro del radial del lugar reemplazado (en lo posible).
- d) Que no esté a distancias menores de aproxi-

madamente tres veces la profundidad de una quebrada cercana, tres veces la altura de cables de alta tensión, cien metros de zonas pantanosas, cuatro veces la altura de antenas de radiodifusión, cien metros de bosques.

En el lugar de medición, se efectúan cuatro o cinco mediciones en un círculo de diez metros de radio aproximadamente, a fin de obtener un valor promedio libre de posibles errores y que sea representativo del lugar.

Las planillas de medición deberán ser cuidadosamente llenadas para que no surgan dudas referentes a los datos obtenidos.

Es necesario por otro lado, que mientras se realicen las mediciones de intensidad de campo, se haga el control de estabilidad de la señal del transmisor. Esto se puede realizar midiendo a intervalos de 15 minutos, la corriente de antena del transmisor, también se

puede utilizar un segundo medidor de intensidad de campo manteniendolo en un lugar fijo durante la campaña de mediciones y midiendo la intensidad de campo a intervalos regulares de 15 minutos.

De esta forma se determina la variación de la señal y se puede hacer la corrección respectiva de los valores medidos.

#### C. Procesamiento de los resultados

##### Actividades principales

1. Se recopilan los datos sobre las mediciones realizadas, las cartas geográficas y mapas utilizados en las mediciones y las observaciones respectivas.
2. Se prepara las curvas intensidad de campo "E" en función de la distancia "d", con parámetro de conductividad para la frecuencia del transmisor cuya señal se mide

y que servirán para comparación.

Las familias de curvas  $E = f(d)$  que nos presenta la Administración Venezolana en su folleto publicado por el Ministerio de Comunicaciones. (12). Ver figuras 2.15; 2.16 y 2.17 se utilizan para el efecto.

3. Se reordenan las planillas de medición según azimut y distancia. (punto 3.3.1.).
4. Se examina la planilla de corriente de antena del transmisor o los valores de intensidad de campo obtenidos en el medidor de intensidad de campo de control y se tabula.
5. Si es necesario se corrige los valores de intensidad de campo medidos en los puntos programados. La corrección se realiza según las variaciones observadas en corriente de antena o en intensidad de campo de control.



Si se trata de hacer la corrección utilizando la corriente de antena se procede como sigue:

- Se ordenan en el tiempo los valores medidos de corriente de antena  $I_a$ .
- Se determina el valor medio  $I_m$  y se lo toma como referencia.
- Se calcula para cada  $I_a$  medido cada 15 minutos, los valores de corrección de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$DB\mu = 20 \log \frac{I_a}{I_m}$$

- Se tabula y grafiza en función del tiempo, los valores de corrección obtenidos con su signo.

Si se hace la corrección utilizando los valores de intensidad de campo de control, se verifica la variación de los valores de

intensidad de campo de control tomados durante toda la campaña de mediciones y se determina el valor medio "Em" tomándolo como referencia. Se tabula y grafiza estas variaciones en función del tiempo. De modo análogo al caso anterior, se verifica la hora a la que se tomó la medición en el campo y se procede a realizar la corrección según determina la tabulación.

6. Se traza las curvas intensidad de campo en función de la distancia  $E = f(d)$  con los valores medidos para cada radial en la siguiente forma:

- En papel transparente doble logarítmico de la misma escala como la de las curvas de comparación  $E = f(d)$  indicadas en 2., se grafiza los valores de intensidad de campo medidos en ordenadas y las distancias en abcisas.
  
- El gráfico así logrado se coloca sobre

la familia de curvas que sirven de comparación y que corresponden a la frecuencia del transmisor.

- Se hace coincidir los ejes de ordenadas de ambos gráficos y se mueve hacia arriba o hacia abajo hasta que una de las curvas coincida con la mayoría de los puntos grafizados. No necesariamente todos los puntos caerán sobre una misma curva, generalmente siempre hay grupos que corresponden a diferentes curvas.

- Una vez conseguido el mejor ajuste entre los puntos y las curvas, se dibujan las curvas coincidentes anotándose sobre ellas los valores de conductividad que representan. Estos son los valores que se asignan a lo largo del radial.

Los gráficos de las mediciones realizadas, se indican en el punto 3.3.2 de los resul-

tados.

7. Adicionalmente, se puede realizar el cálculo numérico de la conductividad del suelo a partir del factor de atenuación A medido, como se indicó en 2.3.2.

Con ayuda de un computador y utilizando la expresión (2-16) que da el factor de atenuación, se determina la conductividad del suelo, asumiendo un valor constante de permitividad.

De la relación (2-34) se obtiene el factor de atenuación A medido para cada punto. Conocido el valor de intensidad de campo  $E_1$  de las mediciones realizadas y el valor de intensidad de campo para el espacio libre (2-20).

La potencia isótropa radiada equivalente P, se obtiene por la relación:

$$P = P_1 \times G$$

$P_1$  = potencia de operación del transmisor  
G = ganancia de la antena con respecto a  
la isotrópica en la dirección consi-  
derada (en veces)

En el punto 3.3.3 se indican los cálculos  
realizados con este procedimiento.

#### D. Elaboración del mapa de conductividad

Luego de haber obtenido los valores de conduc-  
tividad, se dibujan en un mapa de escala con-  
veniente y se ubican la estación transmisora  
y los puntos medidos consignando en cada uno  
de ellos la conductividad lograda.

Es probable que para cada zona medida, se ten-  
gan en los distintos azimut varios valores de  
conductividad.

Cuando se trata de suelos de características  
aproximadamente uniformes los resultados ten-

drán una pequeña dispersión y no habrá inconvenientes en fijar el o los valores de conductividad que corresponden.

Cuando no se desea trabajar con un gran número de valores de conductividad ya que ello no agregaría información utilizable según los objetivos prácticos, se sugiere asignar valores de conductividad según la tabla siguiente:(1).

TABLA 3.1

Valores obtenidos	Valores a asignar
$\sigma$ (mS/m)	$\sigma$ (mS/m)
hasta 1,4	1
desde 1,5 a 3,5	2,5
3,5 a 7	5
7 a 12	10
12 a 17	15
17 a 24	20
24 a 35	30
35	40

Cuando en la zona de medición se obtengan valores muy dispares, será necesario ponderar

los resultados para delimitar las subzonas que corresponden. Una nueva consideración debe hacerse cuando se estudie cada zona en el contexto general del país.

Es importante en la delimitación de las subzonas de igual conductividad, el trazado de los contornos de igual intensidad de campo eléctrico en la zona de medición (ver gráficos en el punto 3.3.4) y el conocimiento de las características topográficas y estructura geológica del suelo objeto de medición.

Finalmente en el mapa de la zona de escala adecuada, solo con el contorno y la división política principal, se dibujan las áreas que correspondan a igual conductividad, colocando el valor de ésta en el interior de las áreas.

En el punto 3.3.5 se muestra el mapa de conductividad resultante de las mediciones realizadas en la provincia de Pichincha.

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Mediciones de intensidad de campo

A continuación se presentan los cuadros de mediciones de las estaciones de radiodifusión mencionadas en el punto 3.2.2.

##### 3.3.1.1 Estación radio Melodía

Lugar: Quito

Indicativo: HCGC1

Frecuencia medida: 735 kHz

Antena: vertical torre radiante de  $0,25\lambda$

Altura sobre el suelo: 102 m

Ganancia con respecto a la isotrópica: 3

Potencia de operación: 6,3 kilovatios

Intensidad de campo

a 1 km. del transmisor: 750 mV/m (117,5 dB $\mu$ )

Potencia radiada: 18,8 kilovatios.



RADIAL: 0°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
0°/3.8	92 90 92 95	92.25 (99.3)	07:40	2890	La Magdalena, sector urbaniza- do 7 - XI - 80
2°/18.5	6.6 6.8 6.6	6.66 (76.48)	07:50	3140	La Concepción, camino a Nono suelo irregular, sector de lomas y bosques 16 - X - 80
356°/18.9	6. 6.2 5.8	6 (75.56)	08:05	3330	Finca Sta. Cristina, suelo irregular, pastos y cultivos 16 - X - 80

RADIAL 18°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
17°/8	39 38 38 37 38.0 (91.6)	07:15	2950	Miraflores, sector urbanizado espacios verdes 7 - XI - 80	
18°/10	60 61 58 59.667 (95.51)	09:20	2890	Las Casas (Selva Alegre y Domingo Espinar), sector urbanizado 24 - IX - 80	
18°/12,9	29 29,5 27 31 29.125 (89.28)	09:55	2790	Sector urbanizado cerca de un bosque (Edmundo Carvajal y Condor) 24 - IX - 80	
18°/15	34 30 33 33 32.5 (90.24)	10:20	2780	Terminal aeropuerto, sector urbanizado, espacio verde 24 - IX - 80	
18°/19,9	19.8 19.9 19.8 19.6 19.77 (85.92)	10:50	2850	Carcelén, sector plano, despejado y seco 24 - IX - 80	

RADIAL 18°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
18°/22.5	10.5 10.5 10.0 10.0 10.5	10.3 (80.25)	11:30	2650	Cerca de Pusuquí Chico, suelo plano y seco 24 - IX - 80
18°/33	5.2 5.0 5.4 5.8	5.35 (74.56)	12:00	2410	Avda. Mitad del Mundo, sector semiurbanizado 24 - IX - 80
18°/37.2	6.0 5.6 5.3 5.0	5.475 (74.76)	12:30	2400	Vía a Perucho, frente a un valle, suelo seco 24 - IX - 80
18°/38.7	1.55	1.55 (63.80)	14:15	2080	Vía a Perucho, sector seco. 24 - IX - 80
18°/41	1.25	1.25 (61.94)	14:10	1690	Vía a Perucho, sector seco, suelo irregular 24 - IX - 80

RADIAL 18°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
18°/42	1.0	1.0 (60)	14:00	1580	Vía a Perucho, entre montañas 24 - IX - 80
16°/44.5	1.0 1.2 1.3	1.167 (61.34)	12:35	1810	Perucho, suelo irregular, seco entre montañas 24 - IX -80
27°/15.5	41 41 40 42	41 (92.2)	10:42	2950	Estadio de la ciudadela Dammer 13 - VIII - 80

RADIAL: 37°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
37°/5.75	65 75 80	73.3 (97.3)	08:40	2690	Autopista al Valle de los Chillos, sector semiurbanizado 2 - X - 80
37°/11.5	20.4	20.4 (87)	11:25	2815	Vellavista (vía a Tumbaco) sector entre lomas 13 - VIII - 80
37°/16.8	15.2 16.0 16.5 15.5	15.8 (83.97)	12:15	2540	Zámbiza, entre lomas 29 - IX - 80
37°/22.1	13.8 13.2 13.0	13.3 (82.47)	07:40	2530	Calderón, sector de lomas pequeñas 26 - IX - 80
37°/25.3	3.5 5.0 3.4 3.5 5.0	4.08 (72.21)	09:35	2230	San Miguel, entre lomas (junto a la panamericana norte) 26 - IX - 80

RADIAL 37°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
37°/29.15	3.6 3.0 3.6	3.4 (70.63)	10:00	2000	Loma Piedra Rumi (zona monta- ñosa 26 - IX - 80
37°/34.7	1.70 1.95 1.90 1.75	1.825 (65.22)	08:15	2100	Cholan (zona montañosa) 25 - IX - 80
37°/43.6	4.5 4.5 4.6 4.5	4.525 (73.11)	09:30	2780	Tocachi (zona alta y despeja- da) 25 - IX - 80
37°/61.6	0.90 0.95 0.90 0.90	0.912 (59.21)	10:50	2840	González Suárez, entre lomas pequeñas 31 - X - 80

RADIAL 45°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
42°/1	600	600 (115.56)	08:55	2800	Estadio Epliacachima, sector urbanizado 29 - IX - 80
45°/7.25	84 94 84	87.3 (98.82)	09:15	2770	Urbanización Las Monjas entre lomas 2 - X - 80
45°/13.4	19.2 18.5	18.85 (85.51)	08:10	2500	Vía Tumbaco (Miravalle) 25 - IX - 80
45°/16.1	15.5 15.5 15.5 15.5	15.5 (85.81)	13:15	2400	El valle (cerca de Nayón) 29 IX - 80
45°/25.6	6.2 6.0 6.0 6.0	6.05 (73.63)	12:35	2500	Cochapamba, (Hcda. La Merced) zona plana, meseta 26 - IX - 80

RADIAL : 45°

ESTACION: MELODIA 735 KHZ		POTENCIA: RADIADA 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
45°/29.8	4.5 4.3 4.5	4.43 (72.93)	11:45	2300	El Peinado, zona plana (meseta) 26 - IX - 80
45°/31.7	3.45 3.9 3.8	3.71 (71.40)	10:55	2240	El Requejo, zona montañosa 26 - IX - 80
45°/35.2	3.0 3.0 3.1 3.1	3.05 (69.68)	10:25	2150	Guayllabamba, valle 26 - IX - 80
45°/39.4	3.6 3.7 3.45 3.3	3.51 (70.91)	11:00	2500	Chinchiloma, zona ligeramente montañosa y algo despejada, terreno seco 25 - IX - 80
45°/50.4	3.5 3.5 3.4 3.4	3.45 (70.76)	10:05	2920	Tabacundo, sector plano, sue- lo cultivado 31 - X - 80



RADIAL : 45°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
45°/58.6	2.9 2.8 2.8 2.75	2.812 (68.98)	10:30	2900	Sta. Clara, Hcda. El Prado, sector plano, suelo cultivado 31 - X - 80
47°/68.9	1.5 1.6 1.6 1.65	1.59 (64.02)	11:50	3160	Olmedo, sector plano, pastos 31 - X - 80

RADIAL 57°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
57°/6	88 94 98 96	94.0 (99.46)	09:30	2770	San Miguel de Collacoto, suelo seco entre lomas pequeñas 2 - X - 80
57°/14.4	27.0 29.0 26.0 26.0	27.0 (88.62)	08:45	2260	Quinta Concepción (pasando Cumbayá) sector plano, pastos 30 - IX - 80
57°/22	11.5 13.5	12.5 (81.84)	09:15	2380	Puembo (plantel avícola Inca) suelo plano de cultivos 30 - IX - 80
57°/24.2	9.0 9.0 9.0	9.0 (79.08)	10:45	2440	Zona plana y despejada 30 IX - 80
57°/29.3	10.0 8.0 7.5	8.5 (78.58)	11:15	2640	Checa (zona despejada) 30 - IX - 80
57°/31.6	4.8 4.8	4.8 (73.62)	11:45	2670	El Quinche (zona despejada) 30 - IX - 80

RADIAL : 57°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
53°/48.4	2.2 2.15 2.15 2.10	2.15 (66.65)	13:15	2840	Guabullo, sector de pequeñas lomas 31 - X - 80
56°/55.7	1.3 1.4 1.4 1.45	1.387 (62.84)	12:50	3110	Punta. Rejas, Hcda. Piemonte entre lomas 31 - X - 80

RADIAL : 78°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
78°/6.25	58 58 58	58.0 (95.26)	10:25	2510	Suelo seco, semidespejado, valle, camino a Guangopolo (Estación Terrena) 2 - X - 80
78°/8.5	40 43 43	42.0 (92.46)	11:05	2450	Lecho del río San Pedro, bosque rodeado de elevaciones (Guangopolo) 2 - X - 80
78°/19	10.0 10.2 10.0	10.06 (80)	12:45	2620	Suelo seco, despejado (camino La Merced-Tumbaco) Loma Santa Lucía. 2 - X - 80
83°/22.8	9.0 9.0	9.0 (79.08)	08:35	2780	Sector plano despejado húmedo (Pifo) 3 - X - 80
78°/22.8	7.2 7.3 7.2	7.23 (77.14)	12:00	2750	Pifo sector plano, pastos, suelo húmedo 2 - X - 80
80°/23	8.0 8.0 7.2	7.73 (78.0)	08:17	2820	Sector de arbustos (Pifo) 3 - X - 80

RADIAL : 90°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
90°/4.6	100 92 100	97.3 (99.76)	09:45	2600	Terreno seco, despejado, me- seta, comienzo del valle 2 - X - 80
95°/6.5	65 70 70	68.3 (96.7)	10:05	2490	Suelo seco, despejado, valle 2 - X - 80
90°/9.5	50 48 52	50 (94)	11:30	2505	Suelo de pasto, ligeramente inclinado, Guangopolo 2 - X - 80
98°/15	27.0 26.5 26.0	26.5 (88.5)	11:55	2610	La Merced, suelo plano 2 - X - 80
90°/16.8	7.5 8.0 8.0	7.85 (77.8)	12:15	2620	Iialó, suelo seco, irregular 2 - X - 80

RADIAL : 90°

ESTACION: MELODIA 755 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
90°/21.5	11 10 10 10.6	10.4 (80.3)	10:55	2750	Burrochupa, sector de pequeñas lomas 3 - X - 80
90°/26.3	5 5.2 5.5	5.23 (74.4)	10:00	3300	En la montaña. El Tablón 3 - X - 80
88°/26.3	4.4 4.3 4.3	4.33 (72.73)	09:10	3000	Sector rodeado de lomas; Escuela Isaac Barrera (Delgado) 3 - X - 80
90°/31	2.95 3.1 3.15	3.06 (69.7)	09:35	3520	Sector húmedo, entre montañas, camino a Papallacta 3 - X - 80

RADIAL : 110°

ESTACION:		MELODIA 735 KHZ	POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw	PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
110°/5	79.5 80.0	79.75 (98.0)	08:20	2650	Conocoto, sector plano, despejado 6 - X - 80
110°/8.7	41 46 46	44.3 (93.2)	08:00	2620	San Rafael, sector urbanizado 6 - X - 80
110°/15.7	24.5 25.0 24.5	24.66 (87.8)	08:15	2700	Parcelación Floresta, suelo húmedo, plano, suelo de cultivos 8 - X - 80
110°/21	15.0 14.5 15.0 14.8	14.825 (83.4)	09:40	2810	Plano, húmedo, suelo de cultivo, al pie de una montaña, Cashaloma 6 - X - 80

RADIAL : 125°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POIENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
125°/9.5	39 39 37	38.3 (91.8)	13:30	2570	San Rafael, valle, suelo de cultivo 13 - X - 80
125°/12.5	31 31 31 33	31.5 (89.8)	13:15	2590	Salgolquí, sector plano, pedregoso 8 - X - 80
125°/19.0	10.6 10.5 10.7 12.5	11 (80.6)	12:35	2860	Comuna 9 de Octubre. Sector de pequeñas lomas, húmedo, suelo cultivado 8 - X - 80
125°/24.7	14.5 14.0 12.0	13.5 (82.6)	10:50	3100	Hcda. La Merced, suelo húmedo, cultivado. Sector de pequeñas lomas al pie de una montaña 8 - X - 80
125°/27.7	9.4 9.4 9.5	9.43 (79.5)	11:45	3550	El Mirador, en la montaña, suelo húmedo, cultivado 8 - X - 80



RADIAL : 133°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBc)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
133°/13.5	35 36 34	35.0 (90.88)	09:55	2650	Escuela Inés Gangotena Jijón, suelo húmedo, de cultivo, irregu- lar. 13 - X - 80
133°/24.5	9.2 9.6 9.8	9.53 (79.58)	12:35	3110	Sitio Rafael Delgado, suelo húmedo, irregular entre lomas 14 - X - 80
133°/30,2	4.15 4.1 4.1	4.11 (72.29)	11:00	3410	Laguna de secas, entre monta- ñas, suelo húmedo 14 - X - 80
133°/33.6	3.1 3.1 3.3	3.16 (70)	11:15	3610	Entre montañas 14 - X - 80
133°/36.1	3.07 2.95 3.05	3.02 (69.6)	11:30	3780	Páramo, entre lomas 14 - X - 80
133°/36,3	2.25 2.25 2.25	2.25 (67)	11:45	3380	Páramo, sector plano 14 - X - 80

RADIAL : 154°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Ázimuth/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
165°/1	700 750 680	710 (117)	10:17	2960	Sector plano, semiurbanizado, área industrial. 14 - VIII - 80
165°/3,5	165	(104,35)	11:21	2990	Sector plano, área de culti- vos 14 - VIII - 80
154°/12.0	33 33 33 32	32.75 (90.3)	11:25	2590	Cuendina, vía Amaguaña, suelo plano, húmedo, pastos 10 - X - 80
154°/14.8	30.5 31.0 28.0	29.83 (89.5)	12:05	2850	Loma Chillo ladera, suelo hú- medo, pastos 10 - X - 80
161°/18.0	22.7	22.7 (87.12)	12:30	2900	Planta eléctrica de Amaguaña, en la loma 10 - X - 80

RADIAL : 154°

ESTACION:MELODIA 735 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 13.8		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
157°/18.7	16.0 14.5 18.0	16.16 (84.17)	13:15	3700	Suelo cultivado, húmedo, entre lomas 10 - X - 80
155°/19.0	14.4 14.8 15.3	14.16 (83.02)	10:40	3270	En loma, suelo irregular, cultivado 10 - X - 80
154°/20.7	6.6 6.5 7.4	6.83 (76.69)	12:16	3310	Suelo irregular, húmedo, pastos 10 - X - 80
154°/22.7	6.2 6.2 5.0	6.13 (75.75)	12:00	3290	Entre lomas, suelo irregular, húmedo 13 - X - 80
154°/24.7	5.4 5.4 4.6	5.13 (74.20)	11:45	3300	Entre lomas, suelo húmedo, pastos 13 - X - 80

RADIAL : 154°

ESTACION: MELODIA 735 kHz POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw PROVINCIA: PICHINCHA					
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
157°/26	1.8 2.0 1.9	1.9 (65.57)	11:30	3300	Entre lomas, suelo húmedo irregular 13 - X - 80

RADIAL : 190°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA; 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/km.	Intensidad de campo Valores mV/m Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
192°/4.15	135 135 138 136 (102.67)	08:50	3000	El Blanqueado, sector plano, húmedo 17 - X - 80	
192°/10.8	60 60 58 58 59 (95.417)	09:50	3090	Santa Catalina, sector plano 17 - X - 80	
192°/14.9	29.5 30.0 30.0 29.83 (89.49)	09:40	2810	Tambillo, sector plano 17 - X - 80	
190°/21.3	16.5 16.6 16.5 16.53 (84.367)	10:00	2875	Desvío a Aloag, sector plano húmedo, de cultivo 17 - X - 80	
189°/26.25	15.5 14.5 15.2 16.5 15.425 (83.76)	10:10	2990	Machachi (parque) 17 - X - 80	

RADIAL : 190°

ESTACION: MELODIA 735 KHZ		POIENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
192°/32,6	6 10 10 10	9 (79,08)	10:30	3120	Escuela Tarqui, sector plano, húmedo 17 - X - 80
188°/39	5.4 5.5 5.5	5.46 (74.75)	11:05	3540	NASA 17 - X - 80
188°/44.2	2.7 2.7 2.65	2.68 (68.57)	11:10	3400	Tiopullo 17 - X - 80
190°/53.1	0.95 1.3 1.4	1.21 (61.7)	11:30	3090	Entrada a Pastocalle, Paname- ricana Sur 17 - X - 80

RADIAL : 227°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
202°/20,5	7.0 7.0 7.1 7.1	7.05 (76.96)	08:40	3140	Casanto, sector plano, pastos 7 - XI - 80
214°/23.2	1.7 1.8 1.7 1.6	1.70 (64.61)	08:45	2970	San Agustín, entre montañas 7 - XI - 80
227°/27.4	0.36 0.37 0.38 0.38	0.372 (51.42)	09:30	2350	Patatambo, entre montañas 7 - XI - 80
233°/32.1	0.18 0.17 0.18 0.18 0.17	0.176 (44.91)	09:50	1820	San Ignacio, entre montañas 7 - XI - 80
243°/33.8	0.07 0.07 0.066 0.068	0.068 (36.71)	10:10	1540	Manuel Cornejo Astorga (Tanda- pi), entre montañas 7 - XI - 80

RADIAL : 270°

ESTACION: MELODIA 755 kHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
270°/1.0	650 650 650 650	650 (116.26)	09:42	2790	Santa Rita, pastos, sector plano 29 - IX - 80
270°/2.4	275 270 270 270	271.25 (108.67)	08:07	2900	Santa Rita, sector plano semi- urbanizado 29 - X - 80
270°/6.7	110 100 95 95	100 (100)	08:40	3200	La Victoria, entre lomas 29 - X - 80
261°/9.85	46 47 47 46	46.5 (93.35)	08:55	3430	San Juan entre lomas 29 - X - 80
259°/13.5	26 29 29 32	29.0 (89.25)	09:16	3160	Hcda. Alisal, entre montañas 29 - X - 80



RADIAL : 270°

ESTACION: MELODIA 735 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
265°/16	3.9 4.7 4.5 3.9	4.25 (72.57)	09:45	2740	Loma Bahamonte, entre montañas 29 - X - 80
270°/21.25	1.5 1.0 1.0 1.1	1.1 (60.83)	10:15	2160	Escuela José Joaquín Olmedo, entre montañas 29 - X - 80
281°/27,5	0.72 0.75 0.75 0.78	0.75 (57.50)	10:45	1900	Chiriboga, entre montañas 29 - X - 80
276°/30.7	0.85 0.75 0.80 0.84	0.81 (58.17)	11:10	1960	Hcda. Palmeras, entre montañas 29 - X - 80
270°/35.35	0.54 0.39 0.48 0.40	0.402 (52.10)	11:50	1950	El Volante, finca Jesús del Gran Poder, entre montañas 29 - X - 80

RADIAL: 270°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
257°/36	0.08 0.09 0.10 0.10	0.092 (59.32)	10:30	1290	Escuela Esperie, entre montañas 7 - XI - 80
265°/38.6	0.40 0.38 0.35 0.33	0.365 (51.25)	12:35	1500	Finca San Vicente, entre mon- tañas 29 - X - 80
265°/44.9	0.20 0.21 0.21 0.22	0.210 (46.44)	13:05	1025	La Palma, entre montañas 29 - X - 80
264°/52.5	0.10 0.10 0.10 0.10	0.10 (40.0)	11:00	880	Alluriquín, entre lomas 7 - XI - 80
270°/60.5	0.055 0.058 0.055 0.057	0.056 (35.00)	11:20	720	Pisotante, entre pequeñas lo- mas, con vegetación 7 - XI - 80

RADIAL: 270°

ESTACION: MELODIA 735 kHz      POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw      PROVINCIA: PICHINCHA						
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
273°/68.7	0.25 0.24 0.25 0.25	0.247 (47.87)	11:35	700	Sto. Domingo de los Colorados sector plano, suelo húmedo 7 - XI - 80	

RADIAL : 315°

ESTACION: MELODIA 735 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
313°/1.0	750 700 800	750 (117.50)	10:00	2760	Vía a Santa Rita, sector plano, pastos 29 - IX - 80
323°/33.9	0.63 0.60 0.58 0.62	0.607 (55.67)	09:55	2250	Sta. Rosa, plano, suelo cultivado 30 - X - 80
316°/40.6	0.24 0.27 0.27 0.28 0.30	0.272 (48.69)	10:30	1650	Pueblo Nuevo, plano, suelo cultivado 30 - X - 80
314°/48.4	0.33 0.34 0.34 0.33	0.335 (50.5)	11:00	1270	Milpe, plano, suelo cultivado 30 - X - 80
309°/58.9	0.23 0.23 0.22 0.23	0.227 (47.14)	11:50	1000	San Juan de Puerto Quito, sector plano, suelo de cultivo 30 - X - 80

RADIAL : 335°

ESTACION: MELODIA 735 kHz		POIENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
335°/2.4	310 315 310 315	312.5 (109.9)	07:50	2900	El Pintado, sector plano semiurbanizado 29 - X - 80
348°/22.5	4 3.9 3.8	3.9 (71.82)	08:30	2920	Nono, suelo irregular, de cultivos, entre montañas 16 - X - 80
340°/24.2	0.36 0.41 0.42 0.58 0.52	0.458 (53.22)	09:00	2550	La Sierra, entre montañas 16 - X - 80
335°/28.1	0.38 0.46 0.37	0.403 (52.11)	09:25	2170	Guarumales, entre montañas 16 - X - 80
331°/32.9	0.29 0.29 0.29 0.28	0.287 (49.17)	09:25	2150	Tandayapa, entre montañas 30 - X - 80

RADIAL : 335°

ESTACION: MELODIA 735 KHz		POTENCIA: RADIADA: 18.8 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
335°/32.2	0.23 0.22 0.235	0.228 (47.17)	09:45	1950	Cerro Panoma, en la montaña, junto a líneas de energía 16 - X - 80
334°/37.5	0.157 0.14 0.16	0.152 (45.65)	10:20	1580	Hcda. Sta. Rosa, entre monta- ñas 16 - X - 80
335°/40.8	0.185 0.185 0.19	0.186 (45.42)	11:00	1700	Nanegalito, entre lomas, sector despejado 16 - X - 80
335°/45.25	0.65 0.65 0.58	0.626 (55.94)	11:20	1670	Sta. Elena, suelo de cultivo, sector ligeramente plano 16 - X - 80
331°/48.9	0.26 0.285 0.29	0.278 (48.89)	11:50	1400	Gualea, (parque), entre lo- mas 16 - X - 80

3.3.1.2 Estación radio Espejo

Lugar : Quito

Indicativo : HCGB 1

Frecuencia medida : 1310 kHz

Antena : vertical torre radiante de  $0,45\lambda$

Altura sobre el suelo : 102 m

Ganancia con respecto a la isotrópica:

4.39

Potencia de operación: 7.6 kilovatios

Intensidad de campo

a 1 km. del transmisor: 1000 mV/m (120 dB $\mu$ )

Potencia radiada: 33.4 Kw

RADIAL : 0°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
0°/3.8	250 260 255 245	252.5 (108.05)	07:40	2890	La Magdalena, sector urbanizado 7 - XI - 80
2°/18.5	3.2 3.2 3.2	3.2 (70.10)	07:50	3140	La Concepción camino a Nono, suelo irregular, lomas y bosques 16 - X - 80
356°/18.9	1.65 1.6 1.58	1.61 (64.14)	08:05	3330	Finca Sta. Cristina, suelo irregular, pastos y cultivos 16 - X -80



RADIAL : 18°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
17°/8	52 50 50 49	50.25 (94.023)	07:15	2950	Miraflores, sector urbanizado espacios verdes 7 - XI - 80
18°/10	26.5 22.5 27.0 24.0	25.0 (87.96)	09:20	2890	Las Casas (selva Alegre y Do- mingo Espinar), sector urbani- zado 24 - IX - 80
18°/12.9	9.8 9.0 8.2 10.0	9.25 (79.32)	09:55	2790	Sector urbanizado cerca de un bosque (Edmundo Carvajal y Cóndor) 24 - IX - 80
18°/15	9.0 8.0 9.4 9.5	8.97 (79.06)	10:20	2780	Terminal aeropuerto, sector urbanizado, espacio verde 24 - IX - 80
18°/19.9	4.2 4.1 4.0 4.1	4.1 (72.25)	10:50	2850	Carcelén, sector plano, des- pejado y seco 24 - IX - 80

RADIAL : 18°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 35.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
18°/22.5	2.5 2.6 2.8 2.95	2.71 (68.66)	11:30	2650	Cerca de Pusuquí Chico, suelo plano y seco 24 IX -80
18°/33	2.35 2.20 2.25 2.50	2.325 (67.328)	12:00	2410	Avda. Mitad del Mundo, sector semiurbanizado 24 - IX - 80
18°/37.2	1.2 1.18 1.15 1.08	1.15 (61.23)	12:30	2400	Vía a Perucho, frente a un valle, suelo seco 24 - IX - 80
18°/38.7	—	—	14:15	2080	Vía a Perucho, suelo seco 24 - IX - 80
18°/41	—	—	14:10	1690	Vía a Perucho, sector seco, suelo irregular 24 - IX - 80

RADIAL : 18°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
18°/42	—	—	14:00	1580	Vía a Perucho, entre montañas 24 - IX - 80
16°/44.5	0.26 0.27 0.28	0.27 (48.63)	13:25	1810	Perucho, suelo irregular, se- com entre montañas 24 - IX - 80
27°/15.5	16 16.5 16.2 15.8	16.125 (84.15)	10:42	2950	Estadio de la ciudadela Dammer 13 - VIII - 80

RADIAL : 37°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
37°/5.75	110 98 105	104.33 (100.36)	08:40	2690	Autopista al Valle de los Chillos, sector semiurbanizado 2 - X - 80
37°/11.3	14	14 (83.1)	11:25	2815	Bellavista (vía a Tumbaco), sector entre lomas 13 - VIII - 80
37°/16.8	9.5 9.6 9.6 9.5	9.55 (79.6)	12:15	2540	Zámbiza, entre lomas 29 - XI - 80
37°/22.1	7.5 7.5 7.4	7.46 (77.45)	07:40	2530	Calderón, sector de lomas pequeñas 26 - IX - 80
37°/25.3	3.9 4.5 3.8 4.2	4.1 (72.25)	09:35	2230	San Miguel, entre lomas, (junto a la Panamericana Norte) 26 - IX - 80

RADIAL : 37°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
37°/29.15	1.9 1.75 1.75 1.9 1.825 (65.22)	10:00	2000	Loma Piedra Rumi (zona montañosa) 26 - IX - 80	
37°/34.7	1.4 1.45 1.6 1.6 1.51 (63.58)	08:15	2100	Cholán (zona montañosa) 25 - IX - 80	
37°/43.6	3.9 4.0 4.0 3.9 3.95 (71.93)	09:30	2780	Tocachi (zona alta y depejada) 25 - IX - 80	
37°/61.6	0.44 0.42 0.42 0.42 0.425 (52.57)	10:50	2840	González Suárez, entre lomas pequeñas 31 - X - 80	

RADIAL : 45°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut./Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
42°/1	1000	1000 (120)	08:55	2800	Estadio Epliacachima, sector urbanizado 29 - IX - 80
45°/7.25	62 75 67	68 (96.65)	09:15	2770	Urbanización las Monjas, entre lomas 2 - IX - 80
45°/13,4	10.0 10.0	10.0 (80)	08:10	2500	Vía a Tumbaco (Miravalle) 25 - IX - 80
45°/16.1	6.8 6.8 7.0	6.86 (76.73)	13:15	2400	El Valle (cerca de Nayón) 29 - IX - 80
45°/25.6	3.5 3.55 3.0 3.2	3.31 (70.4)	12:35	2500	Cochapamba (Hcda. La Merced) zona plana (meseta) 26 - IX - 80

RADIAL : 45°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
45°/29.8	2.65 2.75 2.85	2.75 (68.78)	11:45	2300	El Peinado, zona plana (meseta) 26 - IX - 80
45°/31.7	2.05 2.3 2.45	2.26 (67.08)	10:55	2240	El Requejo, zona montañosa 26 - IX - 80
45°/35.2	2.4 2.3 2.25	2.316 (67.3)	10:25	2150	Guayllabamba, valle 26 - IX -80
45°/39.4	2.45 2.15 2.05 2.2	2.21 (66.88)	11:00	2500	Chinchiloma, zona ligeramente montañosa y algo despejada, terrenoseco 25 - IX - 80
45°/50.4	2.0 2.0 1.9 1.9	1.95 (65.8)	10:05	2920	Tabacundo, sector plano, suelo cultivado 31-X - 80

