

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**DETERMINACION DE LA COBERTURA Y
EVALUACION DEL SISTEMA RADIANTE DE
CANAL 2 TV EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION ELECTRONICA**

Presentado por:

ELOY FELIPE PAUCAR BOHORQUEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

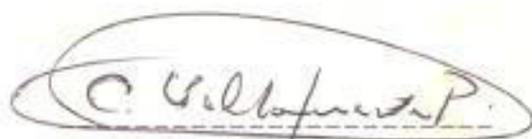
1993



ING. JUAN CARLOS AVILES
DIRECTOR DE INFORME TECNICO



ING. PEDRO VARGAS
MIEMBRO PRINCIPAL
DEL TRIBUNAL



ING. CARLOS VILLAFUERTE
DECANO DE LA F.I.E.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al Ing. Juan Carlos Aviles C., Profesor Supervisor, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres

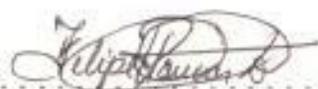
A mis hermanos

A mis compañeros de trabajo

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe Técnico me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamentos de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL).



.....
ELOY FELIPE PAUCAR BOHORQUEZ

R E S U M E N

Este trabajo constituye un estudio de cobertura y evaluación del sistema radiante de una estación de televisión local.

Los dos primeros capítulos constituyen una recopilación de conocimientos técnicos, necesarios para el desarrollo de este informe. Además, se describe el principio de funcionamiento del medidor de intensidad de campo así como sus especificaciones técnicas. También se exponen las características técnicas del sistema de transmisión de una estación de televisión en particular.

El siguiente capítulo contempla los aspectos que deben considerarse en la elaboración de un plan de medición de los niveles de intensidad de campo eléctrico para un estudio de cobertura.

Finalmente, se describe el proceso de medición al igual que sus resultados y el procedimiento de análisis para determinación de la cobertura y evaluación del sistema radiante.

R E S U M E N

Este trabajo constituye un estudio de cobertura y evaluación del sistema radiante de una estación de televisión local.

Los dos primeros capítulos constituyen una recopilación de conocimientos técnicos, necesarios para el desarrollo de este informe. Además, se describe el principio de funcionamiento del medidor de intensidad de campo así como sus especificaciones técnicas. También se exponen las características técnicas del sistema de transmisión de una estación de televisión en particular.

El siguiente capítulo contempla los aspectos que deben considerarse en la elaboración de un plan de medición de los niveles de intensidad de campo eléctrico para un estudio de cobertura.

Finalmente, se describe el proceso de medición al igual que sus resultados y el procedimiento de análisis para la determinación de la cobertura y evaluación del sistema radiante.

I N D I C E G E N E R A L

| | Pág. |
|--|------|
| RESUMEN | V |
| INDICE GENERAL | VI |
| INTRODUCCION | VIII |
| CAPITULO 1 | |
| ASPECTOS GENERALES | 9 |
| 1.1 Generalidades | 9 |
| 1.1.1 Pruebas de un sistema radiante | 9 |
| 1.1.2 Planificación de la cobertura de una antena | 10 |
| 1.2 Características de la antena | 12 |
| 1.3 Grados de servicio de una estación de televisión . | 12 |
| 1.4 Principios básicos del medidor de intensidad de campo | 14 |
| 1.5 Medidor de Intensidad de Campo Potomac | 15 |
| 1.5.1 Especificaciones | 19 |
| CAPITULO 2 | |
| SISTEMA DE TRANSMISION DE LA ESTACION DE TELEVISION .. | 22 |
| 2.1 Antecedentes | 22 |
| 2.2 Requerimientos del Sistema Radiante | 24 |
| 2.3 Especificaciones técnicas | 25 |

CAPITULO 3

| | |
|--|----|
| ELABORACION DEL PLAN DE MEDICION | 27 |
| 3.1 Consideraciones para las mediciones | 27 |
| 3.2 Elección de la altura de medición | 27 |
| 3.3 Criterio para selección de lugares de medición ... | 28 |
| 3.4 Equipos y accesorios utilizados | 29 |

CAPITULO 4

| | |
|---|----|
| MEDICIONES DE COBERTURA Y ANALISIS DE RESULTADOS | 31 |
| 4.1 Preparación del medidor de Intensidad de Campo ... | 31 |
| 4.1.1 Procedimiento | 31 |
| 4.1.2 Atenuación del cable | 33 |
| 4.1.3 Factor de antena | 34 |
| 4.2 Análisis de las mediciones | 34 |
| 4.3 Problemas prácticos presentados durante las medi- ciones | 41 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 43 |

APENDICES

| | |
|---------------------------------|----|
| A: Definición de términos | 46 |
| B: Mapa de contorno | 47 |

| | |
|--------------------|----|
| BIBLIOGRAFIA | 49 |
|--------------------|----|

INTRODUCCION

avance constante de la tecnología, así como la necesidad de
ndar una señal de alta calidad y la competencia por
tener un liderazgo, obliga a los medios de radiodifusión a
modernizar sus equipos en todas sus líneas.

modernización e instalación de equipos de transmisión es un
factor determinante para llegar con señal a los lugares más
distantes que se desee dentro de las posibilidades técnicas.
Por ello, luego del análisis, diseño e instalación de los
equipos es necesario realizar pruebas que nos permitan
verificar los objetivos propuestos en cuanto a calidad y nivel
de señal.

En el presente trabajo, recoge la experiencia adquirida al
realizar mediciones de intensidad de campo en varias ciudades
del litoral ecuatoriano, y se concreta a determinar la
cobertura del sistema radiante de canal 2 TV localizado en la
ciudad de Guayaquil. Además se busca presentar un
procedimiento para realizar mediciones de intensidad de campo
teórico, así como la evaluación del sistema de transmisión
del canal.

tena y otros componentes hacia el transmisor sea mínima. Este procedimiento es equivalente a verificar que la impedancia de entrada de la antena, resulte en la máxima transferencia de potencia.

- c) Establecer la cobertura del arreglo de la antena en base a los grados de servicio de la estación. Esta cobertura se determina de acuerdo a los valores de intensidad de campo medidos.

1.1.2 Planificación de la cobertura de una antena

La idea es enviar energía donde existe concentración de habitantes; para ello es necesario considerar lo siguiente:

- Elegir el lugar a un extremo de la ciudad (siempre que sea posible); para disminuir el ángulo de iluminación lo cual implica una mayor ganancia del arreglo de antena.

- Elegir el lugar más alto posible, de manera que la señal de televisión ingrese a las viviendas por el techo y no por las paredes que producen una gran atenuación.

- Determinar la abertura (ángulo) horizontal y ver-

tical del área a ser iluminada. La mejor manera consiste en realizar mediciones (con ayuda de un teodolito) desde el punto elegido para ubicar la antena transmisora.

- Contar con un perfil del terreno a iluminar para determinar los niveles de potencia que se necesita en cada punto de tal manera que se pueda mantener una intensidad de campo constante. Por ejemplo, se puede realizar una estimación cada kilómetro considerando básicamente la atenuación en el espacio libre.

