

INDICE GENERAL

Introducción.....	2
CAPITULO I	
PROPAGACION UHF.....	3
1.1. Propagación en el espacio libre sin obstáculos.....	3
1.1.1. Propagación sobre la superficie terrestre.....	5
1.1.2. Efecto de la Curvatura de la Tierra.....	16
1.1.3. Pérdidas Básicas.....	20
1.1.4. Cálculos del Patrón de Propagación.....	35
1.2. Pérdidas por obstáculo y Edificios.....	43
1.2.1. Efectos de las colinas.....	43
1.2.2. Efectos de los edificios.....	52
1.2.3. Efecto de árboles y otra vegetación.....	54
CAPITULO II	
USO DE DATOS GEOGRAFICOS DIGITALIZADOS PARA PLANIFICAR LA LOCALIZACION DE REPETIDORAS.....	57
2.1. El acercamiento digital.....	62
2.2. Usando la base de datos.....	64
2.3 Definición de las áreas de cobertura.....	67
2.4. Gráficos de perfiles radiales.....	68

2.5. La resolución de la base de datos.....	75
2.6. Comparación de resultados.....	80
2.7. Mapa de 3 dimensiones.....	83
2.8. ejemplos de bases de datos para estudio de cobertura.....	85
2.8.1. Drive Test.....	85
2.8.2. Terrain Analysis Package (TAP).....	87

CAPITULO III

PROGRAMA PARA GRAFICAR EL NIVEL DEL CAMPO ELECTRICO.....	88
3.1. Descripción del Programa.....	88
3.2. Código del Programa.....	96
3.3. Ejecución del Programa.....	107

Conclusiones

Manual del Usuario

Anexos

AGRADECIMIENTO

Agradecemos aquellas personas que nos ayudaron con sus experiencias, conocimientos y cooperación en la elaboración de este proyecto de graduación .

Agradecemos de manera especial al Ing. Washington Medina, quien en el transcurso del Tópico nos transmitio conocimientos tanto teóricos como prácticos para poder resolver los problemas que se presenten en algún momento de nuestra vida profesional.

DEDICATORIA

A nuestros padres, que con esfuerzo y apoyo fueron quienes hicieron posible la culminación de nuestra carrera universitaria.

INTRODUCCION

Todos los programas que actualmente son herramienta para diseñar sistemas de comunicaciones están basados en mediciones y estadísticas de pérdidas ambientales desarrolladas en países con diferentes condiciones climáticas al nuestro, es por esto que aunque pueden ser una aproximación bastante buena no dejan de presentar algún margen de error.

Con el auge de las comunicaciones en nuestro país nos vemos en la necesidad de hacer estas herramientas de trabajo mas eficientes y tratar de establecer los parámetros de pérdidas ambientales de acuerdo a nuestra realidad.

En las siguientes hojas explicaremos los cálculos de potencia que se requieren en la planificación de lugares para ubicar transmisores y para realizar estudios de cobertura.

Hablaremos también de la gran ayuda que significa el uso de datos geográficos digitalizados para la escoger sitios ideales para transmisores o repetidoras y al costo más conveniente.

Presentaremos un programa realizado por nosotros que nos presenta un gráfico dónde se puede visualizar tanto el nivel de campo eléctrico como el nivel de recepción en dBm de un transmisor usando los datos de Campo eléctrico que nos entrega otro programa llamado Terrain Analysis Package (TAP) el cual usa datos de terreno asociado a un archivo de pérdidas para darnos el Campo eléctrico a diferentes distancias del receptor.

CAPITULO I

PROPAGACION UHF

1.1. PROPAGACION EN EL ESPACIO LIBRE SIN OBSTACULOS

La propagación en el espacio libre puede ser tratada como la propagación de un rayo en que la radiación es uniforme en todas las direcciones partiendo de un punto fuente o un radiador isotrópico. Es útil considerar la comparación con una fuente de luz. La energía radiada pasa con una intensidad uniforme a través de todas las porciones de una superficie esférica imaginaria localizada a un radio r de la fuente. El área de tal superficie es $4\pi r^2$ y el flujo de potencia por unidad de área es $w = P_t / 4\pi r^2$, donde P_t es la potencia total irradiada por la fuente. Es usual medir mejor la intensidad de campo eléctrico E_o que en términos de densidad de flujo de potencia W . La densidad de flujo de potencia es igual al cuadrado de la intensidad de campo dividida por la impedancia del medio, de tal manera que en el espacio libre $W = E_o^2 / 120\pi$, y $P_t = 4\pi r^2 E_o^2 / 120\pi$, o

$$P_t = \frac{r^2 E_o^2}{30}$$

CAPITULO I

PROPAGACION UHF

1.1. PROPAGACION EN EL ESPACIO LIBRE SIN OBSTACULOS

La propagación en el espacio libre puede ser tratada como la propagación de un rayo en que la radiación es uniforme en todas las direcciones partiendo de un punto fuente o un radiador isotrópico. Es útil considerar la comparación con una fuente de luz. La energía radiada pasa con una intensidad uniforme a través de todas las porciones de una superficie esférica imaginaria localizada a un radio r de la fuente. El área de tal superficie es $4\pi r^2$ y el flujo de potencia por unidad de área es $w = P_t / 4\pi r^2$, donde P_t es la potencia total irradiada por la fuente. Es usual medir mejor la intensidad de campo eléctrico E_o que en términos de densidad de flujo de potencia W . La densidad de flujo de potencia es igual al cuadrado de la intensidad de campo dividida por la impedancia del medio, de tal manera que en el espacio libre $W = E_o^2 / 120\pi$, y $P_t = 4\pi r^2 E_o^2 / 120\pi$, o

$$P_t = \frac{r^2 E_o^2}{30}$$

donde P_t está en vatios irradiados, W está en vatios por metro cuadrado, E_o es el campo eléctrico en voltios por metro, y r es el radio en metros. Una forma más útil de ésta ecuación, la cual se aplica también a antenas que no son radiadores isotrópicos es:

$$E_o = \sqrt{\frac{30gt P_t}{r}}$$

donde gt es la ganancia de potencia de la antena en la dirección pertinente comparada con un radiador isotrópico.

Una antena isotrópica es útil como referencia para especificar los patrones de radiación de antenas más complejas, pero de hecho no existe. La más simple forma de antenas prácticas son pares eléctricos y pares magnéticos, estas forman conductores rectos que son cortos comparados con la longitud de onda. Para el par radiador, la ganancia es 1.5 y la intensidad de campo en el plano ecuatorial es :

$$E_o = 45 \sqrt{\frac{P_t}{r}}$$

Para un dipolo de media onda la ganancia de potencia es 1.64 y :

$$E_o = 7 \sqrt{\frac{P_t}{r}}$$

1.1.1. PROPAGACION SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE

Las ondas de radio siguen la curvatura de la tierra debido al fenómeno de difracción, con la particularidad de que a medida que la frecuencia se incrementa, la curvatura de la tierra disminuye.

La difracción es una propiedad fundamental del movimiento de las ondas, y en óptica es la corrección para aplicar la óptica geométrica (teoría del rayo) para obtener mayor exactitud en las ondas ópticas. En las ondas ópticas cada punto en el frente de onda es considerado para actuar como una fuente radiante. Cuando el frente de la onda es coherente, el resultado es una progresión del frente en dirección perpendicular a lo largo del patrón, el cual constituye el rayo. Cuando el frente es turbado el frente resultante puede cambiar en magnitud y dirección, con el resultado de una atenuación y curvatura en el rayo.

El efecto de difracción alrededor de la curvatura de la tierra hace posible la transmisión más allá de la línea de vista con algunas grandes pérdidas que son incurridas en el espacio libre o sobre el planeta tierra. La magnitud de

ésta pérdida se incrementa ya sea por el incremento de la distancia o de la frecuencia, y también depende en algo de la altura de la antena.

La línea de vista es el alcance geométrico de la antena sobre la superficie esférica de la tierra. (fig No 1.1).

La solución geométrica (fig. No 1.2) será:

$$a = 6.37E+06 \text{ mt (radio de la tierra)}$$

$$ro' = \sqrt{(a + h_1)^2 - a^2}$$

$$ro' = \sqrt{a^2 + 2ah_1 + h_1^2 - a^2}$$

$$ro' = \sqrt{2ah_1 + h_1^2}$$

Asumiendo que:

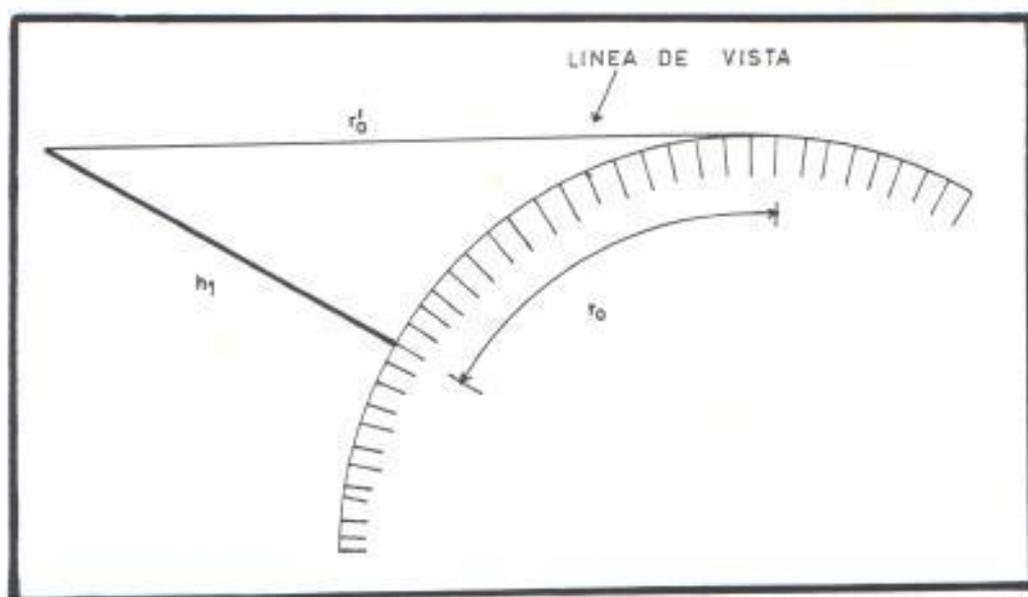


FIG. 1.1: LINEA DE VISTA O ALCANCE DE UNA SEÑAL

$$h_1 \ll a$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{a + h_1}$$

Al cumplirse la condición de que $\alpha \rightarrow 0^\circ$, tenemos:

$$r_0' \cong \sqrt{2ah_1} \cong r_{10} \quad (\alpha \rightarrow 0^\circ, h_1 \ll a)$$

$$r_0' = r_{10} = 3.57 \sqrt{h_1 \text{ (mt)}} \quad [\text{km}]$$

Considerando dos antenas h_2 se colocara más a la derecha (fig. No. 1.2) teóricamente la recepción sería nula ($ER=0$), pero por efectos difractorios ese valor es diferente de cero en realidad.

En VHF y UHF la onda se propaga como un haz. Al incrementar la potencia en la antena h_1 (Tx), a pesar de h_2 estar colocada más allá de la línea de vista, ER comienza a crecer debido a los efectos difractorios. (fig No.1.3)

La curvatura de la tierra afecta entonces a dos factores:

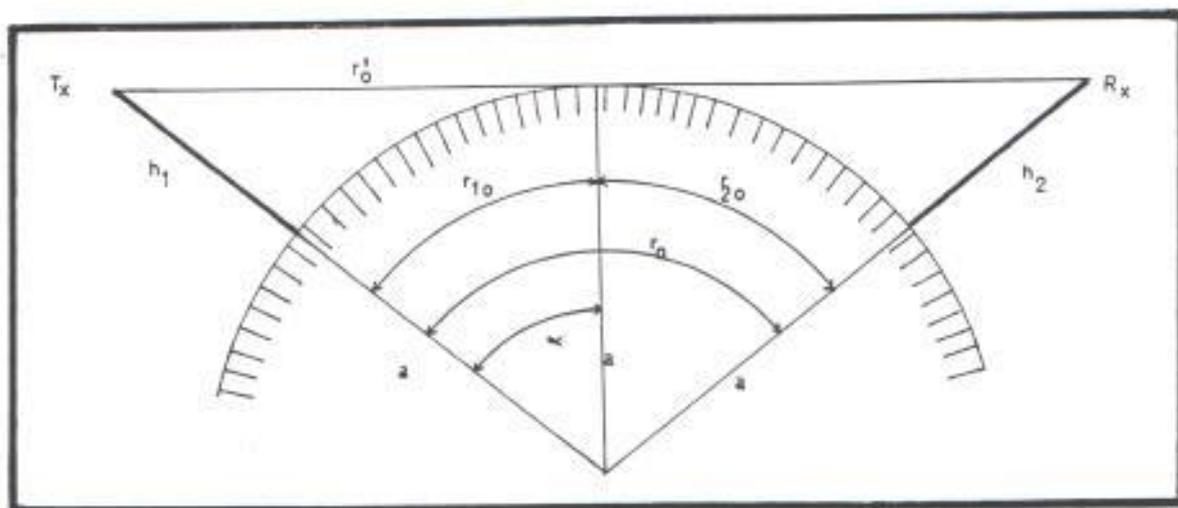


FIG. 1.2: CONSIDERACIONES GEOMETRICAS PARA LA LINEA DE VISTA DE UNA SEÑAL

- a. La diferencia de recorrido $\mathcal{P}r$ se va a diferenciar en su cálculo para el caso en que la superficie terrestre era considerada plana.
- b. Realmente no hay un sólo punto de reflexión, sino que habrá una zona de reflexión ya que la onda no es un haz. (fig. No. 1.4)

Cuando se incide sobre una superficie esférica hay mayor dispersión, por lo tanto, hay mayores pérdidas que cuando se incide sobre superficies planas.