RADIAL : 45°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHz						POTENCIA: RADIADA: 35.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha				
45°/58.6	1.5 1.45 1.5 1.45	1.48 (63.38)	10:30	2900	Sta. Clara, Hcda. El Prado, sector plano, suelo cultivado 31 - X - 80				
45°/68.9	1.06 1.10 1.02 1.12	1.06 (60.55)	11:50	3160	Olmedo, sector plano, pastos 31 - X - 80				



RADIAL : 57°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
57°/6	68 68 65 65	66.5 (96.45)	09:30	2770	San Miguel de Collacoto, suelo entre lomas pequeñas 2 - X - 80
57°/14.4	10.0 10.5 10.5	10.33 (80.28)	08:45	2260	Quinta Concepción (pasando Cumbayá) sector plano, pastos 30 - IX - 80
57°/22	4.7 5.0 6.0	5.23 (74.37)	09:15	2380	Puembo (planteo avícola), sue- lo plano de cultivo 30 - IX - 80
57°/24.2	4.0 4.0 4.0	4.0 (72.04)	10:45	2440	Zona plana y despejada 30 - IX - 80
57°/29.3	4.3	4.3 (72.67)	11:45	2640	Checa (zona despejada) 30 - IX - 80

RADIAL : 57°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
57°/31.6	2.8 3.0	2.9 (69.25)	11:45	2670	El Quinche (zona despejada) 30 - IX - 80
57°/48.4	1.3 1.4 1.4 1.45	1.387 (62.845)	13:15	2840	Guabullo, sector de pequeñas lomas 31 - IX - 80
56°/55.7	1.15 1.20 1.00 0.95	1.075 (60.63)	12:50	3110	Punta rejas- Hcda. Piemonte entre lomas 31 - X - 80

RADIAL : 78°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
78°/6.25	60 64 65	63 (95.98)	10:25	2510	Suelo seco, semidespejado, valle, camino a Guangopolo (Estación terrena) 2 - X - 80
78°/8.5	28 29 31	29.33 (89.35)	11:05	2450	Lecho del río San Pedro, bosque rodeado de elevaciones (Guangopolo) 2 - X - 80
78°/19	6.4 5.8 5.8	6 (75.56)	12:45	2620	Suelo seco, despejado (camino La Merced-Tumbaco) loma Santa Lucía 2 - X - 80
83°/22.8	8.4	8.4 (78.48)	08:35	2780	Sector plano despejado, húmedo 3 - X - 80
80°/23	9.0 7.8 8.8	8.53 (78.62)	08:17	2820	Cerca de arbustos (Pifo) 3 - X - 80
78°/22.8	6.0 6.0 5.8	5.93 (75.46)	12:00	2750	Pifo, sector plano, pastos, suelo húmedo 2 - X - 80

RADIAL : 90°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHz		POTENCIA: RADIADA: 35.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
90°/4.6	60 58 54	57.33 (95.17)	09:45	2600	Terreno seco, despejado, meseta comienzo del valle 2 - X - 80
95°/6.5	49 50 53	50.66 (94.09)	10:05	2490	Suelo seco, despejado, valle 2 - X - 80
90°/9.5	36 35 37	36 (91.13)	11:30	2505	Suelo de pasto, ligeramente inclinado, Guangopolo 2 - X - 80
98°/15	11.5 11.0 12.0	11.5 (81.21)	11:55	2610	La Merced , suelo plano 2 - X - 80
90°/16.8	7.0 7.0 7.0	7.0 (76.9)	12:15	2620	Suelo seco, irregular Illaó 2 - X - 80

RADIAL : 90°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 35.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m,	Observaciones del lugar / fecha	
90°/21.5	7.5 6.5 7.2 7.066 (76.98)	10:55	2750	Burrochupa, sector de pequeñas lomas 3 - X - 80	
90°/26.3	5.8 6.4 6.4 6.2 (75.85)	10:00	3300	En la montaña. El Tablón 3 - X - 80	
88°/26.3	4.3 4.1 3.8 4.066 (72.18)	09:10	3000	Sector rodeado de lomas: Escuela Isaac Barrera (Deigado) 3 - X - 80	
90°/31	3.5 3.55 3.4 3.483 (70.84)	09:35	3520	Sector húmedo, entre montañas camino a Papallacta 3 - X - 80	

RADIAL: 110°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
110°/5	82 85	83.5 (98.3)	08:20	2650	Conocoto, sector plano, despejado 6 - X - 80
110°/8.7	29 27	28 (88.94)	08:00	2620	San Rafael, sector urbanizado 6 - X - 80
110°/15.7	14.5 15.5 15.5	15.16 (83.8)	08:15	2700	Parcelación Floresta, suelo húmedo, plano, suelo de culti- vos 8 - X - 80
110°/21	8.4 7.8 8.6 8.6	8.35 (78.5)	09:40	2810	Plano, húmedo, suelo de cultivo al pie de una montaña, Casha- loma 6 - X - 80

RADIAL : 125°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
125°/9.5	25.5 27.5 26.2	26.4 (88.45)	13:30	2570	San Rafael, valle, suelo de cultivo 15 - X - 80
125°/12.5	17 15.5 16.0 16.5	16.25 (84.22)	13:15	2590	Sangolquí, sector plano, pedregoso 8 - X - 80
125°/19.0	5.0 4.7 4.8 5.5	5 (73.98)	12:35	2860	Comuna 9 de Octubre, sector de pequeñas lomas, húmedo, suelo cultivado 8 - X - 80
125°/24.7	6.0 6.0 5.2 5.0	5.55 (74.88)	10:50	3100	Hcda. La Merced, suelo húme- do cultivado. Sector de peque- ñas lomas al pie de una monta- ña 8 - X - 80
125°/27.7	7.8 7.5 7.6	7.63 (77.65)	11:45	3550	El Mirador, en la montaña, suelo húmedo cultivado 8 - X - 80

RADIAL : 133°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHz		POTENCIA: RADIADA 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
133°/13.5	21.5 23.5 23.5	22.83 (87.17)	09:55	2650	Escuela Inés Gangotena Jijón suelo húmedo, de cultivo, irregular 13 - X - 80
153°/24.5	5.8 6.0 5.4	5.73 (75.17)	12:35	3110	Sitio Rafael Delgado, suelo húmedo, irregular, entre lomas 14 - X - 80
153°/30.2	3.3 3.2 3.2	3.23 (70.19)	11:00	3410	Laguna de Secas, entre monta- ñas suelo húmedo 14 - X - 80
133°/33.65	2.85 2.85 2.85	2.85 (69.09)	11:15	3610	Entre montañas 14 - X - 80
153°/36.1	2.85 2.80 2.75	2.8 (68.94)	11:30	3780	Páramo, entre lomas 14 - X - 80



RADIAL : 133°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
133°/36.3	2.6 2.6 2.6	2.6 (68.29 )	11:45	3380	Páramo, sector plano 14 - X - 80

RADIAL : 154°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POIENCIA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
163°/1	690 680 750 750 750	724 (117.19)	10:17	2960	Sector plano, semiurbanizado área industrial 14 - VIII - 80
163°/3.5	158	158 (103.97)	11:21	2990	Sector plano, área de culti- vos 14 - VIII - 80
154°/12.0	17.5 18.0 19.6 17.5	18.15 (85.10)	11:25	2590	Cuendina, vía Amaguaña, suelo plano, húmedo, pastos 10 - X - 80
154°/14.8	11.5 12.2 11.4	11.7 (81.3)	12:05	2850	Loma Chillo ladera, suelo húmedo, pastos 10 - X - 80
161°/18.0	6	6 (75.6)	12:30	2900	Planta eléctrica de Amaguaña en la loma 10 - X - 80

RADIAL : 154°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POENCIA: RADIADA 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
157°/18.7	11 10.8 12	11.26 (81.05)	13:15	3700	Suelo cultivado, húmedo, entre lomas 10 - X - 80
155°/19.0	9.8 10.3 9.4	9.83 (79.85)	10:40	3270	En loma, suelo irregular, cultivado 10 - X - 80
154°/20.7	5.5 6.2 6.2 5.0	5.725 (75.15)	12:16	3310	Suelo irregular, húmedo, pastos 10 - X - 80
154°/22.7	4.8 4.4 4.6	4.6 (73.25)	12:00	3290	Entre lomas, suelo irregular, húmedo 13 - X - 80
154°/24.7	2.8 2.55 2.70	2.68 (68.57)	11:45	3300	Entre lomas, suelo húmedo, pastos 13 - X - 80

RADIAL : 154°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHz		POTENCIA: RADIADA 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
157°/26	1.38 1.42 1.25	1.316 (62.39)	11:30	3300	Entre lomas, suelo húmedo, irregular 15 - X - 80

RADIAL : 190°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIA 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
192°/4.15	130 145 148	141 (102.98)	08:50	3000	El Blanqueado, sector plano, húmedo 17 - X - 80
192°/10.8	48 46 46	46.66 (93.38)	09:30	3090	Santa Catalina, sector plano 17 - X - 80
188°/14.9	14.5 14.7 14.5	14.56 (83.27)	09:40	2810	Tambillo, sector plano 17 - X - 80
190°/21.3	8.0 8.4 8.4	8.26 (78.35)	10:00	2875	Desvío a Aloag, sector plano, húmedo, de cultivo 17 - X - 80
189°/26.25	6.4 7.2 6.5	6.7 (76.52)	10:10	2990	Machachi, (parque) 17 - X - 80

RADIAL : 190°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHz		POTENCIA: RADIADA 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
192°/32.6	3.1 3.8 4.2 4.3	3.85 (71.7)	10:30	3120	Escuela Tarqui, sector plano húmedo 17 - X - 80
188°/39	1.8 1.7 1.7	1.733 (64.77)	11:05	3540	NASA 17 - X - 80
188°/44.2	7.4 7.5 7.4	7.43 (77.42)	11:10	3400	Tiopullo 17 - X - 80
190°/53.1	0.4 0.4 0.4	0.4 (52.04)	11:30	3090	Entrada de Pastocalle 17 - X - 80

RADIAL : 227°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
202°/20.5	7.0 7.0 7.2 7.0	7.05 (76.96)	08:40	3140	Casanto, sector plano, pastos 7 - XI - 80
214°/23.2	1.4 1.4 1.3 1.2	1.33 (62.44)	08:45	2970	San Augustín, entre montañas 7 - XI - 80
227°/27.4	0.39 0.4 0.39 0.38	0.39 (51.82)	09:30	2350	Patatambo, entre montañas 7 - XI - 80
233°/32.1	0.015 0.014 0.013 0.02	0.015 (23.81)	09:50	1820	San Ignacio, entre montañas 7 - XI - 80
243°/33.8	0.013 0.012 0.012 0.012	0.012 (21.76)	10:10	1540	Manuel Cornejo Astorga (Tanda- pi), entre montañas 7 - XI - 80

RADIAL : 270°

ESTACION: ESPEJO 1510 kHz		POTENCIA: RADIADA 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
270°/1.0	780 750 740 840 750	772 (117.75)	09:42	2790	Santa Rita, pastos, sector plano 29 - IX - 80
270°/2.4	350 350 350 350	350 (110.881)	08:07	2900	Santa Rita, sector plano semi- urbanizado 29 - X - 80
270°/6.7	39 34 38 40	37.75 (91.54)	08:40	3200	La Victoria, entre lomas 29 - X - 80
259°/13.5	5.8 6.3 7.0 7.0	6.525 (76.29)	09:16	3160	Hcda. Alisal, entre montañas 29 - X - 80
261°/9.85	22 21 22 23	22 (86.84)	08:55	3430	San Juan (entre lomas) 29 - X - 80



RADIAL ; 270°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
265°/16	0.61 0.75 0.60 0.60	0.64 (55.124)	09:45	2740	Loma Bahamonte, entre monta- ñas 29 - X - 80
270°/21.25	0.2 0.19 0.19 0.18	0.19 (45.58)	10:15	2160	Escuela José Joaquín Olmedo, entre montañas 29 - X - 80
281°/27.5	0.28 0.26 0.28 0.35	0.287 (49.173)	10:45	1900	Chiriboga, entre montañas 29 - X - 80
276°/30.7	0.06 0.17 0.18 0.22	0.157 (45.95)	11:10	1960	Hcda. Palmeras, entre montañas 29 - X - 80
270°/35.35	0.22 0.26 0.32 0.25	0.262 (48.38)	11:50	1950	El Volante, finca Jesús del Gran Poder, entre montañas 29 - X - 80

RADIAL : 270°

ESTACION: ESPEJO 1310 kHz		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
257°/36	0.012 0.012 0.013 0.013	0.0125 (21.93)	10:30	1290	Escuela Esperie, entre monta- ñas 7 - XI - 80
265°/38.6	0.19 0.17 0.15 0.13	0.16 (44.08)	12:35	1500	Finca San Vicente, entre mon- tañas 29 X - 80
265°/44.9	0.08 0.08 0.076 0.07	0.076 (37.67)	13:05	1025	La Palma, entre montañas 29 - X - 80
264°/52.5	0.012	0.012 (21.58)	11:00	880	Alluriquín, entre lomas 7 - XI - 80
270°/60.5	-	-	11:20	720	Pisotante, entre pequeñas lomas con vegetación 7 - XI - 80

RADIAL : 315°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
313°/1.0	1030 1040 1060 900 960	998 (119.98)	10:00	2760	Vía a Santa Rita, sector plano, pastos 29 - IX - 80
323°/33.9	0.19 0.18 0.22 0.21	0.20 (46.02)	09:55	2250	Santa Rosa, plano, suelo cultivado 30 - X - 80
316°/40.6	0.15 0.16 0.15 0.15	0.152 (43.67)	10:30	1650	Pueblo Nuevo, plano, suelo cultivado 30 - X - 80
314°/48.4	0.17 0.18 0.17 0.18	0.175 (44.86)	11:00	1270	Milpe, plano, suelo cultivado 30 - X - 80
309°/58.9	0.07 0.08 0.05 0.07	0.066 (36.42)	11:50	1000	San Juan de Puerto Quito, sector plano, suelo cultivado 30 - X - 80

RADIAL : 335°

ESTACION: ESPEJO 1310 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 33.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
335°/2.4	320 310 310 310	312.5 (109.9)	07:50	2900	El Pintado, sector plano semi-urbanizado
348°/22.5	0.74 0.75 0.66	0.716 (57.11)	08:30	2920	Nono, suelo irregular, de cultivos, entre montañas 16 - X - 80
340°/24.2	0.176 0.2 0.22 0.175 0.185	0.19 (45.63)	09:00	2550	La Sierra, entre montañas 16 - X - 80
335°/28.1	0.09 0.1 0.06	0.083 (38.42)	09:25	2170	Guarumales, entre montañas 16 - X - 80
335°/32.2	0.07 0.072 0.076	0.0726 (37.23)	09:45	1950	Cerro Panoma. En la montaña, junto a líneas de energía 16 - X - 80

RADIAL : 335°

ESTACION: ESPEJO 1510 kHz		POENCIA: RADIADA: 53.4 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
331°/32.9	1.00 0.95 0.95 0.94	0.96 (59.65)	09:25	2150	Tandayapa, entre montañas 30 - X - 80
334°/37.5	0.066 0.058 0.060	0.0613 (35.75)	10:20	1580	Hcda. Santa Rosa, entre montañas 16 - X - 80
335°/40.8	0.175 0.18 0.2	0.184 (45.30)	11:00	1700	Nanegalito, entre lomas, sector despejado 16 - X - 80
333°/45.25	0.2 0.19 0.19	0.19 (45.65)	11:20	1670	Sta. Elena, suelo de cultivo, sector ligeramente plano 16 - X - 80
331°/48.9	0.084 0.086 0.082	0.084 (38.48)	11:50	1400	Gualea (parque), entre lomas 16 - X - 80

3.3.1.3 Estación Colón

Lugar: Quito

Indicativo: HCCM1

Frecuencia medida: 920 kHz

Antena: vertical torre radiante de  $0,25\lambda$

Altura sobre el suelo: 81.52 m.

Ganancia con respecto a la isotrópica: 3

Potencia de operación: 9.02 Kw

Intensidad de campo

a 1 km del transmisor: 900 mV/m (119 dB $\mu$ )

Potencia radiada: 27.1 kw

RADIAL : 5°

ESTACION: COLON 920 kHz      POTENCIA: RADIADA: 27.1 kW      PROVINCIA: PICHINCHA						
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
5°/7.9	80 75 72 75	75.5 (97.56)	07:40	2890	La Magdalena, sector urbanizado 7 - XI - 80	
4°/22.7	3.2 3.2 3.4	3.26 (70.26)	07:50	3140	La Concepción, camino a Nono, suelo irregular, entre lomas y bosques 16 - X - 80	

RADIAL : 15°

ESTACION: COLON 920 KHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
16°/5.1	100	100 (100)	08:55	2800	Estadio Epliacachima, sector urbanizado 29 - IX - 80
15°/12.1	34 33 35 36	34.5 (90.76)	07:15	2950	Miraflores, sector urbanizado espacios verdes 7 - XI - 80
15°/14.1	23.0 22.0 21.5 24.0	22.5 (87.04)	09:20	2890	Las Casas (Selva Alegre y Do- mingo Espinar), sector urba- nizado 24 - IX - 80
15°/17.1	12.0 11.5 11.5 13.0	12.0 (81.58)	09:55	2790	Sector urbanizado cerca de un bosque (Edmundo Carvajal y Cóndor) 24 - IX - 80
15°/19.1	12.0 10.0 11.8 11.8 12.5	11.62 (81.3)	10:20	2780	Terminal aeropuerto, sector urbanizado, espacios verdes 24 - IX - 80



RADIAL : 15°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
16°/24	7.3 7.0 7.2 7.0	7.13 (77.05)	10:50	2850	Carcelén, sector plano, des- pejado y seco 24 - IX - 80
13.4°/26.6	5.0 5.2 5.0 5.4 5.5	5.22 (74.35)	11:30	2650	Cerca de Pusuquí Chico, suelo plano y seco 24 - IX - 80
15.6°/35.15	2.35 2.2 2.25 2.5	2.325 (67.33)	12:00	2410	Avda. Mitad del Mundo, sector semiurbanizado 24 - IX - 80
174°/39.4	2.8 2.5 2.2 2.1	2.4 (67.6)	12:30	2400	Vía a Perucho, frente a un valle, suelo seco 24 - IX - 80
15°/48.65	0.56 0.52 0.52 0.50	0.525 (54.4)	13:25	1810	Perucho, suelo irregular, se- co, entre montañas 24 - IX - 80

RADIAL : 15°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Horas	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
22°/19.5	16.4 18.0 17.85 (85.03) 18.5	10:42	2950	Estadio de la ciudadela Danmer 13 - VIII - 80	

RADIAL : 32°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
27°/9.1	260 250 160 223 (106.97)	08:40	2690	Autopista al Valle de los Chillos, sector semiurbanizado 2 - X - 80	
35°/9.4	35 36 39 43 38.25 (91.65)	09:30	2770	San Miguel de Collacoto, suelo seco entre lomas pequeñas 2 - X - 80	
30°/10.8	39 43 37 39.66 (91.97)	09:15	2770	Urbanización Las Monjas, entre lomas 2 - IX - 80	
29°/15	17 17 (87.6)	11:25	2815	Bellavista, (vía Tumbaco), sector entre lomas 15 - VIII - 80	
31°/23.6	6.8 7.0 7.0 7.0 6.95 (76.84)	12:15	2540	Zámbiza, entre lomas 29 - IX - 80	

RADIAL : 32°

ESTACION: COLOM 920 KHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
33°/25.8	5.6 5.6 5.0	5.4 (74.65)	07:40	2530	Calderón, sector de lomas pequeñas 26 - IX - 80
33°/29.1	3.0 3.3 2.7 3.0	3.0 (69.54)	09:35	2230	San Miguel, entre lomas. (junto a la Panamericana Norte) 26 - IX - 80
33°/33	1.7 1.7 1.8	1.75 (64.76)	10:00	2000	Loma Piedra Rumi (zona montañosa) 26 - IX - 80
33°/39.4	1.25 1.15 1.2 1.25	1.21 (61.25)	08:15	2100	Cholán (zona montañosa) 25 - IX - 80
34°/47.5	3.5 3.6 3.7 3.6	3.6 (71.13)	09:30	2780	Tocachi, (zona alta y despejada) 25 - IX - 80

RADIAL : 32°

ESTACION: COLON 920 KHz		POTENCIA: RADIADA 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
35°/65.4	0.50 0.46 0.46 0.48	0.475 (55.53)	10:50	2840	González Suárez, entre lomas pequeñas 31 X - 80

RADIAL : 41°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Ázmut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dEu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
36.7°/17	10.0 10.5	10.25 (80.21)	08:10	2500	Vía a Tumbaco (Miravalle) 25 - IX - 80
37.8°/19.6	8.0 8.0 7.6	7.86 (77.908)	13:15	2400	El Valle (cerca de Nayón) 29 - IX - 80
40°/29	4.7 4.6 4.2 4.4	4.475 (73.01)	12:35	2300	Cochapamba, (Hcda. La Merced) meseta, zona plana 26 - IX - 80
41°/33.2	2.8 2.9 2.9	2.86 (69.13)	11:45	2300	El Peinado, zona plana, meseta 26 - IX - 80
41°/35.2	2.8 2.9 3.1	2.93 (69.34)	10:55	2240	El Requejo, zona montañosa 26 - IX - 80

RADIAL : 41°  
 POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw    PROVINCIA: PICHINCHA

ESTACION: COLON 920 KHZ		PROVINCIA: PICHINCHA			
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Horas	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
41°/38.4	2.9 2.85 2.85	2.86 (69.13)	10:25	2150	Guayilabamba, valle 26 - IX - 80
41°/42.7	2.8 3.0 2.95 2.6	2.837 (69.06)	11:00	2500	Chinchiloma, zona ligeramente montañosa, y algo despejada, terreno seco 25 - IX - 80
43°/53.8	2.3 2.3 2.4 2.38	2.345 (67.403)	10:05	2920	Tabacundo, sector plano, sue- lo cultivado 31 - X - 80
43°/62	1.85 1.85 1.8 1.8	1.83 (65.23)	10:30	2900	Sta. Clara, Hcda. El Prado, sector plano, suelo cultivado 31 - IX - 80

RADIAL ; 50°

ESTACION: COLON 920 KHz		POTENCIA: RADIADA : 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
49°/6.7	54 45 49	49.33 (93.86)	09:45	2600	Suelo seco, sector despejado, meseta, comienzo del valle 2 - X - 80
60°/8	53 55 53	53.66 (94.59)	10:05	2490	Suelo seco, sector despejado valle 2 - X - 80
50°/8.6	45 47 48	46.66 (93.38)	10:25	2510	Suelo seco, valle, camino a Guangopolo (Estación Terrena) 2 - X - 80
56°/10.7	27.0 28.5 28.0	27.83 (88.89)	11:05	2450	Guangopolo, lecho del Río San Pedro, bosque rodeado de ele- vaciones 2 - X - 80
46°/16.75	13.0 13.0 13.0	13.0 (82.28)	08:45	2260	Quinta Concepción (pasando Cumbayá) sector plano, pastos 30 - IX - 80



RADIAL : 50°

ESTACION: COLON 920 kHz		POENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
49°/25.1	6.4 7.5	6.95 (76.84)	09:15	2380	Puembo, (planteil avícola In- ca), suelo plano de cultivos 30 - IX - 80
50°/27.2	5.5 5.4 5.2	5.36 (74.58)	10:45	2440	Zona plana y despejada 30 - IX - 80
50.5°/32.3	6.0	6.0 (75.56)	11:15	2640	Checa (zona despejada) 30 - IX - 80
50.6°/34.6	3.3 2.9	3.1 (69.83)	11:45	2670	El Quinche (zona despejada) 30 - IX - 80
50°/51.4	1.6 1.6 1.6 1.55	1.587 (69.014)	13:15	2840	Guabullo, sector de pequeñas lomas 31 - X - 80

RADIAL : 50°

ESTACION: COLON 920 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
52.5°/58.6	0.8 0.9 0.875 0.9 (58.840) 0.9	12:50	3110	Punta Rejas, Hcda. Piemonte entre Iomas 31-X - 80	
46°/72.2	1.4 1.3 1.38 1.45 (62.77) 1.55	11:50	3160	Olmedo, sector plano, pastos 31 - X - 80	

RADIAL : 70°

ESTACION: COLON 920 KH		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
65°/5.9	60 55	57.5 (95.19)	08:20	2650	Conocoto, sector plano, despejado 6 - X - 80
67°/10.9	30 29 31	30 (89.54)	11:30	2505	Guangopolo, suelo ligeramente inclinado, pastos 2 - X - 80
66°/21.8	3.9 4.0 4.0	3.96 (71.95)	12:45	2620	Suelo seco, despejado, (camino la Merced.-Tumbaco) Loma Santa Lucía 2 - X - 80
70°/24.5	5.5	5.5 (74.81)	08:55	2780	Sector plano, despejado, húmedo (Pifo) 3 - X - 80
70°/25	5.5 5.0 5.4	5.35 (74.57)	08:17	2820	Cerca de arbustos, (Pifo) 3 - X - 80

RADIAL : 70°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA : 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
69°/24.5	4.6 4.6 4.5	4.56 (73.18)	12:00	2750	Pifo, sector plano, pastos, suelo húmedo 2 - X - 80

RADIAL : 80°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
82°/8.9	27 31	29 (89.25)	08:00	2620	San Rafael, sector urbanizado 6 - X - 80
80°/15.8	18 18.5 15	17.16 (84.69)	11:55	2610	La Merced, suelo plano 2 - X - 80
76°/18	8.5 9.0 9.0	8.83 (78.92)	12:15	2620	Suelo seco, irregular, Iñaló 2 - X - 80
79°/22.6	7.5 6.4 7.2 7.7	7.2 (77.15)	10:55	2750	Burrochupa, sector de pequeñas lomas 3 - X - 80
81°/27.4	6.3 6.6 7.0	6.63 (76.43)	10:00	3300	En la montaña, el Tablón 3 - X - 80

RADIAL : 80°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
78°/27.6	3.25 3.20 3.10	5.18 (70.05)	09:10	3000	Sector rodeado de lomas, escuela Ia Isaac Barrera (Delgado) 3 - X-8 0
82°/32.5	2.9 3.0 3.0	2.96 (69.42)	09:35	3520	Sector húmedo, entre montañas camino a Papallacta 3 - X - 80

RADIAL : 110°

ESTACION: COLON 920 KHZ		POTENCIA: RADIADA : 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
99°/8.5	45 46 45	45.33 (93.13)	13:30	2570	San Rafael, valle, suelo de cultivo 13 - X - 80
105°/11.3	34 33 34 34	33.75 (90.56)	13:15	2590	Sangolquí, sector plano, pe- dregoso 8 - X - 80
115°/11.8	31.0 31.0 31.5	31.16 (89.87)	09:55	2650	Escuela Inés Gangotena Jijón, suelo húmedo, de cultivo, irregular 13 - X - 80
93°/15.5	21.0 21.5 21.5 20.0	21.0 (86.44)	08:15	2700	Parcelación Floresta, suelo húmedo, plano; de cultivo 8 - X - 80
113°/17.9	10.0 10.0 10.0 10.9	10.23 (80.19)	12:35	2860	Comuna 9 de Octubre, sector de pequeñas lomas, suelo hú- medo, cultivado 8 - X - 80

RADIAL : 110°

ESTACION: COLON 920 KHz		POENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
97°/20.4	10.4 10.0 10.9 11.0	10.58 (80.48)	09:40	2810	Cashaloma, sector plano, al pie de una montaña, suelo hú- medo, cultivado 6 - X - 80
115°/23.2	14.0 14.0 11.5 9.5	12.25 (81.76)	10:50	3100	Hcda. La Merced, sector de pe- queñas lomas, suelo húmedo, cultivado 8 - X - 80
117°/26.2	11.2 11.4 11.0	11.2 (80.98)	11:45	3550	El Mirador, en la montaña, sue- lo húmedo, cultivado 8 - X - 80



RADIAL : 125°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
123°/22.5	9.4 10.0 10.0	9.8 (79.82)	12:55	3110	Sitio Rafael Delgado, suelo húmedo irregular, entre lomas 14 - X - 80
125°/28.1	4.2 4.2 4.0	4.13 (72.32)	11:00	3410	Laguna de Secas, entre monta- ñas, suelo húmedo 14 - X - 80
125°/31.6	2.95 2.75 2.80	2.85 (69.03)	11:15	3610	Entre montañas 14 - X - 80
126°/34	2.85 2.75 2.85	2.816 (69.99)	11:30	3780	Páramo, entre lomas 14 - X - 80
124°/34.3	2.65 2.65 2.65	2.65 (68.46)	11:45	3380	Páramo, sector plano 14 - X - 80

RADIAL : 145°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
157°/8.8	50 52 52 50	51 (94.15)	11:25	2590	Cuendina, vía Amaguaña, suelo plano, húmedo, pastos 10 - X - 80
141°/11.5	36.0 38.0 34.5	36.16 (91.16)	12:05	2850	Loma Chillo Ladera, suelo hú- medo, pastos 10 - X - 80
153.5°/14.3	11	11 (80.83)	12:30	2900	Planta eléctrica de Amaguaña, en la loma 10 - X - 80
147°/15.7	15 16 14	15 (83.52)	10:40	3270	En loma, terreno irregular, suelo cultivado 10 - X - 80
145°/17.4	11.5 12.0 12.0	11.83 (81.46)	12:16	3310	Suelo irregular, húmedo, pas- tos 10 - X - 80

RADIAL : 145°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
145°/19.5	8.6 8.5 9.0	8.7 (78.79)	12:00	3290	Entre lomas, suelo irregular, húmedo 13 - X - 80
147°/21.5	5.0 4.8 4.7	4.83 (73.68)	11:45	3300	Entre lomas, suelo húmedo, pastos 13 - X - 80
150°/22.5	1.83 1.87 1.90	1.86 (65.39)	11:30	3300	Entre lomas, suelo húmedo irregular 13 - X - 80

RADIAL : 190°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
194°/6.6	42 105 110 120	94.25 (99.48)	09:30	3090	Santa Catalina, sector plano 17 - X - 80
186°/10.7	52 52 55	53 (94.48)	09:40	2810	Tambillo, sector plano 17 - X - 80
204°/16.4	21.0 21.0 20.5 21.0	20.88 (86.39)	08:40	3140	Casanto, sector plano, pastos 7 - XI - 80
190°/17.1	18.5 19.5 20.0	19.53 (85.72)	10:00	2875	Desvío a Aloag, sector plano, húmedo de cultivo 17 - X - 80
189°/22.1	18.0 19.5 17.5	18.33 (85.26)	10:10	2990	Machachi, (parque) 17 - X - 80

RADIAL : 190°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 271.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
191°/28.6	10.0 9.2 9.0	9.4 (79.46)	10:30	3120	Escuela Tarqui, sector plano, húmedo 17 - X - 80
188°/34.8	5.0 5.0 5.1	5.03 (74.03)	11:05	3540	NASA 17 - X - 80
188°/40	1.85 1.90 1.95	1.90 (65.57)	11:10	3400	Tiopullo 17 - X - 80
189°/49	0.9 0.8 0.8	0.83 (58.38)	11:30	3090	Entrada a Pastocalle 17 - X - 80

RADIAL : 235°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
219°/19.5	2.9 3.0 3.2 3.1	3.05 (69.686)	08:45	2970	San Agustín, entre montañas 7 - XI - 80
233°/24.2	0.50 0.55 0.52 0.52	0.522 (54.362)	09:30	2350	Pataambo, entre montañas 7 - XI - 80
238°/29.2	0.34 0.34 0.35 0.33	0.34 (50.629)	09:50	1820	San Ignacio, entre montañas 7 - XI - 80
249°/31.5	0.08 0.07 0.07 0.07	0.0725 (37.207)	10:10	1540	Manuel Cornejo Astorga (Tanda- pi), entre montañas 7 - XI - 80

RADIAL : 270°

ESTACION: COLON 920 KHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
286°/9.4	19.0 21.0 21.0 20.5	20.38 (86.18)	08:55	3430	San Juan, entre lomas 29 - X - 80
277°/12.7	8.5 8.0 7.0 6.2	7.43 (77.42)	09:16	3160	Hcda. Alisal, entre montañas 29 - X - 80
281°/15.5	1.00 0.95 1.20 1.10	1.06 (60.53)	09:45	2740	Loma Bahamonte, entre monta- ñas 29 - X - 80
281°/20.9	0.32 0.33 0.27 0.22	0.285 (49.09)	10:15	2160	Escuela José Joaquín Olmedo, entre montañas 29 - X - 80
289.5°/27.8	0.72 0.62 0.55 0.60	0.62 (55.88)	10:45	1900	Chiriboga, entre montañas 29 - X - 80

RADIAL : 270°

ESTACION: COLON 920 KHz		POTENCIA: RADIADA : 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
284°/30.7	0.46 0.44 0.48 0.55	11:10	1960	Hcda. Palmeras, entre montañas 29 - X - 80	
264°/34.6	0.11 0.11 0.12 0.12	10:30	1290	Escuela Esperie, entre montañas 7 - XI - 80	
278°/34.9	0.29 0.37 0.32 0.29	11:50	1950	El volante, finca Jesús del Gran Poder, entre montañas 29 - X - 80	
272°/37.8	0.14 0.14 0.16 0.17	12:35	1500	Finca San Vicente, entre montañas 29 - X - 80	
269°/44	0.13 0.11 0.13 0.14	13:05	1025	La Palma, entre montañas 29 - X - 80	



RADIAL : 270°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
269°/51.5	0.13 0.13 0.13 0.14	0.132 (42.44)	11:00	880	Alluriquín, entre lomas 7 - XI - 80
274°/59.9	0.080 0.078 0.085 0.090	0.083 (34.41)	11:20	720	Pisotante, entre lomas peque- ñas con vegetación 7 - XI - 80
277°/68.4	0.16 0.16 0.16 0.16	0.16 (44.08)	11:35	700	Sto. Domingo de los Colorados sector plano, suelo húmedo 7 - XI - 80

RADIAL : 320°

ESTACION: COLON 920 kHz		POENCIA: RADIADA 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
325°/1	900 910 920 (119.18)	11:21	2990	Sector plano, área de cultivos 14 - VIII - 80	
305°/7.3	90 92 88.25 85 (98.92) 86	08:40	3200	La Victoria, entre lomas 29 - X - 80	
327°/36.9	0.24 0.25 0.24 0.24 (47.61) 0.23	09:55	2250	Sta. Rosa, sector plano, suelo cultivado 30 - X - 80	
320°/43.2	0.22 0.22 0.22 0.22 (46.95) 0.23	10:30	1650	Pueblo Nuevo, sector plano, suelo cultivado 30 - X - 80	
317°/51.8	0.35 0.34 0.34 0.34 (50.63) 0.33	11:00	1270	Milpe, sector plano, suelo cultivado 30 - X - 80	

RADIAL : 320°

ESTACION: COLON 920 kHz      POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw      PROVINCIA: PICHINCHA					
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
513°/61.2	0.20 0.20 0.20 0.20	0.20 (46.02)	11:50	1000	San Juan de Puerto Quito, sector plano, suelo cultivado 30 - X - 80

RADIAL : 340°

ESTACION: COLON 920 KHZ      POTENCIA: RADIADA: 2.7.1 Kw      PROVINCIA: PICHINCHA						
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
338°/4.5	108 135 135 135	128.25 (102.16)	08:07	2900	Sta. Rita, sector plano semi-urbanizado 29 - X - 80	
358°/4.8	120 120	120 (101.58)	10:00	2760	Vía a Sta. Rita, sector plano, pastos 29 - X - 80	
357°/6.4	92 94 94 90	92.5 (99.32)	07:50	2900	El Pintado, sector plano, semi-urbanizado 29 - X - 80	