Un valor práctico de intensidad de campo que asegura una óptima recepción sin antena externa (de techo) es 100 dBu. (Valor experimental para VHF).

- Elaborar una tabla considerando la potencia irradiada efectiva (ERP) y el ángulo que forma el haz de irradiación con el horizonte.

Con los datos obtenidos, la casa fabricante de antenas diseña un sistema radiante cuyo patrón de irradiación cumple las especificaciones requeridas.

2 CARACTERISTICAS DE LA ANTENA.

La nueva antena de canal 2 TV está compuesta de 16 paneles reflectores, distribuidos en cuatro niveles en configuración omnidireccional. Cada nivel está alimentado por un divisor de potencia a través de cables coaxiales de interconexión con un diámetro de 7/8" y 50 ohms de impedancia característica.

El dipolo de los paneles reflectores consta de una sección de cuartos de longitud de onda balanceado-desbalanceado (balun) para un mejor aprovechamiento de la potencia de transmisión.

El sistema radiante tiene un VSWR de 1.08 (valor máximo medido para la banda de frecuencia de canal 2) y una ganancia de antena de 9.

3 GRADOS DE SERVICIO DE UNA ESTACION DE TELEVISION.

La cobertura de una estación de televisión y la calidad de servicio están determinadas por la señal recibida y la intensidad de campo.

La calidad de servicio es relacionada a la intensidad de campo considerando los siguientes factores:

- 1) Sensitividad del receptor (televisor).

- 2) Figura de ruido.
- 3) Ganancia de la antena receptora.
- 4) Pérdidas en la línea de transmisión.
- 5) Relación señal-ruido.

La intensidad de campo requerida varía con la clase de servicio y la asignación de frecuencia como se observa en la tabla I donde aparecen los grados de servicio de una estación de televisión.

T A B L A I

GRADOS DE SERVICIO DE UNA ESTACION DE TV

| CANAL | FRECUENCIA (MHz) | PRINCIPAL ($\mu\text{V/m}$)(dBu) | GRADO A ($\mu\text{V/m}$)(dBu) | GRADO B ($\mu\text{V/m}$)(dBu) |
|-------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 2-6 (VHF-L) | 54-88 | 5000 74 | 2500 68 | 225 47 |
| 7-13(VHF-H) | 174-216 | 7000 77 | 3500 71 | 650 56 |
| 14-83(UHF) | 470-806 | 10000 80 | 5000 74 | 1600 64 |

Principal: Señal que dá una imagen óptima.

Servicio grado A: Señal que dá una imagen satisfactoria libre de ruido.

Servicio grado B: Señal que produce un ruido intermitente en la imagen.

1.4 PRINCIPIOS BASICOS DEL MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CAMPO.

La intensidad de campo eléctrico, en la banda de VHF, es comúnmente medida determinando el voltaje inducido en un dipolo de media onda. La potencia transferida entre dos dipolos de media onda, en el espacio libre, separados por una distancia d está dada por:

$$\frac{P_r}{P_t} = \frac{1.64 \times \lambda^2}{4 \times \pi \times d}$$

donde: P_r = potencia en el receptor

P_t = potencia transmitida

λ = longitud de onda

En términos del campo eléctrico, la potencia entregada a una carga acoplada con un dipolo (receptor) de media onda que se encuentra en una región donde existe un campo eléctrico E (Volts/m) viene dado por la siguiente expresión:

$$P_r = (0.0186 \times E \times \lambda)^2 \quad (\text{vatios})$$

donde λ está expresada en metros.

Alternativamente P_r puede expresarse en dB relativo a 1 vatio, esto es, en dBW de la siguiente manera:

$$P_r = F - 20 \log f - 105.1$$

donde f es la frecuencia en MHz y F la intensidad de campo

en dBu.

De la misma manera, para una carga resistiva de R ohmios, el voltaje V desarrollado a través de una carga acoplada con un dipolo que se encuentra en un campo eléctrico E está dado por:

$$V = \frac{E \times \lambda \times \sqrt{R}}{53.7}$$

El voltaje medido por el medidor es suministrado desde la antena a través de un cable coaxial de longitud L. El cable puede introducir pérdidas y por consiguiente errores en las lecturas. Cualquier pérdida por mal acoplamiento de impedancias debe ser pequeña, de tal manera que los errores introducidos sean despreciables.

Antes de efectuar las lecturas se debe realizar una calibración para compensar la diferencia entre las impedancias de la antena, cable y la impedancia interna del oscilador de calibración.

MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CAMPO POTOMAC.

Es un receptor que usa un oscilador de precisión para ajustar su ganancia y obtener una lectura directa (figura 1.1). Opera en el espectro de frecuencia de 45 Mhz - 225 Mhz; rango de frecuencias que incluye las estaciones de televisión y FM, así como otros servicios.