Para este caso tenemos:

$$\gamma_{SP} = \gamma_{SE}$$

donde:

γ_{SP} = ángulo de elevación de la superficie plana

γ_{SE} = ángulo de elevación de la superficie esférica

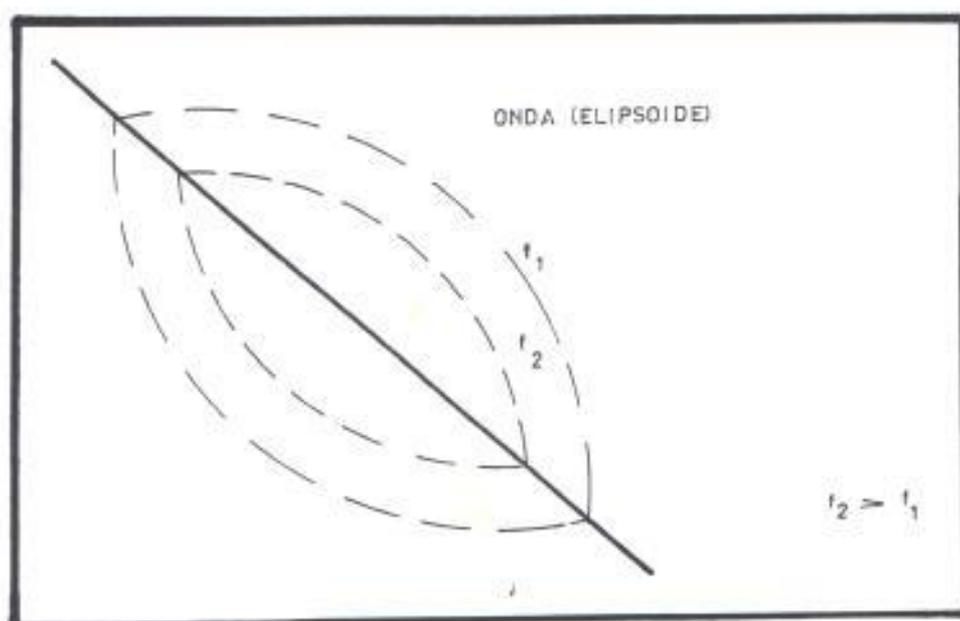


FIG. 1.4: ZONA DE REFLEXION DE UNA SEÑAL

h_1', h_2' = alturas de las antenas referidas al plano tangencial de la superficie terrestre

La diferencia de recorrido será:

$$\Delta r = \frac{2h_1' h_2'}{r_{MN}}$$

por lo que la solución geométrica será igual para superficies planas y esféricas, pero existiendo un error :

$$h_1' = h_1 \cdot \sin \alpha$$

$$h_2' = h_2 \cdot \sin \beta$$

Además de que:

$$h_1 \ll a \quad \text{y} \quad h_2 \ll a$$

De aquí que $\alpha \rightarrow 0^\circ$ y $\beta \rightarrow 0^\circ$; y podemos aproximar B' y B'' a D' y D'' y por ende h_2' a h_2'' .

Los gráficos resumen la resolución trigonométrica del efecto de la curvatura de la tierra y son los llamados gráficos de Dombs-Price. (fig. No. 1.5). En él se puede determinar directamente el producto $h_1'h_2'$ en función del producto de las antenas reales por el factor de corrección de la curvatura de la tierra.

$$h_1'h_2' = m h_1h_2$$

La atenuación para $|R| = 1$ y $\phi = 180^\circ$, será igual a:

$$F = \frac{4\pi h_1'h_2'}{\lambda r_{MN}} = \frac{4\pi m h_1h_2}{\lambda r_{MN}} \quad \left(\begin{array}{l} \alpha, \beta \rightarrow 0^\circ \\ r_{MN} \rightarrow r \end{array} \right)$$

R : coeficiente de reflexión de la superficie terrestre

ϕ : ángulo de la expresión compleja del coeficiente de reflexión

Refiriéndonos al ángulo de elevación tendremos:

$$r \cong \frac{h_1' + h_2'}{r} \cong n \frac{h_1 + h_2}{r}$$

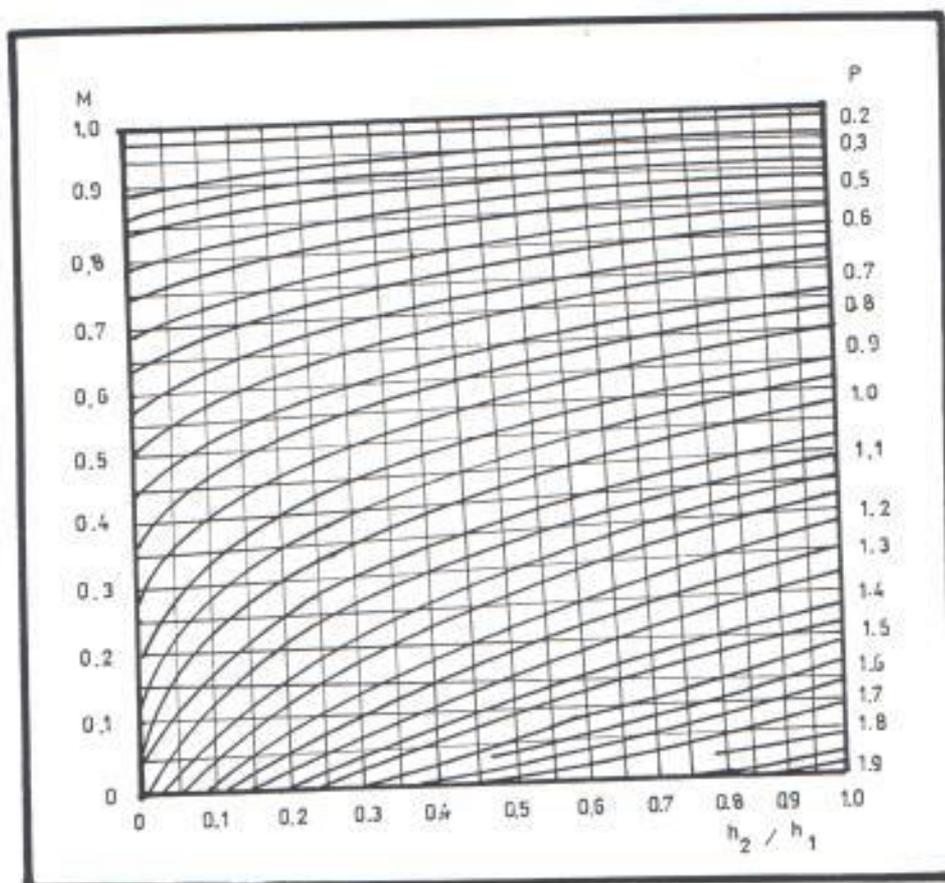


FIG.1.5: GRAFICO DE DOMBS-PRICE

RESOLUCION GEOMETRICA DEL EFECTO DE LA CURVATURA DE LA TIERRA PARA LA ATENUACION F h_2 = ALTURA DE LA ANTENA MAS ELEVADA

El factor de corrección de la curvatura de la tierra se encuentra de igual manera en los gráficos de Dombs- Price (fig.No 1.6)

Para utilizar éstos gráficos de Dombs- Price es necesario obtener el factor p:

$$p = \frac{r}{\sqrt{2 ha}}$$

r = distancia entre antenas

h = altura de la antena más elevada

De igual manera se debe hallar la relación h_2/h_1 donde h_1 es la antena más elevada y h_2 la altura de la antena menos elevada.

1.1.2. EFECTO DE LA CURVATURA DE LA TIERRA

Como el método geométrico es un método aproximado y el análisis difractorio es un análisis riguroso, el método geométrico es válido solo en el rango de:

$$r \leq 0.60 r_0$$

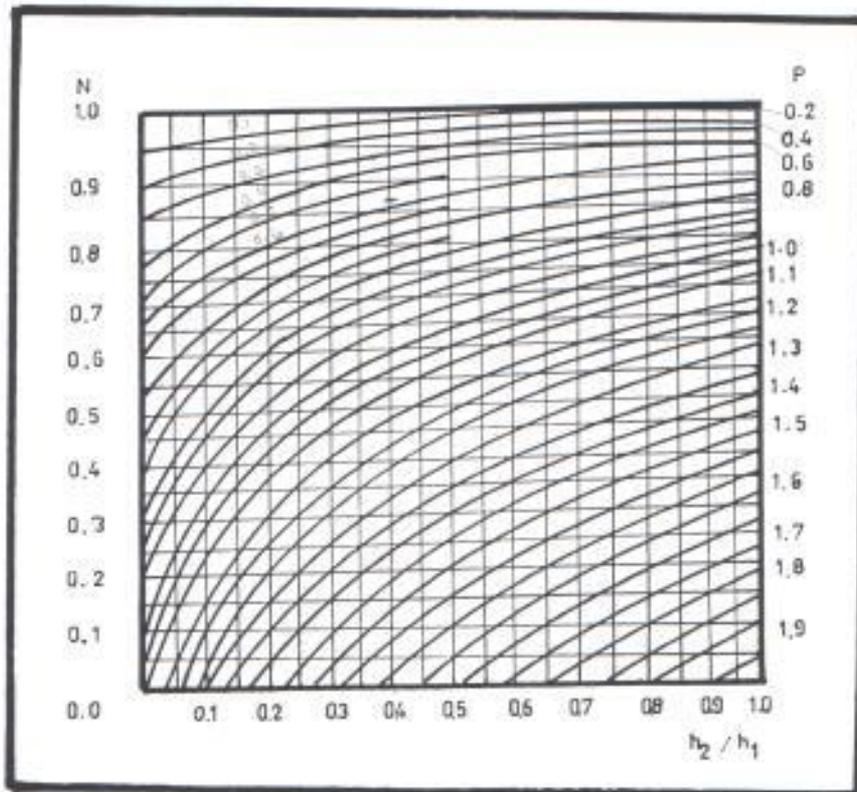


FIG.1.6: GRAFICO DE DOMBS- PRICE

RESOLUCION GEOMETRICA DEL EFECTO DE LA CURVATURA DE LA TIERRA PARA EL ANGULO DE ELEVACION

h_2 = ALTURA DE LA ANTENA MAS ELEVADA

donde r_0 es el radio de la línea de vista.

En un radioenlace existen tres zonas, dependiendo de la relación entre el radio de la línea de vista y el radio del radioenlace r (fig No. 1.7). Estas son:

1. Zona de claridad

$$r = 0.70 r_0$$

2. Zona semiobscura

$$0.80 r_0 \leq r \leq 1.20 r_0$$

3. Zona oscura

Aquí se da el proceso difractorio

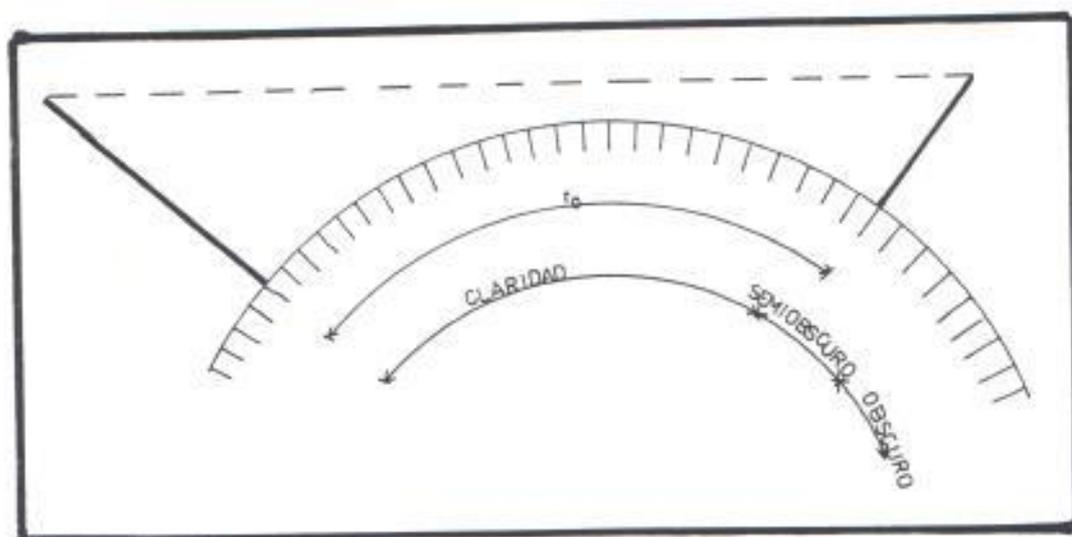


FIG.1.7: GRAFICO DE LAS DISTINTAS ZONAS EN LA PROPAGACION DE UNA SEÑAL

1.1.3 PERDIDAS BASICAS

Asumimos que la antena receptora es una superficie eléctrica que capta energía del frente de onda que incide en ella.

El área efectiva de la antena será :

$$A = \frac{D_2 \lambda_2}{4\pi}$$

donde :

D_2 = direccionalidad de la antena

λ = longitud de onda

Tratarémosla antena real como una antena isotrópica que irradia una potencia $P_1 D_1$. En base a esta consideración, el vector de Poynting en la recepción será:

$$S = \frac{P_1 D_1}{4\pi r^2}$$

la potencia de recepción será:

$$P_2 = S_2 A = \frac{P_1 D_1 D_2 \lambda^2}{(4\pi r)^2}$$

y las pérdidas :

$$L = \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 \frac{1}{D_1 D_2}$$

Las pérdidas básicas de radioenlace en el espacio libre para dos antenas isotrópicas D_1 y D_2 es el término obscuro.

Los términos D_1 y D_2 los da el fabricante.

$$L \text{ [dB]} = 10 \log L$$

$$= 20 \log (4\pi r) - 20 \log \lambda - D_1 \text{ [dB]} - D_2 \text{ [dB]}$$

Las pérdidas básicas de transmisión están tabuladas, y éstos gráficos fueron obtenidos en base a la radiación de una antena de baja pérdida de 30 pies de altura sobre la superficie y considerando polarización vertical. Los gráficos están hechos para diversos tipos de suelo (δ, ϵ).

Cuando hay pérdidas adicionales a las pérdidas básicas, tales como la conductividad finita, la heterogeneidad del terreno, reflexión de la onda en el terreno, curvatura de la tierra, etc., la expresión final de pérdidas incluirá estos factores a través de la atenuación F , así:

$$L = \left(\frac{4\pi r}{\lambda F} \right)^2 \frac{1}{D_1 D_2}$$

$$L \text{ [dB]} = 20 \log [4\pi r] - 20 \log [\lambda] - 20 \log F - D_1 \text{ [dB]} - D_2 \text{ [dB]}$$

Los gráficos que nos permiten encontrar los valores de las pérdidas $20 \log [4\pi r] - 20 \log [\lambda]$, son los que van de la figura No. 1.11 hasta la figura 1.21, los cuales fueron obtenidos de la recomendación 368 del documento de la XI Asamblea Plenaria del CCIR volumen II, sobre propagación.