RADIAL : 340°

ESTACION: COLON 920 kHz		POTENCIA: RADIADA: 27.1 Kw		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores mV/m	Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha
358°/23	2.80 2.85 2.75	2.8 (68.94)	08:05	3330	Finca Santa Cristina, suelo irregular, pastos y cultivos 16 - X - 80
351°/26.5	1.55 1.67 1.65	1.62 (64.19)	08:30	2920	Nono, suelo irregular, de cul- tivos, entre montañas 16 - X - 80
343°/27.9	0.46 0.43 0.43 0.41 0.42	0.43 (52.67)	09:00	2550	La Sierra, entre montañas 16 - X - 80
340°/31.7	0.040 0.048 0.040	0.0426 (32.59)	09:25	2170	Guarumales, entre montañas 16 - X - 80
340°/35.7	0.060 0.088 0.125	0.091 (39.18)	09:45	1950	Cerro Panama, en la montaña, junto a líneas de energía 16 - X - 80

RADIAL 340 °

ESTACION: COLON 920 KHZ		POTENCIA: RADIADA: 27.1		PROVINCIA: PICHINCHA	
Lugar Azimut/Km.	Intensidad de campo Valores Promedio mV/m (dBu)	Hora	Altura sobre el nivel del mar m.	Observaciones del lugar / fecha	
335° / 36.3	0.42 0.45 0.48 0.50 0.462 (53.30)	09:25	2150	Tandayapa, entre montañas 30-X - 80	
337° / 41	0.177 0.155 0.170 0.167 (44.45)	10:20	1580	Hcda. Santa Rosa, entre mon- tañas 16 - X - 80	
338° / 44.3	0.130 0.130 0.145 0.135 (42.61)	11:00	1700	Nanegalito, entre lomas, sec- tor despejado 16 - X - 80	
336° / 48.7	0.58 0.58 0.50 0.553 (54.85)	11:20	1670	Sta. Elena, suelo de cultivo, sector ligeramente plano 16 - X - 80	
334° / 52.3	0.285 0.285 0.280 0.283 (49.03)	11:50	1400	Guailea (parque), entre lomas 16 - X - 80	

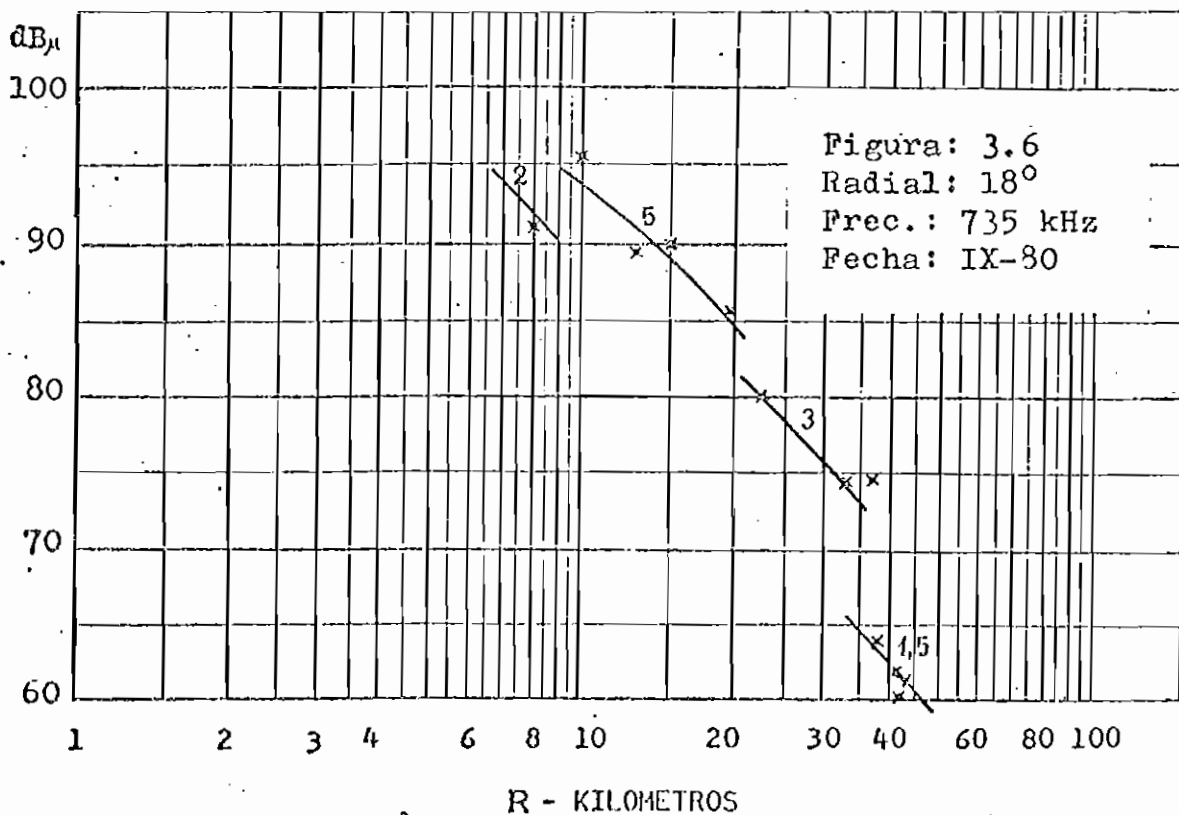
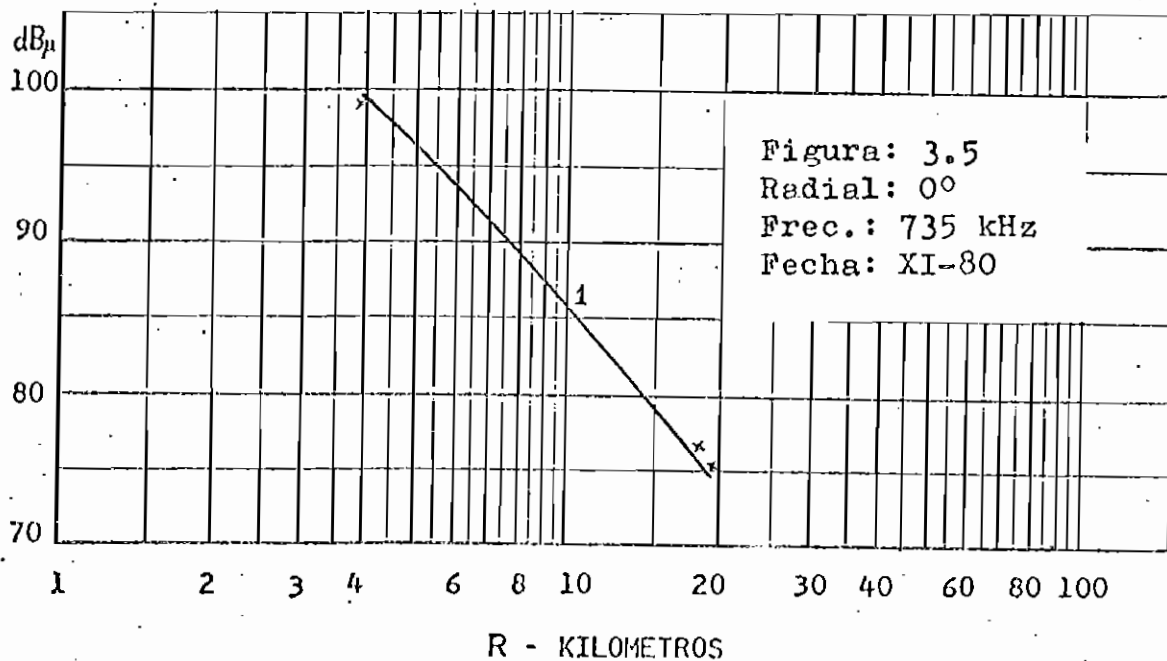
### 3.3.2 Gráficos de las mediciones realizadas

Intensidad de campo medido  $E_1$  para diferentes distancias  $R$  y conductividad de la tierra expresada en milisiemens/metro para cada radial (azimut).

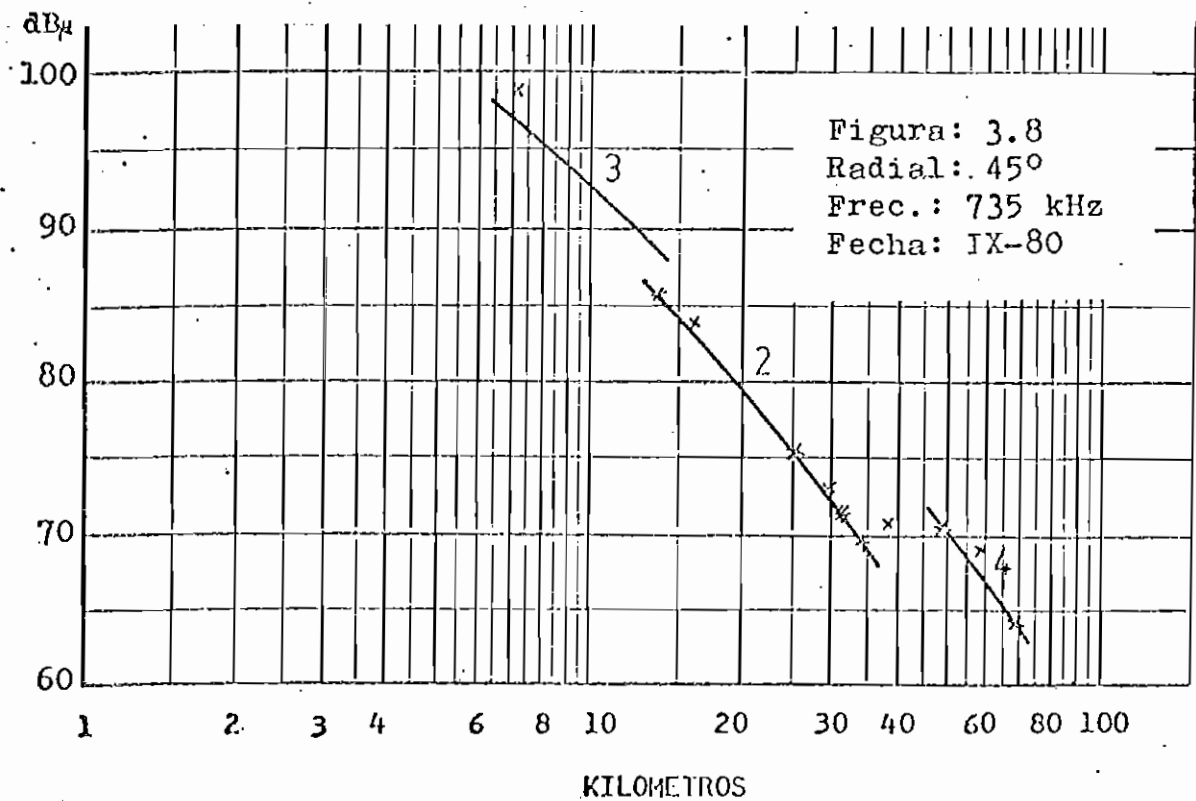
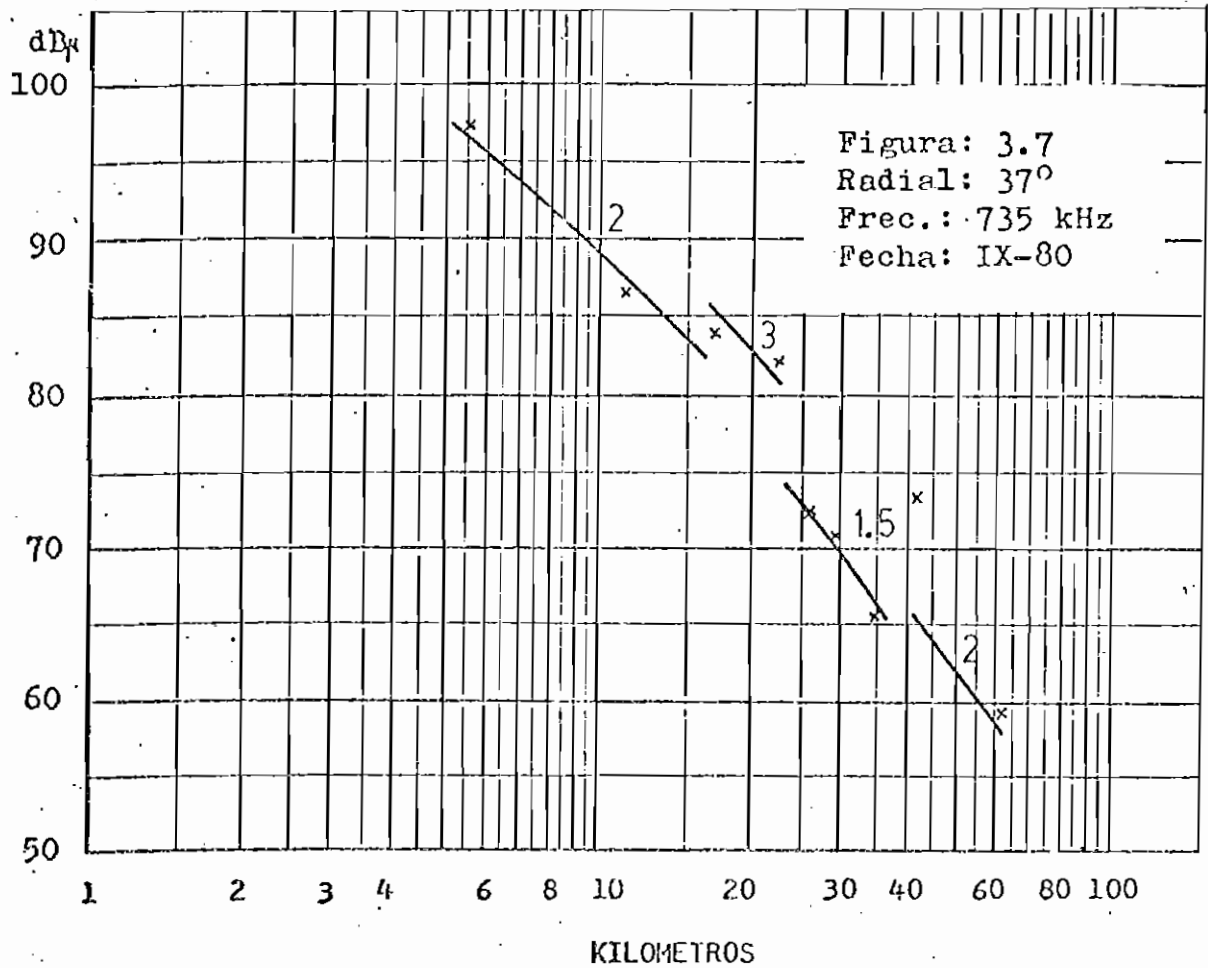
El valor de la conductividad que aparece sobre los tramos de curva de los gráficos de intensidad de campo, se obtuvo como resultado de la comparación de la curva experimental de las mediciones realizadas y la curva de propagación de la onda de superficie para la frecuencia considerada, como se indicó en la Metodología punto 3.2.2 para C6 procesamiento de los resultados.

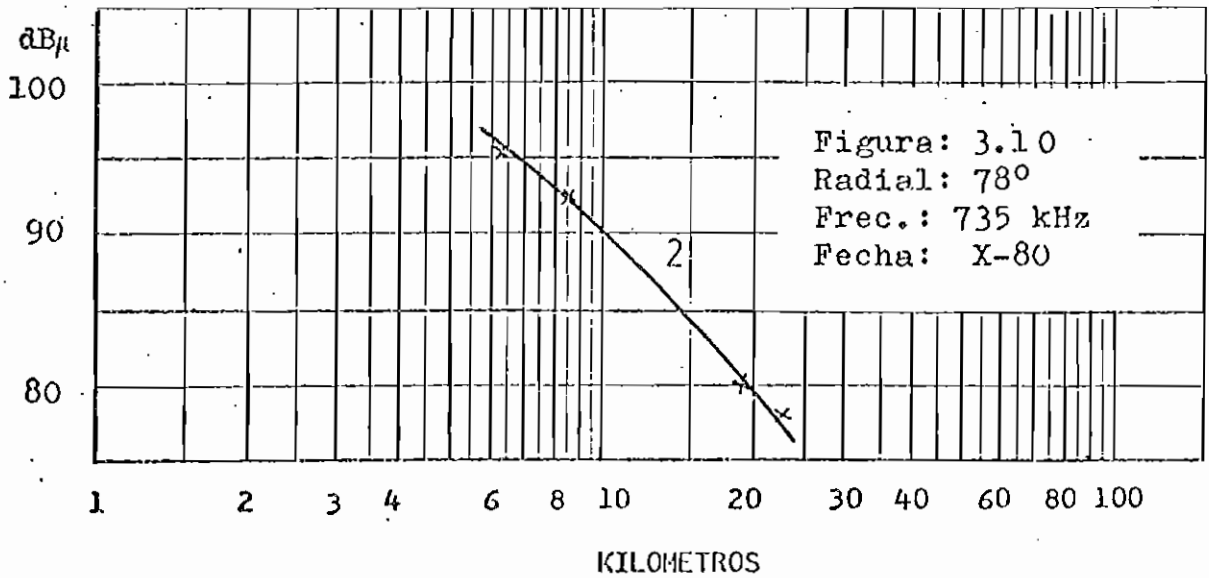
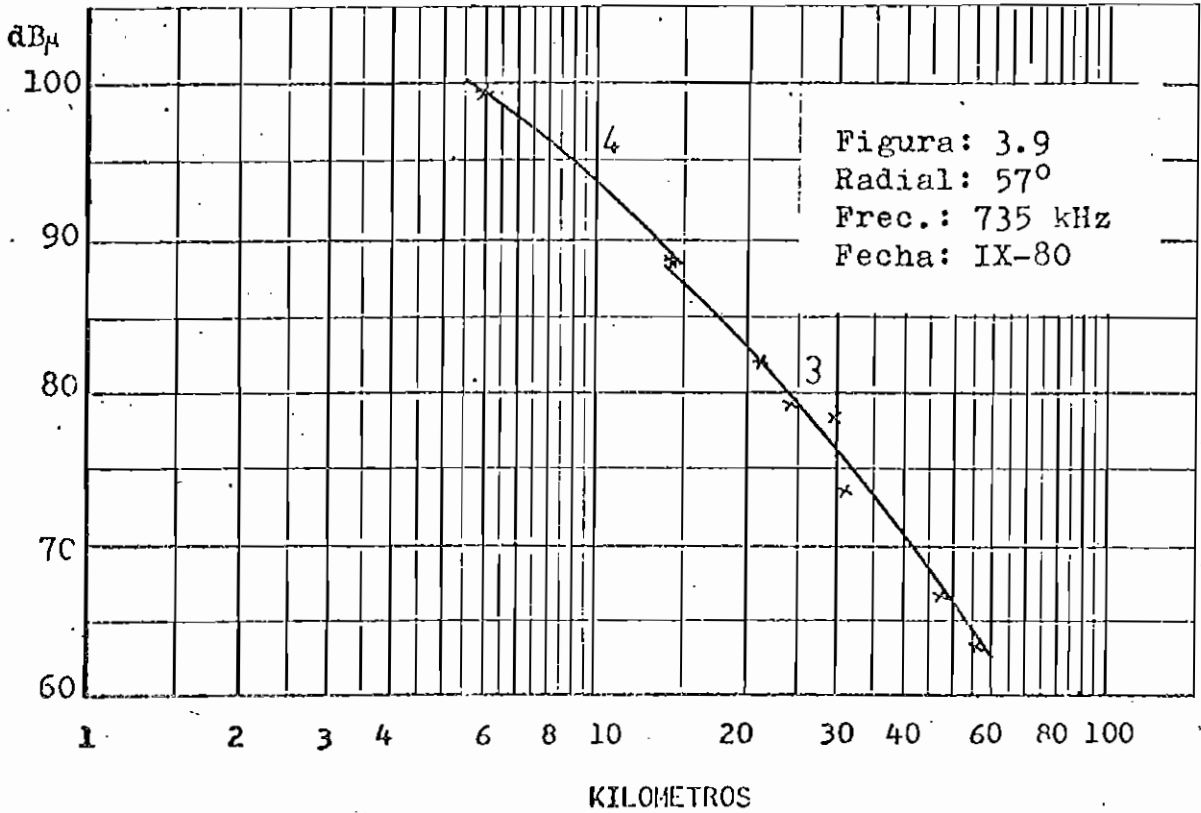
#### 3.3.2.1 Estación : HCGC1; 735 kHz

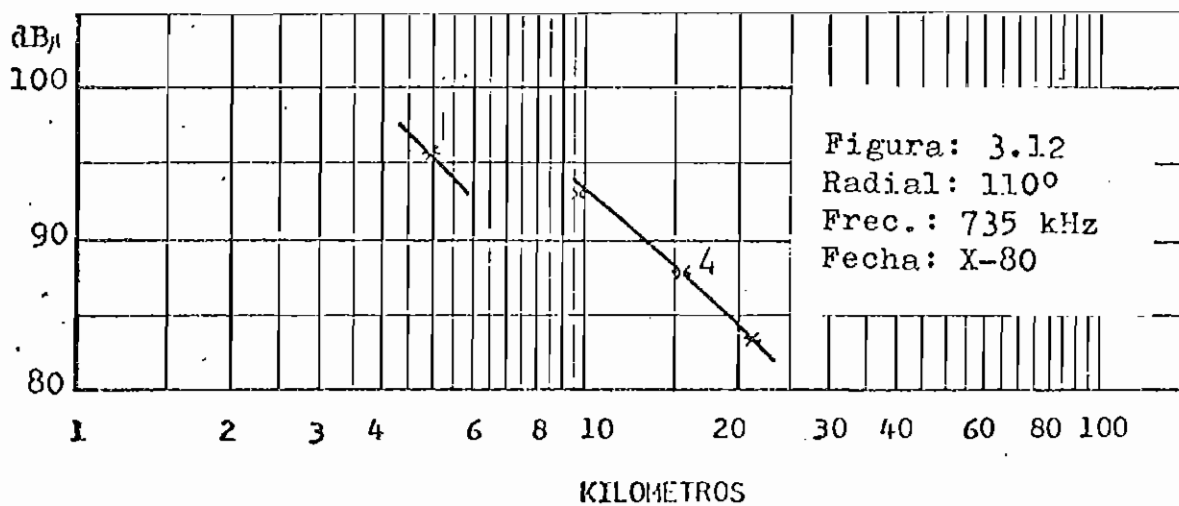
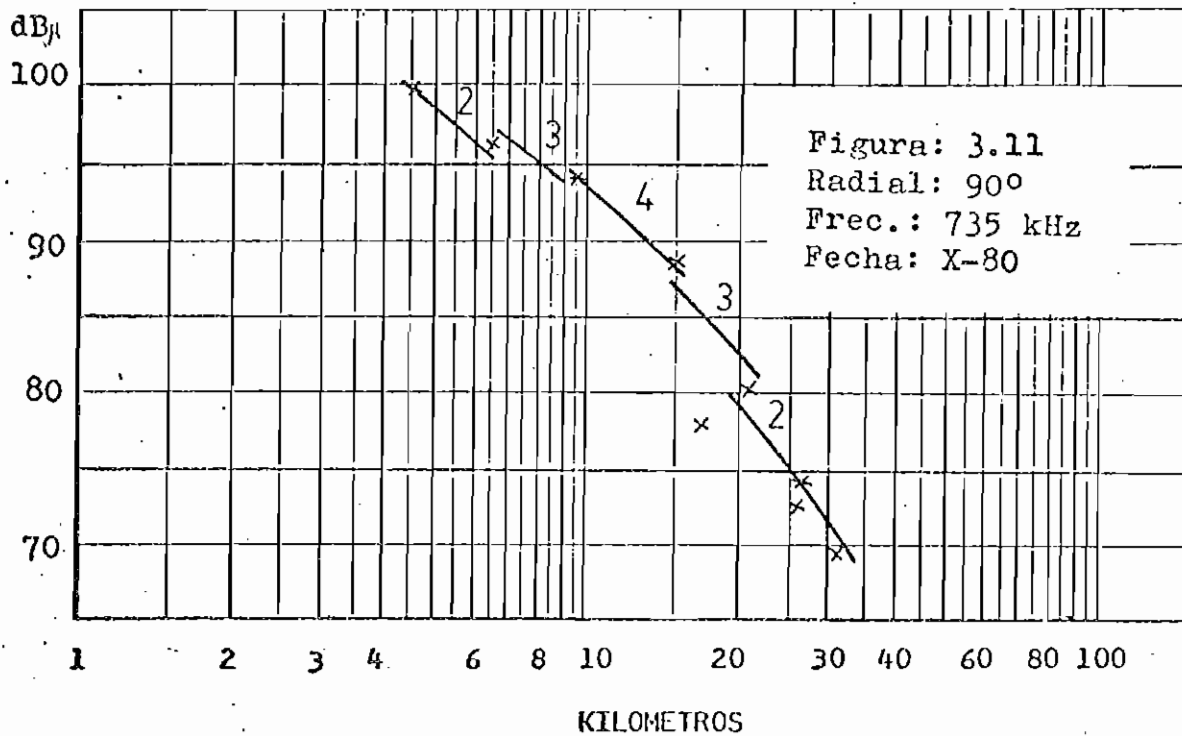
Gráficos correspondientes a las mediciones realizadas a la estación radio Melodía HCGC1, con frecuencia 735 kHz y potencia radiada 18.8 kilovatios.

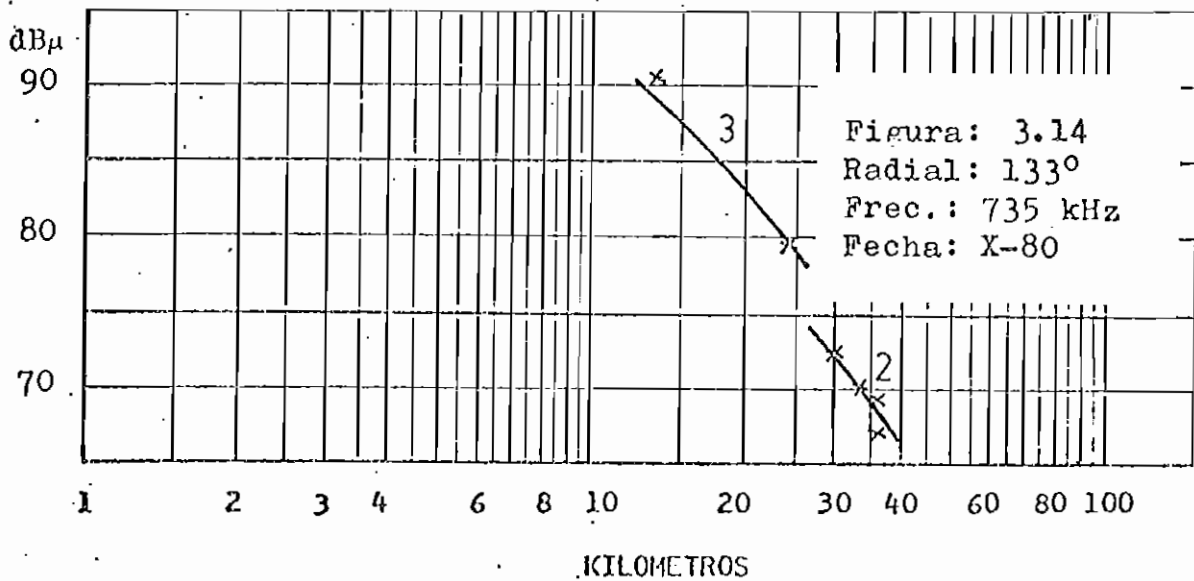
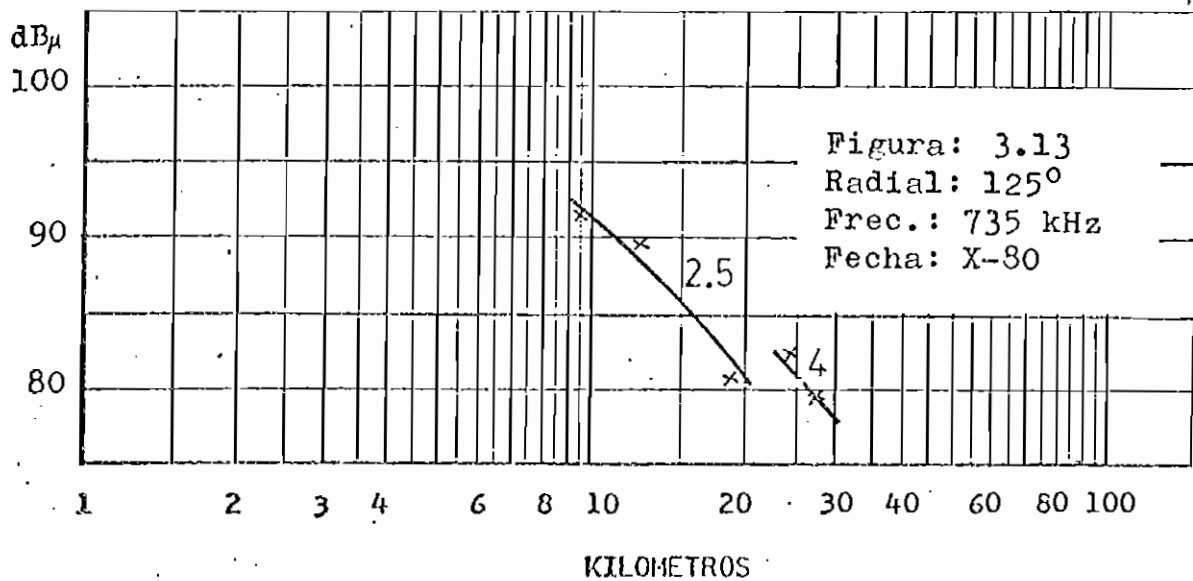


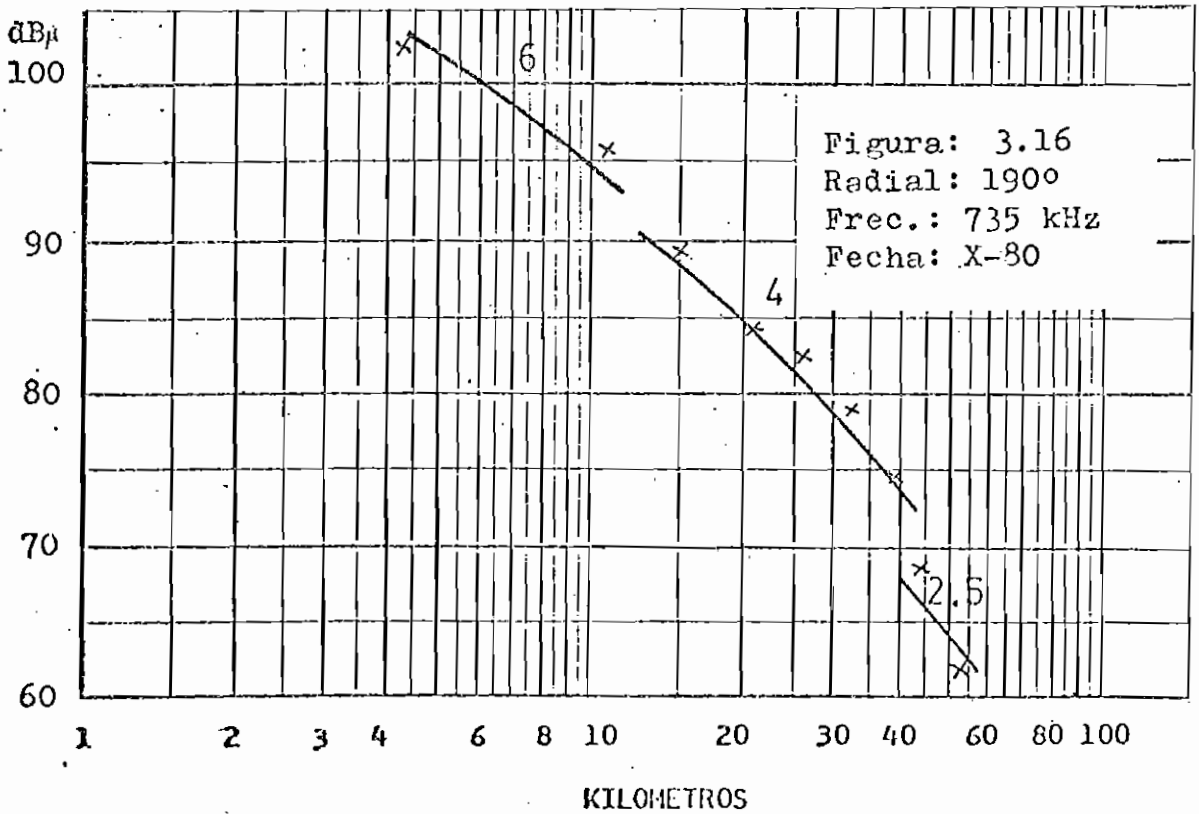
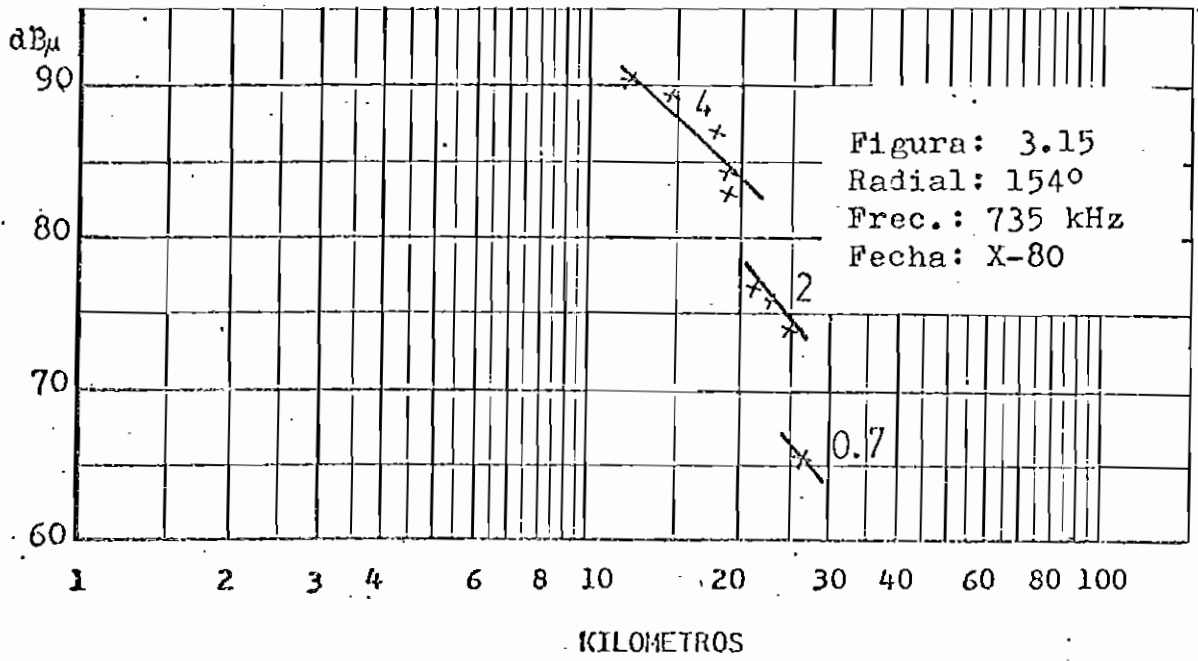