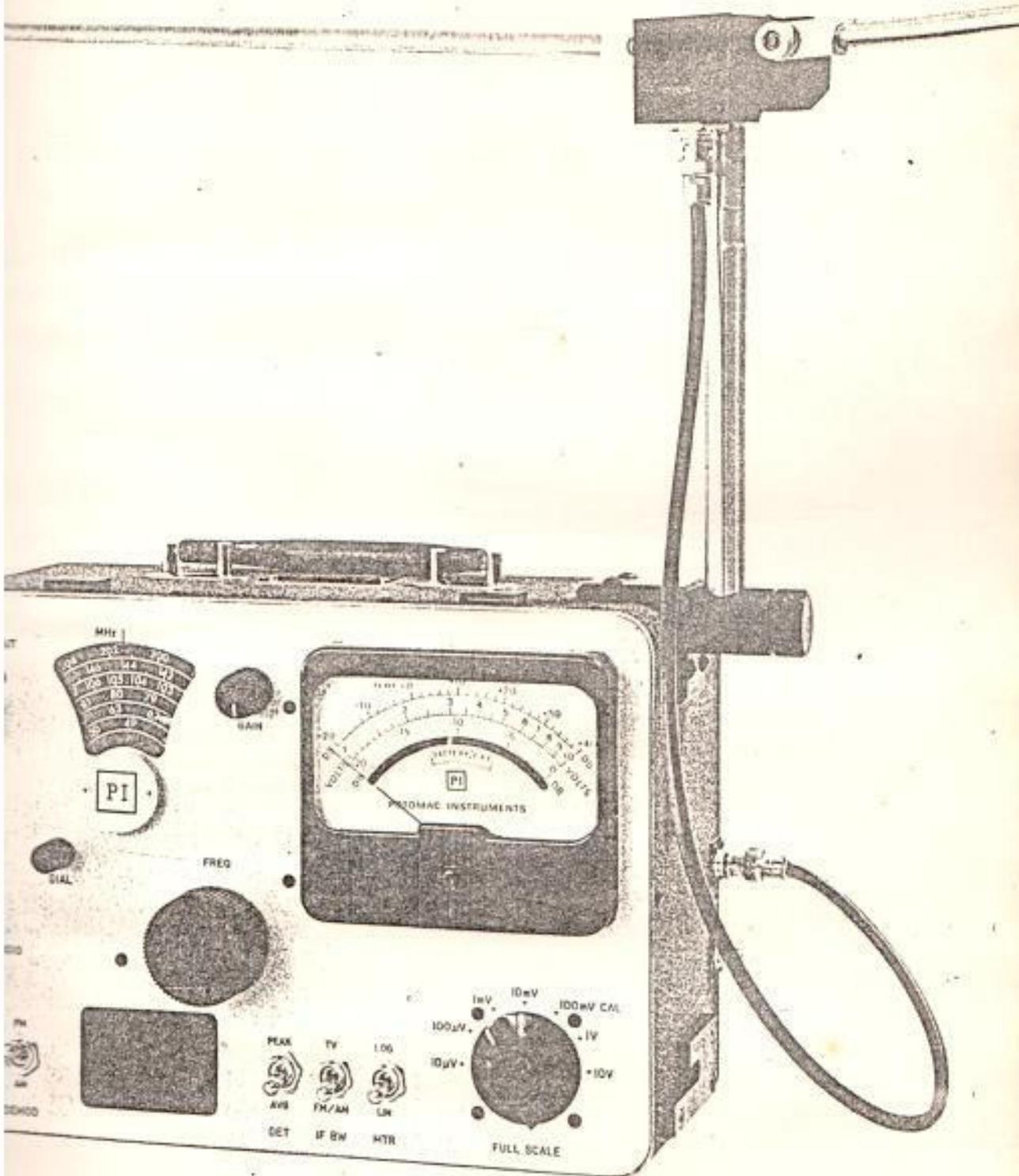


FIGURA 1.1 Medidor de Intensidad de Campo VHF FMI-71.

El instrumento tiene un voltímetro selectivo auto-calibrado que consiste de un sofisticado receptor de RF y el oscilador de calibración. El oscilador de calibración y los elementos de sintonización del receptor están acoplados mecánicamente.

Funcionamiento (Fig. 1.2)

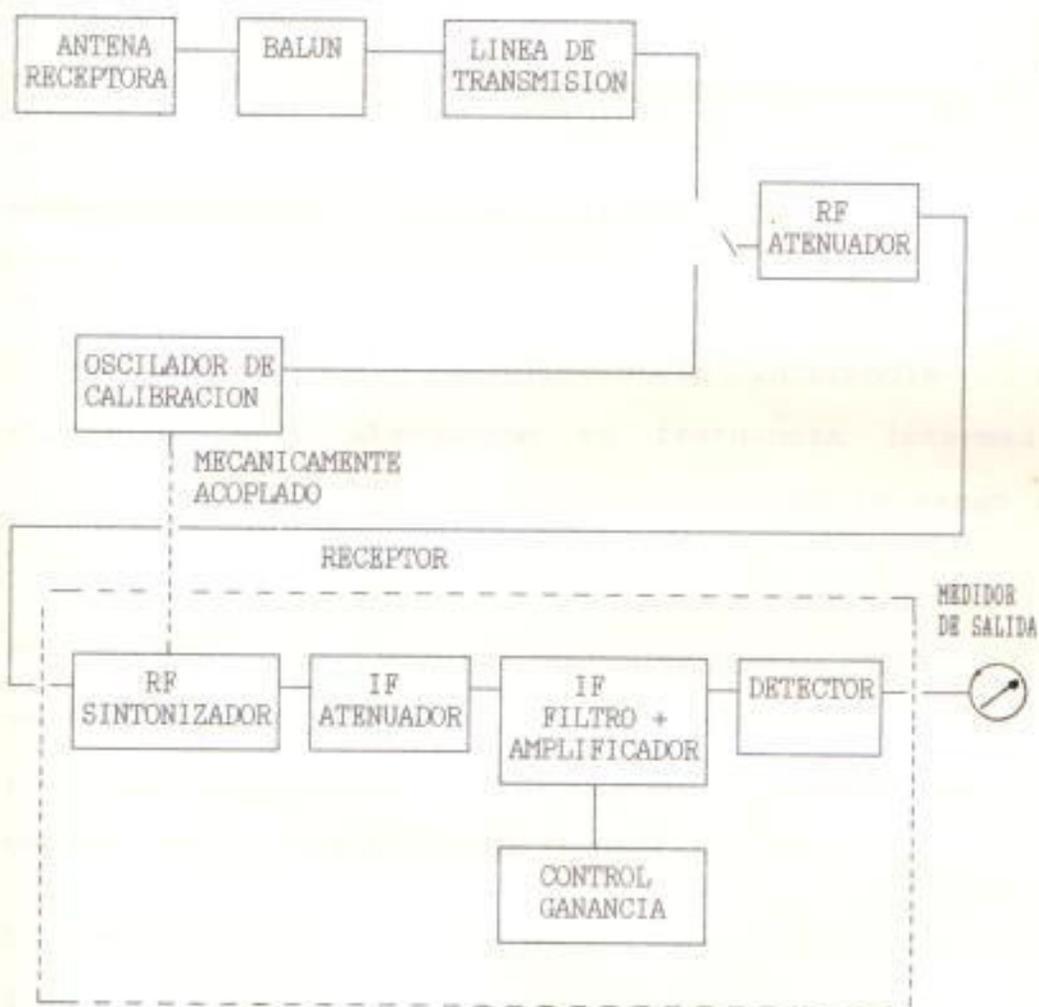


FIGURA 1.2 Diagrama de bloques del Medidor de Intensidad de Campo.

La antena entrega la potencia recibida a una línea de transmisión de 50 ohms que la guía a la entrada del receptor. Si la entrada del receptor es desbalanceada con respecto a tierra se requiere un transformador balanceado-desbalanceado (balun).

El atenuador de RF sirve para evitar una sobrecarga a la entrada del receptor ante señales de gran nivel y para mejorar la impedancia de acoplamiento cuando la impedancia de entrada del receptor es muy diferente de la impedancia característica de la línea de transmisión.

La señal en la entrada del receptor es amplificada y convertida a rangos de frecuencia intermedia. La amplificación y atenuación en frecuencia intermedia permite la operación del equipo en un amplio rango de niveles de intensidad de campo.

En resumen, la función principal del receptor es amplificar la señal de entrada, detectarla (rectificar), y dar una salida DC proporcional a la intensidad de campo medido, la cual es aplicada al panel medidor.

En operación, los atenuadores y control de ganancia son ajustados para dar una lectura a escala completa según la indicación del medidor.

1.5.1 Especificaciones.Especificaciones FIM-71

Rango de frecuencia: 45 (MHz) a 225 (MHz), sin-sintonización continua.

Impedancia de entrada RF: 50 (ohms)

Rango de medición de voltaje: 1 (uV) a 10 (V) RMS en 7 rangos.

Detectores de medición: AVG (valor promedio), y PEAK (valor pico) para mediciones de sincronismo de TV y otros pulsos.