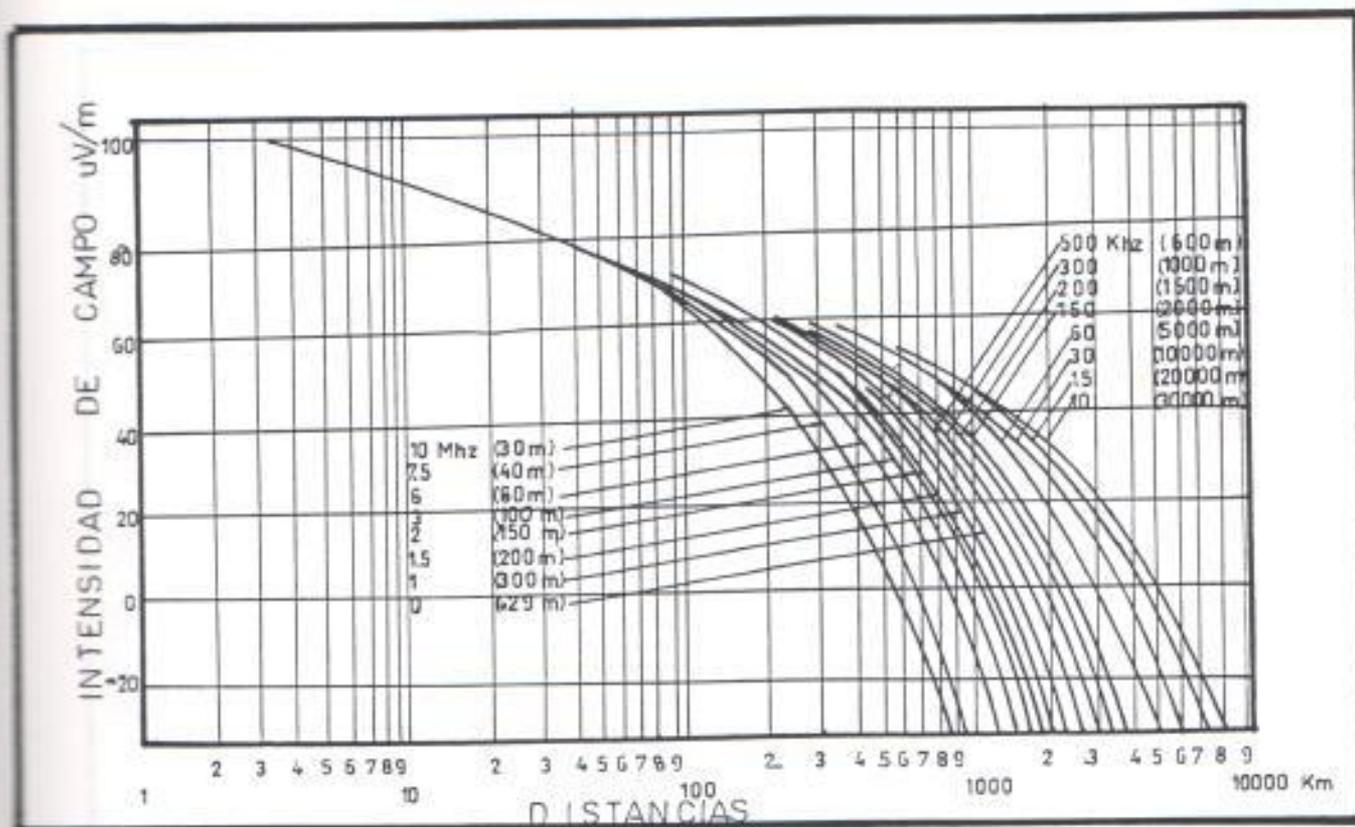


FIG.1.11 INTENSIDAD DE CAMPO PARA ZONAS OSCURAS

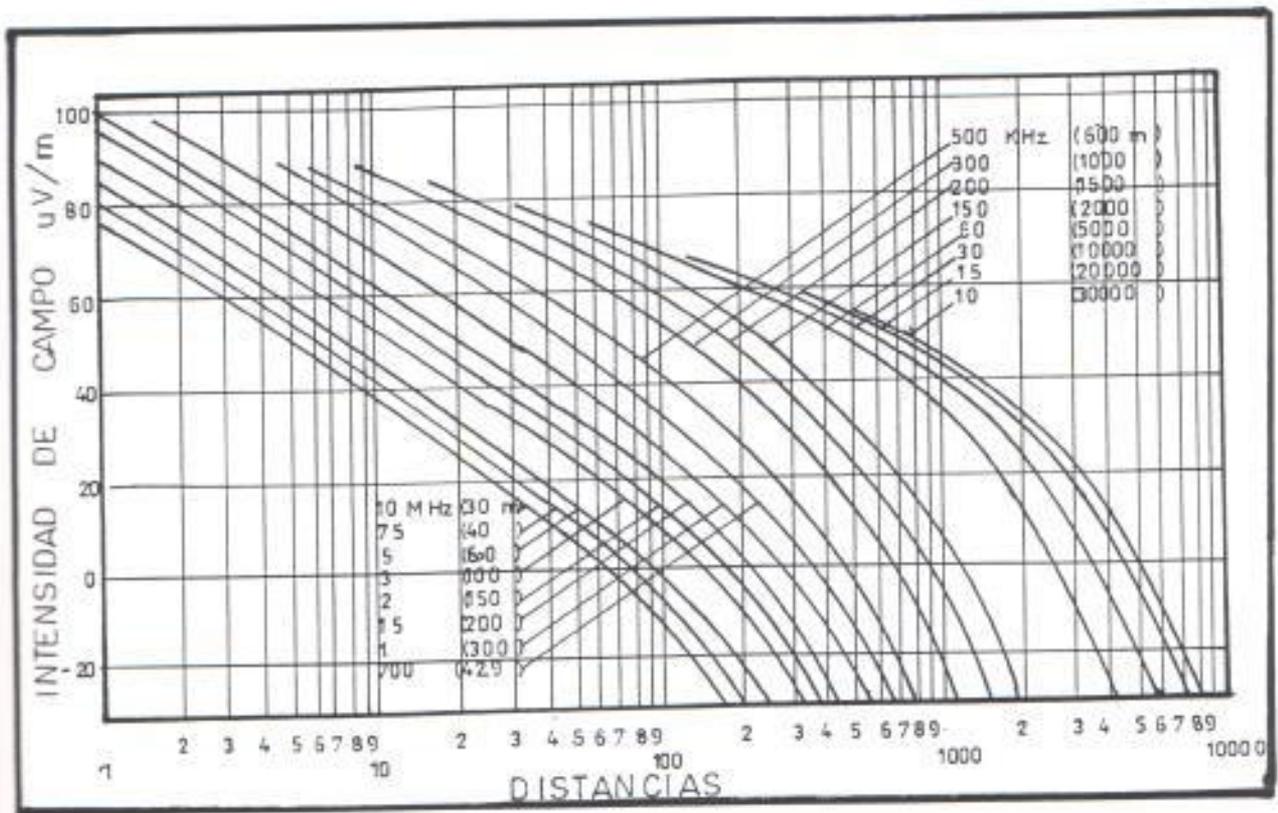


FIG. 1.12 INTENSIDAD DE CAMPO PARA ZONAS OSCURAS

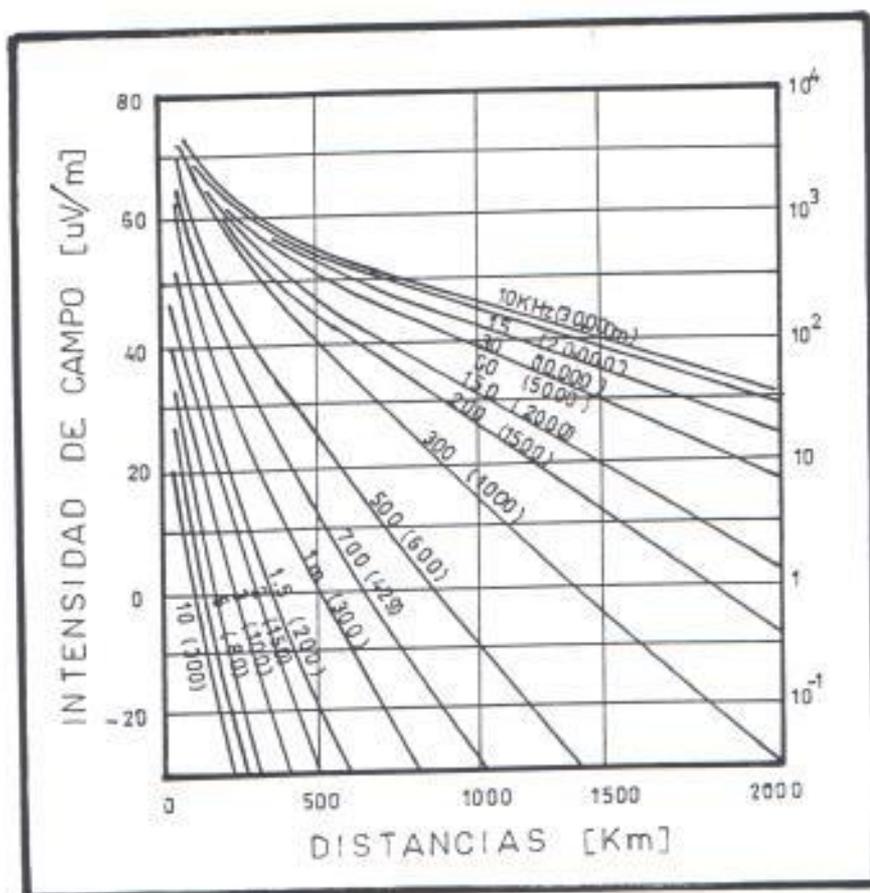


FIG. 1.13: INTENSIDAD DE CAMPO PARA ZONAS OSCURAS

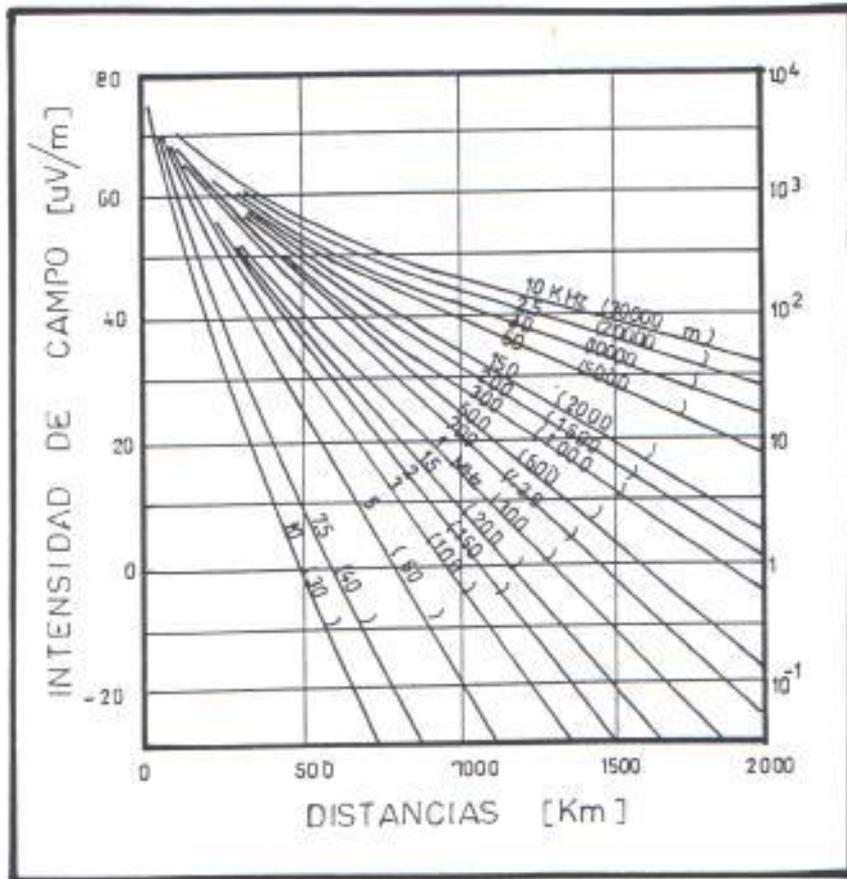


FIG.1.14: INTENSIDAD DE CAMPO PARA ZONAS OSCURAS

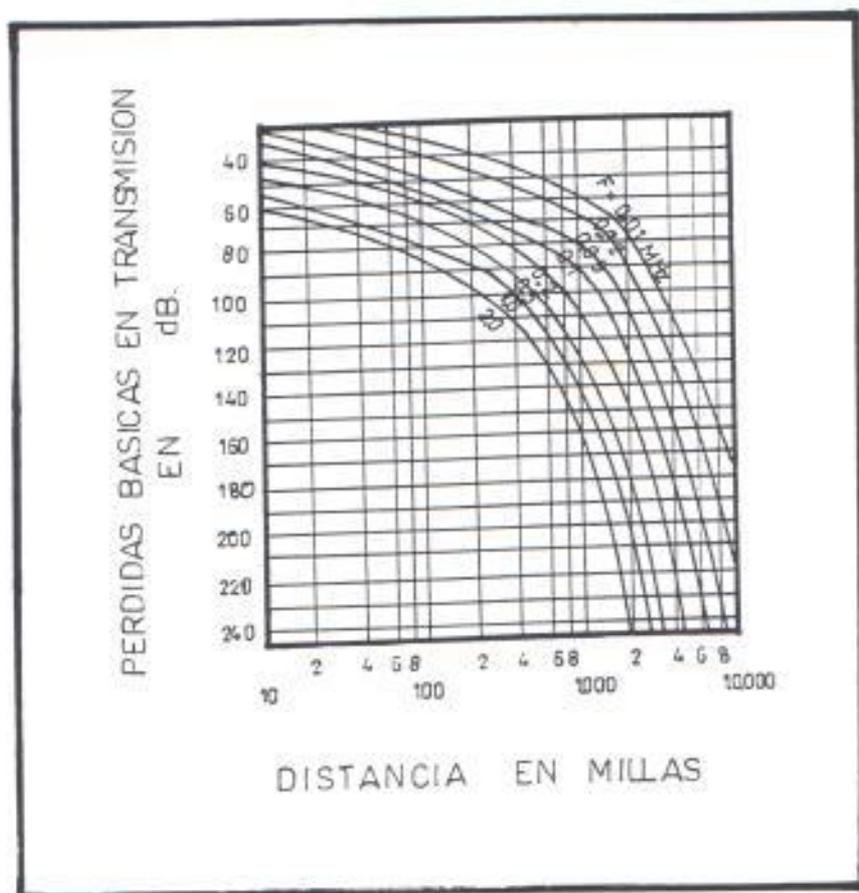


FIG.1.16: PERDIDAS BASICAS DE TRANSMISION PARA ONDAS SUPERFICIALES SOBRE AGUA DE MAR $\sigma = 5\text{mho/m}$; $\epsilon = 80$