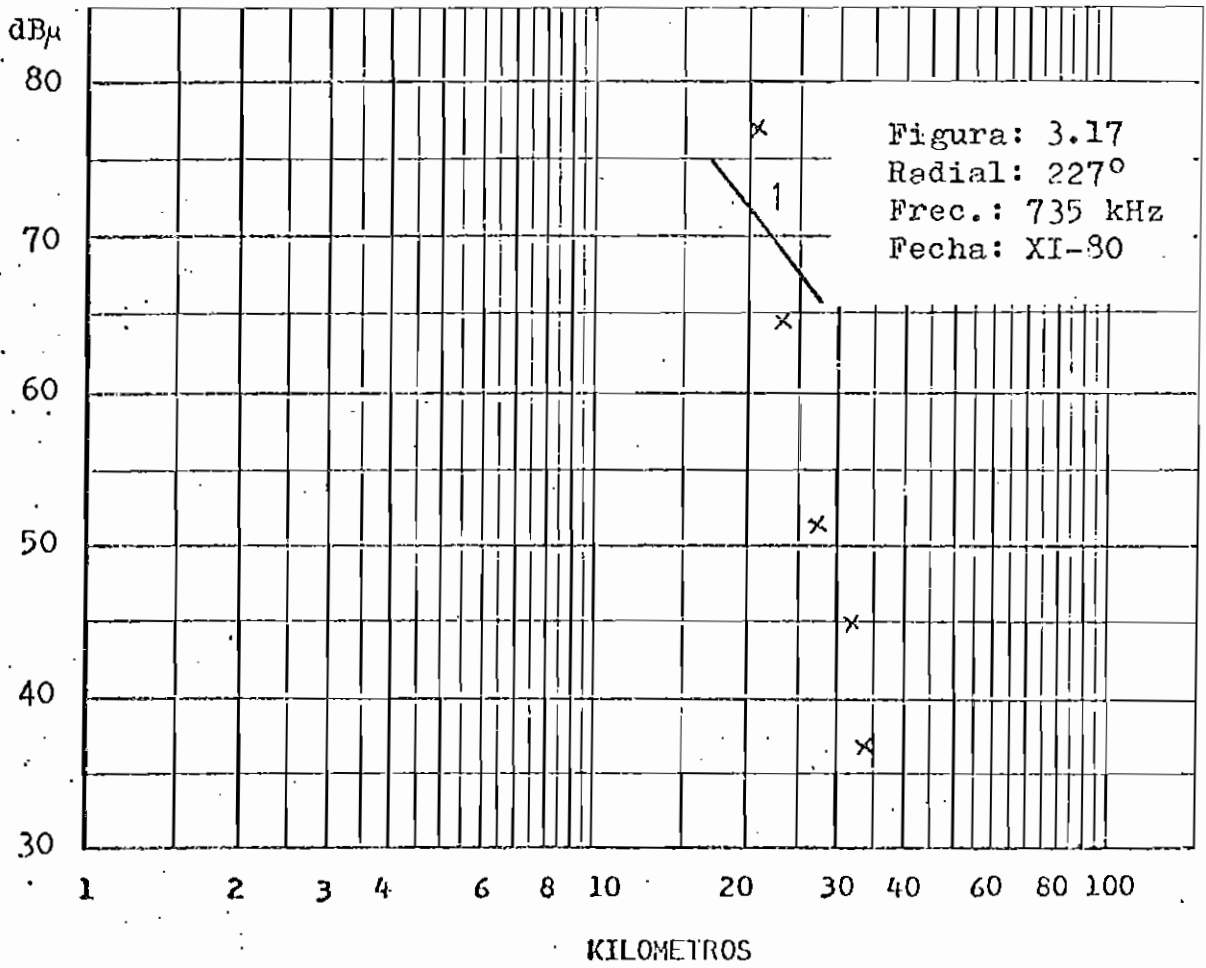


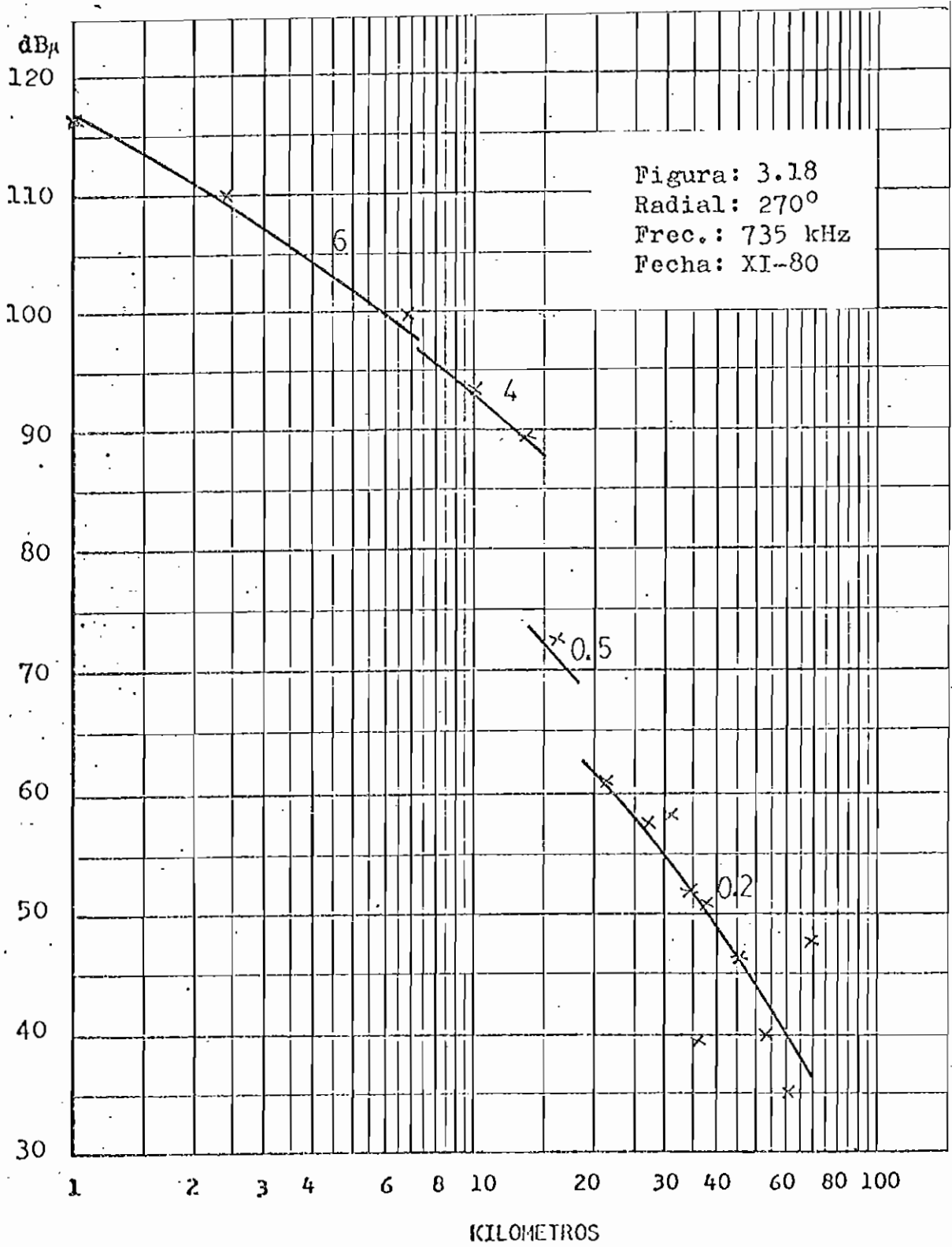


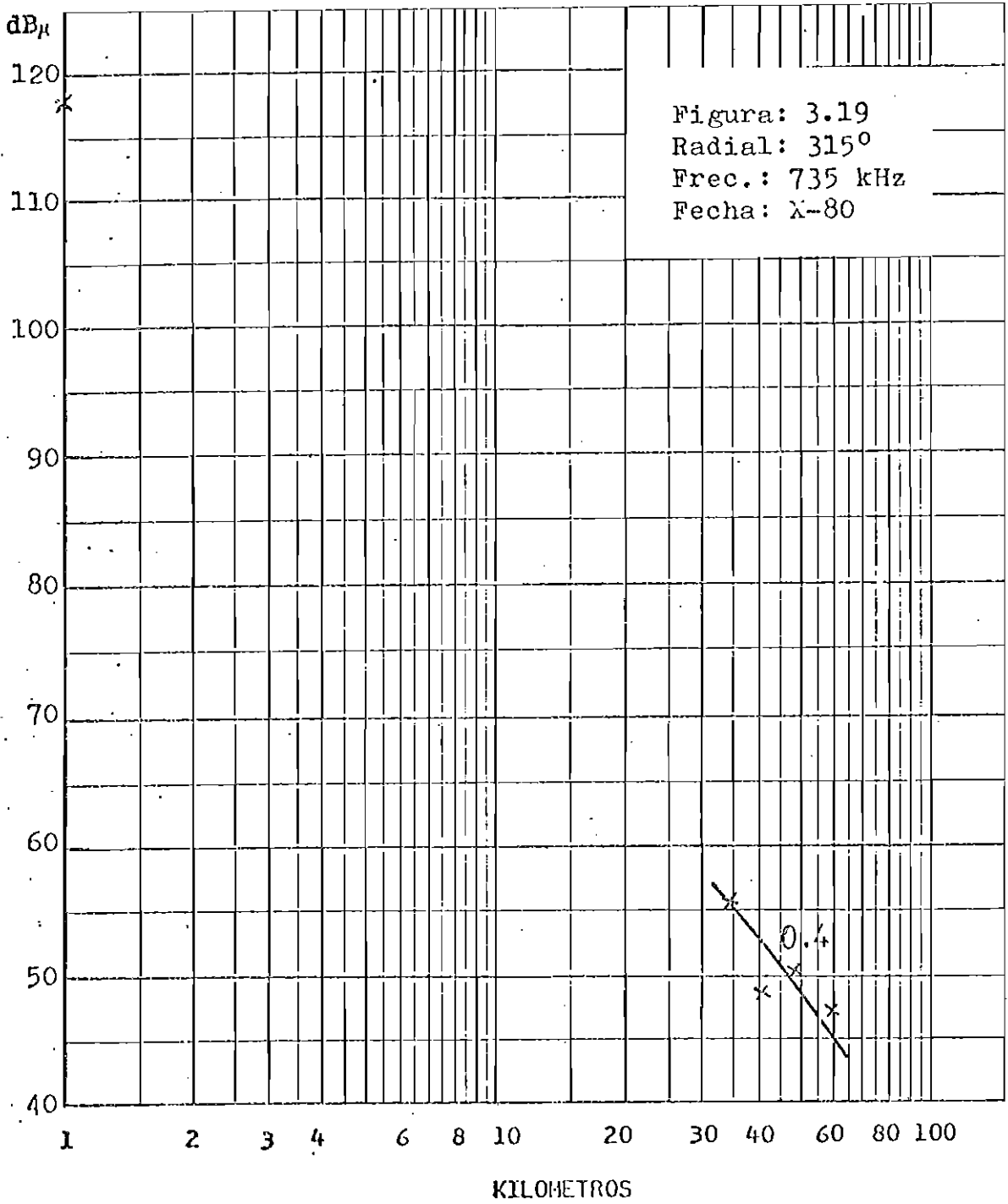




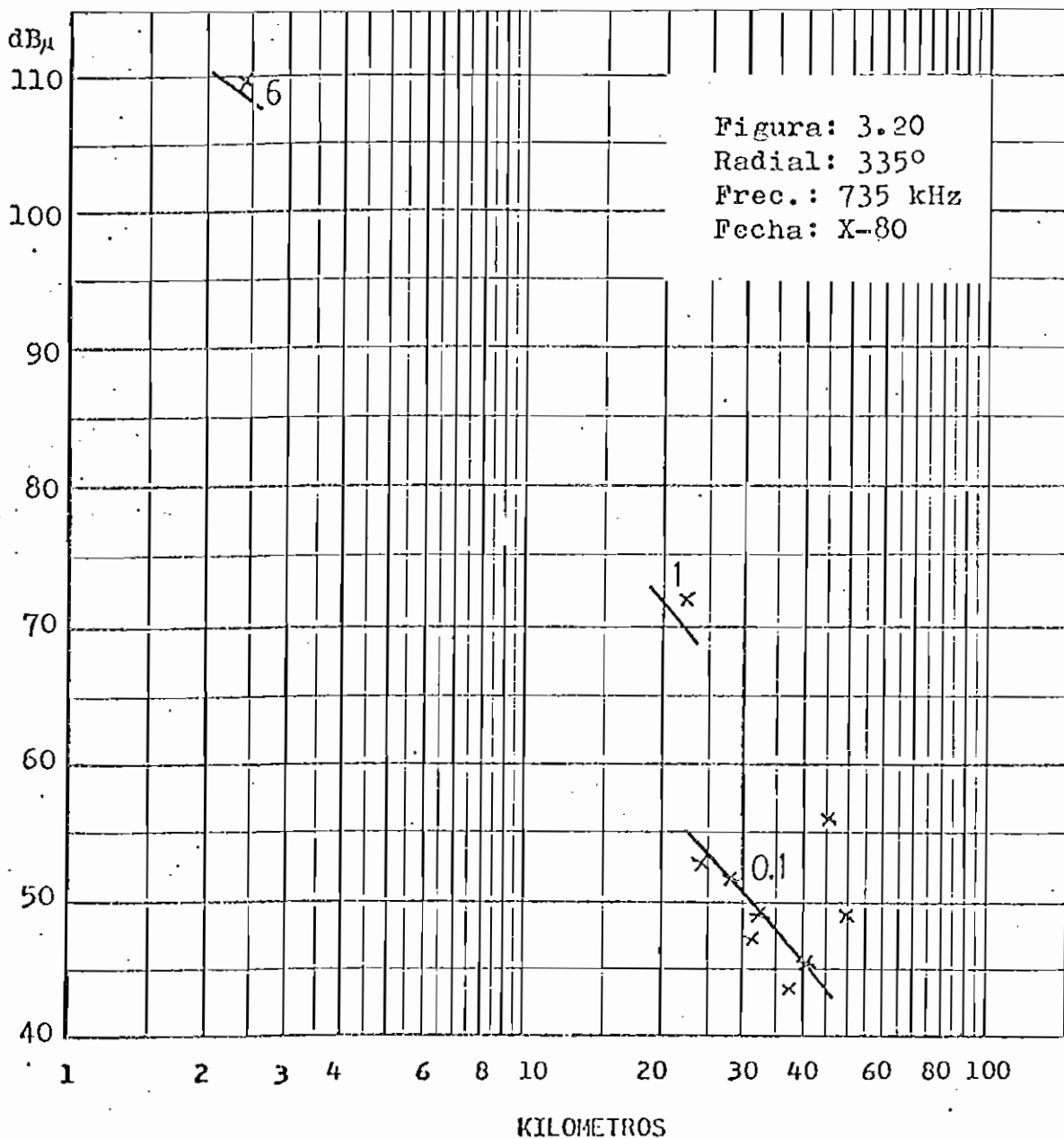






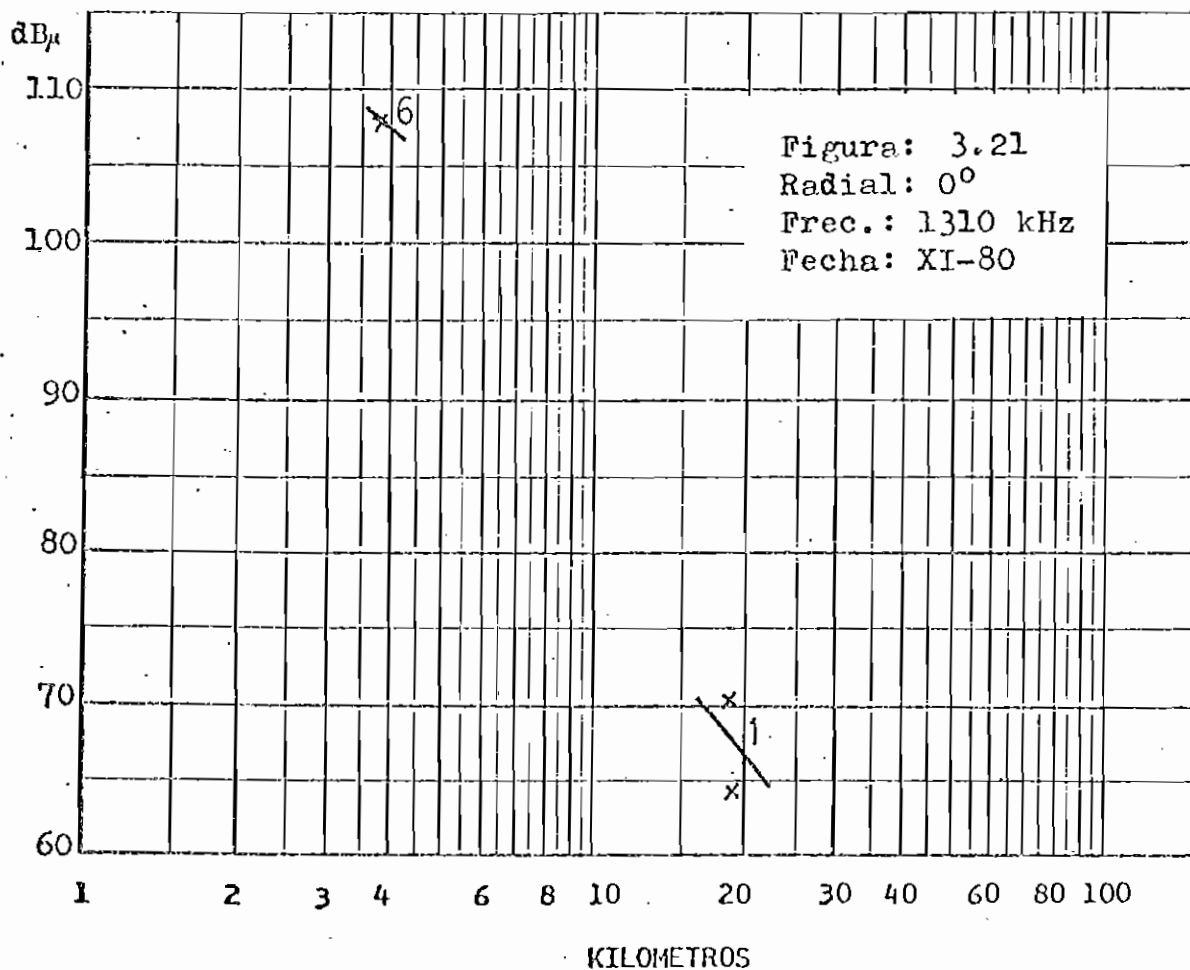


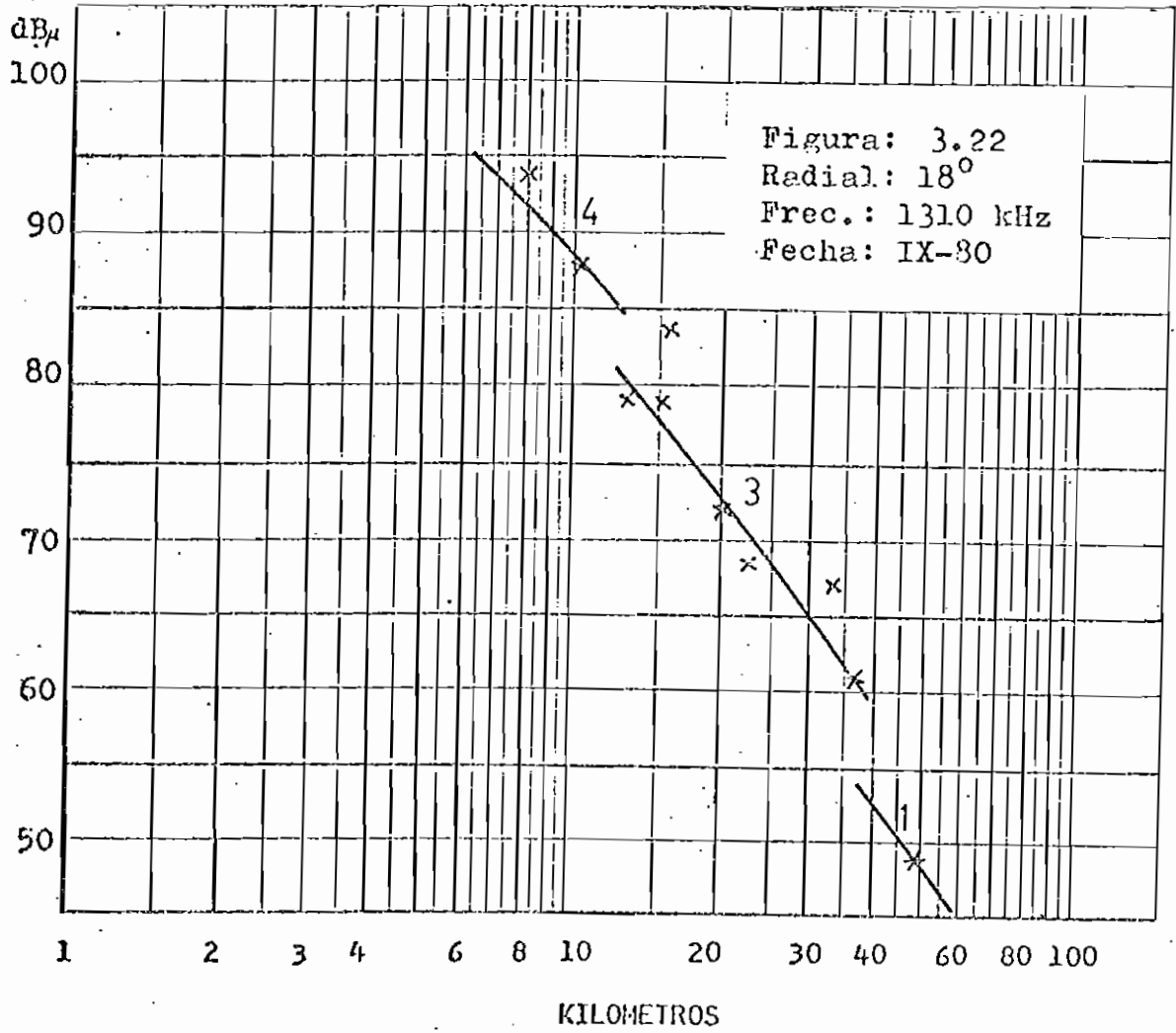


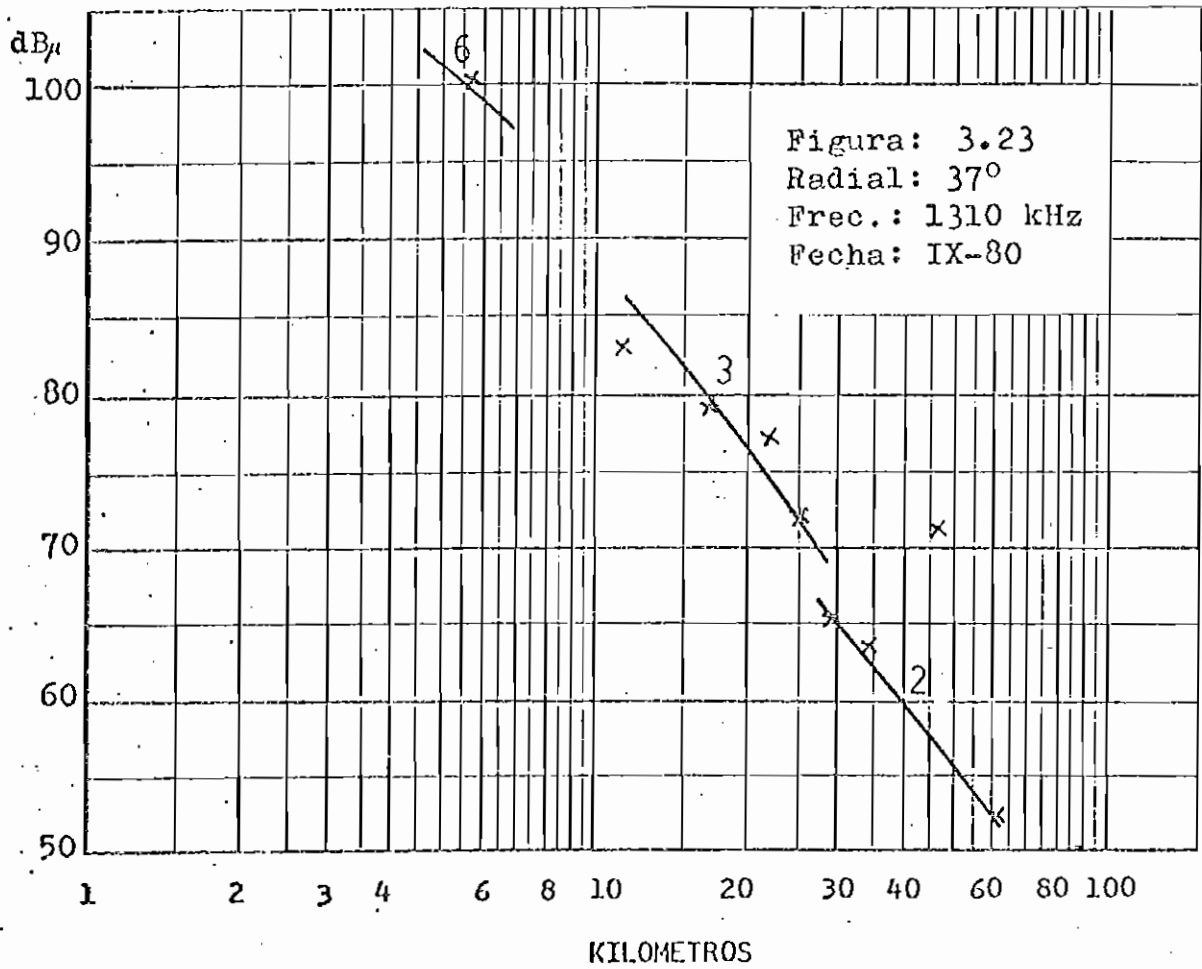


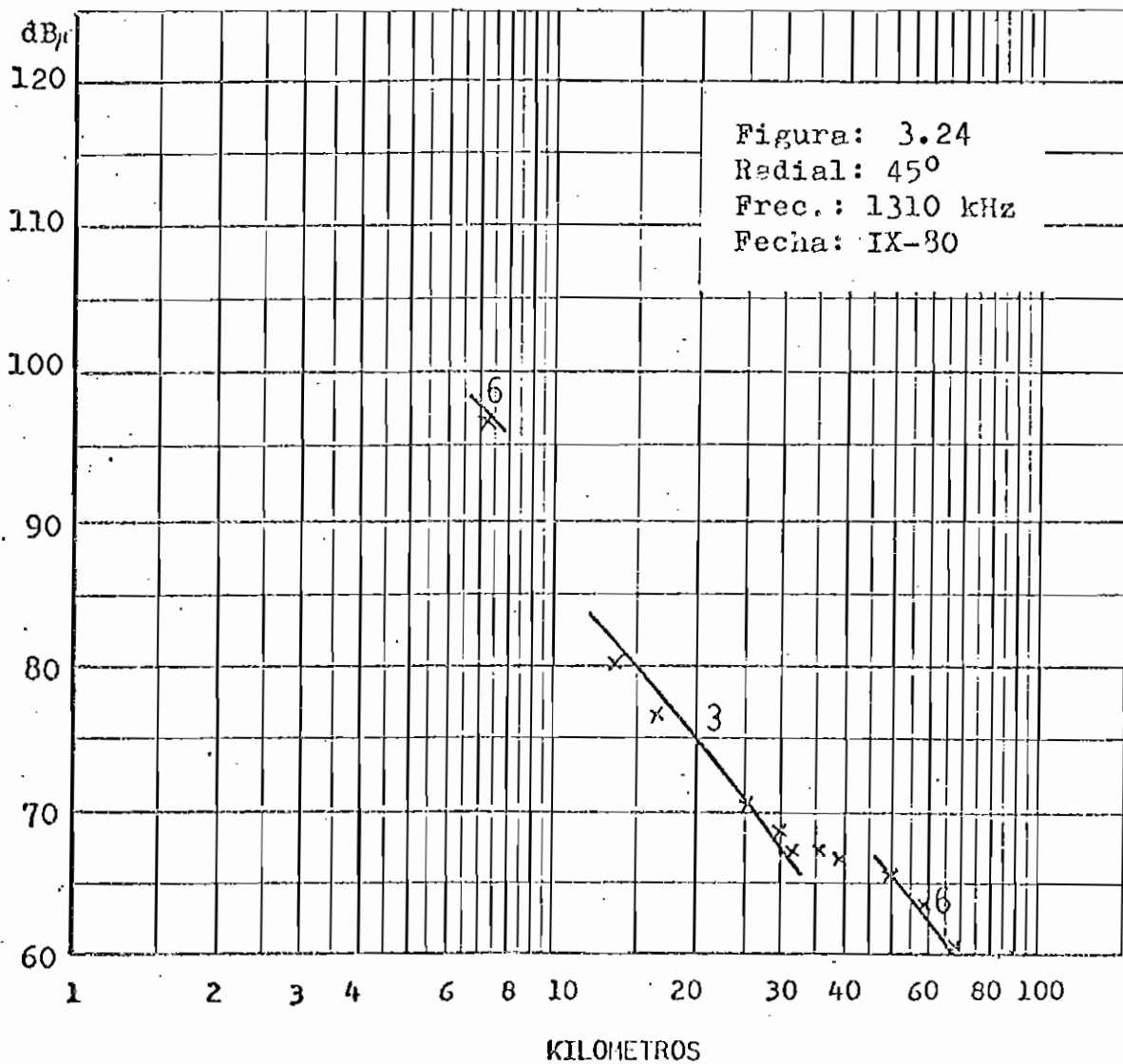
3.2.2.2 Estación: HCGB1; 1310 kHz

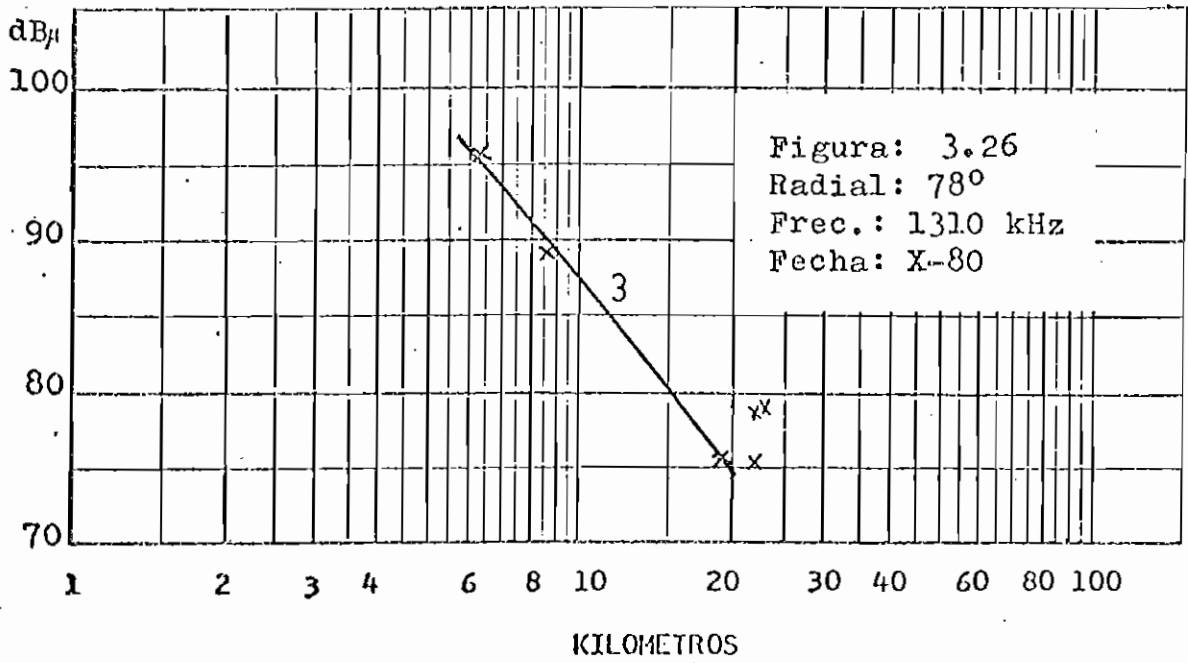
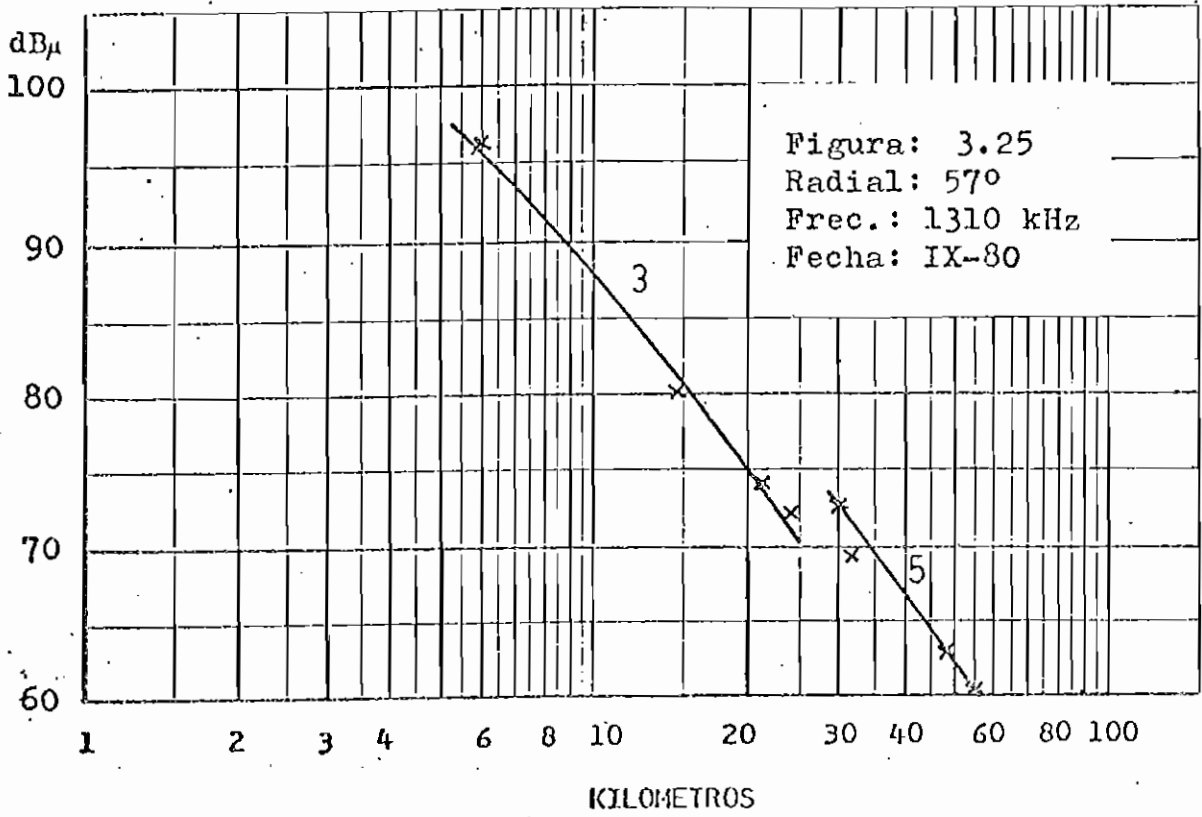
Gráficos correspondientes a las mediciones realizadas a la estación Radio Espejo HCGB1, con frecuencia 1310 kHz y potencia radiada 33.4 kilovatios.