Modos de indicación: LIN (lineal), y LOG (logarítmico).

Anchos de banda del receptor: FM/AM: 200 (KHz) en -3 (dB), TV: 450 (KHz) en -3 (dB), seleccionable con el conmutador IF BW.

Oscilador de calibración.

Modos: CAL: El oscilador es internamente conmutado a la entrada del receptor para

calibración.

OUT: El oscilador es conmutado al conector de salida BNC, receptor normal.

OFF: Oscilador apagado, receptor normal.

Impedancia de salida: 50 (ohms)

Nivel de salida y preci-

sión: 100 (mV) \pm 0.3 (dB) con 50 (ohms).

Demoduladores: AM y FM

Salida: Nivel variable con control de audio.

Respuesta de frecuencia: 50 (Hz) a 100 (KHz), 3 (dB) de variación máxima.

Monitoreo de audio: Parlante en el panel frontal y conexión externa de accesorios.

Alimentación

Suministro externo: - 11.5 (V) a - 19 (V) DC (positivo a tierra) en 150 mA.

Opcional: Juego de baterías recarga-

bles.

Temperatura de operación: - 10 (°C) a 40 (°C).

Especificaciones ANT-71

| | |
|----------------------|--|
| Tipo de antena: | Dipolo de media onda, sintonizado con elementos telescópicos ajustables. |
| Rango de frecuencia: | 45 (MHz) a 225 (MHz) |
| Longitud: | 51.75 (cm) a 3.53 (m) |
| Impedancia de carga: | 50 (ohms), desbalanceado. |
| Calibración: | Se dan curvas de factor de antena vs. frecuencia para elevaciones de 30 (pies) y 7 (pies). |

CAPITULO 2

SISTEMA DE TRANSMISION DE LA ESTACION DE TELEVISION.

2.1 ANTECEDENTES.

El nuevo sistema radiante (figura 2.1), de la Corporación Ecuatoriana de Televisión, se encuentra montado en una torre auto-soportada de base cuadrangular y de 66 metros de altura. La torre tiene su asentamiento en una edificación de 7 metros de altura. Considerando la altura de las instalaciones de canal 2 se tiene una altura total de antena de 156 metros.

El sistema radiante se alimenta a través de una línea de transmisión de 2 1/4" de diámetro y 70 metros de longitud y recibe señales de un transmisor de 20 kilovatios de potencia.

Con el propósito de evaluar y establecer la cobertura del nuevo sistema radiante, se procedió a realizar mediciones de los niveles de intensidad de campo eléctrico en la ciudad de Guayaquil y poblaciones cercanas. Para este fin se utilizó el medidor de intensidad de campo Potomac FMI-71. El trabajo fue realizado entre el 15 y 20 de Noviembre de 1991.

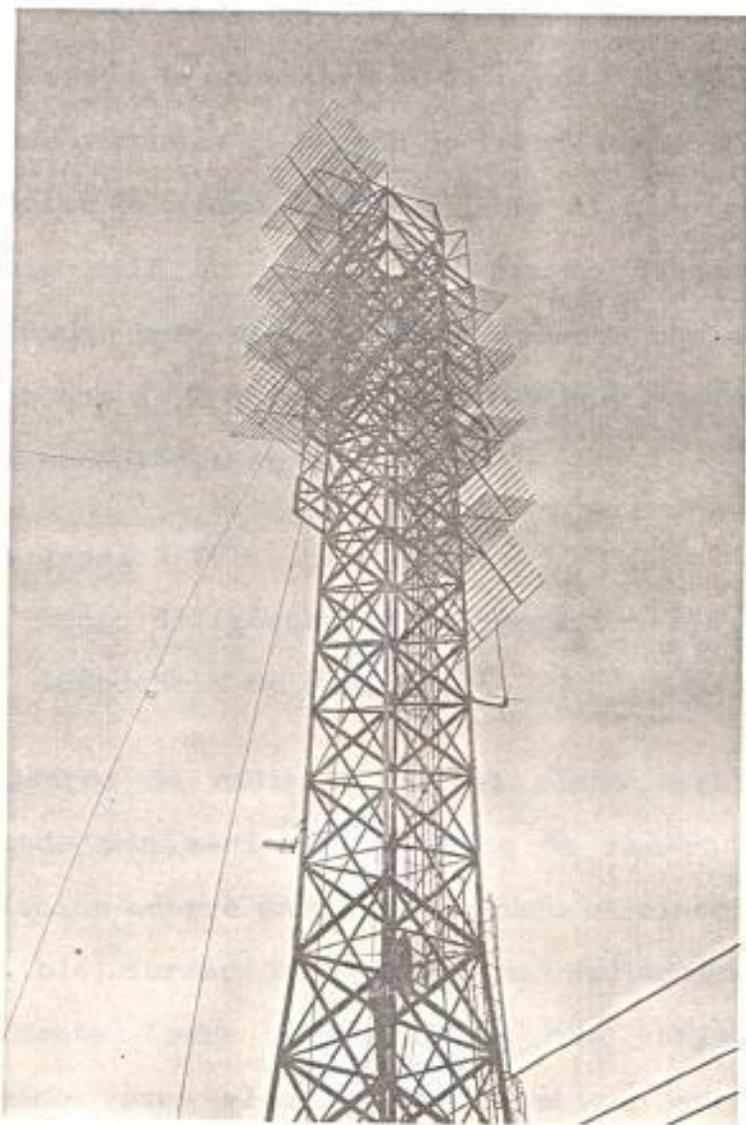


FIGURA 2.1 Sistema Radiante actual de Canal 2 TV.

2.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA RADIANTE.

Por la ubicación geográfica del cerro del Carmen y para propósitos de cobertura en la ciudad de Guayaquil y poblaciones cercanas el patrón de irradiación azimutal debe ser circular u omnidireccional. En el caso de que se desee cubrir sólo un sector, un patrón direccional será lo adecuado, pero debe tenerse presente que el nulo¹ deberá ser menor a 10 dB según lo establece las normas de la FCC para estaciones en VHF.

Para canal 2 TV:

Rango de frecuencia de operación: 54 -60 Mhz

Impedancia de entrada: 50 ohms

El patrón de radiación en el plano vertical puede ser formado por medios eléctricos de manera que la máxima radiación ocurra en un ángulo bajo el plano horizontal. Es factible formar el patrón de radiación en el plano horizontal para iluminar las más variadas formas de terreno, para ello hay que combinar apropiadamente la posición de los paneles reflectores (diedros).

1. Nulo es la parte del patrón de radiación opuesto al lóbulo principal.

El diseño de la antena depende de la potencia del transmisor, aspectos económicos y requerimientos de intensidad de campo. Este último factor está determinado por el terreno y la distribución de la población.