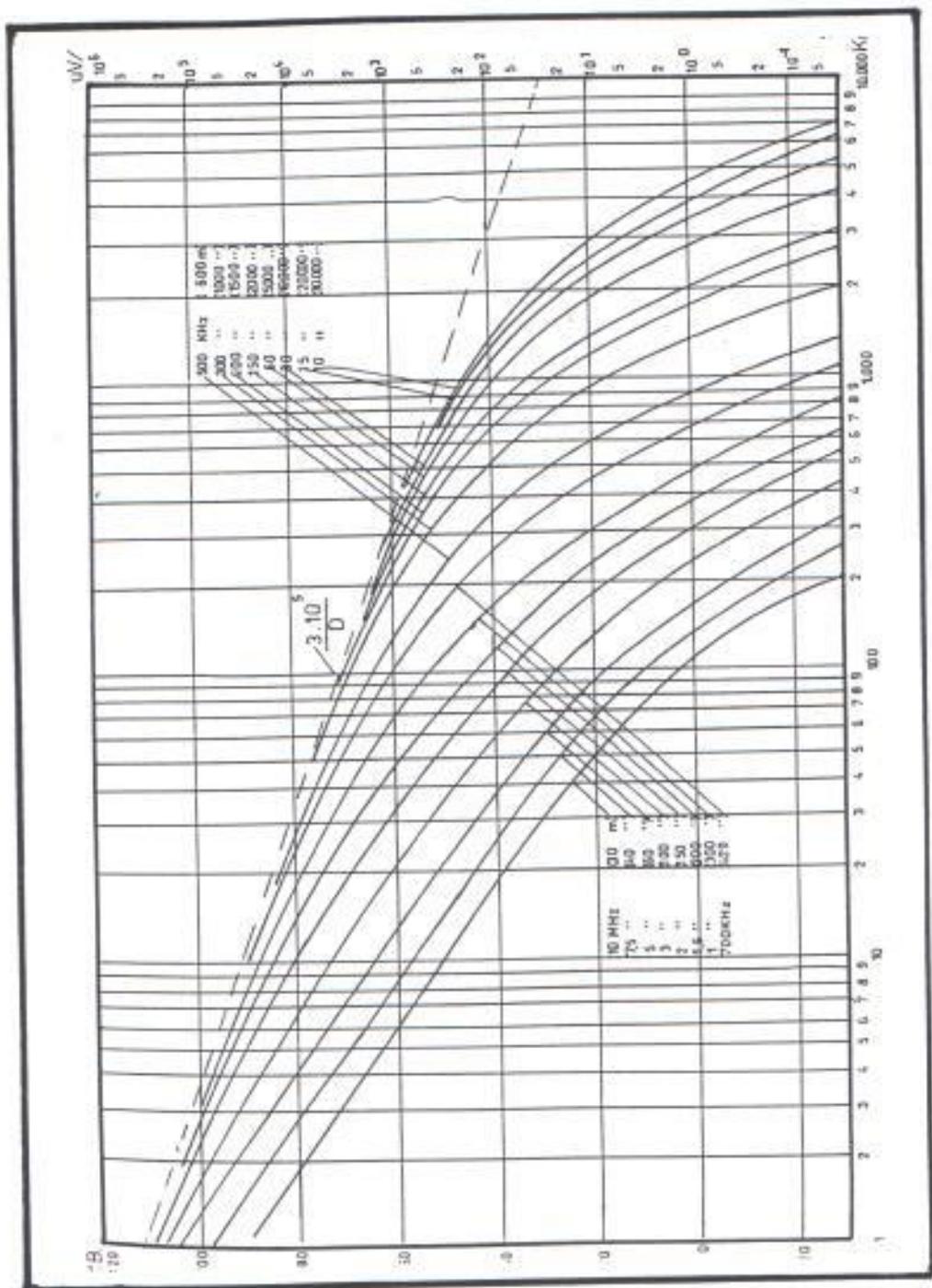


FIG.1.18: CURVAS DE PROPAGACION DE LA ONDA DE SUPERFICIE ; TIERRA, $\sigma = 10^{-2} \epsilon = 4$

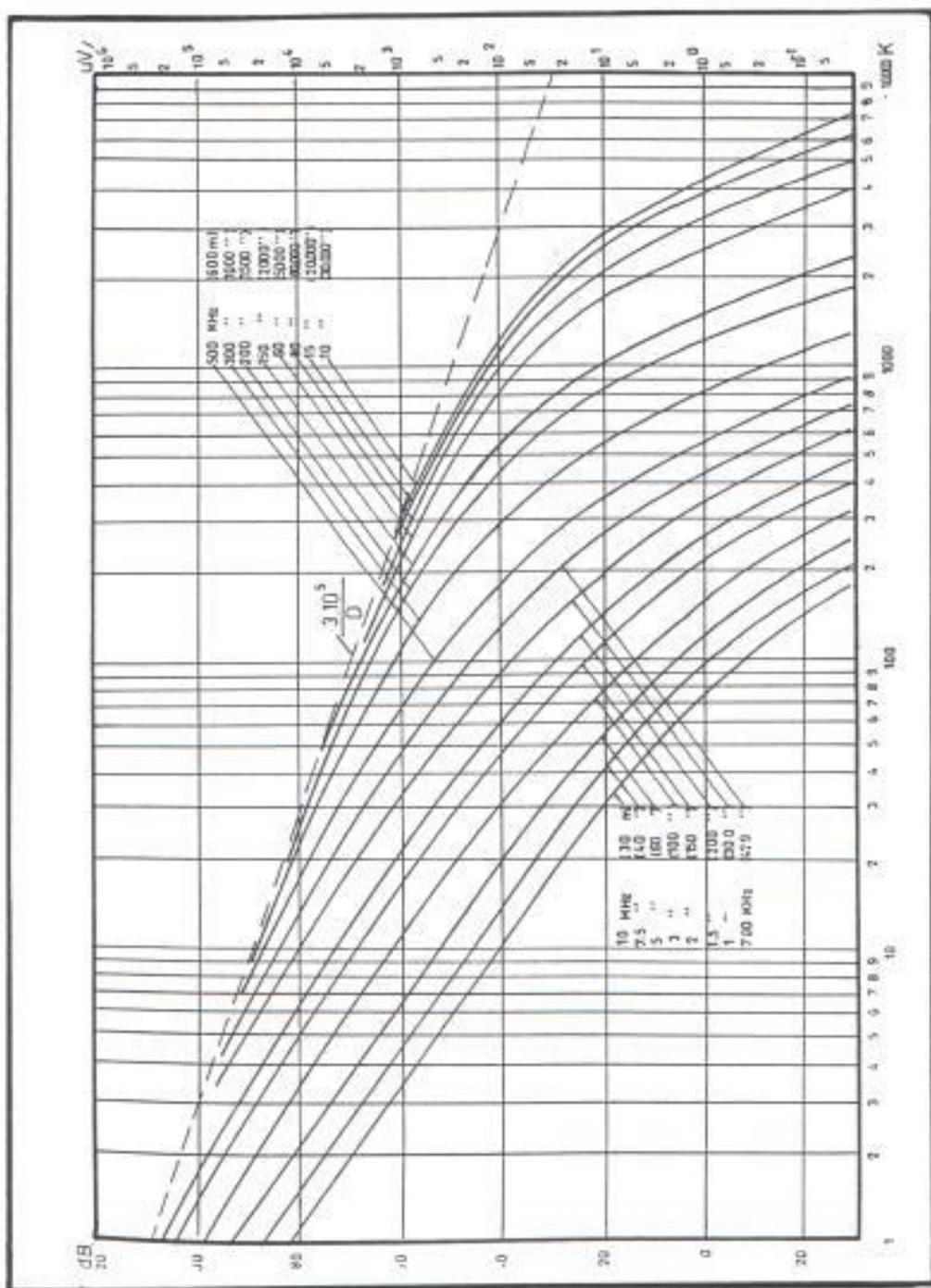


FIG.1.19: CURVAS DE PROPAGACION DE LA ONDA DE SUPERFICIE, TIERRA, $\sigma = 3 \times 10^{-3}$ mho/m, $\epsilon = 4$

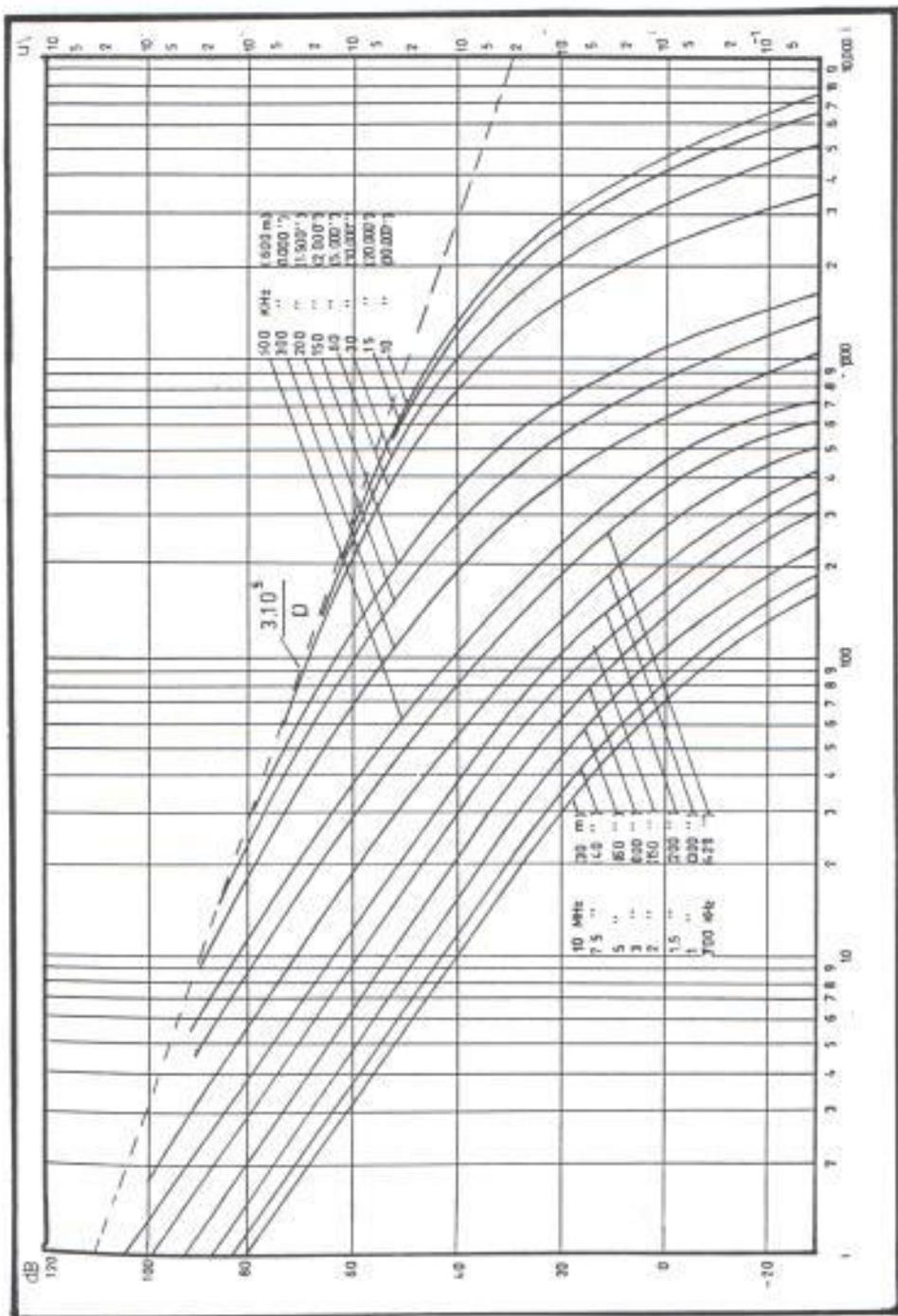


FIG.1.20: CURVAS DE PROPAGACION DE LA ONDA DE SUPERFICIE ; TIERRA, $\sigma = 3 \times 10 \text{ mho/m}$, $\epsilon = 4$

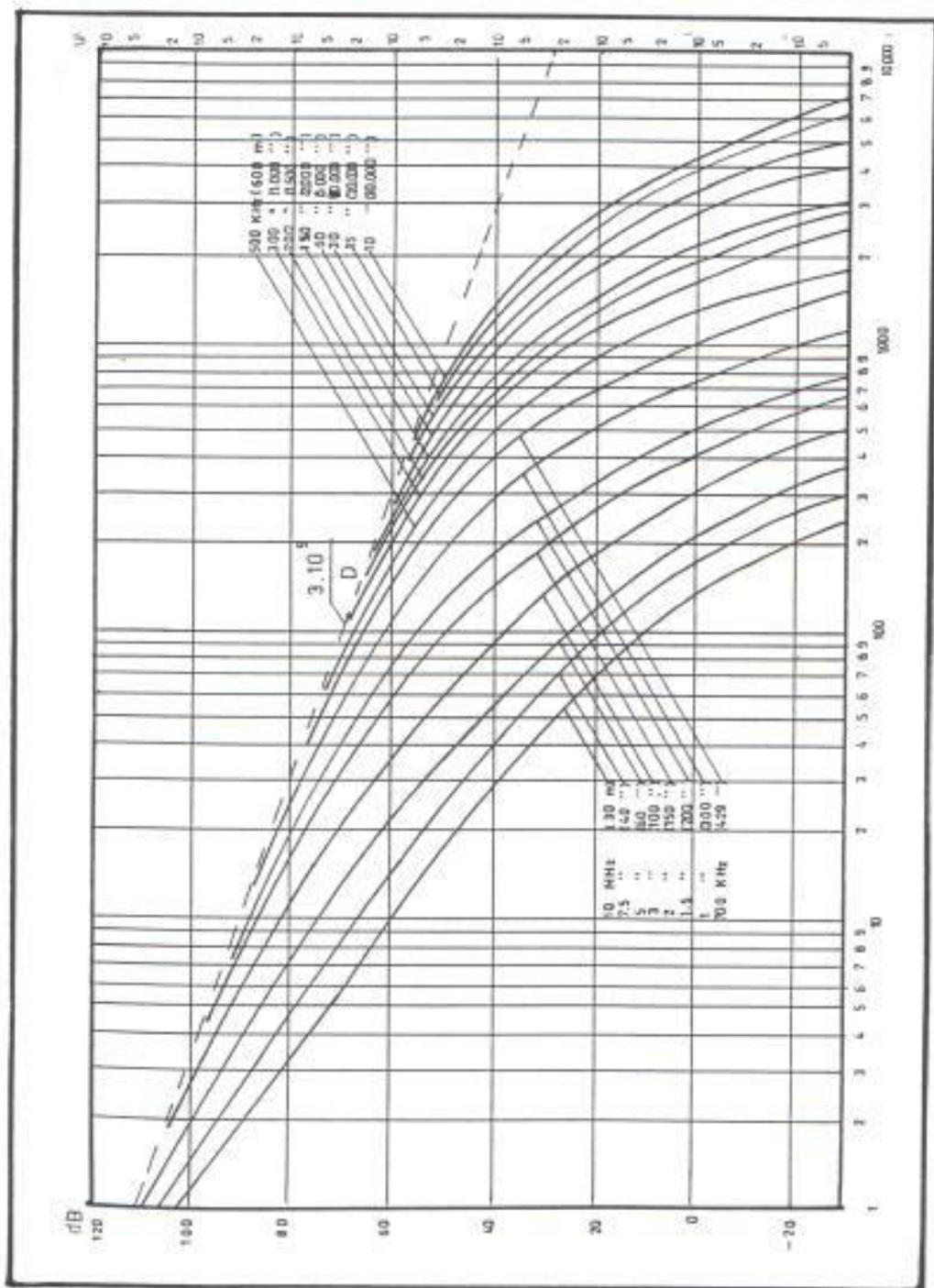


FIG.1.21: CURVAS DE PROPAGACION DE LA ONDA DE SUPERFICIE ; $\sigma = 10 \text{ mho/m}$, $\epsilon = 4$

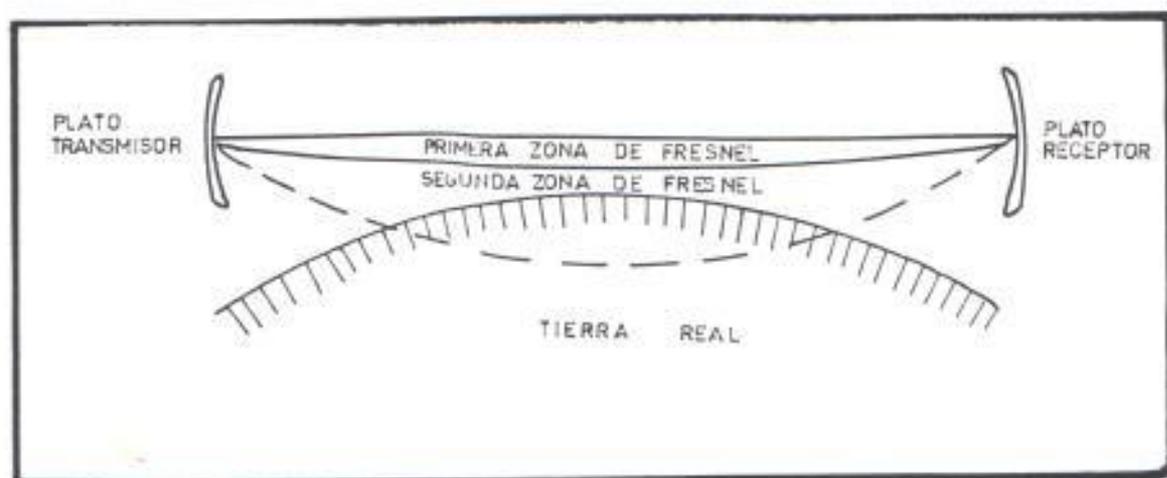


FIG. 1.22: ZONAS DE FRESNEL

1.1.4. CALCULOS DEL PATRON DE PROPAGACION

La energía de Microonda existente entre dos puntos toma un infinito número de patrones que dependen tanto de las condiciones atmosféricas así como del terreno. Puede ocurrir una refracción ascendente o descendente.