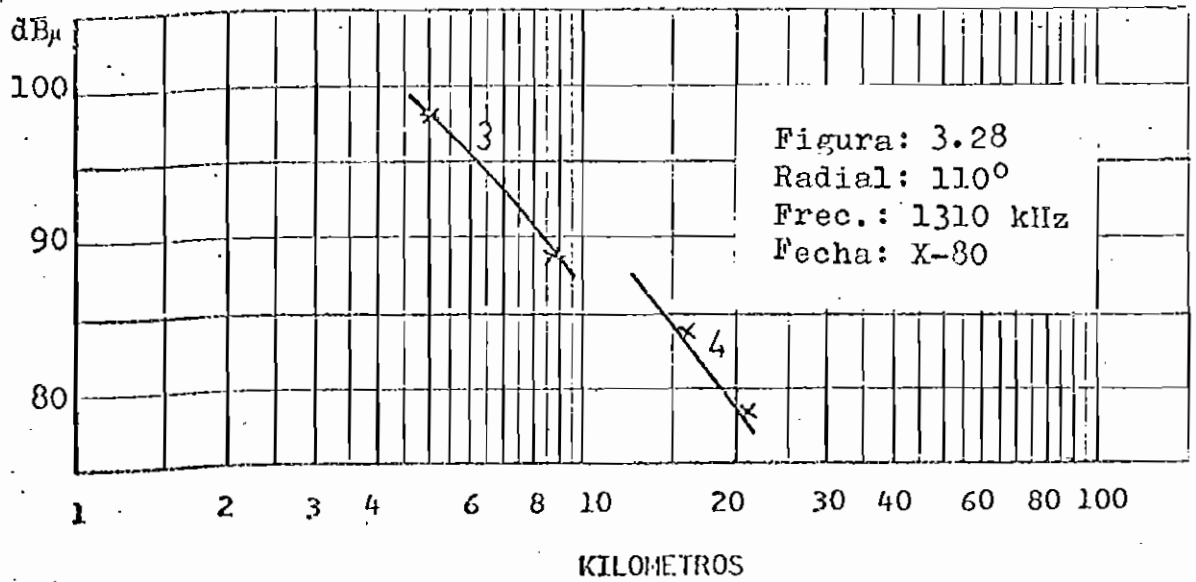
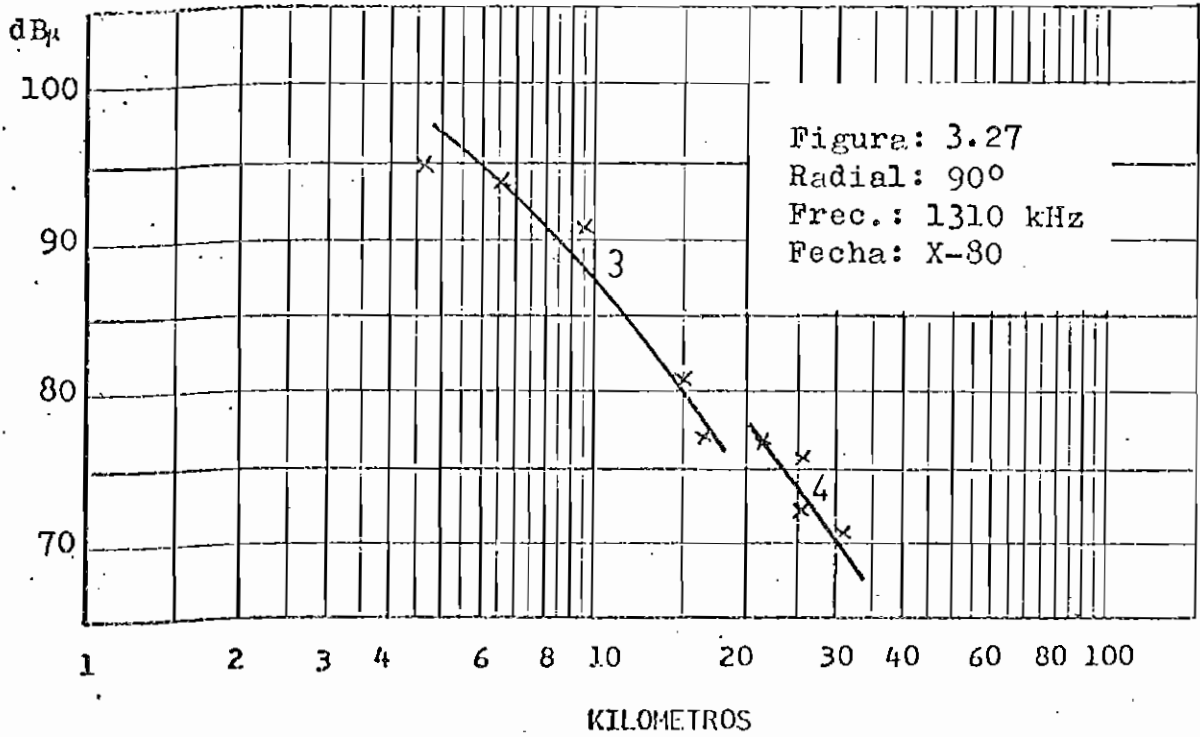




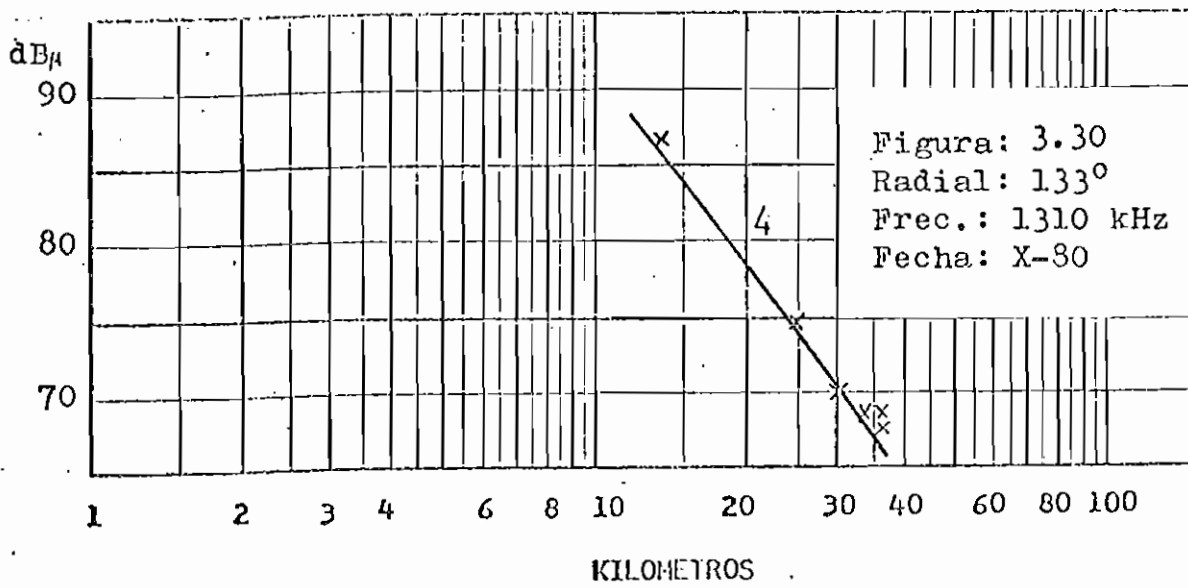
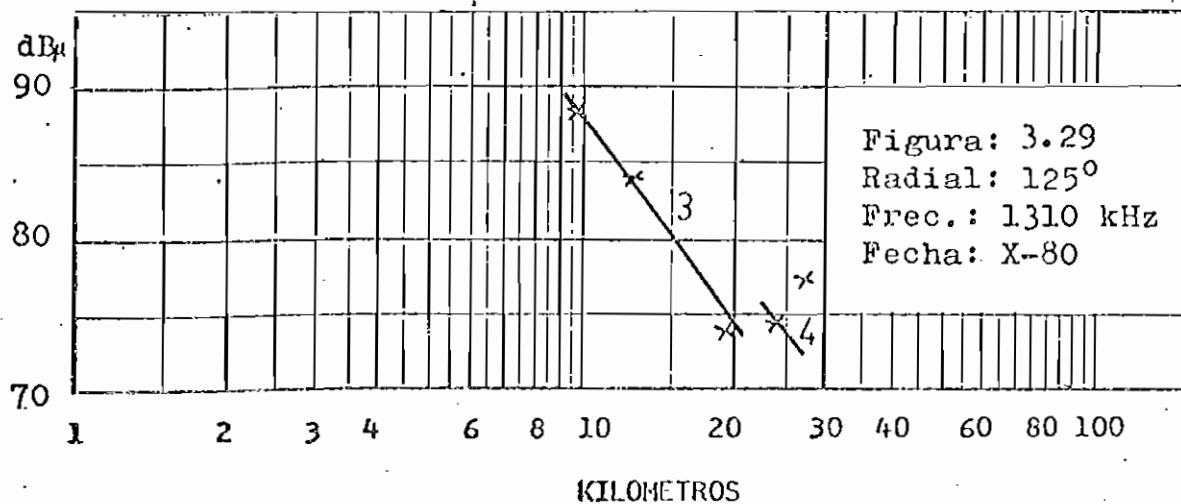


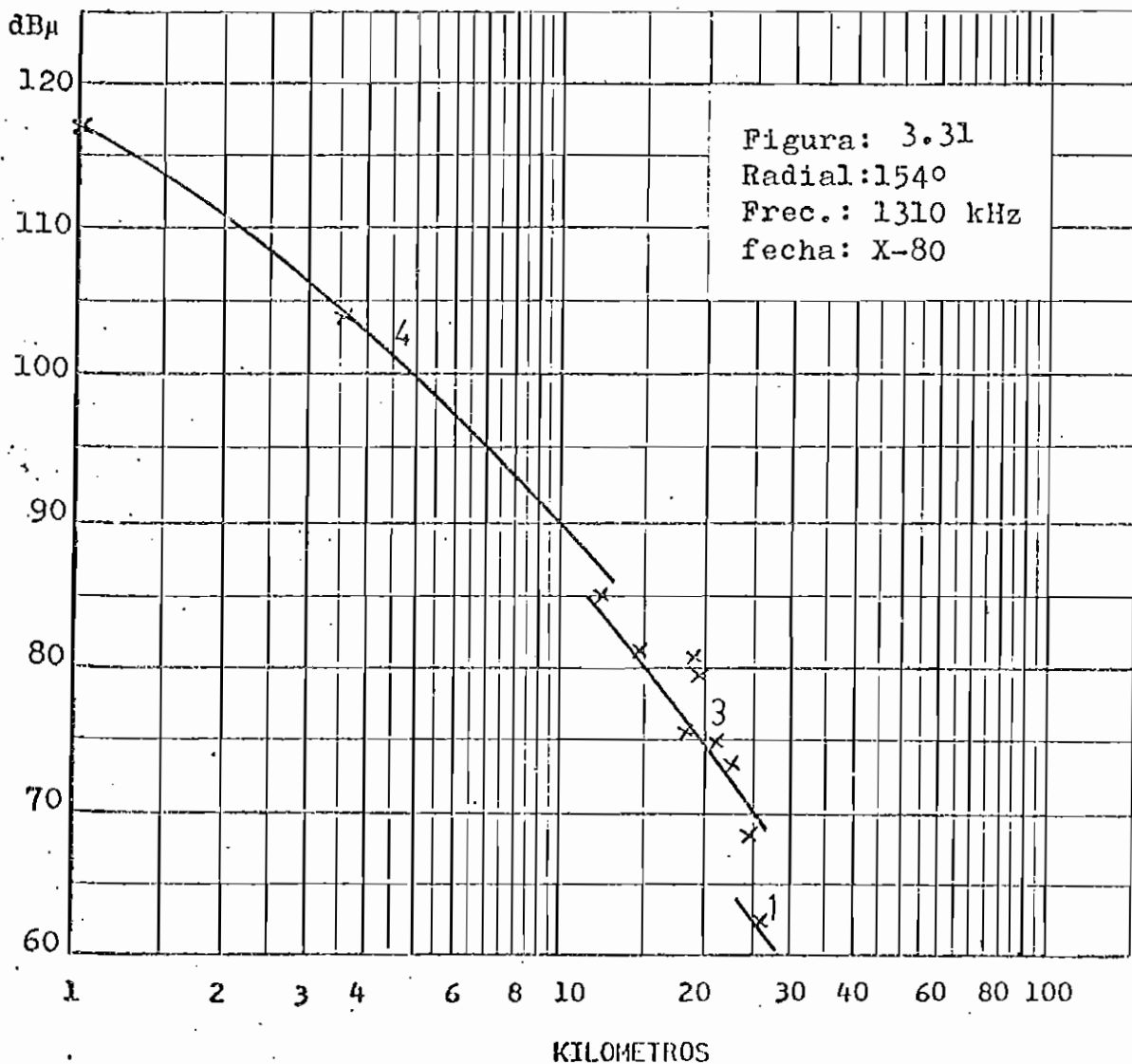


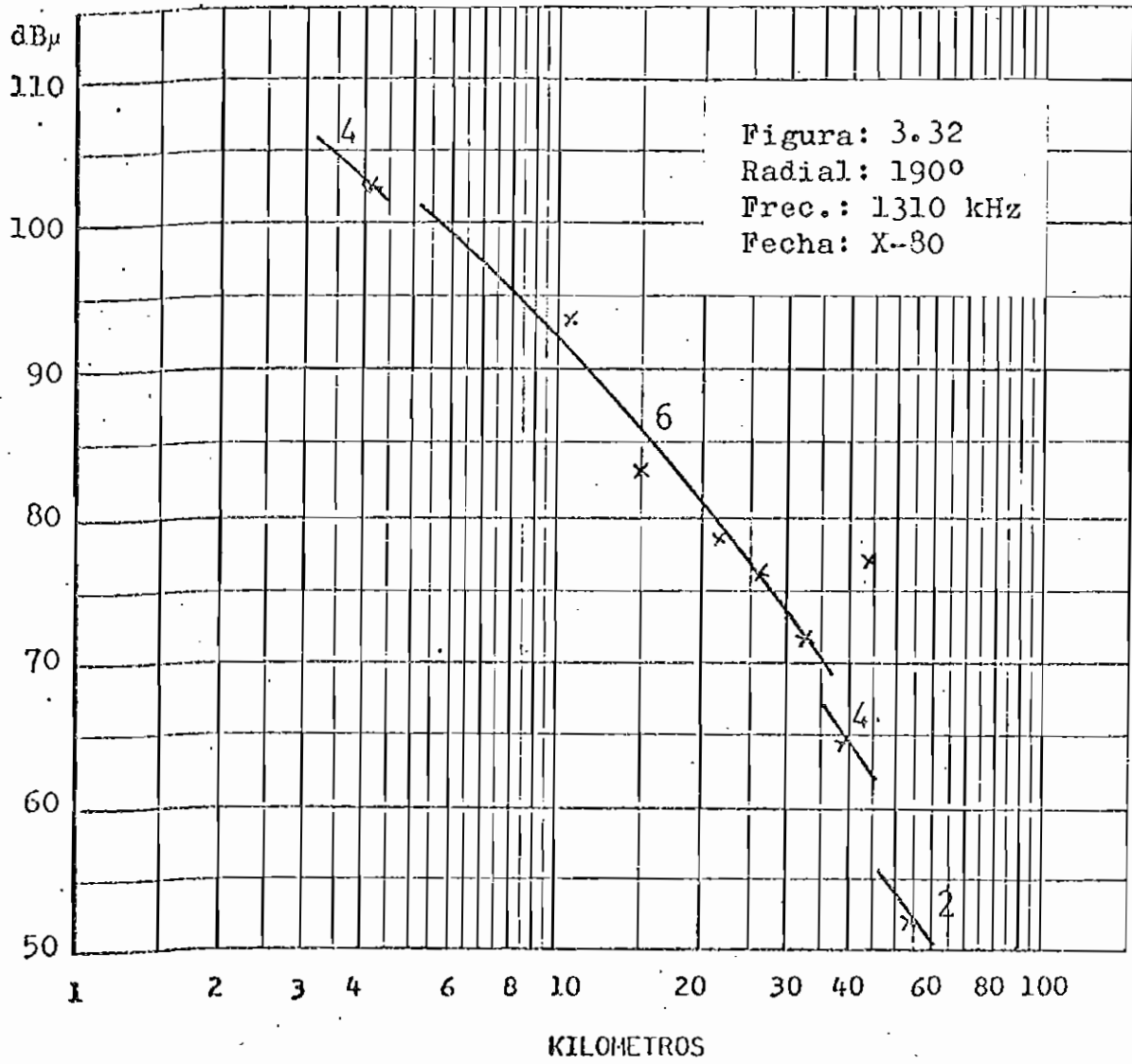


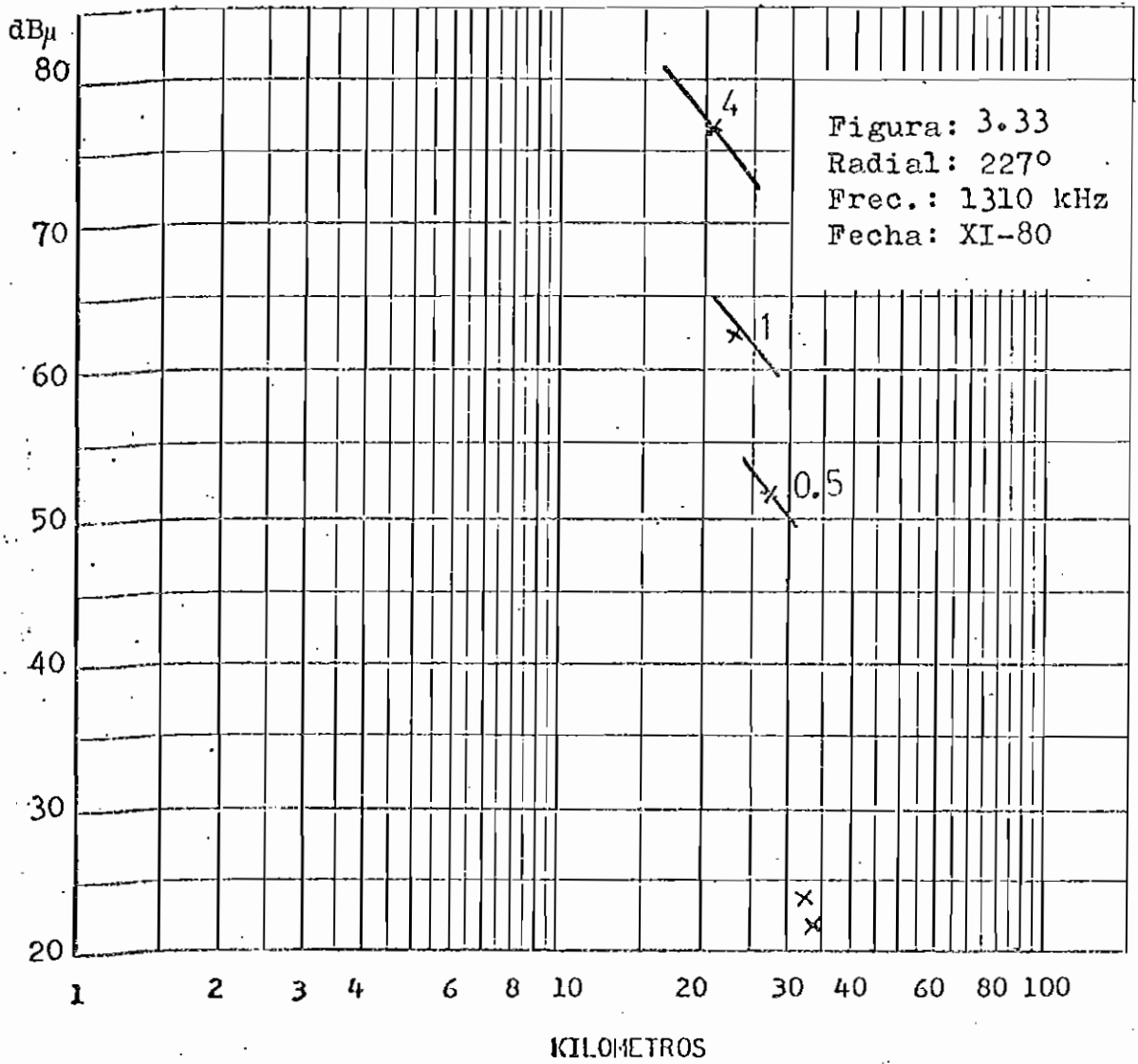


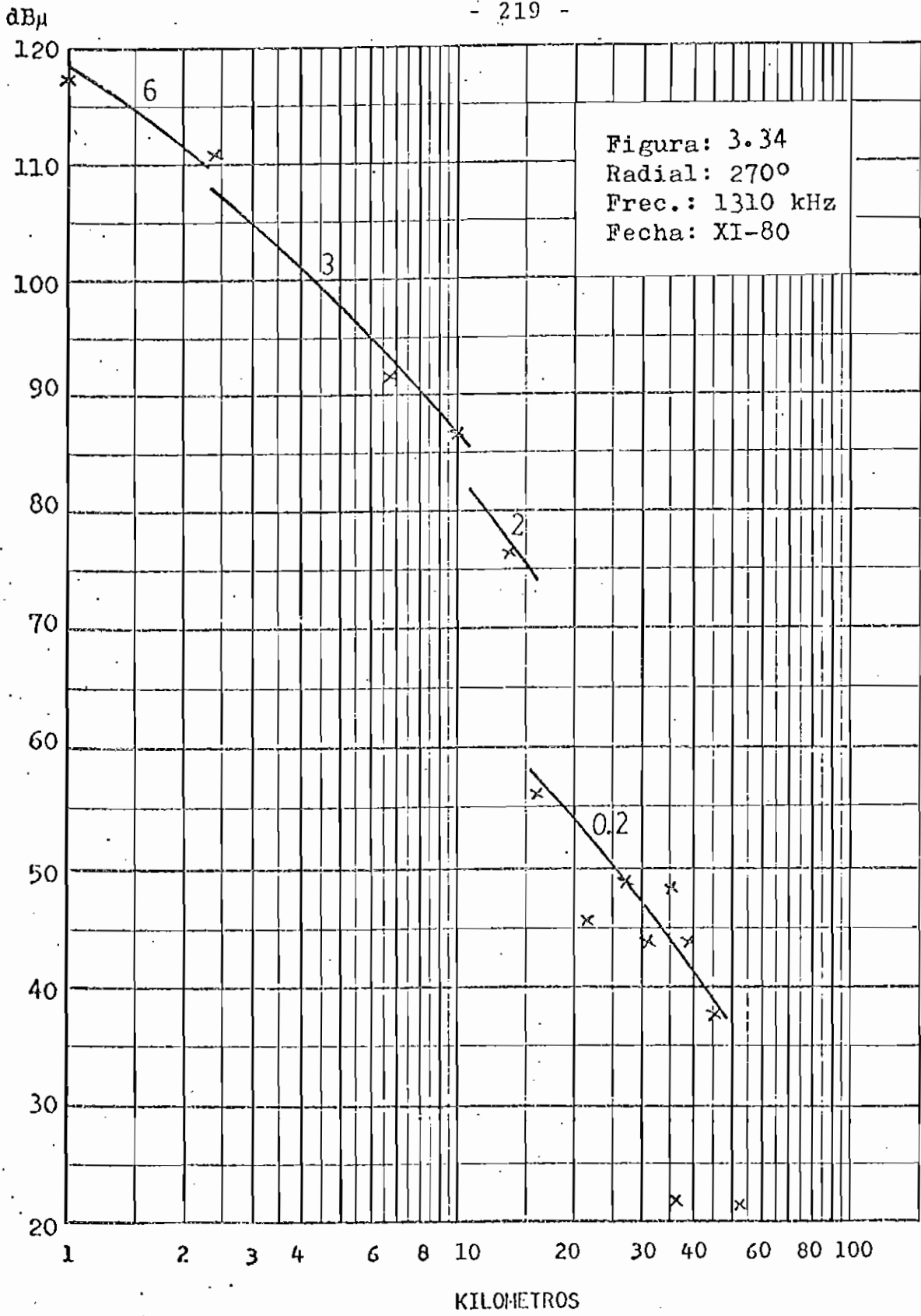


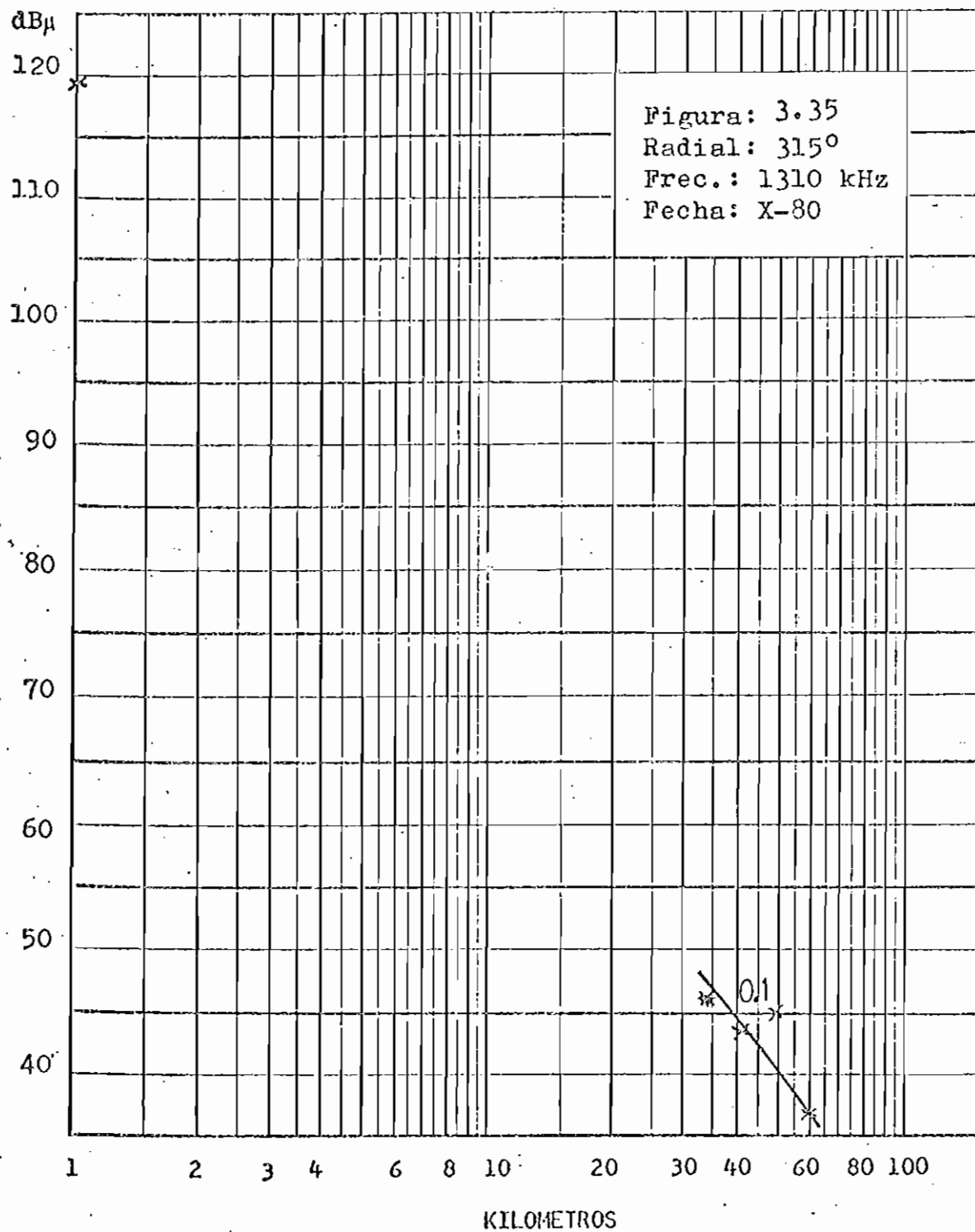


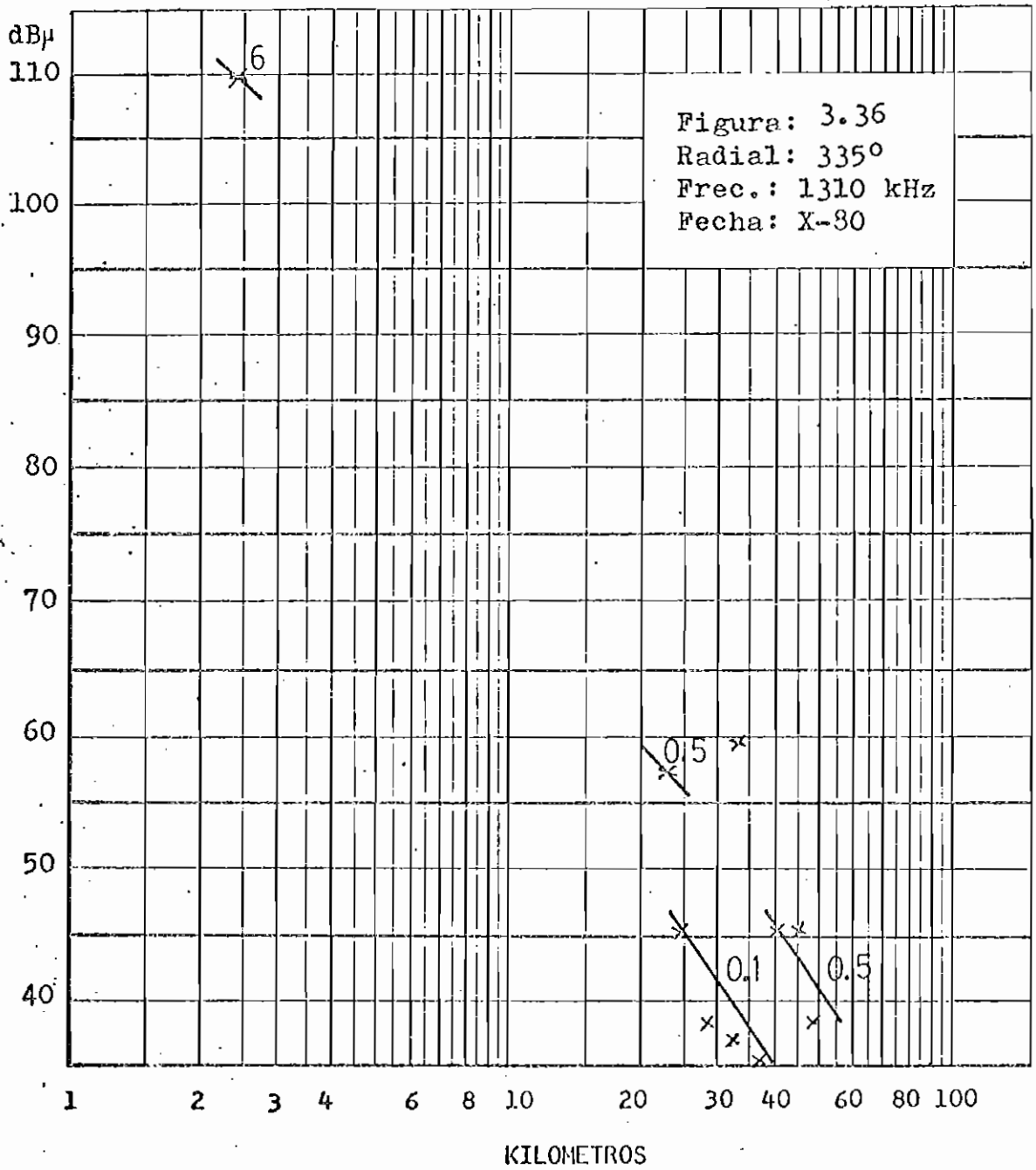








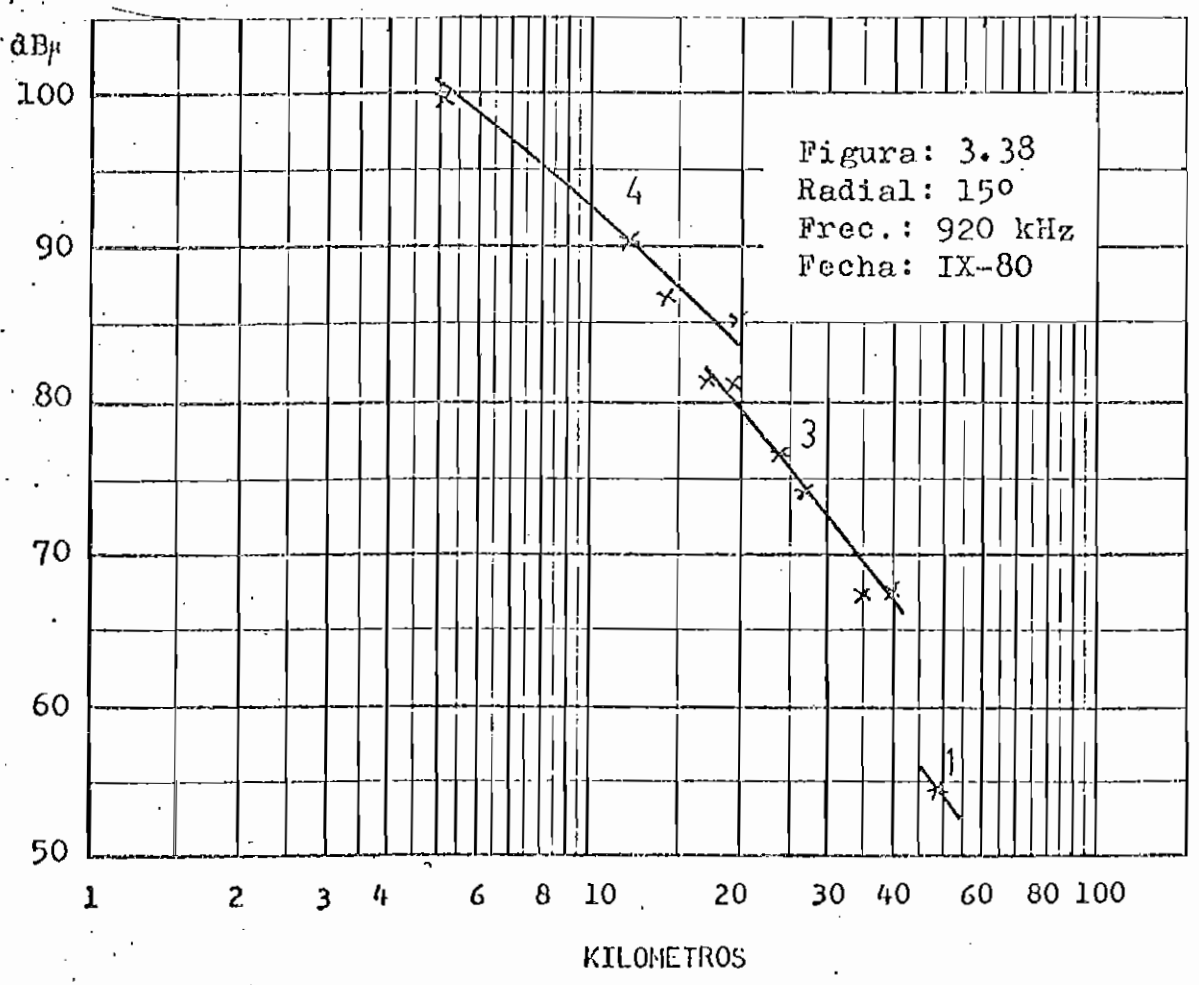
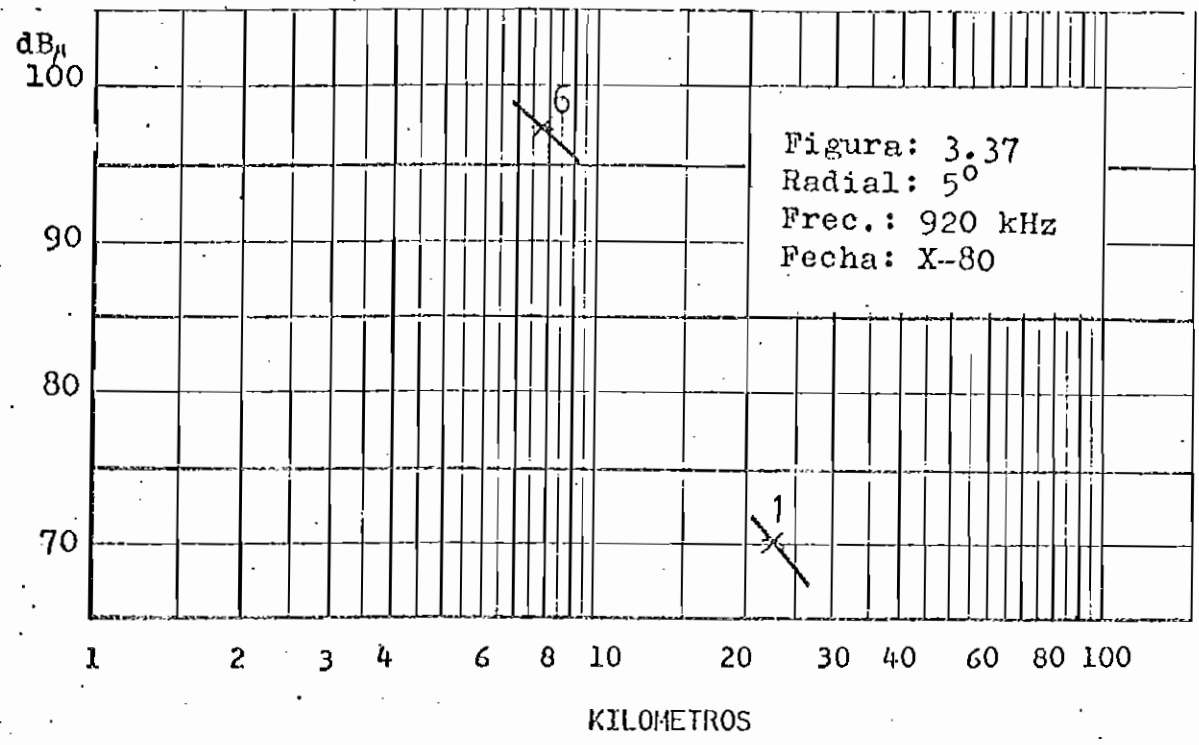