2.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Línea de transmisión

| | |
|---|-----------------|
| Tipo: | HI12-50 Heliacx |
| Diámetro nominal: | 2 1/4" |
| Dieléctrico: | Aire |
| Impedancia: | 50 (ohms) |
| Frecuencia superior máxima de operación: | 2.3 (GHz) |
| Potencia pico: | 210 (KW) |
| Resistencia DC/1000 m | |
| Conductor interior: | 0.56 (ohms/m) |
| Conductor exterior: | 0.25 (ohms/m) |
| Capacitancia: | 71.7 (pF/m) |
| Inductancia: | 0.179 (μH/m) |
| Peso de cable: | 1.73 (Kg/m) |
| Conductor interior y exterior: | cobre |

Transmisor TV

Marca: ITELCO

Modelo: T134B

20 KW

Banda de frecuencia: VHF: banda I (47 a 88MHz).

Nivel de entrada nominal

(video): 1 (Vpp) en 75 (ohms)

Respuesta: amplitud vs. fre-

cuencia: 25 (Hz) a 4.4 (MHz) \pm

0.5 (dB)

Ganancia diferencial:

$\leq 2 \%$

Fase diferencial:

$\leq \pm 1 \%$

Nivel de entrada nominal

(audio): 0 (dBm), ± 10 (dB)

Impedancia de entrada:

600 (ohms) balanceado o 5

(Kohms) balanceado

Desviación de la portadora de

audio: ± 50 (KHz)

Respuesta: amplitud vs. fre-

cuencia (con pre y de-enfásis): 40 (Hz) a 15 (KHz) ± 0.5

(dB)

Impedancia de salida:

50 (ohm) desbalanceado

Relación de potencia video/

audio: 10:1

Temperatura ambiente:

- 10 ($^{\circ}$ C) a + 45 ($^{\circ}$ C)

Humedad relativa:

< 90 %

Voltaje de alimentación:

220 Vac 3 Φ

CAPITULO 3

ELABORACION DEL PLAN DE MEDICION.

3.1 CONSIDERACIONES PARA LAS MEDICIONES.

La intensidad de campo varía con el tiempo y ubicación. Las variaciones son causadas por factores tales como el terreno, estructuras construídas, vegetación y clima. La presencia de árboles, edificaciones e irregularidades del terreno producen variaciones considerables en la intensidad de campo eléctrico, aún dentro de pequeñas áreas. Estas variaciones en el nivel de campo eléctrico deben ser tomadas en cuenta para propósitos de evaluar la cobertura de una estación emisora.

Las variaciones en el nivel de la intensidad de campo con respecto al tiempo también son grandes, cerca o más allá del radio horizonte.

3.2 ELECCION DE LA ALTURA DE MEDICION.

En las bandas de frecuencias de las estaciones de televisión, usualmente la intensidad de campo varía apreciablemente con la altura de la antena de medición. Generalmente esta variación tiende a incrementarse al aumentar la altura de la antena y no se la puede predecir fácilmente.

Las reglas de la FCC requieren que las mediciones se realicen usando una altura de antena receptora de 9.14 metros (30 pies). La utilización de una altura de antena de esta magnitud tiene varios inconvenientes prácticos incluyendo seguridad, movilización, limitaciones en los puntos de medición urbanos, etc.

Para el propósito principal de la inspección de la cobertura del canal 2 de televisión, así como también para establecer mediciones comparativas con otros canales que compiten en la misma región, se utilizó una altura de antena de recepción de sólo 2.13 metros (7 pies). Esta reducción en la altura de la antena es posible dado que el fabricante del equipo de medición provee curvas de compensación tanto para mediciones realizadas a 9.14 metros como a 2.13 metros.

3.3 CRITERIO PARA SELECCION DE LUGARES DE MEDICION.

Para determinar los lugares donde se realizarían las mediciones de intensidad de campo se utilizó el método de la ruta radial de las reglas de la FCC, sin mantener una absoluta precisión en la elección ya que en cada lugar hay muchos factores que afectan las mediciones y que fueron mencionados al inicio de este capítulo.

Por lo tanto, cada punto elegido en el mapa se utilizó

como una simple referencia. Una vez que el equipo de trabajo se ubicó físicamente en el lugar seleccionado, se escogió alrededor de este lugar un punto libre de obstáculos orientado hacia la antena transmisora y con el menor grado de interferencia como las que causan las paredes, muros, etc.

El método de la ruta radial requiere que las mediciones se realicen a lo largo de ocho líneas radiales por lo menos, desde el sistema transmisor hacia afuera, empezando por el norte verdadero como una normalización para mediciones de contornos. Las radiales no necesariamente tienen que estar dispuestas cada 45 grados.

Debido a las características geográficas de la ciudad de Guayaquil no se realizaron mediciones en el sector Este ya que esta parte se encuentra delimitada por el Río Guayas. Siendo omnidireccional el patrón de irradiación de la antena, se consideró una extrapolación de las mediciones para establecer la cobertura en dicho sector.

3.4 EQUIPOS Y ACCESORIOS UTILIZADOS.

- Medidor de intensidad de campo Potomac FIM-71.
- Antena dipolo de elementos telescópicos ajustables ANT-71.
- Cable de antena RG 223/U con conectores BNC.
- Kit de baterías recargables.

- Flexómetro.
- Brújula.
- Vehículo para movilización.

CAPITULO 4

MEDICIONES DE COBERTURA Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PREPARACION DEL MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CAMPO.

Para realizar una correcta medición con el FMI-71 y ANI-71 es necesario considerar los siguientes puntos:

- El gran ancho de banda de la señal de televisión.
- La señal de video contiene pulsos de sincronismo por lo cual es mejor utilizar el detector pico.
- Las mediciones se deben realizar utilizando una escala lineal.

4.1.1 Procedimiento.

- a) Ajustar la longitud del dipolo a $\lambda/2 = 2.72$ metros (para canal 2). La longitud apropiada se debe alcanzar utilizando los elementos telescópicos de la antena de mayor diámetro para tener una mejor recepción.
- b) Orientar el dipolo hacia el lugar donde se origina la transmisión de la estación de televisión. La antena debe rotarse hasta obtener la máxima lectura; sin embargo, dos "máximos" ligeramente diferentes (menos que 0.5 dB de diferencia) se

encuentran al rotar 180 grados. Normalmente el "máximo mayor" se obtendrá apuntando la flecha hacia la fuente de la señal medida, y es esta orientación de antena la que debe emplearse.

- c) Ajustar el control del atenuador de escala completa a la posición correspondiente al máximo voltaje de entrada esperado.
- d) Para una mejor referencia: sintonizar la portadora de audio (canal 2: 59.75 MHz) para asegurar de que se está detectando la estación de televisión deseada y luego reducir la frecuencia en 4.5 MHz para sintonizar la portadora de video. El FMI-71 cuenta con un sistema demodulador seleccionable AM/FM cuya salida con control de nivel está conectada a un parlante que permite (al detectar la portadora de audio) escuchar el sonido de la programación de la estación de televisión sintonizada.
- e) Reajustar la orientación del dipolo para una máxima indicación en la escala de medición.

- f) Calibrar la ganancia del medidor con ayuda del oscilador interno.
- g) Tomar la lectura indicada en el medidor (escala graduada).