La energía que llega como varios patrones toma el nombre de Zonas de Fresnel. Estas zonas son nombradas de acuerdo al círculo de diferente radio centrado en la línea directa entre las antenas. La zona con el radio más pequeño es la primera zona de Fresnel (figura No.1.22). Existen muchas zonas de Fresnel. La energía de la segunda zona de Fresnel así como de todas las otras zonas pares tienen una relación de media longitud de onda de (180°), con respecto a la energía de la primera zona de Fresnel.

La energía primaria está contenida en la primera zona de Fresnel, y la energía contenida en las zonas numeradas pares están en cancelación de fase; de aquí que es deseable obstruir la energía contenida en todas menos la primera zona de Fresnel.

La primera zona de Fresnel debe estar provista de una amplia claridad. El valor de 0.6 veces el radio de la primera zona de Fresnel es tomado como un mínimo absoluto de claridad.

El radio de la primera zona de Fresnel al punto de mayor obstrucción en el patrón puede ser calculado por la ecuación:

$$R = 72 \sqrt{\frac{AB}{Pf}}$$

donde:

R = radio en pies

A = distancia de un terminal de la ruta al punto de obstrucción en millas

B = distancia de otro terminal de la ruta al punto de obstrucción en millas

P = Longitud total en millas

f = frecuencia en Ghz

El siguiente procedimiento nos ayuda a entender el mapeo de las rutas que debe seguir la señal.

1. Grafique un perfil de la ruta de transmisión. Se debe usar un papel que presente la curvatura de la tierra en un radio de $4/3$ de veces su valor real. Para usos limitados, es más conveniente usar papel de gráfico ordinario y los datos de la figura No. 1.23. Papel con 10 divisiones para pulgadas es ideal para éste propósito.
2. El perfil y obstrucciones de la ruta deben ser obtenidos de mapas topográficos. Los mapas topográficos dan alturas de la superficie de la tierra sobre el nivel del mar.
3. La claridad de la mayor obstrucción de la ruta debe ser la mínima que se muestra en la tabla No 1.1.

LONGITUD DEL PATRON MILLAS	DISTANCIA 1/8 Y 7/8	DISTANCIA 1/4 Y 3/4	DISTANCIA 1/2
5	13	15	19
10	21	27	32
15	29	38	45
20	38	49	57
25	46	59	69
30	54	71	82

TABLA 1.1.

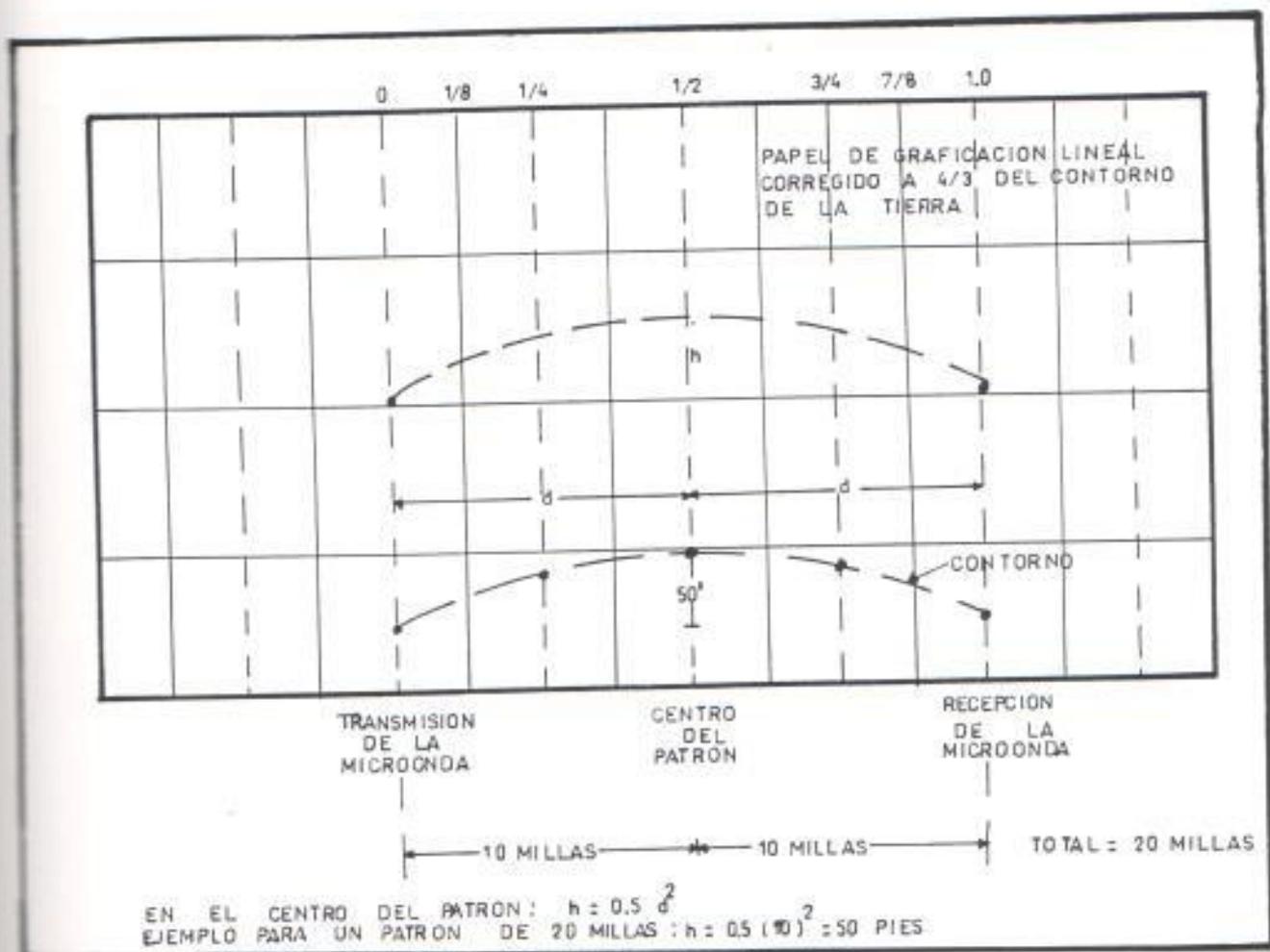


FIG.1.23: METODO DEL PERFIL DE UN PATRON DE TRANSMISION

Usualmente la energía en la segunda y demás zonas de Fresnel de más alto orden son atenuadas severamente como resultado de las diferencias normales del terreno. Si la ruta contiene variaciones de magnitudes iguales a un mínimo del 75% del radio de la primera zona de Fresnel al centro de la ruta, se esperan pocos problemas en cuanto a la claridad de la primera zona. Si la ruta es lisa (como sobre el agua), los problemas se multiplican debido a que las reflexiones no se dispersan.

Es conveniente poner atención a la claridad de la primera zona de Fresnel, ya que es todo lo que se necesita para tener una cobertura promedio, de tal manera que la longitud de la ruta y el sistema de la antena sean tales que se obtenga el conveniente margen de desvanecimiento. Los siguientes fundamentos sirven como una guía básica.

1. El ruido debe ser visible cuando la relación señal-ruido se deteriora en menos de 24 dB.
2. El campo de las microondas algunas veces se comba y dispersa debido a las condiciones atmosféricas, por lo que se debe prever no solo una adecuada claridad, sino también un adecuado margen de desvanecimiento.

3. Por ejemplo, si existe una relación señal ruido de 24 dB, el margen de desvanecimiento es solamente 16 dB ($24 - 8 = 16$). De la figura No 1.25 un margen de desvanecimiento de 16 dB indican un 98% de confiabilidad en una ruta de 25 millas es de 37 dB. Esto requiere una relación señal-ruido de $37 + 8 = 45$ dB.

4. Asumiendo que la longitud de la ruta es de 20 millas, esto requiere un margen de desvanecimiento de 31 dB, entonces la mínima relación señal ruido de $31 + 8 = 39$ dB debe ser indicada por un promedio de mediciones hechas bajo condiciones promedias de tiempo.

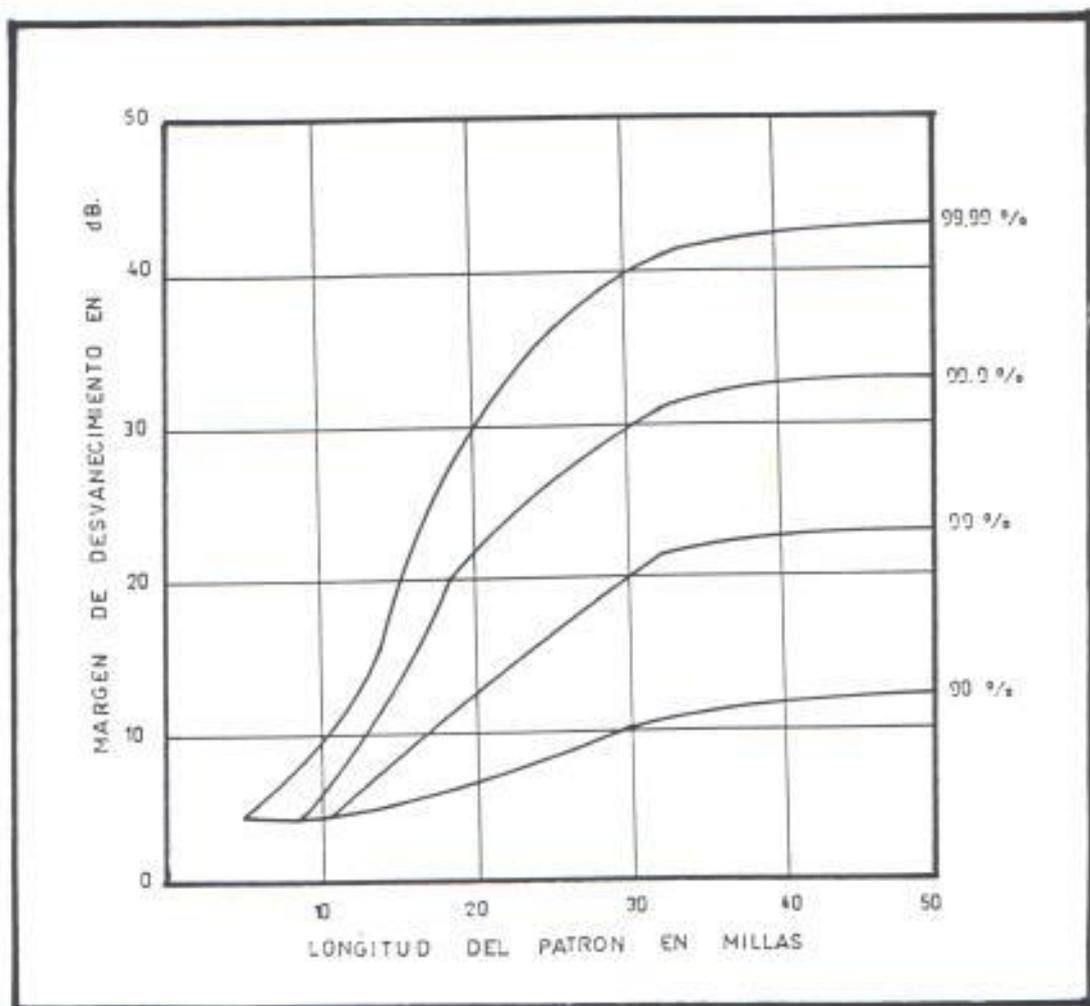


FIG.1.25: MOSTRANDO EL MARGEN DE DESVANECIMIENTO

1.2. PERDIDAS POR OBSTACULOS Y EDIFICIOS

La presencia de colinas, edificios y árboles tienen efectos complejos en la propagación que hace imposible computar en detalle la intensidad de campo a esperarse en puntos discretos en una vecindad inmediata de tales obstrucciones o aún los valores medios de una pequeña área. Sin embargo, examinando el perfil de la tierra en la ruta de propagación y por el uso de ciertas simplificadas asunciones, se puede predecir con mayor seguridad que los cálculos sobre la superficie plana de la tierra pueden ser hechos de los valores medios a ser esperados sobre áreas representativas de las características gruesas del terreno.

1.2.1. EFECTOS DE LAS COLINAS

El perfil de la tierra entre los puntos de transmisión y recepción es tomado de los mapas topográficos disponibles en el Instituto Oceanográfico de la Armada y graficado en papeles especiales que consideran $4/3$ del radio de la tierra.

La propagación sobre una cordillera puntiaguda o sobre un cerro cuando las localizaciones de las antenas transmisoras y receptoras están distantes de estos pueden ser tratados como una difracción sobre un filo de cuchillo,

mostrado esquemáticamente en la figura No 1.30. La altura de la obstrucción H es medida desde la línea que mide los centros de las dos antenas hasta el tope de la cordillera. Como se muestran en la figura No. 1.31 la sombra pierde aproximadamente 6 dB cuando la altura H se aproxima a 0, incide sobre la tierra, y se incrementa con el incremento positivo de H . Cuando el rayo directo sobrepasa la obstrucción, H es negativo, y la sombra pierde aproximadamente 0 dB de una manera oscilatoria de acuerdo como se incrementa la claridad. Entonces, una substancial claridad es requerida sobre la ruta de la línea de vista para obtener una transmisión en el espacio libre. Una óptima claridad es llamada primera zona de Fresnel, para la cual la transmisión es teóricamente 1.2 dB mejor que en el espacio libre. Físicamente ésta claridad es de tal magnitud que el cambio de fase a lo largo de la línea desde la antena al tope de obstrucción, y desde aquí hasta la segunda antena es alrededor de media longitud de onda más grande que el desplazamiento de fase de una ruta directa entre las antenas. Las localizaciones de las tres primeras zonas de Fresnel están indicadas en la escala derecha de la figura No. 1.31, y las claridades necesarias pueden ser obtenidas por medio de esta figura.