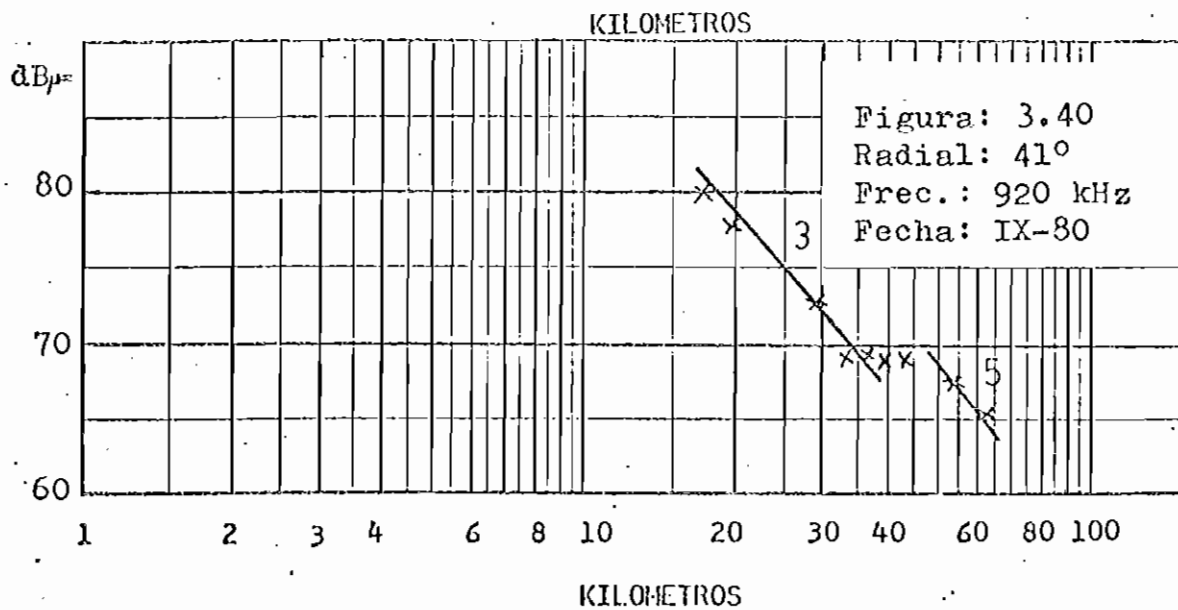
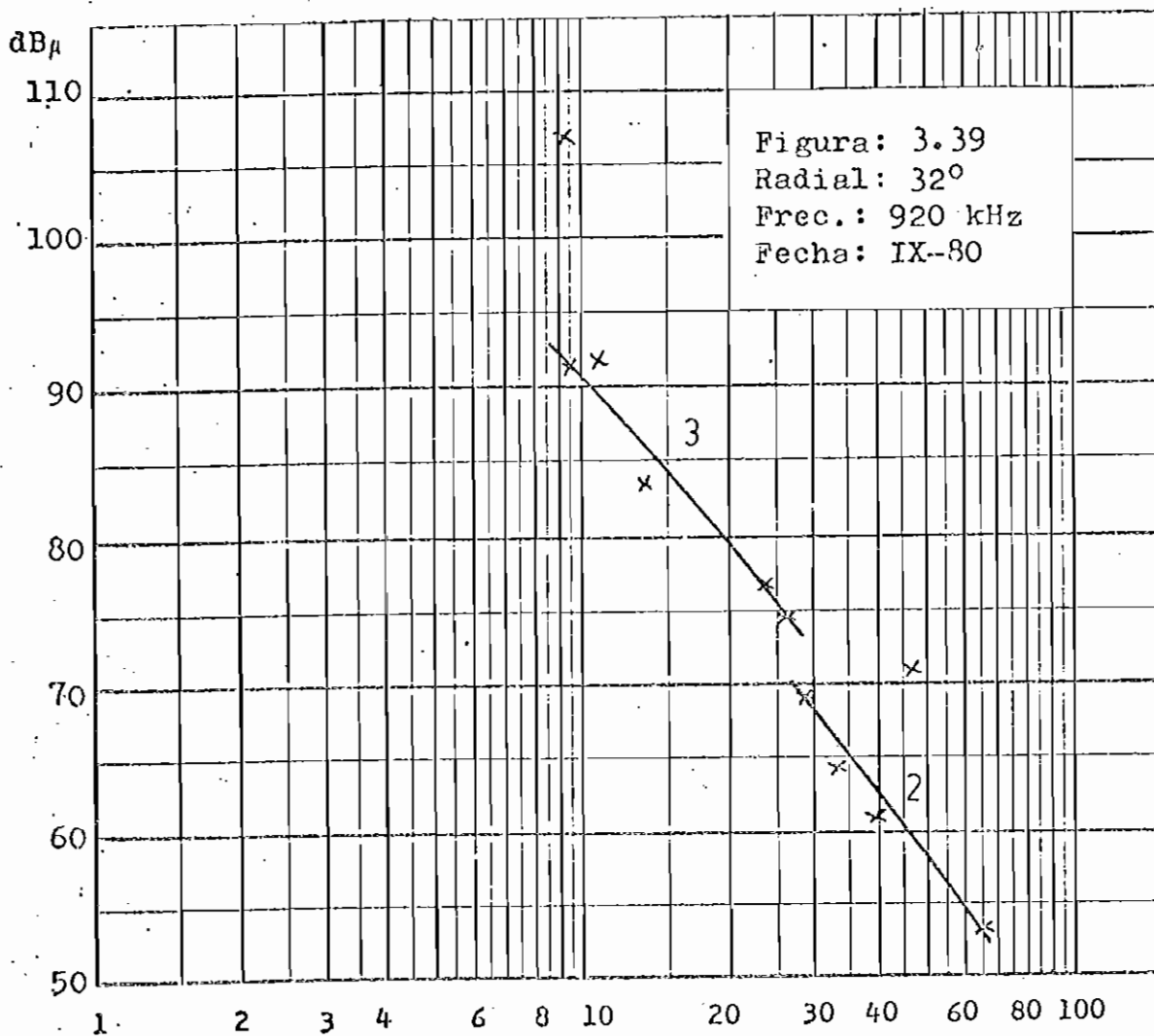


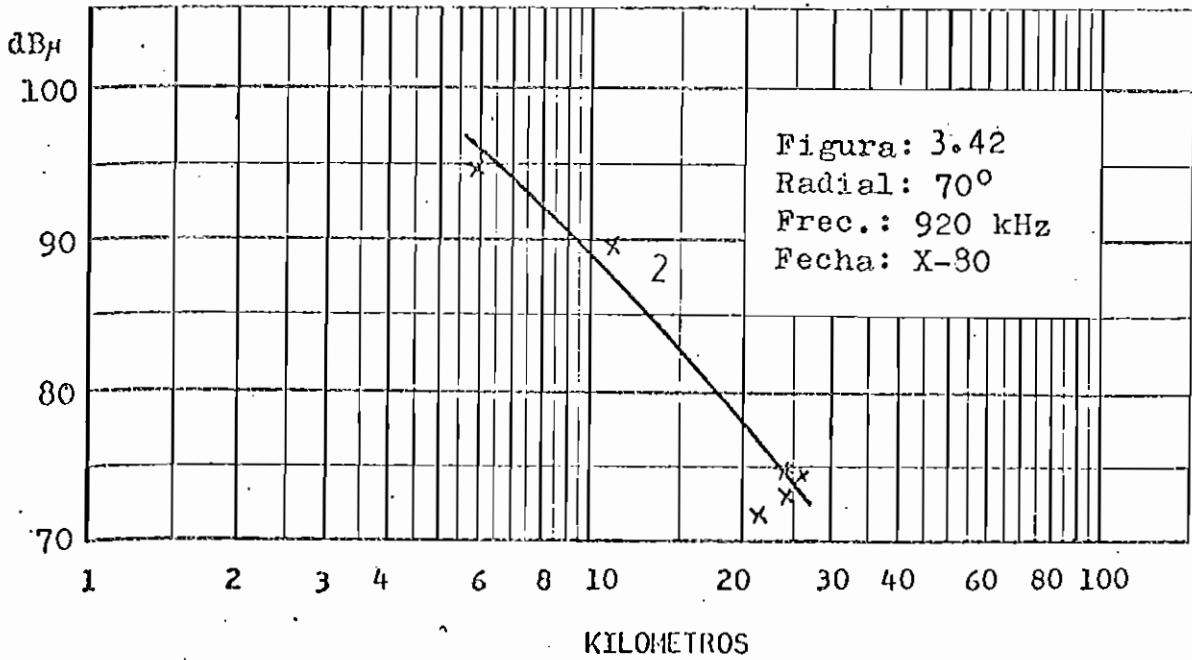
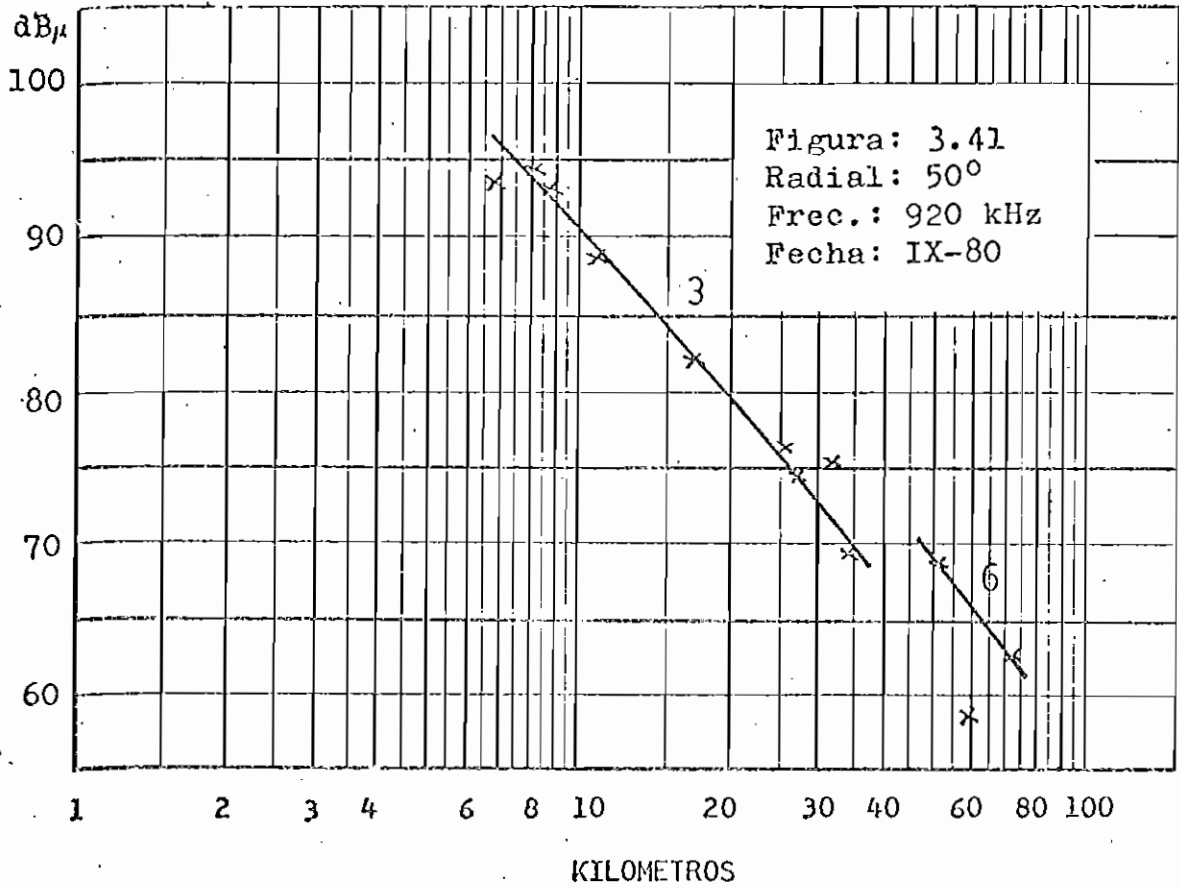
3.3.2.3 Estación: HCCM1; 920 kHz

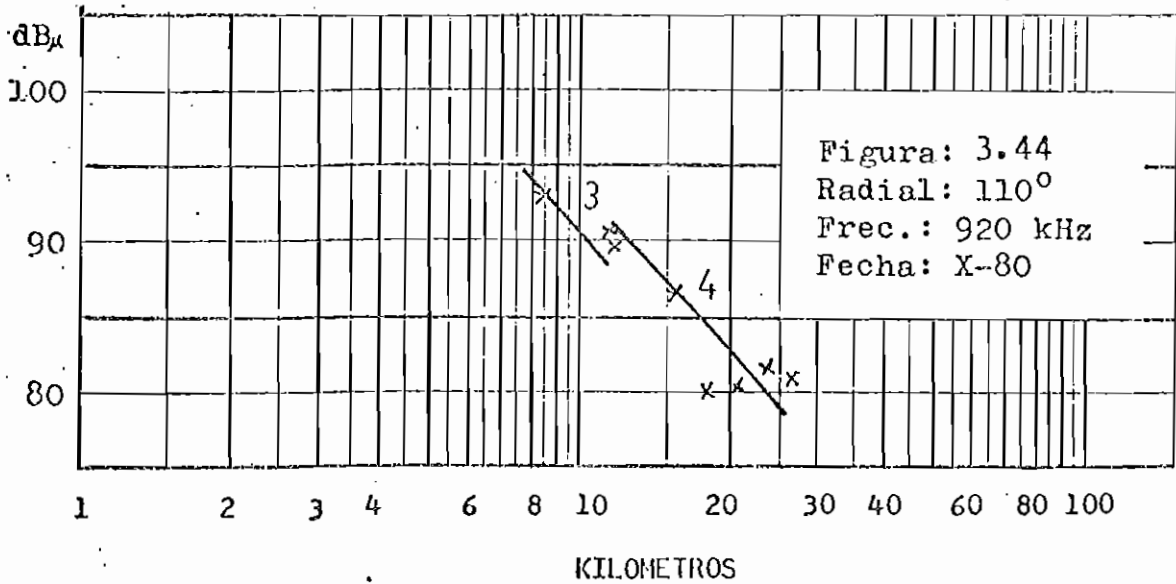
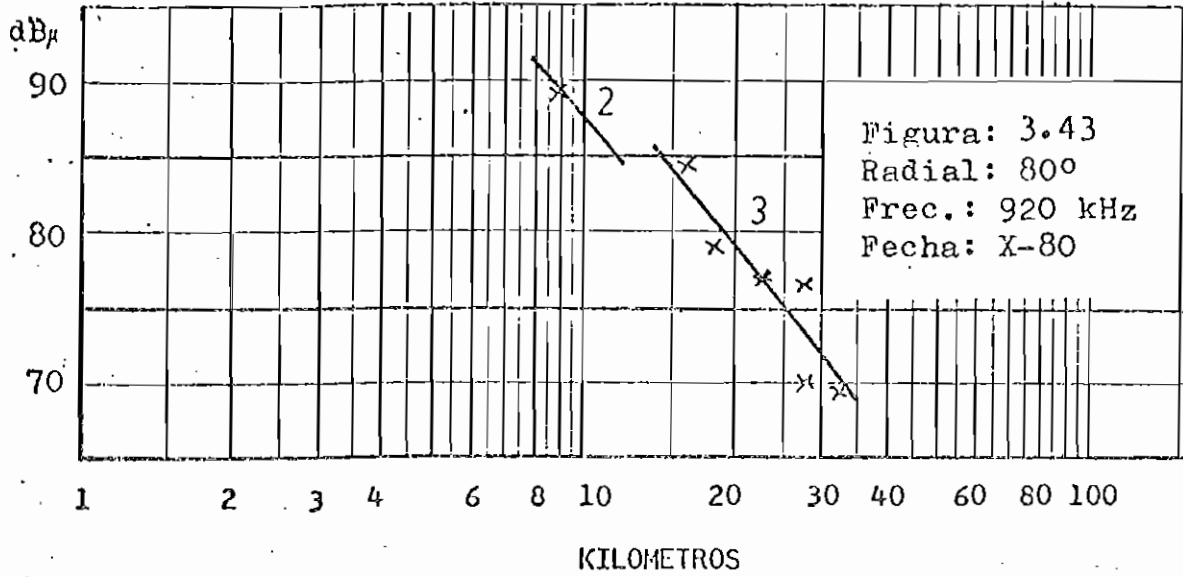
Gráficos correspondientes a las mediciones realizadas a la estación radio Colón HCCM1 con frecuencia 920 kHz y potencia radiada 27.1 kilovatios.

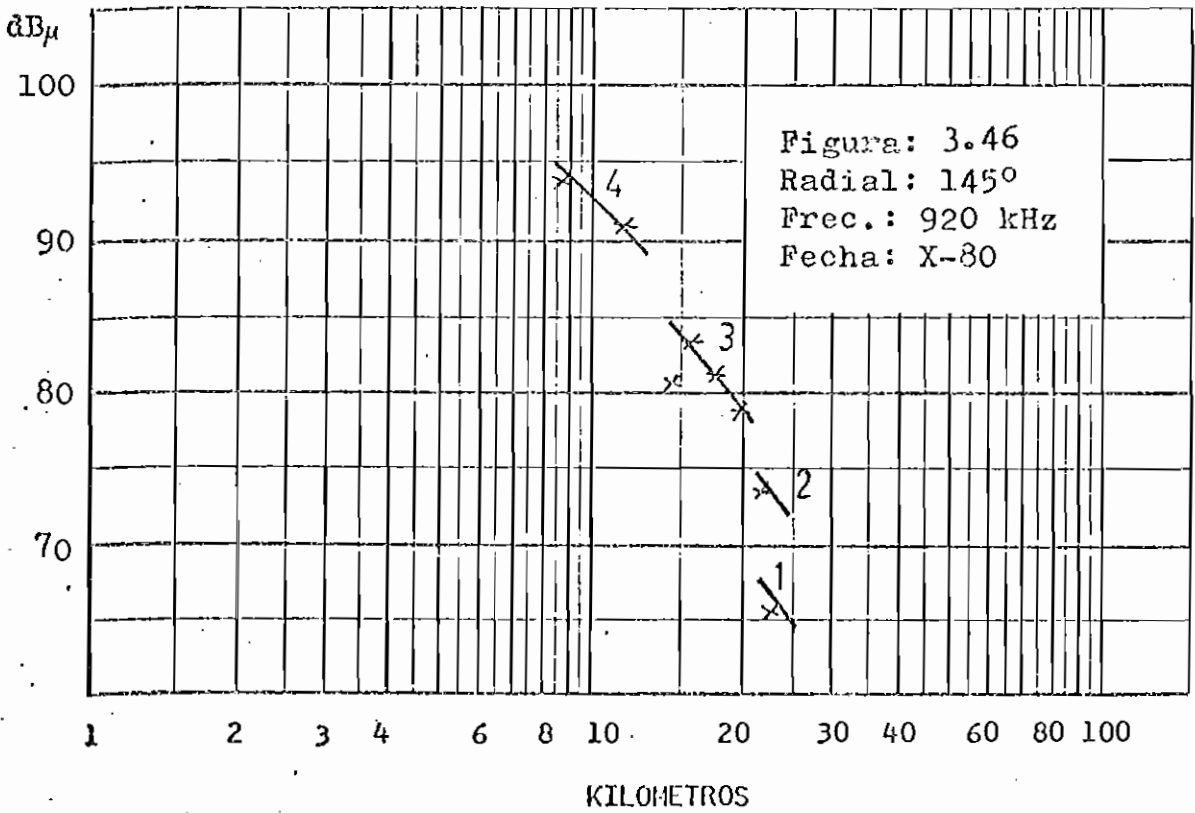
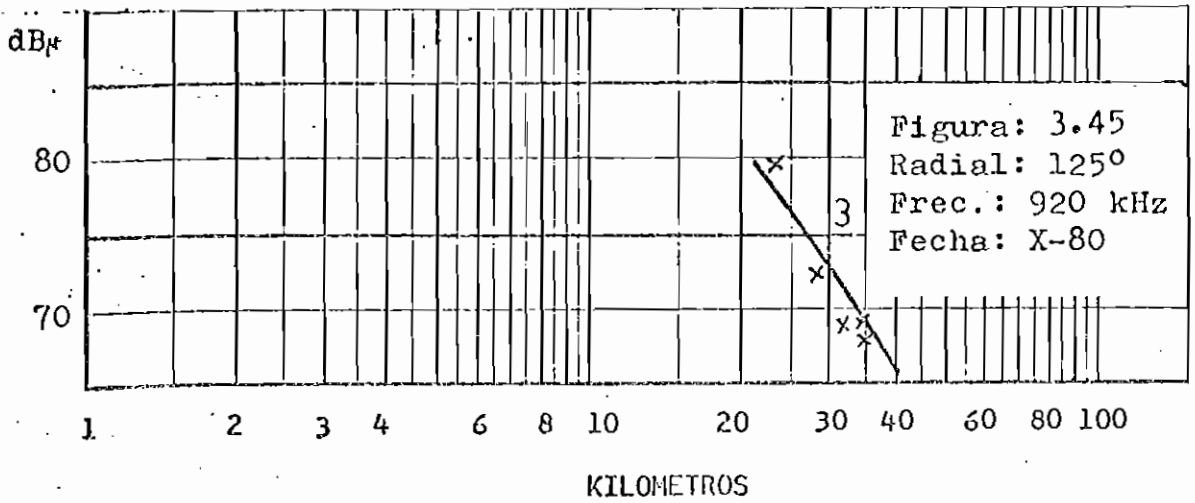


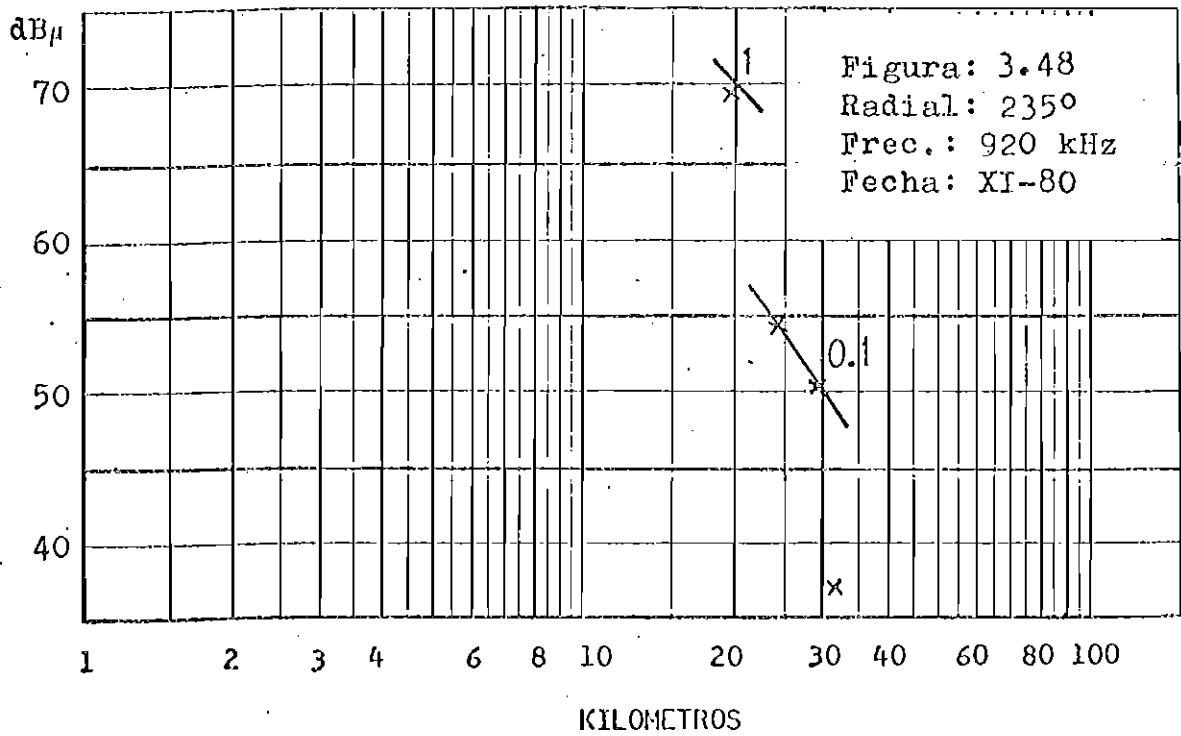
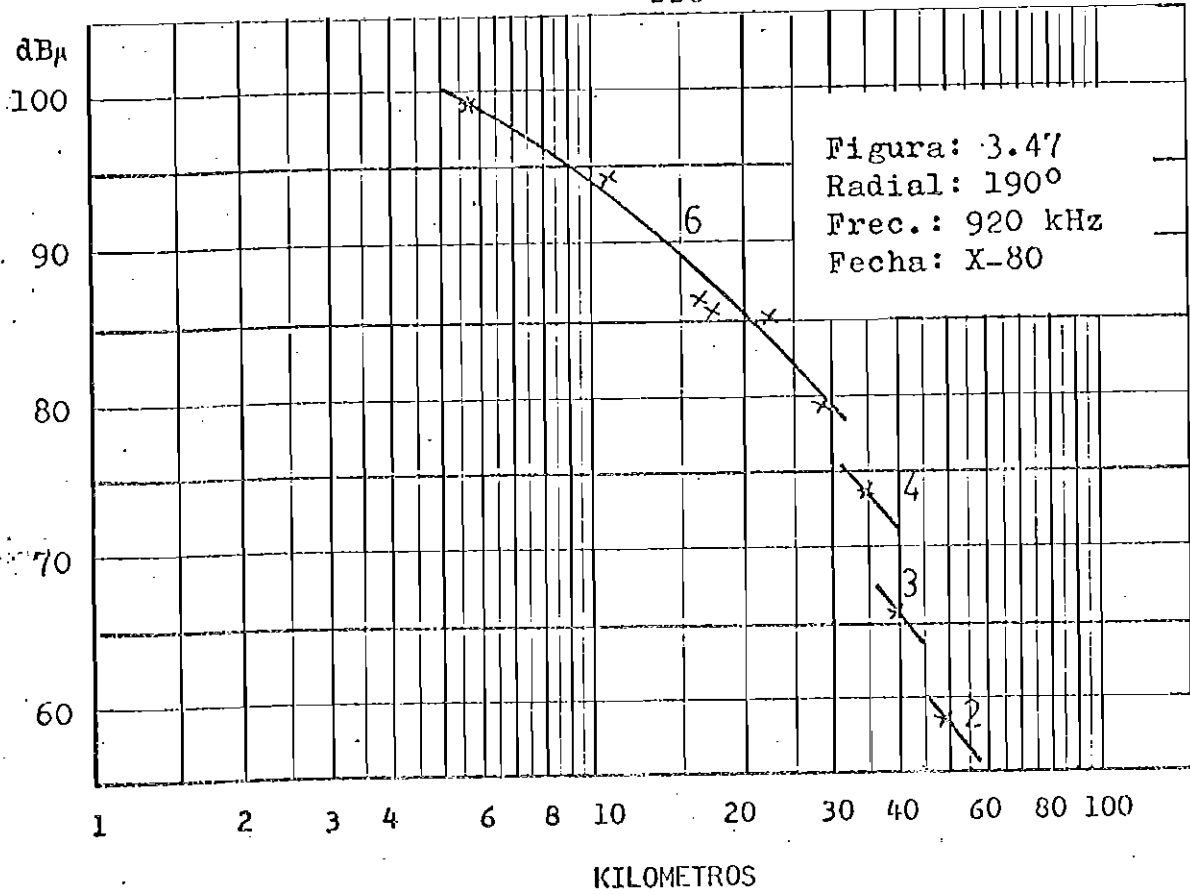