4.1.2 Atenuación del cable.

El siguiente procedimiento permite medir y compensar las pérdidas en el cable coaxial conectado entre la antena ANT-71 y el receptor FMI-71:

- a) Conecte un extremo del cable de antena al conector de entrada de RF y el otro extremo al conector de salida del oscilador de calibración de 100 mV.
- b) Coloque los siguientes conmutadores en la posición que se indica:

| | | |
|---------------------|---|---------|
| Medidor | : | lineal |
| Escala de medición: | : | 100 mV |
| Oscilador | : | salida. |
- c) Coloque el dial de sintonización a la frecuencia de la portadora de la señal a medirse (canal 2: 55.25 MHz).
- d) Después, ajuste el control de ganancia para una

lectura del medidor de exactamente 100 mV.

Este procedimiento incrementa la ganancia del receptor lo suficiente para compensar las pérdidas en el cable de antena permitiendo realizar una toma de lectura directa.

4.1.3 Factor de antena.

El factor de antena K representado en la figura 4.1 relaciona la intensidad de campo eléctrico con el voltaje inducido en la antena. Este voltaje se lo mide en el balun.

La intensidad de campo detectada con la antena dipolo ANT-71 terminada en una carga de 50 ohms (impedancia de entrada que presenta el FMI-71) será determinado aplicando la siguiente ecuación:

$$E = k \times V \quad (1)$$

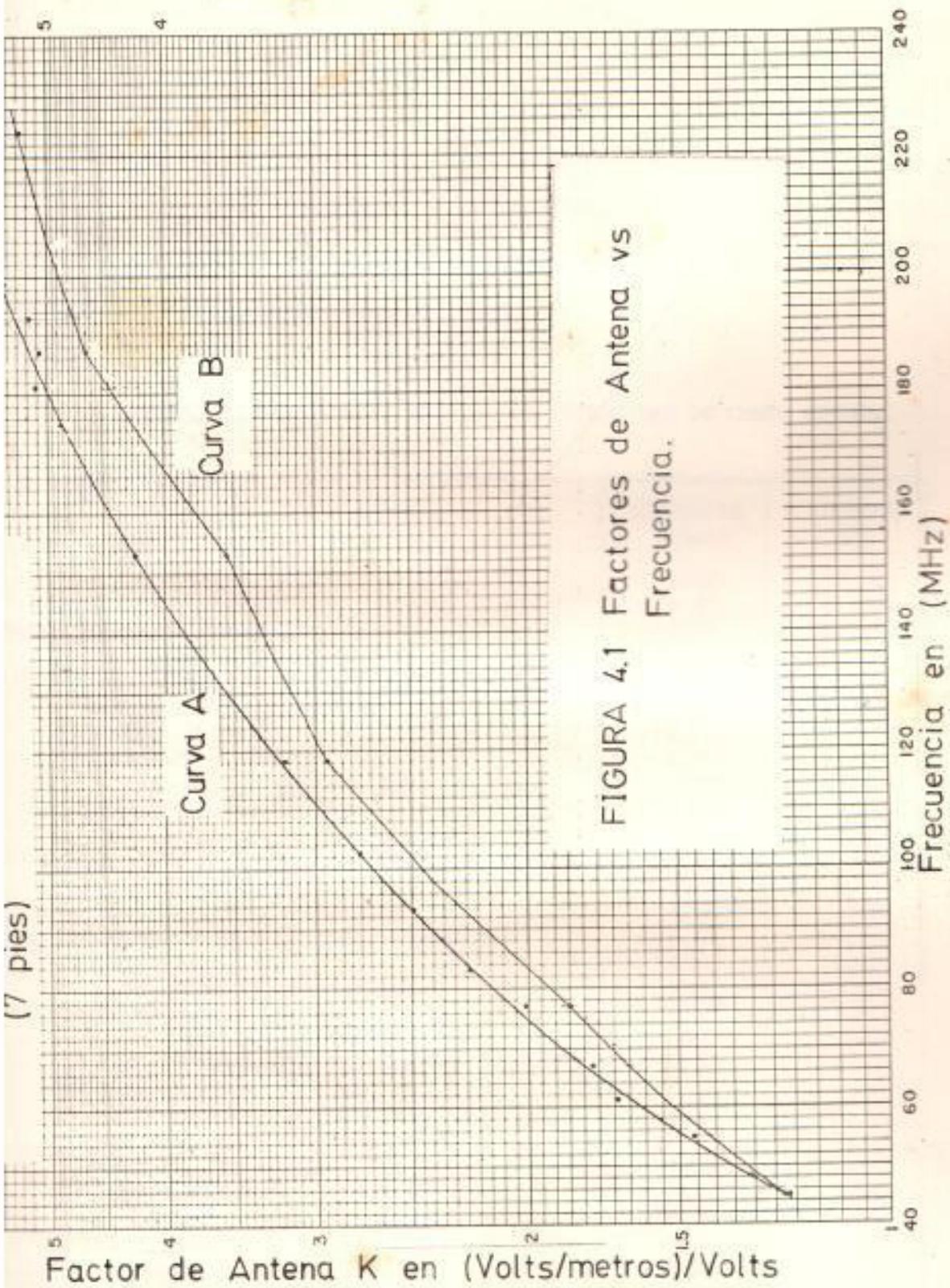
donde: E = intensidad de campo eléctrico en
Volts/metros

k = factor de antena en (Volts/metros)/Volts

V = voltaje de salida de la antena en Volts.

4.2 ANALISIS DE LAS MEDICIONES.

Los datos obtenidos en los puntos elegidos para medición



se los presenta en la tabla II. Tales valores no necesitan corrección ya que durante el procedimiento de medición se realizó la compensación necesaria a la atenuación introducida por el cable coaxial que une el balun de la antena con el medidor.

T A B L A I I

LECTURAS TOMADAS CON EL MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CAMPO POTOMAC

| L U G A R | DISTANCIA (Kms) | LECTURA (uV) |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Parque Victoria | 1.37 | 147,000 |
| Parque Guayaquil | 1.37 | 141,000 |
| Estadio Modelo | 1.37 | 262,000 |
| Universidad Católica | 2.30 | 120,000 |
| Policentro | 2.30 | 150,000 |
| Entrada Urdesa (PAI) | 2.33 | 97,900 |
| Aviación Naval | 2.33 | 146,000 |
| Guaranda y Cuenca | 2.33 | 131,100 |
| Puente Urdesa (Pollos Gus) | 2.58 | 143,000 |
| Escuela Superior Naval | 3.22 | 57,320 |
| Centro Cívico | 3.22 | 9,680 |
| Bahía Norte | 3.93 | 13,200 |
| C.C. Albán Borja | 4.11 | 1,760 |
| Portete y Balzar | 4.11 | 7,260 |
| Puente Unidad Nacional (Durán) | 4.62 | 14,880 |
| Entre Ríos | 4.62 | 11,420 |
| La Aborada (Mi Comissariato) | 4.62 | 6,840 |
| 29 y Cuenca | 4.62 | 7,860 |
| Barrio Centenario (PAI) | 4.62 | 19,800 |
| Fábrica Universal (D. Comín) | 5.39 | 8,940 |
| Teatro Centro de Arte | 5.39 | 11,000 |
| Alborada (B. Carrión y Fco. Orellana) | 5.39 | 6,200 |
| Hospital del IESS | 5.70 | 6,490 |
| Hospital Guayaquil | 6.09 | 19,800 |
| Puente Portete | 6.09 | 6,540 |
| Los Alamos | 6.09 | 7,580 |
| La Florida | 8.24 | 3,140 |
| Los Samanes | 8.24 | 4,120 |
| Planetario | 9.89 | 4,860 |
| Puerto Marítimo | 10.64 | 4,180 |