Cuando hay más de dos montañas o filos de cordilleras entre las antenas transmisora y receptora, una hoja de cuchillo equivalente puede ser representada por el trazo de una línea desde la antena al tope del pico que bloquea la línea de vista, como en la figura 1.30-B.

La pérdida de transmisión puede ser computada por la suma de las pérdidas incurridas cuando se pasa sobre cada una de las montañas siguientes, como en la figura No.1.30 - C. La altura H_1 es medida desde el tope de la montaña hasta la línea que conecta la antena 1 y el tope de la montaña 2. Similarmente H_2 es medida desde el tope de la montaña 2 hasta la línea que conecta la antena 2 con el tope de la montaña 1. La figura 1.31 sirve para calcular las pérdidas por las condiciones de terreno que se presentan en la figura 1.30 - A - B - C.

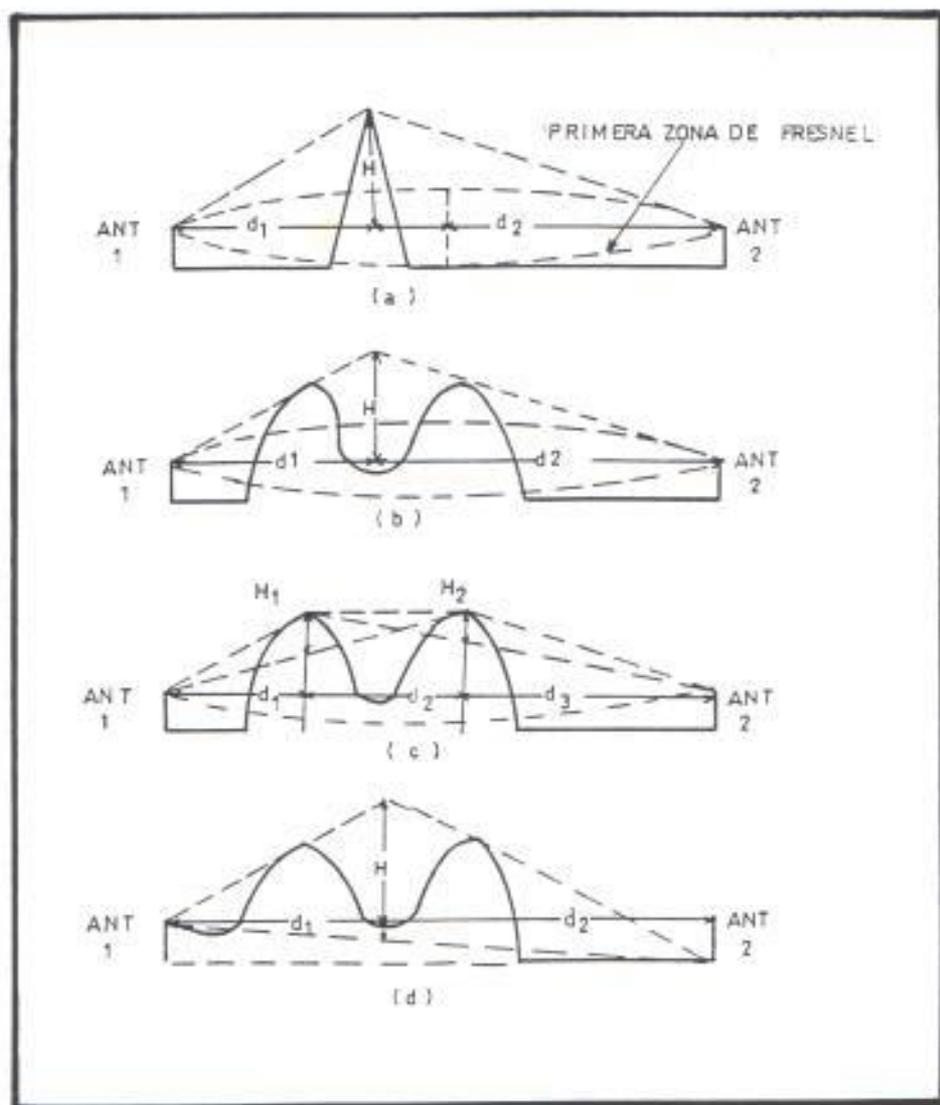


FIG.1.30: HAZ PARA ANTENAS QUE SE ENCUENTRAN DETRAS DE COLINAS

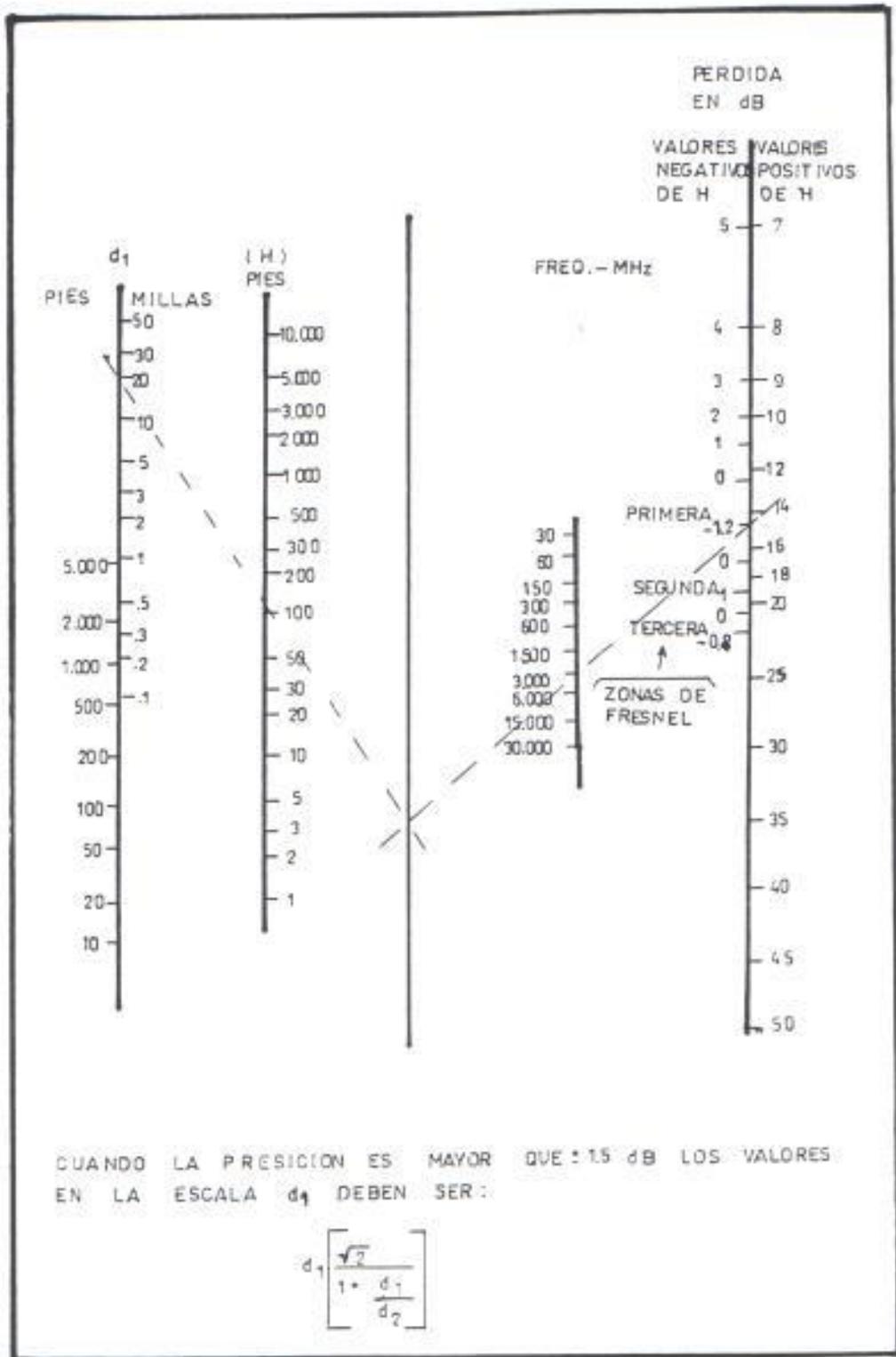


FIG.1.31: PERDIDAS POR SOMBRAS RELATIVAS AL ESPACIO LIBRE

El procedimiento anterior se aplica para condiciones en las cuales no se toman en cuenta las ondas reflectoras de la tierra, tales como la presencia de rugosidad de la tierra, árboles o estructuras en puntos a lo largo del perfil, donde la reflexión de la tierra puede tomar lugar a una frecuencia bajo consideración, o donde la claridad de la primera zona de Fresnel es obtenida en el primer plano de cada antena y la geometría es tal que los componentes no contribuyen al campo dentro de la primera zona de Fresnel. Si las condiciones son favorables para la reflexión de la tierra, la línea base del triángulo de difracción no debe ser graficada a través de las antenas, pero debe ser graficada a través de los puntos de reflexión de la tierra, como en la figura No. 1.30-D. H es medida verticalmente desde la línea base hasta el tope de la montaña, donde d_1 y d_2 son medidas hasta las antenas como antes. En este caso, la figura No. 1.32 es usada para determinar la pérdida por sombra a ser sumada a la atenuación del planeta tierra.

Bajo condiciones donde las componentes reflejadas del planeta tierra refuercen las componentes directas de las antenas transmisoras y receptoras, se pueden encontrar perfiles para los cuales las pérdidas de transmisión sobre un obstáculo son menores que las pérdidas sobre la superficie esférica de la tierra.

Un método alternativo para estimar el valor medio de todas las mediciones en un área completamente obscura es la siguiente:

1. La rugosidad del terreno está representada por una altura H , mostrada en la figura No. 1.33.
2. Esta altura es la diferencia en elevación entre el fondo del valle y la elevación necesaria para obtener la línea de vista con la antena transmisora.
3. La diferencia entre el valor medido de la intensidad de campo y el valor esperado sobre el planeta tierra es computado para cada punto de medición del área sombreada.

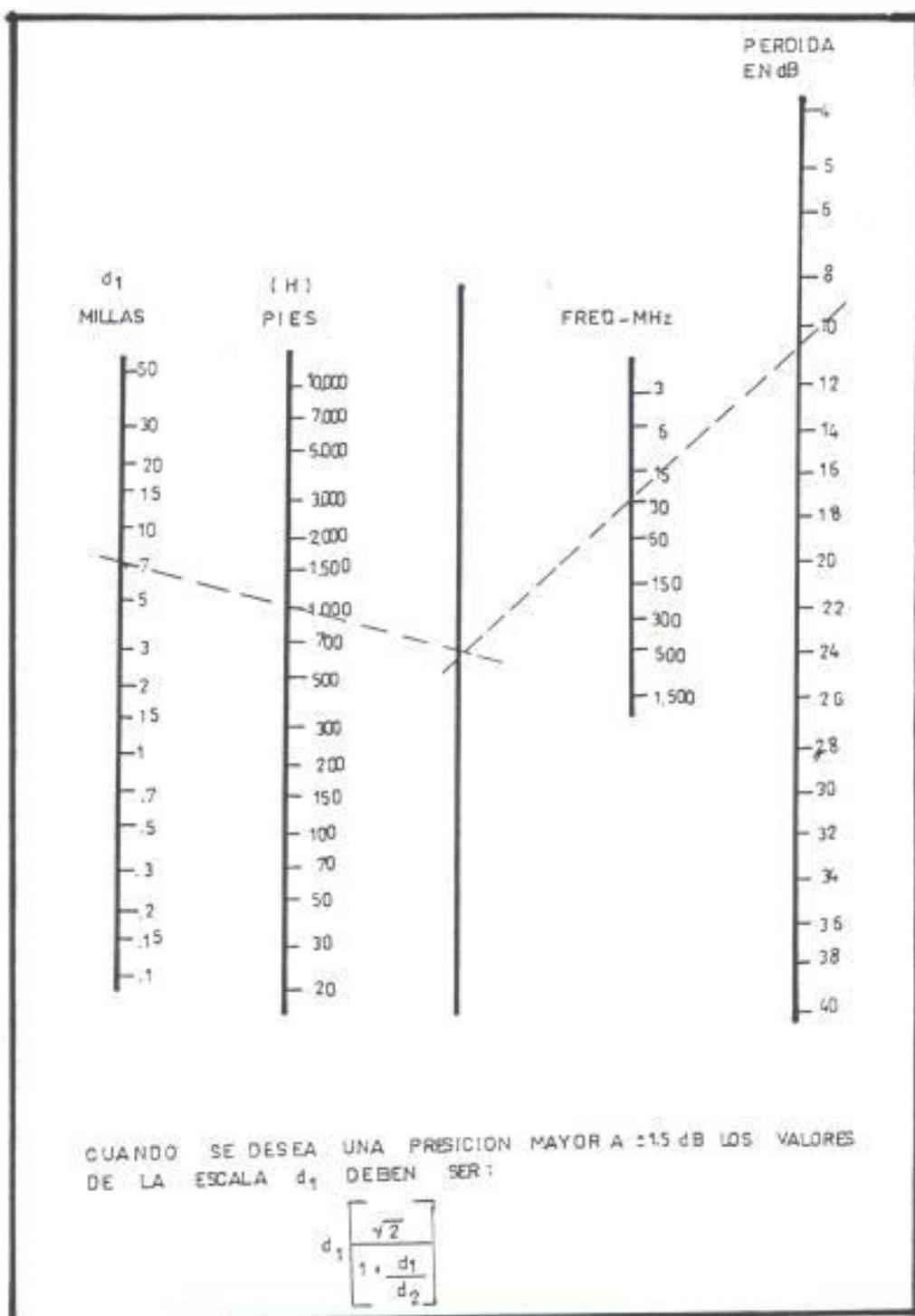


FIG.1.32: PERDIDAS POR SOMBRAS RELATIVAS AL PLANETA TIERRA

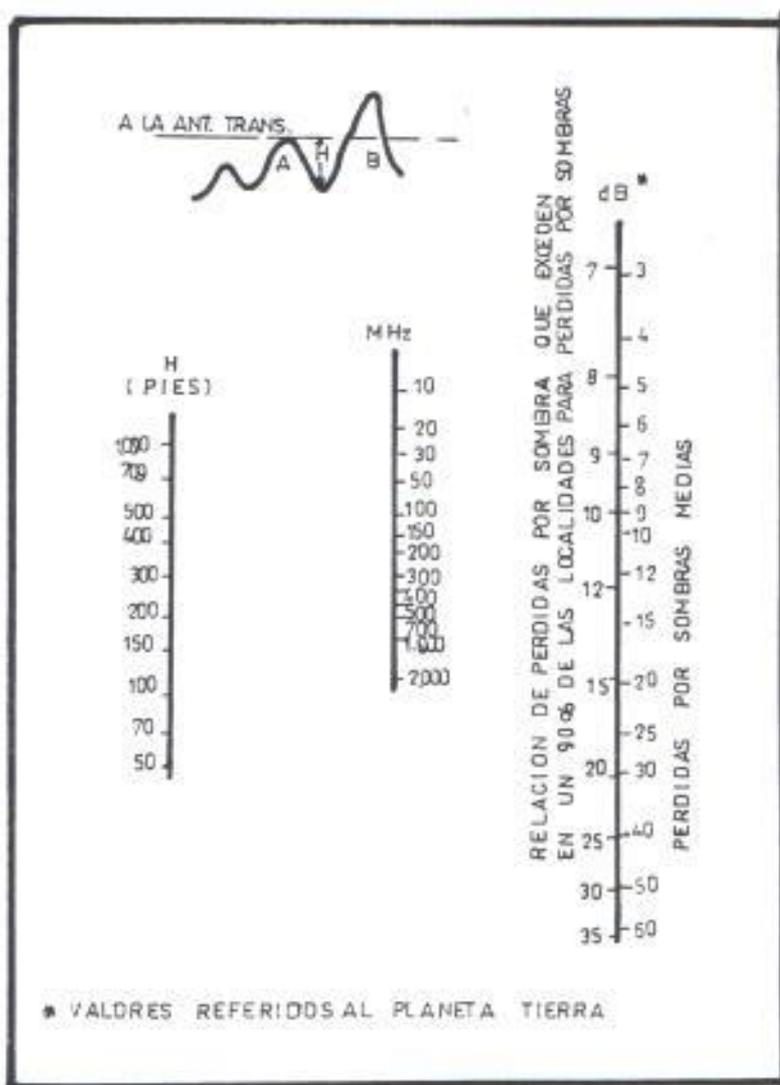


FIG.1.33: DISTRIBUCION ESTIMADA PARA PERDIDAS POR SOMBRA

4. El valor medio para cada uno de los puntos es graficado como función

$$\text{de } \sqrt{H/\lambda}$$

Estas relaciones empíricas están resumidas en el gráfico de la figura No.