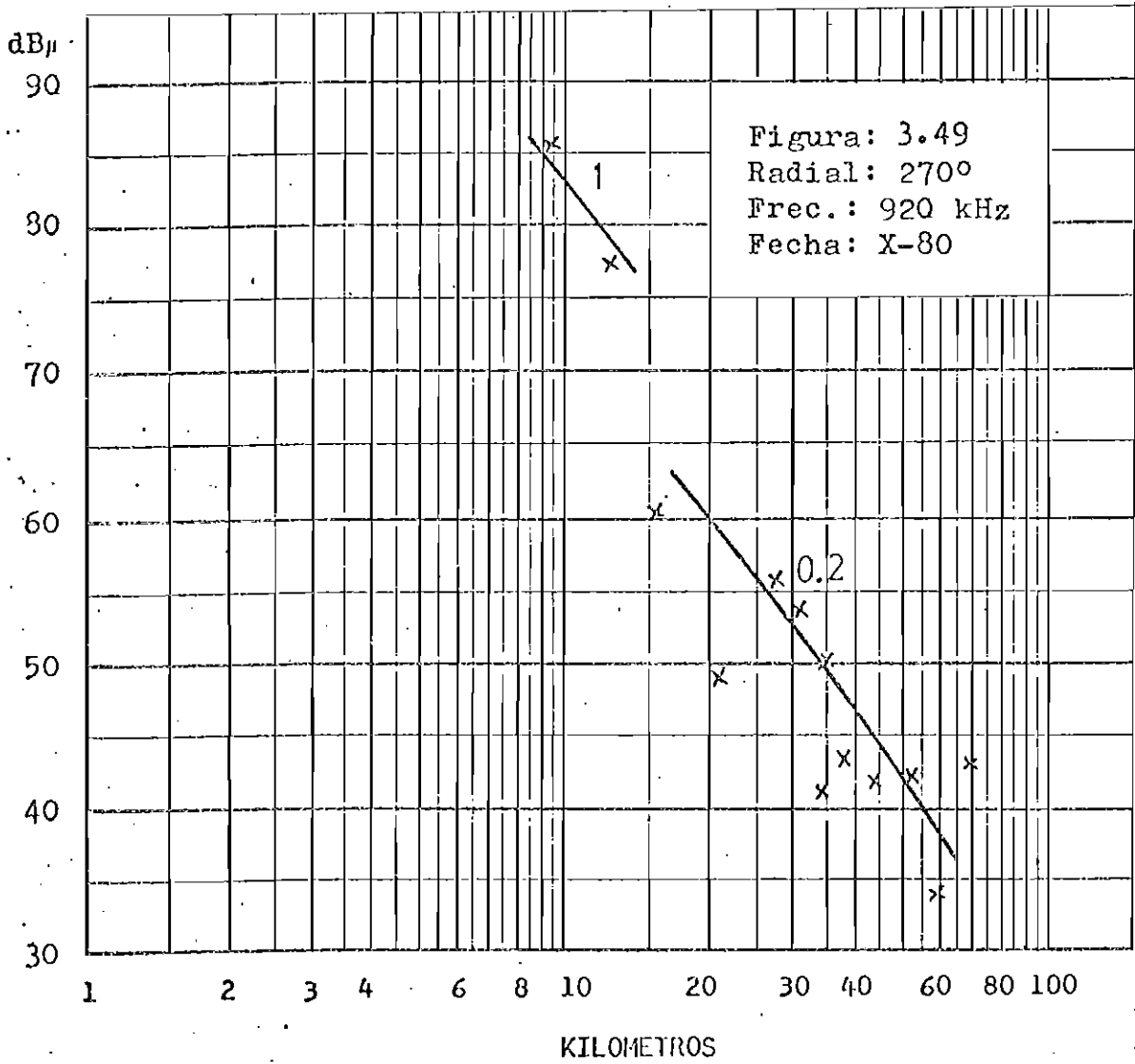


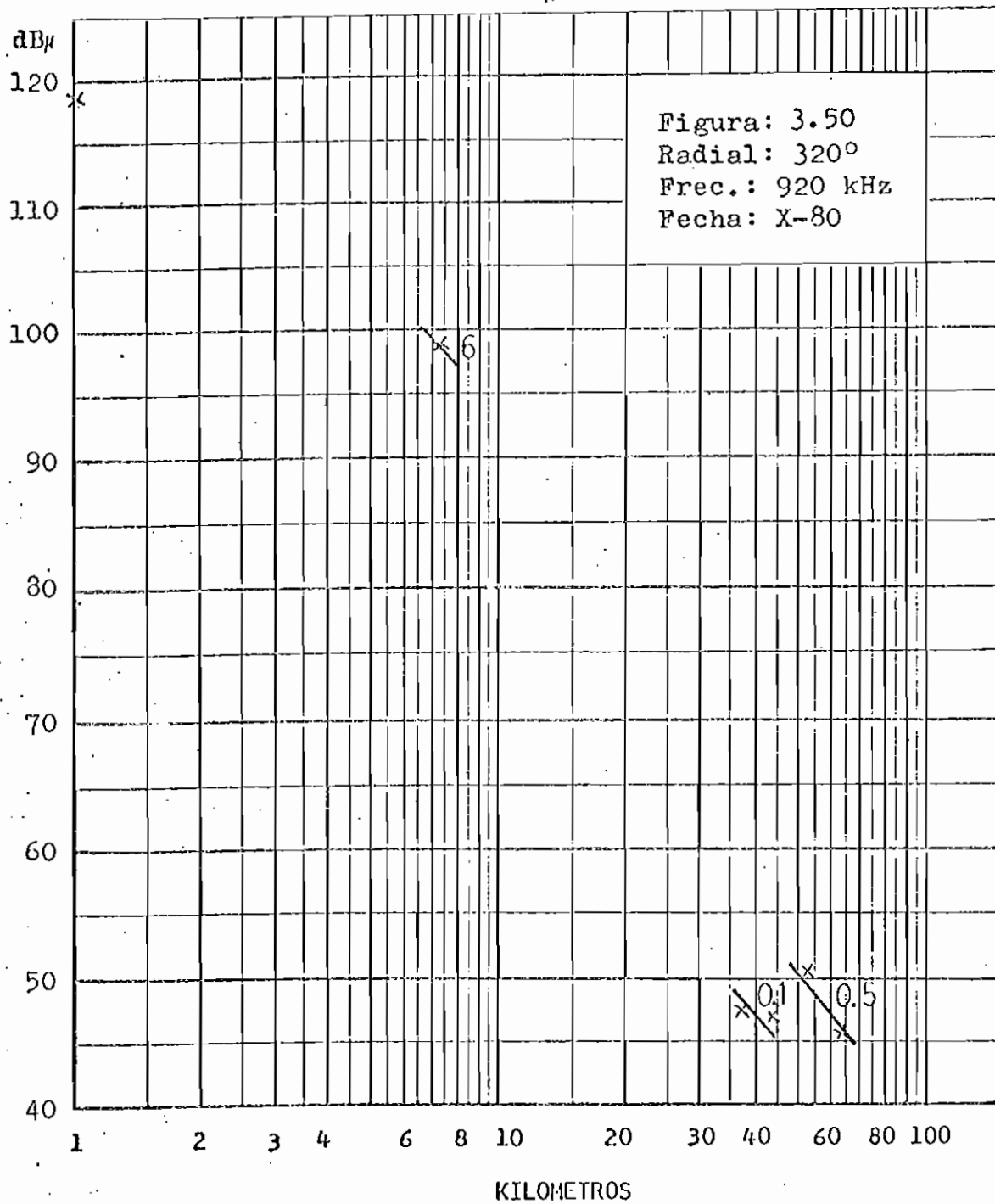




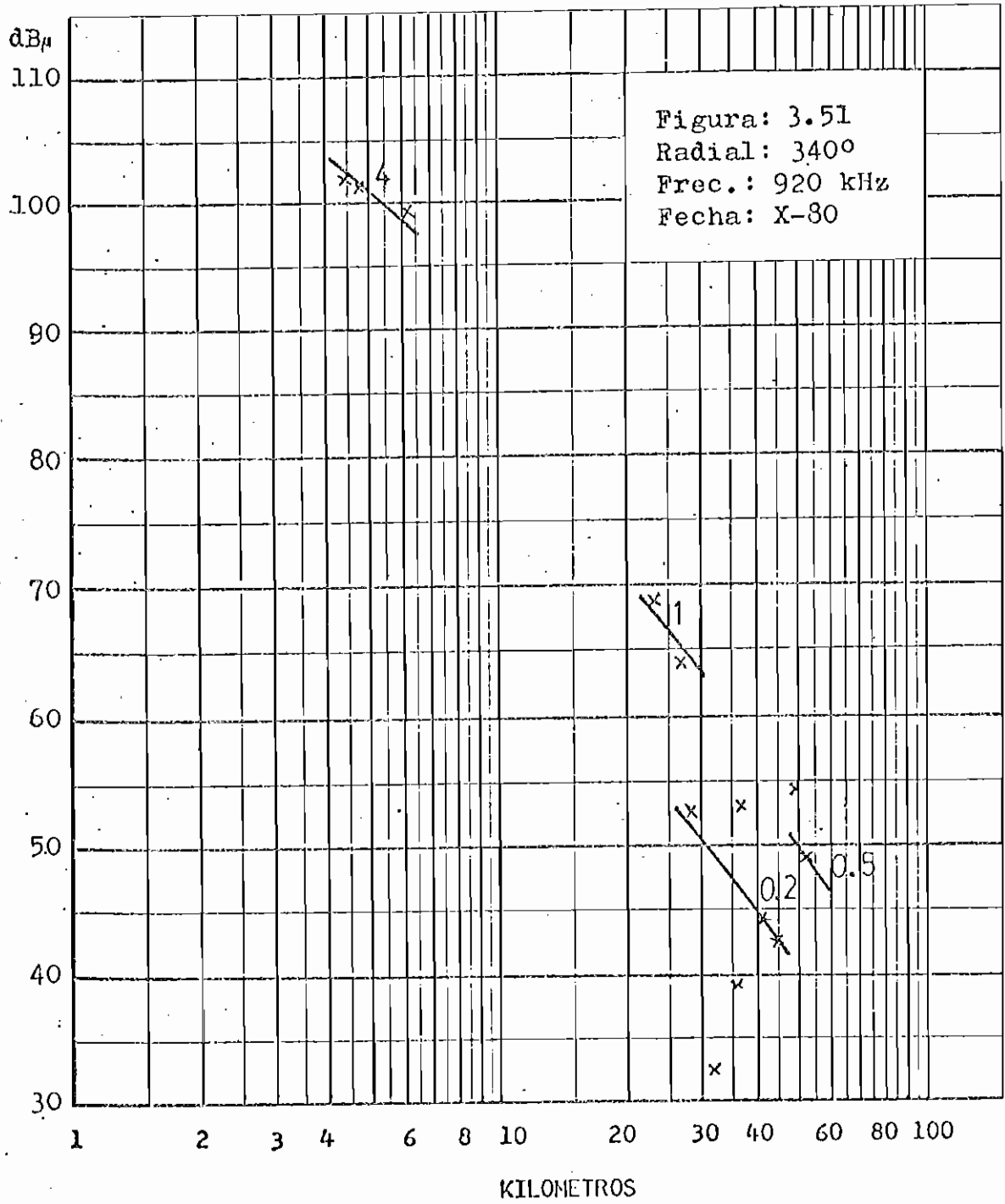












3.3.3 Cálculo de la conductividad, realizado por el método numérico

Se procede como se indicó en la Metodología punto 3.3.2 parte C.7 .

Este cálculo nos sirve como referencia y apoyo al procedimiento realizado anteriormente para la determinación de la conductividad de la tierra por el método de atenuación del campo eléctrico.

Se utilizó la minicomputadora Textronix 4051, lenguaje basic.

El programa realizado permite hacer la evaluación de la conductividad para distintos valores de: factor de atenuación (determinado de las mediciones de intensidad de campo) y constante dieléctrica.

A continuación se indican los cálculos realizados y resultados obtenidos para la estación radio Melodía 735 kHz, procediéndose de igual forma para las demás estaciones medidas.

```
10 100 REM PROGRAMA PARA CALCULAR LA CONDUCTIVIDAD DEL SUELO
11 105 REM A PARTIR DE LA INTESIDAD DE CAMPO MEDIDA
12 110 PAGE
13 120 PRINT "INGRESE NOMBRE DE LA ESTACION "
14 125 PRINT "si escribe 0 finaliza el programa"
15 130 INPUT E1
16 135 IF E2="0" THEN 1310
17 140 PRINT "JJJJ INGRESE EL TIPO DE ANTENA ";
18 150 INPUT T1
19 160 REM MILTON ROLDAN
20 170 PAGE
21 180 PRINT @51;"JJJJJJJJJJJJJJJJ"
22 190 PRINT @51;" CALCULO DE LA CONDUCTIVIDAD DEL SUELO"
23 200 PRINT @51;" *****"
24 210 PRINT @51;" A PARTIR DE LA ATENUACION DE LA ONDA "
25 220 PRINT @51;" ***** J "
26 230 PRINT "CALCULO DEL FACTOR DE ATENUACION A TOMANDO LOS"
27 240 PRINT "VALORES DE INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDOS"
28 250 PRINT
29 260 PRINT
30 280 PRINT "INGRESE EL VALOR DE LA POTENCIA DE OPERACION P DEL "
31 290 PRINT "TRANSMISOR EN VATIOS P=" ;
32 300 INPUT P1
33 320 PRINT
34 330 PRINT "INGRESE EL VALOR DE LA GANANCIA DE POTENCIA G DE LA "
35 340 PRINT "ANTENA TRANSMISORA EN VECES CON RESPECTO A LA ISOTROPICA G=" ;
36 350 INPUT G
37 360 PRINT
38 370 LET EO=SGR(30*P1*G)
39 380 PRINT "LA INTENSIDAD DE CAMPO A 1 Km ES EO=";EO;"mV/m"
40 390 PRINT
41 400 PRINT "INGRESE EL VALOR DE LA FRECUENCIA EN MEGAHERTZ f=" ;
42 410 INPUT F
43 425 PRINT "INGRESE EL VALOR DE LA PERMITIVIDAD RELATIVA E1=" ;
44 430 INPUT E1
45 440 PRINT @51;
46 450 PRINT @51;" DATOS CON LOS CUALES SE VA A TRABAJAR:JJ"
47 460 PRINT @51;" NOMBRE DE LA ESTACION : "E1
48 470 PRINT @51;" TIPO DE ANTENA : "T1
49 480 PRINT @51;" POTENCIA DE OPERACION(VATIOS): "P1
50 490 PRINT @51;" GANANCIA DE ANTENA : "G
51 500 PRINT @51;" FRECUENCIA(MHz) : "F
52 510 PRINT @51;" PERMITIVIDAD RELATIVA : "E1
53 520 PRINT @51;" DISTANCIA AL TRANSMISOR : (D(Km))"
54 530 PRINT @51;" INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDA : (E(mV/m))"
55 540 PRINT @51;" JJ VALORES CALCULADOS JJ"
56 550 PRINT @51;" FACTOR DE ATENUACION : A "
57 560 PRINT @51;" CONDUCTIVIDAD DEL SUELO EN"
58 570 PRINT @51;" MILISIEMENS/METRO : s(mS/m)"
59 580 PRINT @51;" CONSTANTE DE FASE : b(GRADOS)"
```

```
00 590 PRINT 0511" DISTANCIA NUMERICA : #LJJJJ"
01 600 PRINT "INGRESE LA CONDUCTIVIDAD DEL SUELO ESTIMADA EN LA ZONA EN "
02 610 PRINT "MILISIEMENS/METRO S=";
03 620 INPUT S
04 630 PRINT "SI VA A CALCULAR CON OTROS VALORES DE FRECUENCIA , POTENCIA, "
05 635 PRINT "CCCCGGGGGGGG"
06 640 PRINT "PERMITIVIDAD, INGRESE EL NUMERO 500"
07 650 PRINT "INGRESE EL ANGULO DEL RADIAL R=";
08 660 INPUT R
09 665 PRINT 0511
10 670 IF R=500 THEN 120
11 680 PRINT 0511
12 690 PRINT 0511 "RADIAL : "R;" GRADOS"
13 700 PRINT 0511
14 710 PRINT 0511" AZIMUT D(Km.) E(mV/m) A s(mS/m) b(ORD) P"
15 715 PRINT 0511
16 720 PAGE
17 730 PRINT "CUANTOS PUNTOS VA A CALCULAR ? N=";
18 740 INPUT N
19 750 DELETE D
20 760 DIM D(N)
21 770 PRINT "INGRESE LAS DISTANCIAS A LOS PUNTOS EN KILOMETROS D(N)"
22 780 INPUT D
23 790 DELETE E,01
24 800 DIM E(N),G1(N)
25 810 PRINT "INGRESE LAS INTENSIDADES DE CAMPO EN MILIVOLTIOS/METRO E(N)"
26 820 INPUT E
27 830 PRINT "INGRESE EL AZIMUT O ANGULO G1(N)"
28 840 INPUT G1
29 850 LET C=0
30 860 LET C=C+1
31 870 IF C=N+1 THEN 630
32 880 DELETE A
33 890 DIM A(N)
34 900 LET A(C)=E(C)/E0*D(C)
35 910 PRINT "EL FACTOR DE ATENUACION A LA DISTANCIA "D(C);" ES A="A(C)
36 915 IF A(C)=1 THEN 1320
37 917 IF D(C)=1 THEN 1360
38 920 LET L=0.3/F
39 930 LET H=Z/C
40 935 IF Z=80 THEN 1200
41 940 IF Z=0.05 THEN 1200
42 950 LET X=10*E/F
43 960 LET B=(E1+1)^21X^2
44 970 DELETE P
45 980 DIM P(N)
46 990 LET P(C)=PI*B(C)/(L*SQR(H))
47 1000 GET DEGREE$
48 1010 LET B=AIN(KE111)/X
49 1020 LET V=SIN(B)
```

```
44 1030 DELETE A1
45 1040 DIM A1(N)
46 1050 LET A1(C)=(2+0.3*P(C))/(2+P(C)+0.6*P(C)^2)
47 1060 DELETE A2
48 1070 DIM A2(N)
49 1080 LET A2(C)=U*SQR(P(C)/2)*EXP(-5*P(C)/8)
50 1090 DELETE A0
51 1100 DIM A0(N)
52 1110 LET A0(C)=A1(C)-A2(C)
53 1120 IF A(C)=A0(C) THEN 1230
54 1130 DELETE K
55 1140 DIM K(N)
56 1150 LET K(C)=A(C)-A0(C)
57 1160 LET K(C)=ABS(K(C))
58 1170 IF K(C)<1.0E-3 THEN 1230
59 1175 PRINT "S=";Z;" A0=";A0(C)
60 1180 IF A0(C)<A(C) THEN 1205
61 1185 IF K(C)>0.1 THEN 1400
62 1186 IF K(C)>0.05 THEN 1400
63 1190 LET S=S-K(C)
1200 GO TO 930
1205 IF K(C)>0.1 THEN 1420
1206 IF K(C)>0.05 THEN 1420
1 1210 LET S=S+K(C)
2 1220 GO TO 930
3 1230 PRINT "S=";Z;" S=";S;" A0=";A0(C)
4 1240 PRINT 051: USING 1250:01(C),D(C),E(C),A(C),Z,B,P(C)
5 1250 INACEX,3D,3X,3D,2D,3X,4D,3D,4X,1B,4D,3X,2D,2B,2X,3D,2D,2X,2D,3D
6 1270 GO TO 660
7 1280 PRINT "REVISE EL VALOR DE INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDO E"
8 1290 PRINT 051: USING 1294:01(C),D(C),E(C),A(C),Z
9 1294 INACEX,3D,3X,3D,2D,3X,4D,3D,4X,1B,4D,3X,2D,2B,2X,3D,2D,2X,2D,3D
10 1296 LET S=0.04
11 1300 GO TO 860
12 1310 END
13 1320 PRINT "REVISE EL VALOR DE INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDO E"
14 1340 PRINT "EL FACTOR DE ATENUACION ES MAYOR QUE 1"
15 1350 PRINT
16 1360 PRINT 051: USING 1361:01(C),D(C),E(C),A(C)
17 1361 INACEX,3D,3X,3D,2D,3X,4D,3D,4X,1B,4D
18 1380 GO TO 860
19 1400 LET S=C-10*K(C)
20 1410 GO TO 930
21 1420 LET S=S+10*K(C)
22 1430 GO TO 930
23
24
25
26
27
28
```

13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63

CALCULO DE LA CONDUCTIVIDAD DEL SUELO

\*\*\*\*\*

A PARTIR DE LA ATENUACION DE LA ONDA

\*\*\*\*\*

DATOS CON LOS CUALES SE VA A TRABAJAR:

NOMBRE DE LA ESTACION	:	MELODIA HCCCI
TIPO DE ANTENA	:	VERTICAL TORRE RADIANTE
POTENCIA DE OPERACION(WATIOS)	:	6300
GANANCIA DE ANTENA	:	3
FRECUENCIA(MHz)	:	0.735
PERMITIVIDAD RELATIVA	:	15
DISTANCIA AL TRANSMISOR	:	(D(Km))
INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDA	:	(E(mV/m))

VALORES CALCULADOS

FACTOR DE ATENUACION	:	A
CONDUCTIVIDAD DEL SUELO EN MILISEHENS/METRO	:	s(mS/m)
CONSTANTE DE FASE	:	b(GRADOS)
DISTANCIA NUMERICA	:	F

13

14

15

16

17 RADIAL 10 GRADOS

18

19 AZIMUT D(Km.) E(mV/m) A s(mS/m) b(GRD) F

20

21 0 3.80 92.250 0.4655 -0.05

22 2 18.50 6.660 0.1636 1.40 25.03 3.765

23 356 18.90 6.000 0.1506 1.29 26.80 4.100

24

25

26 RADIAL 118 GRADOS

27

28 AZIMUT D(Km.) E(mV/m) A s(mS/m) b(GRD) F

29

30 17 8.00 38.000 0.4037

31 18 10.00 59.667 0.7924 6.78 5.50 0.461

32 18 12.90 29.125 0.4990 3.21 11.51 1.238

33 18 15.00 32.500 0.6474 5.59 6.66 0.837

34 18 19.90 19.770 0.5225 5.01 7.43 1.238

35 18 22.50 10.300 0.3078 3.02 12.22 2.290

36 18 33.00 5.356 0.2345 3.27 11.31 3.113

37 18 37.20 5.475 0.2705 4.17 8.91 2.772

38 18 38.70 1.550 0.0797 1.29 26.90 8.423

39 18 41.00 1.250 0.0681 1.15 29.67 9.734

40 18 42.00 1.000 0.0558 0.92 35.27 11.665

41 16 44.50 1.167 0.0690 1.25 27.62 9.924

42 27 45.50 41.000 0.8440 13.07 2.86 0.372

43

44

45 RADIAL 127 GRADOS

46

47 AZIMUT D(Km.) E(mV/m) A s(mS/m) b(GRD) F

48

49 37 5.75 73.300 0.5597 1.97 18.38 0.872

50 37 11.30 20.400 0.3061 1.68 21.21 1.967

51 37 16.90 15.800 0.3525 2.70 13.61 1.902

52 37 22.10 13.300 0.3903 3.82 9.71 1.794

53 37 25.30 4.080 0.1371 1.54 22.95 4.746

54 37 27.15 3.400 0.1316 1.66 21.46 5.130

55 37 34.70 1.825 0.0041 1.21 28.41 7.941

56 37 43.60 4.525 0.2620 4.67 7.76 2.903

57 37 61.60 0.912 0.6746 2.02 17.89 9.102

58

59

60 RADIAL 145 GRADCS

61

62

63

	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
	40	1.00	600.000	0.7768			
	45	7.25	87.300	0.8405	6.66	5.61	0.341
	45	12.40	10.050	0.3354	2.12	17.13	1.999
1	45	16.10	15.500	0.3314	2.44	14.96	2.000
2	45	25.60	6.050	0.2057	2.32	15.72	3.337
3	45	29.30	4.430	0.1753	2.29	15.91	3.930
4	45	31.70	3.710	0.1562	2.17	16.74	4.394
5	45	35.20	3.050	0.1426	2.17	16.74	4.879
6	45	37.40	2.510	0.1337	2.06	12.06	3.960
7	45	50.40	3.450	0.2309	4.75	7.84	3.307
8	45	59.60	2.812	0.2188	5.20	7.16	3.516
9	47	69.90	1.590	0.1455	4.22	8.79	5.065

11

12 RADIAL 157 GRADCS

13

14

15

	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
	57	6.00	94.000	0.7490	3.74	9.90	0.496
	57	14.40	27.000	0.5163	3.71	9.98	1.200
	57	22.00	12.500	0.3652	3.53	10.47	1.923
19	57	24.20	9.000	0.2892	3.04	12.11	2.443
20	57	29.30	8.500	0.3307	4.09	9.07	2.222
21	57	31.60	4.800	0.2014	2.75	13.36	3.512
22	53	40.40	2.150	0.1382	2.84	12.97	5.227
23	56	55.70	1.387	0.1026	2.48	14.74	6.817

25

26 RADIAL 178 GRADCS

27

28

29

	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
	70	6.25	58.000	0.4814			
	70	8.50	42.000	0.4741	2.13	17.07	1.201
	73	17.00	10.060	0.2538	2.18	16.67	2.622
	85	22.00	9.000	0.2225	2.73	13.44	2.553
34	78	22.80	7.230	0.2189	2.21	16.48	3.111
35	80	23.00	7.730	0.2361	2.41	15.19	2.899

36



37  
38 RADIAL : 90 GRADOS  
39

40	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
41							
42	90	4.60	92.300	0.5244	1.83	19.67	0.745
43	95	6.50	68.300	0.5896	2.37	15.44	0.832
44	90	9.50	50.000	0.6308	3.62	10.22	0.811
45	90	15.00	26.500	0.5279	3.95	9.39	1.177
46	90	16.80	7.830	0.1747	1.38	25.34	3.459
47	90	21.50	10.400	0.2969	2.80	13.14	2.352
48	90	26.30	5.230	0.1927	2.13	17.05	3.209
49	80	26.30	4.330	0.1512	1.77	20.24	4.377
50	90	31.00	3.060	0.1260	1.71	20.91	5.324

52  
53 RADIAL : 110 GRADOS  
54

55	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
56							
57	110	5.00	79.750	0.5224			
58	110	8.70	44.300	0.5118	2.41	15.17	1.095
59	110	13.70	24.660	0.5142	3.98	9.33	1.224
60	110	21.00	14.825	0.4134	3.89	9.53	1.673

61  
62  
63 RADIAL : 125 GRADOS

	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
1	125	9.50	38.300	0.4832	2.39	15.32	1.207
2	125	12.50	31.500	0.5229	3.33	11.08	1.156
3	125	19.00	11.000	0.2776	2.37	15.40	2.427
4	125	24.70	13.500	0.4428	4.85	7.67	1.586
5	125	27.70	9.430	0.3467	4.11	9.03	2.091

7  
8 RADIAL : 133 GRADOS  
9

10	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
11							
12	133	13.50	35.000	0.6275	4.80	7.75	0.876
13	133	24.50	9.530	0.3101	3.29	11.22	2.294
14	133	30.20	4.110	0.1648	2.19	16.63	4.157
15	133	33.65	3.160	0.1412	2.08	17.45	4.853
16	133	36.10	3.020	0.1440	2.25	16.22	4.850
17	133	36.30	2.250	0.1085	1.70	20.99	6.255
18							

19

20 RADIAL :154 GRADOS

21

22	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
23							
24	165	1.00	710.000	0.9429			
25	163	3.50	165.000	0.7667	2.68	13.69	0.399
26	154	12.00	32.750	0.5219	3.21	11.49	1.150
27	154	14.80	29.830	0.5663	4.60	8.08	1.001
28	161	18.00	22.700	0.5426	4.82	7.71	1.162
29	157	18.70	16.160	0.4013	3.39	10.92	1.705
30	155	19.00	14.160	0.3573	3.02	12.19	1.930
31	154	20.70	6.830	0.1878	1.77	20.24	3.445
32	154	22.70	6.130	0.1848	1.98	19.13	3.577
33	154	24.70	5.130	0.1683	1.86	19.34	3.935
34	157	26.00	1.900	0.0656	0.50	52.41	9.911

35

37 RADIAL :190 GRADOS

38

39	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
40							
41	192	4.15	136.000	0.7495	2.83	12.98	0.448
42	192	10.80	59.030	0.8462	7.63	3.38	0.351
43	188	14.90	29.830	0.5903	4.71	7.90	0.986
44	190	21.30	16.530	0.4576	4.58	8.13	1.448
45	188	24.25	15.425	0.5377	4.67	5.60	1.231
46	192	32.60	9.000	0.3896	5.40	6.90	1.884
47	188	39.00	5.460	0.2828	4.57	8.13	2.655
48	188	44.20	2.680	0.1575	2.98	12.38	4.558
49	190	53.10	1.210	0.0853	1.97	18.33	8.033

50

52 RADIAL :227 GRADOS

53

54	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
55							
56	202	20.50	7.050	0.1919	1.78	20.18	3.401
57	214	23.20	1.700	0.0524	0.04		
58	227	27.40	0.372	0.0135	-0.30		
59	233	32.10	0.176	0.0075	-0.28		
60	245	33.00	0.068	0.0031	-0.30		

61

12

13 RADIAL 1270 GRADOS

	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
1	270	1.00	650.000	0.8632			
2	270	2.40	271.250	0.8645	3.41	10.84	0.217
3	270	6.70	100.000	0.8898	8.75	4.27	0.240
4	261	9.85	46.500	0.6083	3.49	10.60	0.872
5	259	13.50	29.000	0.5199	3.54	10.45	1.178
6	265	16.00	4.250	0.0903	-0.22		
7	270	21.25	1.100	0.0310	-0.27		
8	281	27.50	0.750	0.0274	-0.16		
9	274	30.70	0.810	0.0330	-0.04		
10	270	35.35	0.402	0.0189	-0.12		
11	257	36.00	0.092	0.0044	-0.26		
12	245	38.60	0.365	0.0187	-0.09		
13	245	44.90	0.210	0.0125	-0.10		
14	264	52.50	0.100	0.0070	-0.10		
15	271	60.50	0.056	0.0045	-0.09		
16	273	68.70	0.247	0.0225	0.45	55.18	27.132

18

19 RADIAL 1315 GRADOS

	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
23	313	1.00	750.000	0.9960			
24	323	33.90	0.607	0.0273	-0.02		
25	316	40.60	0.272	0.0147	-0.11		
26	314	48.40	0.335	0.0215	0.05		
27	309	58.90	0.227	0.0178	0.05		

29

30 RADIAL 1335 GRADOS

	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
34	335	2.40	312.500	0.9960	70.00	0.53	0.011
35	348	22.50	3.900	0.1168	1.14	29.89	5.394
36	340	24.20	0.450	0.0147	-0.26		
37	335	28.10	0.403	0.0150	-0.27		
38	331	32.90	0.287	0.0125	-0.22		
39	335	32.70	0.225	0.0097	-0.25		
40	324	37.50	0.152	0.0076	-0.21		
41	335	40.60	0.186	0.0101	-0.15		
42	333	45.25	0.626	0.0376	0.52	51.72	17.087
43	331	48.90	0.278	0.0181	0.00		

43

34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63

~~CALCULO DE LA CONDUCTIVIDAD DEL SUELO~~

~~\*\*\*\*\*~~

~~A PARTIR DE LA ATENUACION DE LA ONDA~~

~~\*\*\*\*\*~~

DATOS CON LOS CUALES SE VA A TRABAJAR:

NOMBRE DE LA ESTACION	:	ESPEJO HCGD1
TIPO DE ANTENA	:	VERTICAL TORRE RADIANTE
POTENCIA DE OPERACION(VATIOS)	:	7600
GANANCIA DE ANTENA	:	4.39
FRECUENCIA(MHz)	:	1.31
PERMITIVIDAD RELATIVA	:	15
DISTANCIA AL TRANSMISOR	:	(D(Km))
INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDA	:	(E(mV/m))

VALORES CALCULADOS

FACTOR DE ATENUACION	:	A
CONDUCTIVIDAD DEL SUELO EN	:	
MILESIEMENS/METRO	:	s(mS/m)
CONSTANTE DE FASE	:	b(GRADOS)
DISTANCIA NUMERICA	:	P

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48

RADIAL 10 GRADOS

AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
0	3.80	252.500	0.9591	39.69	1.68	0.096
2	10.50	3.200	0.0592	1.14	45.71	11.354
356	18.90	1.610	0.0304	0.05		

RADIAL 118 GRADOS

AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
17	8.00	50.250	0.4018	4.78	13.68	1.622
18	10.00	25.000	0.2499	3.60	17.91	2.637
19	12.90	9.250	0.1193	2.09	29.13	5.384
10	15.00	8.970	0.1345	2.79	22.64	4.950
18	19.90	4.100	0.0816	2.06	29.43	8.384
18	22.50	2.710	0.0609	1.66	35.11	11.095
18	33.00	2.325	0.0767	3.44	18.71	9.078
18	37.20	1.150	0.0428	2.13	28.61	15.274
16	44.50	0.270	0.0120	0.05		
27	15.50	16.125	0.2498	5.27	12.46	2.867

RADIAL 137 GRADOS

AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
37	5.75	104.330	0.5996	6.24	10.58	0.905
37	11.30	14.000	0.1581	2.57	24.39	4.001
37	16.80	9.550	0.1604	3.72	17.36	4.299
37	22.10	7.460	0.1648	4.92	13.31	4.363
37	25.30	4.100	0.1037	3.54	18.20	6.776
37	29.15	1.825	0.0532	2.00	30.25	12.590
37	34.70	1.510	0.0524	2.45	25.43	12.774
37	47.60	3.950	0.1721	2.72	6.83	4.445
37	61.60	0.425	0.0262	2.32	26.60	23.651

49 RADIAL :45 GRADOS

50	RADIAL :45 GRADOS						
51	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
52							
53	42	1.00	42	1.00	42	1.00	42 1.00
54	45	7.25	68.000	0.4928	5.63	11.68	1.358
55	45	13.40	10.000	0.1339	2.50	25.00	4.855
56	45	16.10	6.860	0.1104	2.38	26.07	6.067
57	45	25.60	3.310	0.0847	2.89	21.94	8.202
58	45	29.80	2.750	0.0819	3.29	19.47	8.517
59	45	31.70	2.260	0.0714	3.07	20.80	9.650
60	45	35.20	2.316	0.0915	3.91	16.57	8.608
61	45	39.40	2.210	0.0870	4.69	13.94	8.138
62	45	50.40	1.950	0.0982	6.74	9.81	7.359
63	45	58.60	1.480	0.0867	7.00	9.45	8.249
	47	68.90	1.060	0.0730	7.06	9.36	9.607

1 RADIAL :57 GRADOS

2	RADIAL :57 GRADOS						
3	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
4							
5	57	6.00	66.500	0.3988	3.73	17.32	1.532
6	57	14.40	10.330	0.1487	2.99	21.25	4.475
7	57	22.00	5.250	0.1154	3.44	18.70	6.047
8	57	24.20	4.000	0.0968	3.14	20.33	7.210
9	57	29.30	4.300	0.1259	4.98	13.17	5.725
10	57	31.60	2.900	0.0916	3.93	16.52	7.704
11	53	48.40	1.387	0.0671	4.54	14.37	10.300
12	56	55.70	1.075	0.0598	4.74	13.81	11.400
13							
14							

15 RADIAL :70 GRADOS

16	RADIAL :70 GRADOS						
17	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
18							
19	70	6.25	63.000	0.3936	3.81	17.01	1.568
20	70	8.50	29.330	0.2492	3.13	20.39	2.539
21	70	19.00	6.000	0.1139	2.93	21.69	6.821
22	83	22.80	8.400	0.1914	5.83	11.30	3.831
23	80	23.00	8.530	0.1961	6.01	10.97	3.753
24	70	22.80	5.950	0.1551	4.18	15.56	5.242
25							
26							

27 RADIAL 190 GRADUS

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F				
31	90	4.60	57,330	0.2636	1.99	30.31	1.991				
32	95	6.50	50,660	0.3291	3.27	19.61	1.870				
33	90	9.50	36,000	0.3410	4.67	14.01	1.972				
34	90	15.00	11,500	0.1724	3.61	17.89	3.950				
35	90	16.80	7,000	0.1175	2.68	23.50	5.743				
36	90	21.50	7,066	0.1510	4.44	14.71	4.680				
37	90	26.30	6,200	0.1630	5.73	11.49	4.491				
38	88	26.30	4,066	0.1069	3.80	17.03	6.605				
39	90	31.00	3,483	0.1079	4.53	14.42	6.619				

42 RADIAL 110 GRADUS

43	44	45	46	47	48	49	50
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
46	110	5.00	83,500	0.4173	3.38	18.99	1.395
47	110	8.70	28,000	0.2435	3.13	20.42	2.603
48	110	15.70	15,160	0.2379	5.09	12.88	3.001
49	110	21.00	8,350	0.1753	4.98	13.17	4.103

52 RADIAL 125 GRADUS

53	54	55	56	57	58	59	60
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
56	125	9.50	26,400	0.2507	3.46	18.60	2.598
57	125	12.50	16,250	0.2030	3.59	17.26	3.305
58	125	19.00	5,000	0.0950	2.37	26.21	7.195
59	125	24.70	5,550	0.1370	4.58	14.27	5.220
60	125	27.70	7,630	0.2113	7.64	8.66	3.570

63 RADIAL 133 GRADUS

64	65	66	67	68	69	70	71
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
1	133	13.50	22,830	0.3091	5.70	11.54	2.316
2	133	24.50	5,730	0.1403	4.65	14.06	5.104
3	133	29.20	3,330	0.0975	3.99	16.28	7.258
4	133	33.65	2,850	0.0959	4.38	14.87	7.412
5	133	36.10	2,800	0.1010	4.95	13.24	7.088
6	133	36.30	2,600	0.0943	4.66	14.03	7.545

9 RADIAL 154 GRADOS

11	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(ORD)	P
13	163	1.00	724.000	0.7237			
14	163	3.50	158.000	0.5527	3.66	17.63	0.909
15	154	12.00	18.150	0.2177	3.70	17.46	3.087
16	154	14.80	11.700	0.1731	3.58	18.03	3.927
17	151	16.00	6.000	0.1080	2.60	24.10	6.302
18	157	10.70	11.260	0.2105	5.31	12.36	3.433
19	155	19.00	7.830	0.1867	4.82	13.39	3.827
20	154	20.70	5.725	0.1185	3.33	19.29	5.862
21	154	22.70	4.600	0.1044	3.19	20.05	6.674
22	154	24.70	2.680	0.0662	2.09	29.13	10.310
23	157	26.00	1.316	0.0342	0.89	52.50	17.686

26 RADIAL 1190 GRADOS

28	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(ORD)	P
30	172	4.15	141.000	0.5849	4.61	14.18	0.872
31	192	10.80	46.660	0.5037	8.19	8.09	1.304
32	188	14.90	14.560	0.2168	4.46	14.64	3.228
33	190	21.30	8.260	0.1759	5.06	12.97	4.098
34	189	24.25	6.700	0.1758	6.14	10.75	4.196
35	192	32.60	3.850	0.1255	5.50	11.95	5.790
36	188	32.00	1.733	0.0676	3.63	17.78	10.209
37	198	44.20	7.430	0.3283	18.15	3.67	2.426
38	190	53.10	0.400	0.0212	1.44	39.04	28.674

41 RADIAL 1227 GRADOS

43	AZIMUT	B(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(ORD)	P
45	202	20.50	7.050	0.1445	4.04	16.08	4.369
46	214	23.20	1.330	0.0308	0.29	75.80	19.284
47	227	27.40	0.390	0.0107	0.04		
48	237	32.10	0.015	0.0005	0.04		
49	243	32.60	0.012	0.0004	0.05		