A partir de la curva B de la figura 4.1, se obtiene el factor de antena K para la frecuencia $f = 55.25$ MHz correspondiente a la portadora de video del canal 2.

$$K = 1.45 \text{ (Volts/metros)/Volts}$$

Con los valores tabulados en la tabla II y el factor de antena determinado se procede a aplicar la ecuación 1 para obtener los valores de intensidad de campo eléctrico deseados. Los resultados aparecen en la tabla III.

En la tabla III, además se muestra la clasificación de grado de servicio de la estación en base a los correspondientes valores de intensidad de campo.

Los resultados de la prueba de cobertura de intensidad de campo se presenta en un mapa de contorno. El mapa muestra líneas de intensidad constantes que representan los límites exteriores de los diferentes grados de servicio.

Como un complemento del trabajo realizado en la tabla IV se presenta los valores de intensidad de campo medidos en algunas ciudades y poblaciones cercanas a Guayaquil.

T A B L A I I I

VALORES DE INTENSIDAD DE CAMPO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

| L U G A R | DISTANCIA (Kms) | INTENSIDAD DE CAMPO (μ V/m) | (dB μ) | GRADO DE SERVICIO |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|
| Parque Victoria | 1.37 | 213,150 | 107 | Principal |
| Parque Guayaquil | 1.37 | 204,450 | 106 | Principal |
| Estadio Modelo | 1.37 | 379,900 | 112 | Principal |
| Universidad Católica | 2.30 | 174,000 | 105 | Principal |
| Policentro | 2.30 | 217,500 | 107 | Principal |
| Entrada Urdesa (PAI) | 2.33 | 141,955 | 103 | Principal |
| Aviación Naval | 2.33 | 211,700 | 107 | Principal |
| Guaranda y Cuenca | 2.33 | 190,095 | 106 | Principal |
| Puente Urdesa (Pollos Gus) | 2.58 | 207,350 | 106 | Principal |
| Escuela Superior Naval | 3.22 | 83,114 | 98 | Principal |
| Centro Cívico | 3.22 | 14,038 | 83 | Principal |
| Bahía Norte | 3.93 | 19,140 | 86 | Principal |
| C.C. Albán Borja | 4.11 | 2,552 | 68 | A |
| Portete y Balzar | 4.11 | 10,527 | 80 | Principal |
| Puente Unidad Nacional (Durán) | 4.62 | 21,576 | 87 | Principal |
| Entre Ríos | 4.62 | 16,559 | 84 | Principal |
| La Aborada (Mi Comisariato) | 4.62 | 9,918 | 80 | Principal |
| 29 y Cuenca | 4.62 | 11,397 | 81 | Principal |
| Barrio Centenario (PAI) | 4.62 | 28,710 | 89 | Principal |
| Fábrica Universal (D. Comin) | 5.39 | 12,963 | 82 | Principal |
| Teatro Centro de Arte | 5.39 | 15,950 | 84 | Principal |
| Alborada (B. Carrión y Fco. Orellana) | 5.39 | 8,990 | 79 | Principal |
| Hospital del IESS | 5.70 | 9,410 | 79 | Principal |
| Hospital Guayaquil | 6.09 | 28,710 | 89 | Principal |
| Puente Portete | 6.09 | 9,483 | 80 | Principal |
| Los Álamos | 6.09 | 10,991 | 81 | Principal |
| La Florida | 8.24 | 4,553 | 73 | A |
| Los Samanes | 8.24 | 5,974 | 76 | Principal |
| Planetario | 9.89 | 7,047 | 77 | Principal |
| Puerto Marítimo | 10.64 | 6,061 | 76 | Principal |

T A B L A I V

VALORES DE INTENSIDAD DE CAMPO EN CIUDADES
Y POBLACIONES CERCANAS A GUAYAQUIL

| LUGAR | DISTANCIA (Kms) | LECTURA (uV) | INTENS. DE CAMPO (uV/m) (dBu) | | GRADO DE SERVICIO |
|-------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|----|----------------------|
| Pascuales | 13.75 | 3,400 | 4,930 | 74 | Principal |
| Milagro | 22.51 | 860 | 1,247 | 62 | B |
| Tarifa | 26.00 | 1,000 | 1,450 | 63 | B |
| Samborondon | 29.50 | 600 | 870 | 59 | B |
| Yaguachi | 32.51 | 1,500 | 2,175 | 67 | B |
| Daule | 35.74 | 145 | 210 | 46 | - |
| Salitre | 39.25 | 800 | 1,160 | 61 | B |
| Juján | 47.99 | 300 | 435 | 53 | B |
| Babahoyo | 52.50 | 135 | 196 | 46 | - |
| Ventanas | 100.00 | 40 | 58 | 35 | - |

Durante los días en que se realizaron las mediciones de intensidad de campo, el transmisor de canal 2 TV se encontraba operando con una potencia pico de sincronismo de 17 KW.

Al evaluar los datos mostrados en la tabla III se nota que dentro del perímetro de la ciudad de Guayaquil, la calidad

de servicio que presta canal 2 TV con su nuevo sistema radiante es muy bueno, por lo que la imagen recibida en los receptores de televisión está libre de ruido.

La mejor calidad de servicio que se obtiene con el nuevo sistema radiante se nota también en la recepción de señal en las poblaciones circundantes a Guayaquil, lugares donde ha disminuido ampliamente el ruido que se recibía junto con la señal de TV.

Sin embargo, se encuentra un excesivo nivel de señal en el área muy cercana a la torre de la antena transmisora:

Distancia = 30 metros

Intensidad de campo = 133 dBu.

Esto es indicativo de una excesiva y no programada concentración de señal alrededor de la torre. Es recomendable modificar eléctricamente ("elevar") el haz de iluminación (cobertura) de la antena para aprovechar esa energía en las poblaciones que rodean a la ciudad de Guayaquil.

Paralelamente al trabajo de inspección de intensidad de campo y de una manera muy informal y general se recogió la opinión de muchas personas que habitan en diferentes sectores de la ciudad, así como también en las poblaciones

cercanas a Guaysquil, acerca de la calidad de recepción en su sector. Todas las respuestas indicaron la mejoría en la calidad de señal transmitida por canal 2 TV.