1.33. Las escalas del lado derecho indican el valor medio de las pérdidas por sombra, comparadas con los valores del planeta tierra, y la diferencia en pérdidas por sombras a ser esperado por el 90% de los valores medios..

1.2.2. EFECTO DE LOS EDIFICIOS

Las áreas de construcción de edificios tienen un pequeño efecto en la transmisión de radio a la baja frecuencia de unos pocos megaciclos, donde el tamaño de una obstrucción es usualmente pequeña comparada con la longitud de onda y las sombras causadas por las construcciones metálicas y los puentes no son notables, excepto inmediatamente detrás de éstas obstrucciones. Sin embargo, a partir de los 30 Mhz las ondas de radio son absorbidas por estas obstrucciones y las pérdidas por sombras ya no son despreciables, y estos dos tipos de pérdidas tienden a incrementar con el incremento de frecuencia. La atenuación a través de una pared de ladrillo,

por ejemplo puede variar de 2 a 5 dB a 30 Mhz y de 10 a 40 dB de 3000 Mhz, dependiendo de que la pared esté seca o mojada.

Consecuentemente, la mayoría de los edificios son bastante opacos a la frecuencia del orden de los miles de megaciclos.

Las construcciones son más transparente para las ondas de radio que para la tierra sólida, y estas son ordinariamente mucho más disipadas en la ciudad que en el campo abierto. Estos factores tienden a reducir las pérdidas por sombras causadas por los edificios. Por otro lado los ángulos de difracción sobre o alrededor de los edificios son usualmente mayores que en la tierra natural, y este factor tiende a incrementar la pérdida resultante por la presencia de edificios. El dato cuantitativo de los efectos de construcciones indican que el rango de 40 a 450 Mhz no es un cambio significativo de la frecuencia, o al menos, la variación de la frecuencia es algo menor que la raíz cuadrada de la relación notada en el caso de las montañas. La intensidad de campo medio es el nivel de las calles para un punto cualquiera de Manhattan (New York) es alrededor de 25 dB por debajo del valor correspondiente al planeta tierra.

Mediciones en áreas residenciales congestionadas indican algo menos de atenuación que entre grandes edificios. En el reporte de la Ad Hoc Committee mediciones entre 4 y 10 millas del transmisor, las cuales incluyen áreas de grandes edificios y algunas áreas abiertas pero que son principalmente áreas residenciales, muestran valores medios de 4 a 6 dB por debajo de los valores correspondientes al planeta tierra para frecuencias cercanas a 200 Mhz. Recientes mediciones hechas para 850 Mhz muestran valores entre 15 y 26 dB por debajo de los valores para el espacio libre, lo cual corresponde de 10 a 15 dB por debajo de las del planeta tierra.

1.2.3. EFECTO DE ARBOLES Y OTRA VEGETACION

Cuando una antena está rodeada por abundantes árboles y se encuentra por debajo del nivel de estos, el promedio de pérdida a 30 Mhz resultante de los árboles es usualmente 2 o 3 dB para polarización vertical y despreciable para la polarización horizontal. Sin embargo, pueden existir grandes y rápidas variaciones en la intensidad de campo recibido dentro de una pequeña área resultante de un patrón de onda fija debido a las reflexiones de árboles localizados a una distancia de alrededor de 100 pies o más de la antena. A

100 Mhz la pérdida promedio con un cercamiento de árboles puede ser de 5 a 10 dB para polarización vertical y de 2 a 3 dB para polarización horizontal. La pérdida por los árboles se incrementa a medida que la frecuencia se incrementa y cerca de los 300 a 500 Mhz tiende a ser independiente del tipo de polarización. A los 1000 Mhz una densa capa de árboles que bloquee la visión presenta una sólida obstrucción, y la pérdida por difracción sobre o alrededor de estas obstrucciones puede ser obtenida de la figura No. 1.31 y 1.32.

Existe un efecto estacional pronunciado en el caso de los árboles, ya que tienen menos sombra y absorción en los meses de invierno cuando las hojas caen. Sin embargo cuando la ruta a través de los árboles es suficientemente larga esta es oscura y pérdidas de grandes magnitudes pueden ocurrir y el modo principal de propagación puede ser el de difracción sobre los árboles.

Cuando la antena está colocada alrededor de árboles y otras formas de vegetación la intensidad de campo de nuevo depende de la estimación de la altura de la antena sobre las áreas de reflexión y de los coeficientes de reflexión aplicables. Para el aumento de alturas bastante uniforme y para

ángulos cercanos a la incidencia en la vegetación el coeficiente de reflexión puede ser aproximadamente -1 a frecuencias cercanas a 30 Mhz.

CAPITULO II

USO DE DATOS GEOGRAFICOS DIGITALIZADOS PARA PLANIFICAR LA LOCALIZACION DE REPETIDORAS

Existen software que calculan trayectorias de perfiles y atenuaciones de la zona de Fresnel dando enorme flexibilidad en diseño de radiocomunicaciones para evaluar los sitios posibles y planear con facilidad la distribución de la cobertura deseada.

Hubo una vez una tierra en donde todas las repetidoras estaban situadas en los altos de las montañas y todas ellas tenían una gran línea de vista para todos lados. Ningún cliente se quejó y todos los ingenieros vivieron felices para siempre.

Desafortunadamente, las repetidoras no se encuentran en una tierra de fantasía sino que se encuentra en el mundo real con obstrucciones geográficas, pérdidas por sombras y trayectorias de atenuación.

Las zonas y restricciones ambientales suelen limitar las cumbres altas, produciendo costos altos para los mejores sitios. Los terrenos irregulares pueden producir "Huecos" inaceptables en el área de cobertura deseada.

Para poder saltar estos obstáculos y obtener una instalación exitosa se deben seguir ciertos pasos, los mismos que deben ser tomados en cuenta mucho antes de seguir las regulaciones de la FCC y también mucho antes de instalar el primer pedazo de cable coaxial.

La situación del sitio correcto es crítica en cualquier instalación (en especial en la instalación de repetidoras).Una obstrucción entre una repetidora y una unidad móvil que causa una recepción inadecuada es percibida como una recepción pobre entre esa unidad y todas las otras unidades, incluyendo móviles y estaciones bases.

La recepción que se degrada hace parecer como si todo el sistema fuera pobre en todas las áreas de cobertura, situación que seguro generará quejas entre los clientes. Cada sitio que es considerado como posible para la localización de repetidoras puede ser inicialmente evaluado con las siguientes preguntas:

1. Las sombras y pérdidas geográficas degradarán la cobertura en algún sitio de la zona?
2. Si dos ó tres posibles sitios son accesibles entonces cuál cumplirá mejor con las aspiraciones de los usuarios?

3. Cuál es el costo de la compra o arrendamiento de este sitio?

4. Qué tan alto debe ser la torre para dar la cobertura desde ese sitio?. Cuánto costará la torre?

Contestar todas estas preguntas será un trabajo muy difícil sobre todo si algunos sitios potenciales están bajo consideración, la magnitud de esta tarea puede ser abrumadora.

La recolección de trayectoria de elevaciones, el chequeo de obstrucciones en el terreno, la claridad de la zona de Fresnel computarizada y la cuantificación de senderos de trayectoria para docenas de radiales en cada sitio pueden hacer desistir al más persistente de los ingenieros. Pero sin este concienzudo trabajo las decisiones a tomar pueden basarse en juicios o conclusiones no garantizadas.

Las localizaciones estudiadas deben ser cuidadosamente comparadas para determinar cual sitio obtendrá la mejor cobertura a menor costo. No deben existir coberturas manchadas ó inadecuadas para evitar quejas de los clientes.

Pero también una claridad perfecta pero muy cara y sobrediseñada, la falta de acabado en un análisis de terreno y cobertura pueden crear un fracaso económico en un nuevo servicio.

Como ejemplo:

La figura 2.1 muestra un ejemplo trivial de 3 sitios posibles intentando cubrir 4 áreas específicas. La confusión de las líneas cruzadas es solo el principio de todo el trabajo que tendremos que realizar para obtener una evaluación aceptable de cada sitio.

Los sitios potenciales deben ser evaluados cuidadosamente y todos los costos deben ser considerados.

Por ejemplo un sitio con una tasa de arrendamiento pequeña puede requerir una torre muy alta ó una antena muy sofisticada para suministrar la cobertura deseada produciendo costos tan altos que daría lo mismo el arrendar un lugar más caro.

La determinación de la cobertura equivalente puede ser hecha después de un estudio de trayectoria y sombras extensivo hecho en cada sitio de cobertura de la repetidora. Generalmente dos sitios nunca suministran la misma cantidad de cobertura, aún cuando elevadas torres se usan para evitar las diferencias de coberturas, causadas por las

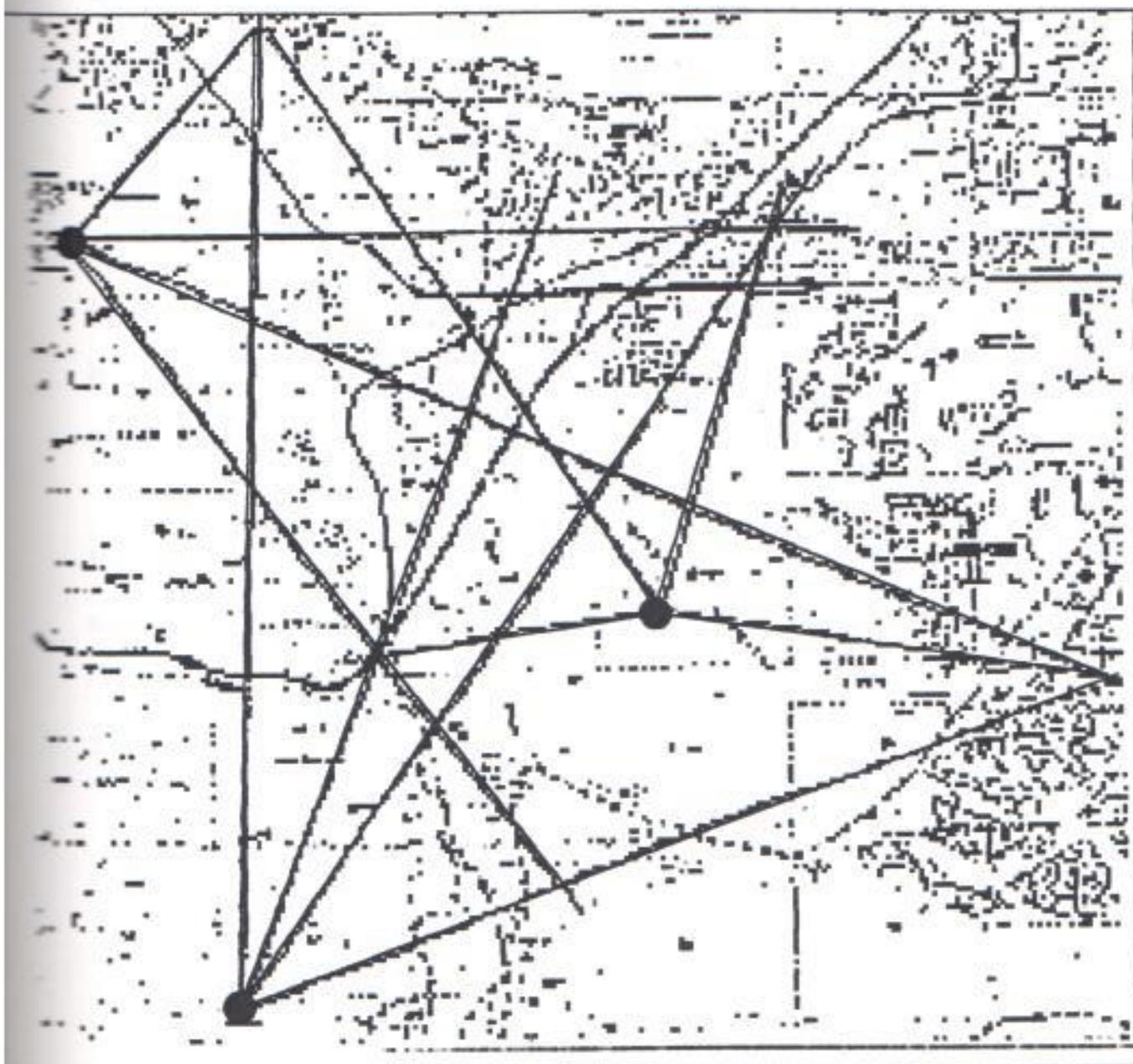


Figura 2.1.- Tres sitios potenciales que intentan cubrir cuatro áreas. La confusión de líneas que se genera en el camino es solamente el principio de la cantidad de trabajo requerido para obtener una adecuada evaluación de cada sitio.

variaciones del terreno. Cuidadosos estudios suministran una comparación objetiva de varios sitios para revelar las ventajas y desventajas de cada localización.