22  
23 RADIAL 1270 GRADOS  
24

25	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
27	270	1.00	772.000	0.7716			
28	270	2.40	350.000	0.8396	0.03		
29	270	6.70	37.750	0.2528	2.61	24.07	2.343
30	261	9.55	22.000	0.2166	3.11	20.52	2.960
31	259	13.50	6.525	0.0880	1.44	39.05	7.293
32	265	16.00	0.640	0.0102	0.04		
33	270	21.25	0.190	0.0040	0.03		
34	291	27.50	0.287	0.0079	0.04		
35	276	30.70	0.157	0.0048	0.04		
36	270	35.35	0.262	0.0093	0.04		
37	257	36.00	0.013	0.0004	0.04		
38	265	38.60	0.160	0.0062	0.05		
39	265	44.90	0.076	0.0034	0.05		
40	264	52.50	0.012	0.0006	0.05		

43 RADIAL 1315 GRADOS  
44

45	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
47	313	1.00	998.000	0.9975			
48	323	33.90	0.200	0.0068	0.05		
49	315	40.60	0.152	0.0062	0.05		
50	314	48.40	0.175	0.0085	0.05		
51	309	58.90	0.066	0.0039	0.05		

54 RADIAL 1335 GRADOS  
55

56	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
58	335	2.40	312.000	0.7485	5.14	12.75	0.454
59	340	22.50	0.716	0.0161	-0.01		
60	340	24.20	0.190	0.0046	-0.19		
61	300	28.10	0.083	0.0023	-0.16		
62	337	32.20	0.073	0.0023	-0.13		
63	334	32.90	0.260	0.0316	1.16	45.08	19.974
	334	37.50	0.061	0.0023	0.03		
	335	40.90	0.184	0.0073	0.04		
	332	45.25	0.190	0.0086	0.05		
1	331	48.90	0.084	0.0041	0.04		

2  
3  
4  
5  
6

40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18

CALCULO DE LA CONDUCTIVIDAD DEL SUELO

\*\*\*\*\*

A PARTIR DE LA ATENUACION DE LA ONDA

\*\*\*\*\*

DATOS CON LOS CUALES SE VA A TRABAJAR:

NOMBRE DE LA ESTACION	:	COLON HCCM
TIPO DE ANTENA	:	VERTICAL TORRE RADIANTE
POTENCIA DE OPERACION(VATIOS)	:	9020
GANANCIA DE ANTENA	:	3
FRECUENCIA(MHz)	:	0.92
PERMITIVIDAD RELATIVA	:	15
DISTANCIA AL TRANSMISOR	:	(D(Km))
INTENSIDAD DE CAMPO MEDIDA	:	(E(mV/m))

VALORES CALCULADOS

FACTOR DE ATENUACION	:	A
CONDUCTIVIDAD DEL SUELO EN MILIGIEMENS/METRO	:	S(mS/m)
CONSTANTE DE FASE	:	b(GRADOS)
DISTANCIA NUMERICA	:	F

4  
5  
6 RADIAL : 5 GRADOS

7	8	9	10	11	12	13	14
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F	
5	7.90	75.500	0.3320	5.15	9.02	0.748	
4	22.70	3.260	0.0821	1.11	36.33	8.097	

13  
14 RADIAL : 15 GRADOS

15	16	17	18	19	20	21	22
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F	
14	5.10	100.000	0.5660	2.72	16.71	0.883	
15	12.10	34.500	0.4633	4.19	11.04	1.395	
15	14.10	22.500	0.3521	3.51	13.12	1.927	
15	17.10	12.000	0.2277	2.72	16.71	2.960	
15	17.10	11.620	0.2463	3.23	14.22	3.025	
14	24.00	7.130	0.1899	3.10	14.78	3.686	
13	26.60	5.220	0.1541	2.77	16.35	4.508	
14	35.15	2.325	0.0907	2.12	21.06	7.604	
17	39.40	2.400	0.1050	2.78	16.38	6.690	
18	48.65	0.525	0.0283	0.78	46.53	21.261	
22	19.50	17.850	0.3863	5.14	9.04	1.844	

25  
26 RADIAL : 32 GRADOS

27	28	29	30	31	32	33	34
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F	
35	9.40	38.250	0.3991	2.85	16.03	1.563	
30	10.80	39.660	0.4754	3.93	11.75	1.324	
29	15.00	17.000	0.2830	2.98	15.33	2.398	
31	23.60	6.950	0.1820	2.93	15.58	3.816	
33	25.80	5.400	0.1546	2.72	16.74	4.474	
33	29.10	3.000	0.0969	1.86	23.39	7.039	
33	33.00	1.730	0.0634	1.30	32.16	10.576	
33	39.40	1.210	0.0529	1.33	31.66	12.453	
34	47.50	3.600	0.1893	5.81	8.01	3.985	
35	55.40	0.475	0.0345	1.59	27.29	18.053	

35  
36 RADIAL : 41 GRADOS

37	38	39	40	41	42	43	44
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F	
37	17.00	10.250	0.1934	2.32	19.38	3.397	
38	17.60	7.820	0.1710	2.34	17.27	3.075	
40	29.00	4.475	0.1440	2.83	16.13	4.050	
41	33.20	2.860	0.1054	2.35	19.21	6.576	
41	35.20	2.930	0.1145	2.71	16.70	6.120	
41	38.40	2.860	0.1219	3.14	14.58	5.820	
41	42.70	2.837	0.1345	3.03	12.06	5.373	
43	53.80	2.545	0.1300	4.78	7.36	5.266	
43	62.00	1.830	0.1259	5.17	8.99	5.831	

37  
38 RADIAL 150 GRADOS

- 250 -

39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F							
	49	6.70	49.330	0.3668	1.97	22.52	1.545							
	60	8.00	53.660	0.4764	3.07	14.92	1.240							
	50	8.60	46.660	0.4454	3.00	15.26	1.363							
	56	10.72	27.830	0.3310	2.61	17.38	1.927							
	47	0.73	13.000	0.0108	0.16	66.77	0.421							
	49	25.10	6.950	0.1936	3.29	13.98	3.650							
	50	27.20	5.360	0.1618	2.98	15.33	4.329							
	51	32.30	6.000	0.2151	4.56	10.16	3.437							
	51	34.60	3.100	0.1190	2.77	16.43	5.893							
	50	51.40	1.587	0.0905	3.16	14.52	7.761							
	53	59.60	0.075	0.0569	2.32	19.41	11.727							
	46	72.20	1.380	0.1106	5.34	8.71	6.581							

54  
55 RADIAL 170 GRADOS

56	57	58	59	60	61	62	63
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F
	65	5.90	57.500	0.3765	1.93	24.09	1.450
	67	10.90	30.000	0.3629	2.91	15.70	1.776
	66	21.80	3.960	0.0958	1.33	31.65	6.888
	70	24.53	5.500	0.1497	2.51	18.02	4.569
	70	25.00	5.350	0.1404	2.54	17.87	4.619
	69	24.50	4.560	0.1240	2.06	21.63	5.438

1  
2 RADIAL 180 GRADOS

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F		
	82	8.90	29.000	0.2865	1.95	22.76	2.073		
	80	15.80	17.160	0.3009	3.31	13.88	2.263		
	76	18.00	8.830	0.1764	2.24	20.09	3.722		
	77	22.60	7.200	0.1806	2.80	16.28	3.814		
	81	27.30	6.630	0.2016	3.67	12.40	3.567		
	78	27.60	3.180	0.0974	1.77	24.79	6.968		
	82	32.50	2.960	0.1068	2.33	19.35	6.484		

13  
14 RADIAL 110 GRADOS

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	F				
	97	8.50	45.330	0.4276	2.83	16.12	1.421				
	105	11.30	33.750	0.4233	3.55	12.98	1.520				
	115	11.80	31.160	0.4081	3.53	13.04	1.603				
	93	15.80	21.000	0.3513	3.71	11.81	1.711				
	113	17.90	10.230	0.2632	2.55	17.79	3.293				
	97	20.40	10.580	0.2395	3.33	13.79	2.929				
	119	23.20	12.550	0.3154	4.06	9.55	2.319				
	117	26.20	11.200	0.3257	5.60	8.31	2.280				

27

28  
29 RADIAL :125 GRADOS

30	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
31							
32	123	22.50	9.800	0.2447	3.71	12.44	2.919
33	125	28.10	4.130	0.1288	2.45	18.44	5.351
34	125	31.60	2.830	0.0973	2.09	21.36	6.930
35	126	34.00	2.816	0.1063	2.43	18.63	6.539
36	125	34.30	2.650	0.1009	2.32	19.43	6.670

38  
39 RADIAL :145 GRADOS

40	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
41							
42							
43	137	8.80	51.000	0.4981	3.52	13.08	1.179
44	141	11.50	36.160	0.4615	3.99	11.57	1.389
45	154	14.30	11.000	0.1746	1.81	24.29	3.542
46	147	15.70	15.000	0.2614	2.88	15.86	2.584
47	145	17.40	11.830	0.2285	2.77	16.43	2.963
48	145	17.50	8.700	0.1883	2.56	17.75	3.579
49	147	21.50	4.830	0.1153	1.66	26.17	5.709
50	150	22.50	1.860	0.0464	0.10	82.75	13.446

52  
53 RADIAL :190 GRADOS

54	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
55							
56							
57	194	6.60	94.250	0.6704	4.87	9.53	0.658
58	186	10.70	53.000	0.6294	6.02	7.74	0.868
59	204	16.40	20.980	0.3801	4.34	10.68	1.830
60	190	17.10	19.330	0.3669	4.33	10.70	1.911
61	189	22.10	18.330	0.4496	6.87	6.79	1.573
62	191	28.60	9.400	0.2984	5.55	6.37	2.508
63	188	34.80	5.030	0.1943	4.44	10.43	3.774
	188	40.00	1.900	0.0844	2.26	17.88	8.190
	189	49.00	0.830	0.0451	1.47	29.02	14.312

1  
2  
3 RADIAL :235 GRADOS

4	AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	b(GRD)	P
5							
6							
7	219	19.50	3.050	0.0660	0.51	57.92	9.749
8	233	24.20	0.522	0.0140	0.08	82.56	14.449
9	238	29.20	0.310	0.0110	0.08	82.76	17.442
10	247	31.50	0.073	0.0035	0.09	81.96	18.781

11

12  
13 RADIAL : 270 GRADUS

14	15	16	17	18	19	20	21
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	B(GRD)	F	
254	9.40	20.380	0.2126	1.54	27.91	2.650	
277	12.70	7.430	0.1047	0.81	45.45	5.450	
281	15.50	1.060	0.0182	0.10	79.76	9.184	
282	20.95	0.285	0.0066	0.09	80.79	12.452	
290	27.85	0.620	0.0192	0.09	82.52	16.627	
284	30.70	0.480	0.0164	0.08	82.93	18.345	
264	34.60	0.115	0.0044	0.08	82.95	20.676	
278	34.90	0.317	0.0123	0.09	82.58	20.838	
272	37.80	0.152	0.0054	0.08	82.99	22.591	
270	44.00	0.127	0.0062	0.09	82.72	26.280	
269	51.50	0.132	0.0075	0.10	82.34	30.734	
274	57.90	0.083	0.0055	0.09	82.76	35.781	
277	68.40	0.160	0.0121	0.10	83.01	40.881	

31  
32 RADIAL : 320 GRADUS

33	34	35	36	37	38	39	40
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	B(GRD)	F	
A31							
305	7.30	88.250	0.7150	5.77	8.07	0.617	
327	36.90	0.240	0.0098	0.10	81.96	22.001	
320	43.20	0.220	0.0105	0.09	82.97	25.817	
317	51.00	0.340	0.0193	0.29	70.58	29.434	
313	61.20	0.200	0.0136	0.10	82.92	36.570	

43  
44 RADIAL : 340 GRADUS

45	46	47	48	49	50	51	52
AZIMUT	D(Km.)	E(mV/m)	A	s(mS/m)	B(GRD)	F	
338	4.50	128.250	0.6405	3.07	14.93	0.698	
358	4.00	120.000	0.6393	3.21	14.20	0.713	
357	6.40	92.500	0.6570	4.26	10.86	0.726	
358	23.00	2.800	0.0715	0.90	42.11	9.286	
351	26.50	1.600	0.0476	0.51	58.18	13.559	
343	27.90	0.430	0.0133	0.08			
340	31.70	0.043	0.0015	0.07			
340	35.70	0.091	0.0036	0.09			
335	36.30	0.462	0.0186	0.09			
337	41.00	0.167	0.0076	0.09			
337	44.30	0.135	0.0066	0.09			
337	48.70	0.553	0.0297	0.85	43.83	20.309	
334	52.30	0.283	0.0164	0.10			

41  
42  
43

#### 3.3.4 Gráficos de contornos de igual intensidad de campo eléctrico

Conforme se indicó en la Metodología punto 3.2.2 parte D, elaboración del mapa de conductividad, se procede a ubicar en un mapa político de la zona los puntos de medición y el valor de intensidad de campo obtenido, luego se procede a trazar los contornos de igual intensidad de campo.

A continuación se presentan los gráficos logrados de las mediciones realizadas a las estaciones Melodía 735 kHz, Espejo 1310 kHz, y Colón 920 kHz.

3.3.5 Mapa de conductividad de una zona de la provincia de Pichincha

Como se indicó en el punto 3.3.2, se dibujan sobre un mapa político las áreas de igual conductividad delimitándolas con ayuda de los contornos de igual intensidad de campo y las características geológicas de la zona.

Se coloca el valor de la conductividad en mili-siemens/metro en el interior del área.

A continuación se presenta el mapa de conductividad resultado del presente trabajo.



## C A P I T U L O I V

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

##### 4.1.1 Comparación de los métodos de medición de la conductividad del suelo: por la inclinación y por la atenuación de la onda.

El método de atenuación del campo eléctrico de la onda, se basa en el hecho de que la intensidad de campo disminuye progresivamente con la distancia desde su transmisor, a una proporción mayor que la inversa de la distancia, dependiendo esencialmente de la conductividad del suelo intermedio a lo largo de la trayectoria. Una medición del campo relacionada con la potencia y la distancia podría producir el equivalente de la conductividad, asumiendo cierta función de la intensidad de campo eléctrico en términos de las variables involucradas.

En el método por inclinación de la onda, el frente de la onda irradiada desde la antena vertical se inclina progresivamente a través de la trayectoria de un suelo imperfecto y el ángulo de inclinación daría el valor de la conductividad en términos de las otras variables conocidas. El ángulo de inclinación no depende de la potencia del transmisor, ni tampoco es necesario tener una calibración exacta del receptor debido a que no se involucra ningún valor absoluto de la intensidad de campo, como es el caso en el otro método.

El método por atenuación de la onda requiere de un conocimiento de la potencia radiada hacia el punto de medición y los aparatos requieren ser calibrados con toda precisión a fin de obtener un valor absoluto de la intensidad de campo. Una vez que se han asegurado estos factores, puede establecerse con precisión a lo largo de la trayectoria y a través de múltiples mediciones la conductividad equivalente. Este método se ha aplicado en la mayoría de los casos de elaboración de cartas de conductividad con bastante éxito.

El método de la inclinación de la onda depende de la frecuencia, dando su mejores precisiones en altas frecuencias, según la bibliografía referente a este método, sin embargo, se pueden lograr precisiones convenientes en el rango de 500 a 1500 kHz, teniendo cuidado en su ejecución. La precisión es teóricamente independiente de la potencia del transmisor y también independiente de la calibración del receptor, mientras ambos factores sean constantes durante los pequeños períodos de lectura de la medición.

Este método se encuentra al momento en una fase de experimentación y el quipo necesario no se encuentra disponible en el comercio, debiendo realizarse adecuaciones al existente.

En el Anexo 1 se presentan las mediciones que se realizaron como inquietud y para que se siga investigando el método como aporte técnico en el campo de las radiocomunicaciones.

Ambas técnicas dan resultados no confiables cer-

ca de terrenos de agudas variaciones de conductividad y son igualmente susceptibles a radiaciones espúrias de antenas parásitas cerca de los puntos de recepción. Conductores enterrados también afectan adversamente a ambos métodos. Los resultados en ambos casos deben interpretarse debidamente antes de procesarlos para su aplicación directa en trabajos prácticos.

#### 4.1.2 Análisis de los resultados

Se puede concluir que el método de atenuación del campo eléctrico utilizado en el presente trabajo para determinar la conductividad del suelo tiene las siguientes ventajas: es aplicable, no es sofisticado, nos permite elaborar la carta de conductividad equivalente de la zona y nos proporciona resultados aceptables para fines de trabajo práctico de ingeniería, que es el objetivo de esta tesis.

Por otro lado se torna evidente el uso de la conductividad equivalente en lugar de la conductivi-

dad real, una vez que otros factores, además del suelo, influyen en la atenuación de la onda de superficie notoriamente: el relieve y la vegetación.

La conductividad real traduce los efectos de los suelos en la atenuación de la onda y la conductividad equivalente lleva en consideración los demás factores involucrados.

No obstante los efectos de nuestra topografía montañosa se encuentran en el valor de la conductividad del suelo; producidos por la dispersión, difracción y reflexión de las señales de radio y que será materia de un estudio futuro para determinar sus detalles.

Esto explica la razón de los valores de conductividad equivalente muy bajos (0.1 a 0.5 mS/m) que se obtuvieron que la parte occidental y sur occidental de la provincia de Pichincha (zona montañosa), como se puede apreciar en el mapa de conductividad y en los gráficos de las mediciones de

intensidad de campo de esta zona.

Cabe mencionar también la buena conductividad que se tiene en la zona sur de Quito, 6 mS/m, sector plano y húmedo.

Los valores de conductividad del suelo se obtuvieron como resultado de las mediciones en tres frecuencias: 735 kHz, 920 kHz y 1310 kHz, existiendo correlación entre los resultados obtenidos para cada frecuencia.

Con el número de mediciones realizadas se ha logrado trazar el mapa, sin embargo se debe anotar la dificultad de trazar sobre los radiales mayor número de puntos de medición a intervalos más cortos, por falta de caminos corrosables y la topografía montañosa de la zona.

Para las futuras mediciones en la elaboración del mapa de conductividad del Ecuador, será necesario trazar mayor número de radiales en la región interandina para compensar en parte las dificultades.

des que presentan las irregularidades del suelo.

#### 4.1.3 Utilización de la carta de conductividad

Se utilizará en la planificación del servicio de radiodifusión en ondas medias para realizar entre otros, los siguientes trabajos:

- El cálculo de la intensidad de campo y determinación de áreas de cobertura de las estaciones.
- Determinación de la potencia de operación de las estaciones de radiodifusión para que no sufran interferencias perjudiciales.
- Asignación de frecuencias para nuevas estaciones en la banda correspondiente, involucra el estudio de las estaciones ya existentes y sus características.
- Para el reordenamiento de frecuencias de acuerdo a su clasificación por la potencia de

las estaciones, nacionales, regionales y locales.

- Adecuada ubicación de los transmisores de las estaciones de radiodifusión.

#### 4.2 Recomendaciones

Como recomendaciones, a continuación se enumera algunas de las inquietudes que surgen del presente trabajo.

1. Que dependiendo de la disponibilidad de personal y recursos económicos, en las futuras mediciones se trabaje en forma simultánea en la recolección de datos y procesamiento de los mismos, esto significa que habrá dos equipos de técnicos, los que realizan las mediciones y los que procesan los resultados. De esta forma se puede interpretar, añadir e incluso repetir las mediciones que se consideren dudosas en una zona determinada.



2. Que se realice un estudio detallado sobre los efectos de la propagación de la onda de superficie en nuestra zona montañosa; donde se analizará la atenuación de la señal debido a las altas montañas y profundas depresiones del suelo.
3. Que se realice un estudio e investigación del método de inclinación del campo eléctrico para determinar las constantes eléctricas del suelo.
4. Que se realice una investigación tendiente a encontrar un procedimiento sencillo y de bajo costo que permita evaluar el ruido radioeléctrico y un método que permita la elaboración de cartas estimadas de ruido atmosférico en base a datos meteorológicos, tendiente a elaborar la carta de propagación ionosférica del país, complementaria a la carta de conductividad del suelo, para la planificación del servicio de radiodifusión por ondas medias.

## A N E X O N<sup>o</sup> 1

Como experimentación se realizó medidas de intensidad de campo por el método de inclinación del frente de onda.

El equipo utilizado fue el medidor de intensidad de campo FIM 41 marca Potomac Instruments descrito anteriormente, con antena externa monopolo corto. En la figura A.1 se indica esquemáticamente su disposición.

Los valores obtenidos se encuentran tabulados en el cuadro A.1 y están grafizados en la figura A.2.

Se puede observar que la inclinación del campo eléctrico, resulta un tanto complicado determinarlo ya que no se tiene un nulo apreciable, no obstante dada la cantidad de mediciones que se realizaron, se puede observar del cuadro de mediciones que se tiene un máximo en  $85^{\circ}$ ; dando un ángulo de inclinación de  $5^{\circ}$  con respecto a la normal al suelo.

Con relación a este método, se puede decir del análisis teórico, que ofrece la posibilidad de obtener tanto los va-

lores de conductividad como de permitividad del suelo con suficiente precisión.

Su metodología no es complicada, pero requiere gran precisión en la medida de: la inclinación de la onda, los valores de intensidad de campo vertical  $E_v$  y horizontal  $E_h$ , así como de los ejes de la elipse de polarización.

En esta parte fue necesario realizar un gran número de mediciones debido a perturbaciones ocasionadas por la cercanía del operador, lo que hizo que se hagan adecuaciones en el equipo de medición para operar a distancia.

Por otro lado queda la inquietud de determinar la inclinación del suelo del lugar con respecto a la horizontal, en terrenos irregulares.

Como información se adjunta el Abaco de Norton figura A.3.

Es necesario entonces investigar y perfeccionar el método.

CUADRO A.1 : MEDICIONES DE INTENSIDAD DE CAMPO POR EL  
METODO DE INCLINACION DEL FRENTE DE ONDA

LUGAR : San Antonio de Pichincha

FECHA : X - 76

HORA : 14:00 - 16:00

Inclinacion de la antena *	Intensidad de campo medido (mV/m)	Inclinación de la antena *	Intensidad de campo medido (mV/m)
7°	1,15	79°	2,154
8°	1,18	80°	2,145
9°	1,19	81°	2,165
10°	1,22	82°	2,17
12°	1,265	83°	2,175
15°	1,315	84°	2,17
18°	1,38	85°	2,175
22°	1,44	86°	2,17
26°	1,52	87°	2,17
30°	1,58	88°	2,17
35°	1,67	89°	2,165
40°	1,76	90°	2,165
45°	1,85	91°	2,16
50°	1,915	92°	2,165
55°	1,96	93°	2,16
60°	2,02	94°	2,155
65°	2,075	95°	2,15
70°	2,1	96°	2,145
71°	2,11	97°	2,145

Inclinación de la antena *	Intensidad de campo medido (mV/m)	Inclinación de la antena *	Intensidad de campo medido (mV/m)
72°	2,115	98°	2,14
73°	2,118	99°	2,135
74°	2,125	100°	2,13
75°	2,135	101°	2,125
76°	2,14	102°	2,12
77°	2,145	103°	2,115
78°	2,148	104°	2,11
105°	2,1	163°	1,22
106°	2,09	164°	1,2
107°	2,085	165°	1,18
108°	2,08	166°	1,16
109°	2,075	167°	1,13
110°	2,07	168°	1,115
115°	2,02	169°	1,095
120°	1,1965	170°	1,065
125°	1,885	172°	1,03
130°	1,82	173°	1,01
135°	1,745	174°	1,0 ; 1,124
140°	1,68	175°	0,98 ; 1,125
145°	1,58	176°	0,95 ; 1,11
150°	1,485	177°	0,94 ; 1,085
155°	1,38	178°	0,9 ; 1,07
160°	1,28	179°	0,88 ; 1,05
161°	1,27	180°	0,85 ; 1,02
162°	1,235		

\* Tomada con relación a la superficie de la tierra, 0° indica la dirección en la que viaja la onda.

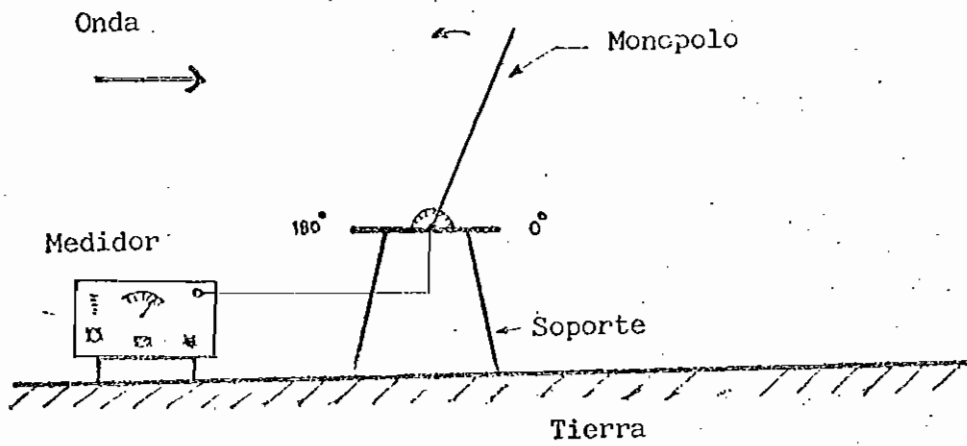


Figura A.1 Disposición esquemática del equipo de medición por el método de inclinación del frente de onda

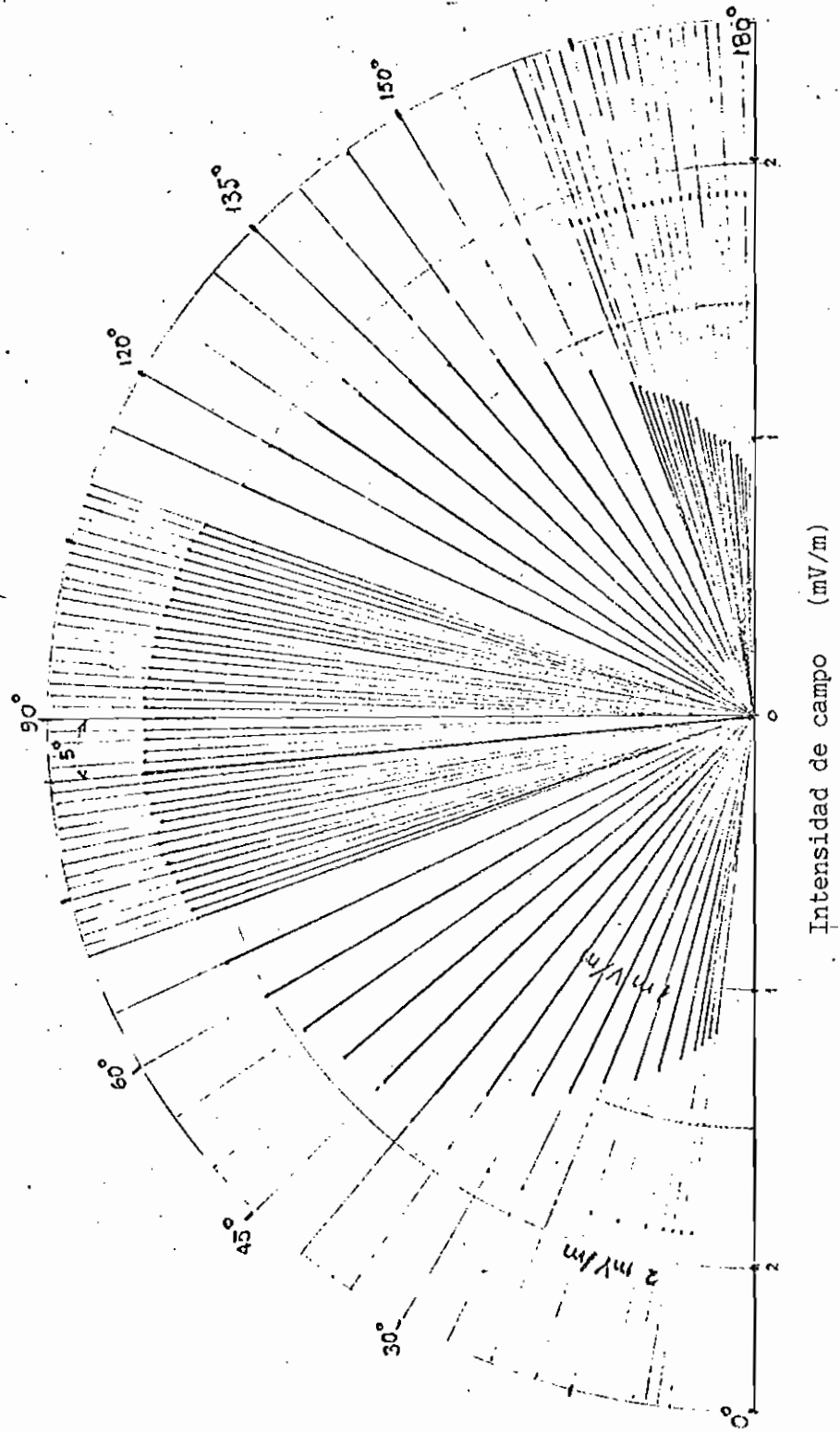


FIGURA A.2 INCLINACION DEL CAMPO ELECTRICO

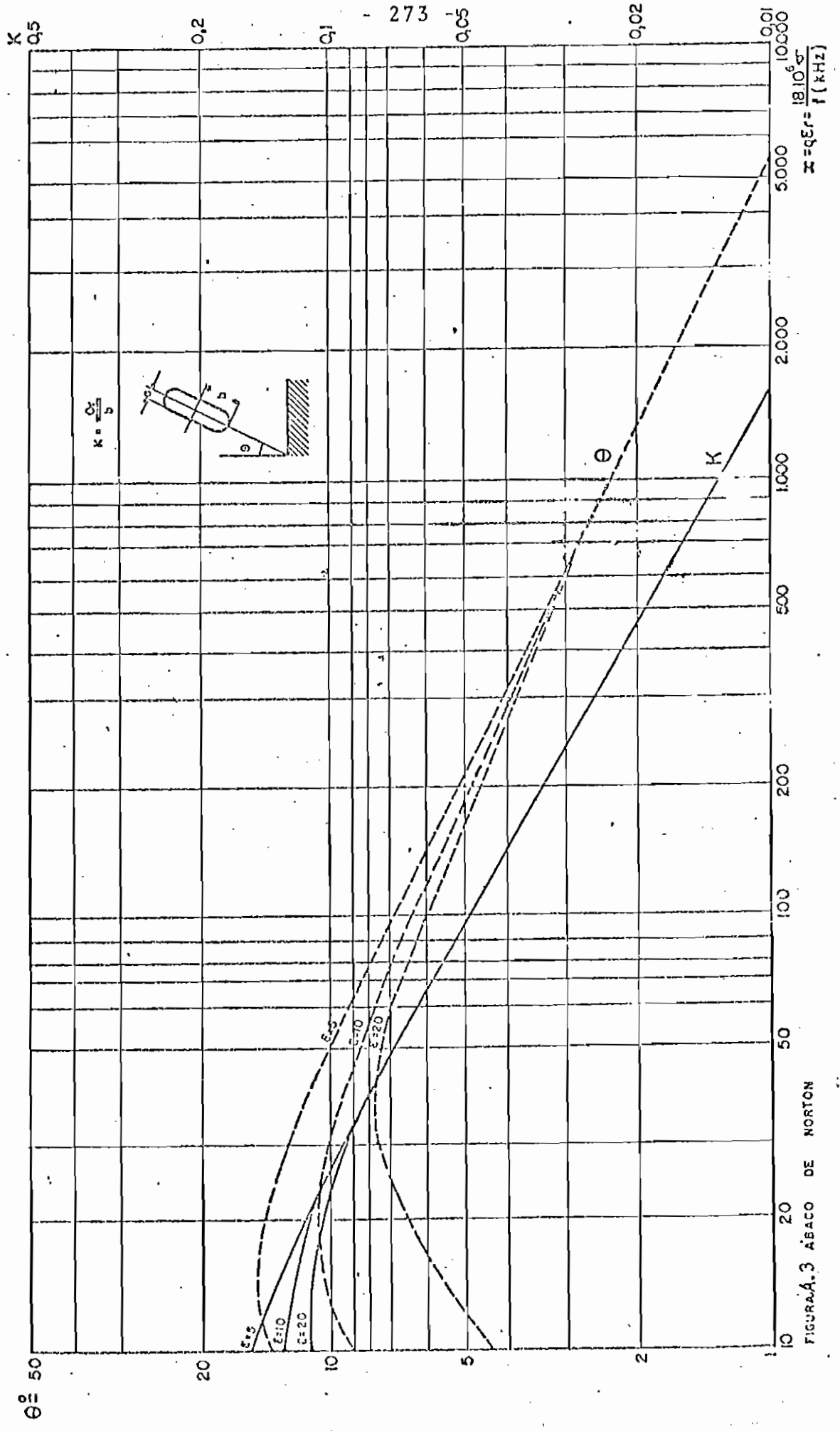


FIGURA.3 ABACO DE NORTON



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Informe final Proyecto RLA-74/028  
"Infraestructura y Actividades Consecutivas para  
la Administración de Frecuencias Radioeléctricas"  
Elaborado por la U.IT.  
Recibido en el IETEL septiembre/1977
2. Volumen V del CCIR  
XIV Asamblea Plenaria KYOTO 1978  
Propagación en medios no ionizados  
Unión Internacional de Telecomunicaciones
3. Ley de Radiodifusión y Televisión vigente promul-  
gada en el Registro Oficial N° 785 del 18 de  
abril de 1975
4. Apuntes de la materia Propagación de Ondas de  
Radio  
Dr. Kanti Hore  
Escuela Politécnica Nacional  
Facultad de Ingeniería Eléctrica

Quito, noviembre/1977

5. Ondas Electromagnéticas y Sistemas Radiantes  
Edward C. Jordan  
Keit C. Balmain  
Traducido y revisado por Joaquín Gómez Barquero  
Madrid 1973
  
6. ✓ Programa Nacional de Radiodifusión  
Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos  
Argentina 1975  
Instituto Tecnológico de Buenos Aires  
Ing. Victor H. Paluda Pintos; Ing. Julio C. Pe-  
rez Corral y Santiago Farrell
  
7. Introduction to Electromagnetic Fields and Waves  
Charles A. Holt  
1963 John Wiley & Sons, INC, New York, London  
Capítulo 6 Medios Físicos
  
8. ✓ NAB, Engineering Handbook. Mediciones de Intensi-  
dad de campo (540-1600 kHz)

9. U.I.T. Conferencia Regional de Radiodifusión  
Buenos Aires 1980  
Documento N° 11-S, 4 de diciembre de 1979
  
10. ✓ Propagation of radio waves  
M. Dolukhanov  
Unión de Repúblicas Socialista Soviética  
1965
  
11. ✓ Federal Communications Commission  
FCC. Vol 3 1968
  
12. ✓ Intensidad Eléctrica de la Onda de Superficie  
535-1605 kHz  
República de Venezuela, Ministerio de Comunica-  
ciones  
Dirección de Telecomunicaciones  
Enero 1973
  
13. F.E. Terman: Radio Engineers' Handbook; Mc Graw  
Hill, New York and London 1943 p. 709
  
14. ✓ U.I.T. Reunión Técnica Regional de Trabajo sobre

relevamiento de datos sobre conductividad del  
suelo y ruido radioeléctrico

Lima-Perú (Octubre 1975)

Documento de trabajo N° 04

15. Mapas Topográficos, escala 1:50.000  
Edición 2-1 GM, Instituto Geográfico Militar  
Compilación 1978, dibujo 1979
  
16. Mapa Geológico del Ecuador, hojas escala  
1:50.000  
Edición 1-1978 Dirección General de Geología  
y Minas, Quito  
Base topográfica, hojas del Instituto Geográfico  
Militar