4.3 PROBLEMAS PRACTICOS PRESENTADOS DURANTE LAS MEDICIONES.

A continuación se recomienda ciertos detalles que ayudan en la realización de una mejor medida de campo eléctrico: algunos de estos detalles están en relación directa con las características circundantes al punto elegido:

- Ubicar puntos con líneas de vista despejados para minimizar los efectos circundantes en las mediciones.
- Evitar reflexiones de señal por efecto del paso de vehículos que ocasionan variaciones continuas en el valor indicado en la escala graduada del medidor.
- Evitar interferir en la recepción de la señal. Al momento de tomar la lectura la persona que realiza la medición debe ubicarse frente al medidor Potomac teniendo la precaución de que su cuerpo no interfiera en la recepción de la antena ANT-71.
- Detectar rápidamente un cable de antena receptora defectuoso al emplear el procedimiento descrito para compensar la atenuación del cable y asegurar que la precisión de las mediciones de intensidad de campo sean

independientes del cable que se usa.

- Contar con un croquis detallado para una buena orientación y rápida localización de los lugares donde se realizarán las mediciones. Este mapa es especialmente útil en áreas alejadas del centro de la ciudad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Antes de empezar las mediciones debe elaborarse un plan considerando los objetivos de la inspección de intensidad de campo. Existen varios factores que afectan los programas de medición tales como la elección de la altura de la antena receptora y las condiciones del clima.

Debido al tiempo que toma llegar a los lugares elegidos para realizar las mediciones, normalmente se necesitan varios días para la recopilación de los datos de intensidad de campo. Se debe tratar de realizar las pruebas en períodos de tiempo donde no existan cambios bruscos en el clima y durante el día.

En las pruebas de inspección de intensidad de campo es aconsejable contar con un televisor portátil de muy buenas características, para que paralelamente a las mediciones realizadas se pueda tener una idea muy general de las condiciones de la imagen en el punto de prueba.

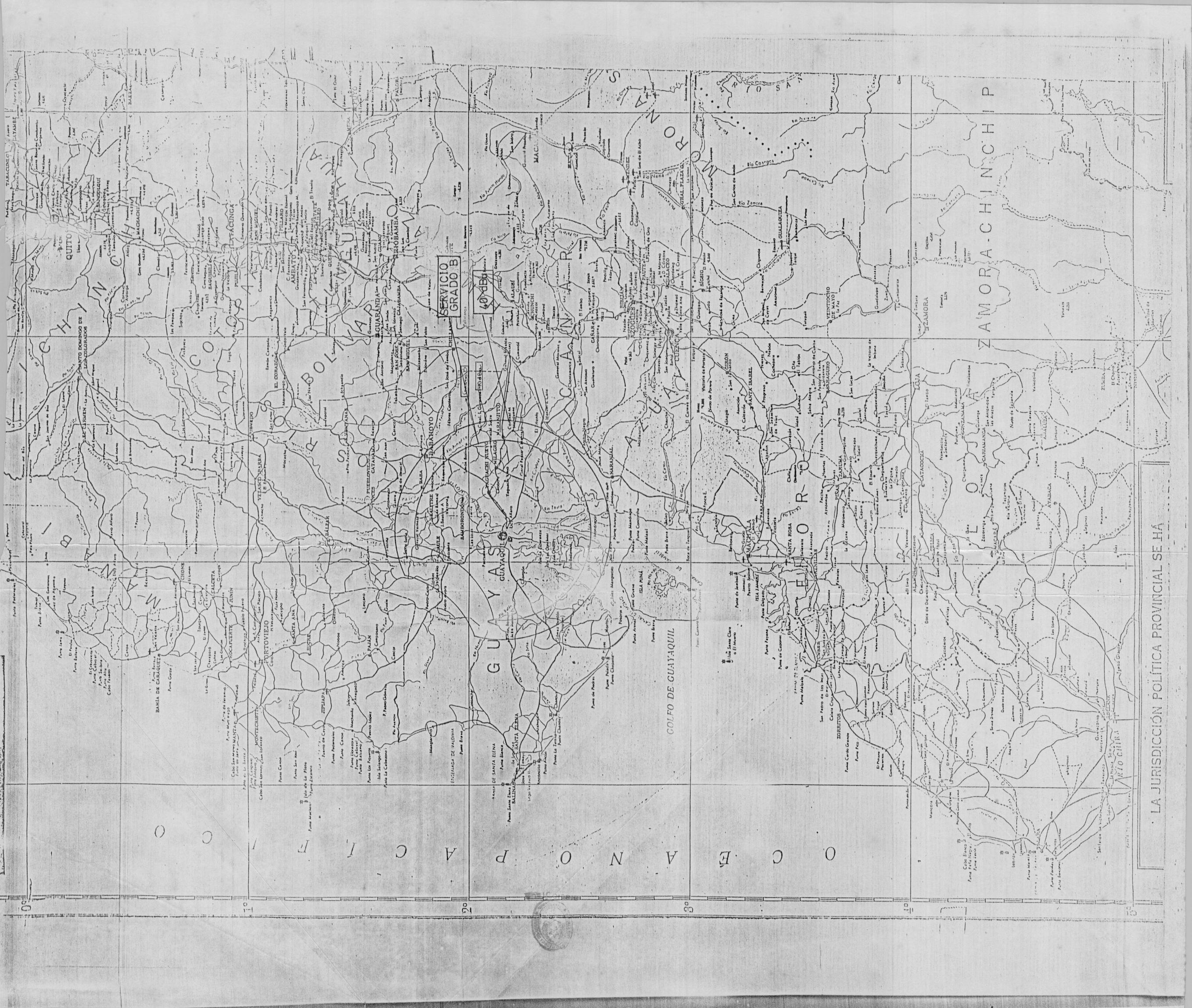
Al evaluar un sistema radiante, no es suficiente verificar que la potencia reflejada (estacionarias) sea mínima, sino que también es necesario verificar que la potencia irradiada permita alcanzar los niveles de intensidad de campo óptimos para una buena recepción dentro de los límites de cobertura planificados.

Para modificar eléctricamente el ángulo de iluminación de una antena puede cambiarse la longitud de los cables que alimentan los paneles reflectores en múltiplos de la longitud de onda.

Con el conocimiento presente de la propagación de ondas, en las bandas de frecuencias FM y estaciones de televisión, se ha obtenido de la inspección de cobertura de intensidad de campo de estaciones en operación. Esta información junto con el conocimiento científico ha permitido desarrollar técnicas de evaluación de los sistemas de transmisión.

B I B L I O G R A F I A

1. Harold, E. Ennes, Television Broadcasting: Equipment, Systems and Operating Fundamentals. Howard, W. Sams & Co., Inc. Segunda Edición.
2. Instituto Geográfico Militar, Plano de Guayaquil, Octubre de 1991.
3. National Association of Broadcasters, Engineering Handbook, Seventh edition. E. B. Crutchfield, editor.
4. Potomac Instruments, Inc., Field Strength Meter, Model FMI-71, Instruction Manual, Silver Spring, Maryland.



SERVICIO
GRADO B

400000

LA JURISDICCIÓN POLÍTICA PROVINCIAL SE HA