Si encontramos zonas manchadas después de que se ha terminado la construcción, obtendremos una mala reputación. En lo subjetivo las frases como "subámosle 75 pies más a la torre para que estemos seguros" pueden asegurar que un sistema funcione pero los costos pueden elevarse miles de dólares más de los que necesarios y lo correcto es que el sistema funcione bien y sea proporcional al costo.

Una base de datos con trayectoria geográficas digitalizadas reemplaza un largo y tedioso trabajo por apenas unos cuantos minutos de operaciones matemáticas computarizadas.

2.1. EL ACERCAMIENTO DIGITAL

Una forma tradicional para la evaluación de un sitio involucra el examinar mapas topográficos del área para comparar sitios de elevación, obstrucción en el terreno y las áreas de cobertura deseada.

Esto puede ser tedioso, crear fatiga ocular y acarrear errores por la lectura de miles de curvas de elevación. Las bases de datos geográficos digitalizados reemplazan un

largo y tedioso trabajo por apenas unos cuantos minutos de cálculos computarizados.

Tanto los cálculos de la zona de Fresnel como los cálculos de los radios de claridad, incluyendo las curvas de interpolación que sirven para determinar los senderos de pérdidas y sombras son realizados en segundos sin esfuerzos.

Con estas herramientas, tanto el tiempo como el talento de los ingenieros pueden ser enfocados a evaluar e interpretar en vez de ser malgastados, mirando, marcando y tabulando minúsculos mapas con datos de elevación.

Evaluando y comparando muchos sitios potenciales empezaremos una tarea manejable. Un análisis numérico y geográfico de cada trayectoria ayuda al ingeniero a comparar las localizaciones y a determinar las facilidades requeridas en cada zona para alcanzar la cobertura deseada.

Aunque fuera un solo sitio el que va a ser considerado, un exhaustivo estudio debe ser realizado para obtener un óptimo diseño en la combinación de la altura de la torre y la potencia de la antena de transmisión.

Aunque los servicios de mercado, pagos por minutos, suministran ciertos datos topográficos. Una base de datos de alta resolución, está disponible para las computadoras personales permitiendo a cada usuario tener una manipulación de datos en su propia casa.

Cuando un sistema de base de datos es manejable desde su casa , pueden ser realizados múltiples estudios las veces que sean necesarios. Optimos sitios de selección y facilidades de diseño pueden ser realizados sin continuos cálculos de distancias y cargas de conexión.

2.2 USANDO LA BASE DE DATOS

Aquí hay un ejemplo de como la base datos puede ser usada ventajosamente en la evaluación de un sitio.

* Selección de sitios potenciales *

Si un área está apta para el desarrollo de sitios de repetidoras, seguro será considerada. Pero un área no apta, también debería ser considerada en especial si el área apta para el desarrollo está muy congestionada.

El uso de base de datos digitalizadas reemplaza el proceso de selección del lugar en los mapas topográficos. Un plano en tres dimensiones del área, es mostrado en la figura 2.2. La vista tridimensional ayuda a visualizar las generalidades del terreno y los posibles sitios potenciales para colocar las repetidoras.

La selección inicial de sitios potenciales, en especial en un área no familiarizada, suele ser fácil con un plano tridimensional en vez de tratar de visualizarlos en un mapa topográfico.

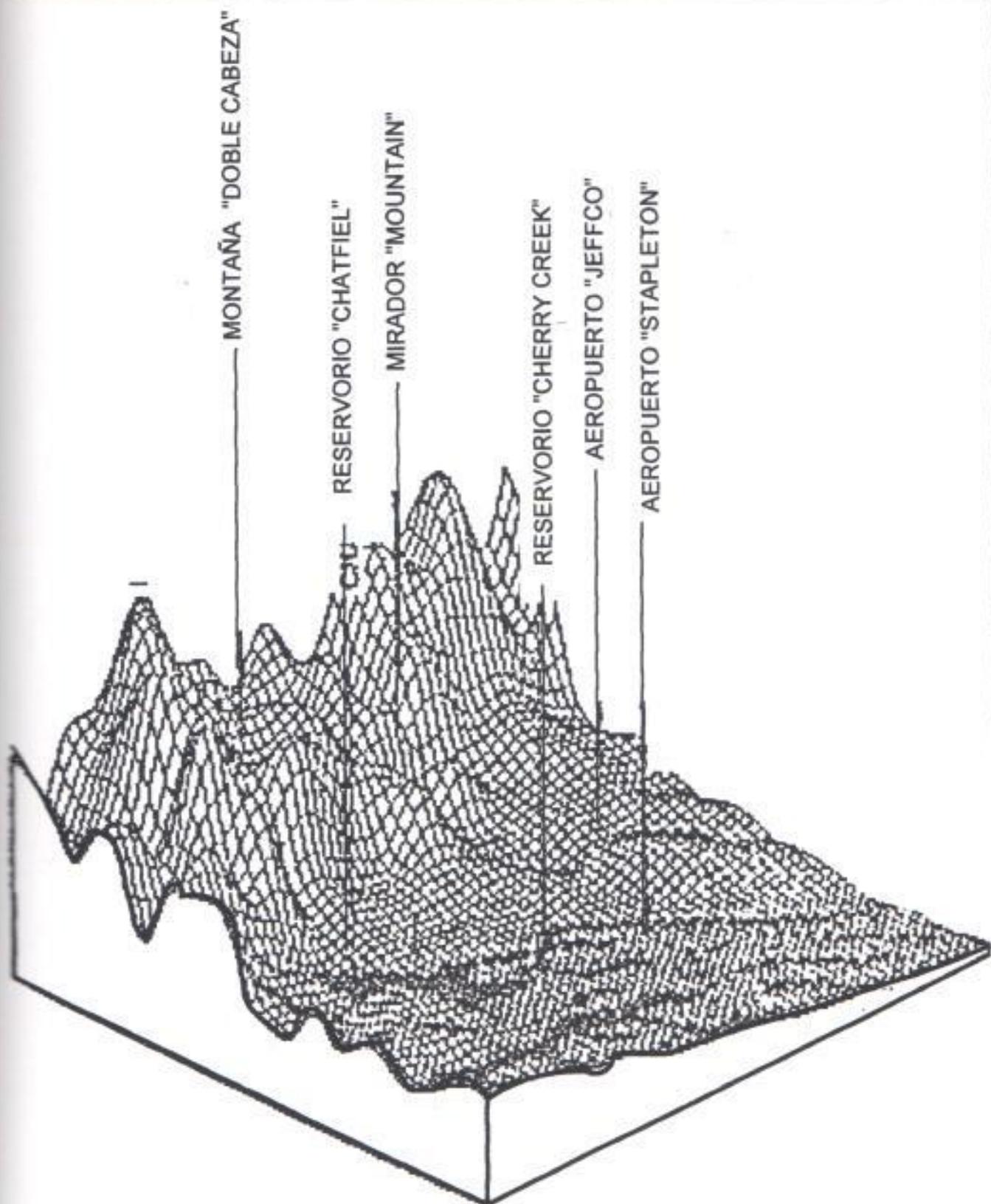


Figura 2.2 .- Un gráfico en tres dimensiones realizado por una base digitalizada de datos de terreno es un complemento para el examen inicial de posibles sitios en el proceso de selección. La vista ayuda a visualizar el terreno en general y los posibles sitios dónde pueden ir ubicadas repeticoras

2.3 DEFINICION DE LAS AREAS DE COBERTURA

Para definir las áreas de cobertura debemos tomar en consideración los siguientes aspectos:

1. El reconocer las áreas críticas, como una zona financiera, una supercarretera o una zona suburbana.
2. Incluir áreas las cuales sabemos o sospechamos que resultarán problemáticas para la cobertura desde el sitio en consideración.
3. Si otras repetidoras operan en la zona, identificar áreas que sabemos tienen una pobre recepción para estos sitios.
4. Detallar las trayectorias estudiadas y concentrarse en esas áreas.
5. Seleccionar radiales que atraviesan las poblaciones y ciudades.
6. Seleccionar los radiales representativos para usarse en el estudio de cada área de servicio con móviles.

Debido a que las elevaciones en los terrenos difieren extensamente la separación entre radiales de cobertura debe estar entre 5 y 7 grados, dependiendo de la topografía del terreno.

Si el terreno es demasiado borrascoso la separación entre radiales debe ser aún más cerrada. La figura 2.3 muestra 5 ejemplos de radiales.

La base de datos geográfica también nos ayudará a visualizar las áreas adecuadas así como las áreas aisladas de particular interés. Al usar superficies en tres dimensiones se revelarán inmediatamente los grandes problemas, tales como obstrucciones geográficas que no son fáciles de detectar en contornos topográficos.

2.4 GRAFICOS DE PERFILES RADIALES

Para graficar los perfiles radiales debemos tomar en consideración los siguientes puntos:

1. Extraer los valores de la base de datos.
2. Leer y extraer valores de la base de datos para compararlos con los valores que dan los mapas topográficos.

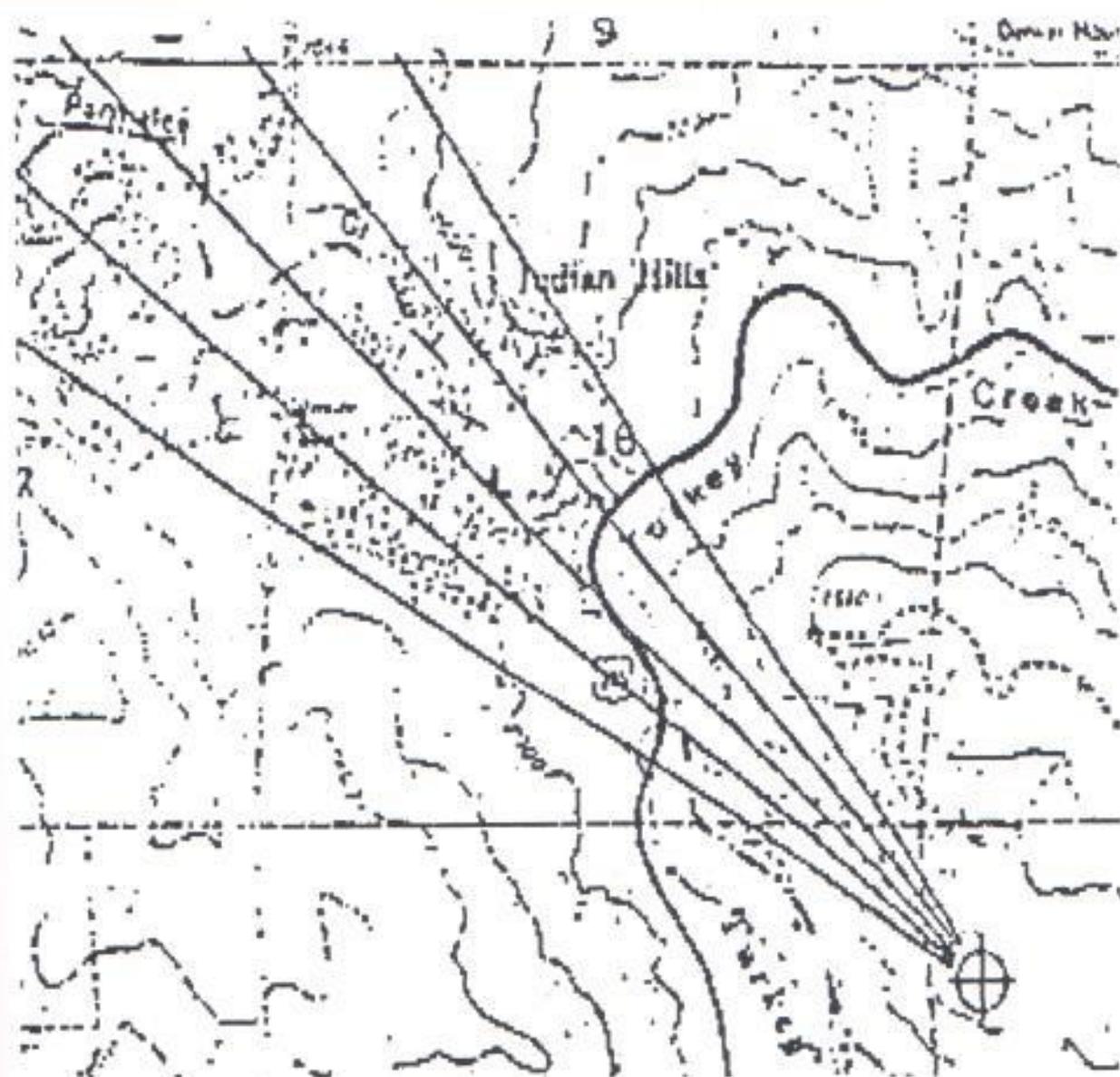


Figura 2.3.- Debido a que las elevaciones pueden diferir mucho, los radiales en un área determinada generalmente deben estar separados de 5 a 7 grados dependiendo de la topografía del lugar. Si el terreno estudiado es muy rugoso los radiales deben ser más cerrados todavía. En el diagrama se muestran cinco radiales

Ninguna base de datos es perfecta, por lo que es posible corregir ciertos datos de elevación mediante un reconocimiento normal. Para trayectorias críticas, los mapas exactos de las elevaciones pueden sustituirse por valores interpolados desde la base de datos. Estas precauciones extras aseguran la mejor posición en el mapa desde la base de datos. Estos procesos de corrección de picos son requeridos cuando se usa una base de datos con una resolución de 30 seg, debido a que los datos de la base de datos están aproximadamente apartadas media milla.

Las correcciones manuales son mucho menos críticas, en la base de datos de 3 seg, puesto que la elevación entre puntos es cada 200 pies ó cada 300 pies.

Además es importante el corregir manualmente los datos de elevación y así relacionar otras obstrucciones tales como árboles o construcciones hechas por el hombre.

Un mapeo radial de distancia vs elevaciones corregirán la curvatura de la tierra.

Los valores de elevación son corregidos por medio de la fórmula:

$$E_{\text{corr}} = E + (78,5 K) \times 10^{-3} \times D \times (P-D)$$

donde

E_{corr} = Es la corrección del mapa en elevación

E = Es la elevación en metros

K = Es la curvatura de la tierra ($4/3$)

D = Es la distancia desde el sitio de transmisión hasta el punto (en Km)

P = Es la distancia desde el sitio de transmisión hacia el fin de trayectoria (en Km)

La figura 2.4 muestra un mapa de trayectoria de perfiles sin curvatura de la tierra generalmente llamado mapa en "tierra plana".

Una comparación entre las figuras 2.4 y 2.5 donde se incluye la corrección de la curvatura de la tierra muestra la importancia de la corrección. Naturalmente el efecto de la cobertura de la tierra se pronunciará en las trayectorias más altas.

Después de que las trayectorias de perfiles han sido graficadas, la línea de vista puede ser adherida junto con la respectiva zona de Fresnel para la frecuencia específica. La zona de Fresnel puede ser divisada como una envoltura simétrica alrededor de la línea de vista, la envoltura tiene un ancho máximo en el centro de la trayectoria de la línea de vista.

TERRAIN PROFILE GRAPH

Azimut 100.0

Bear Mountain
Denver, Colorado

Bear Mountain Site
35:37:23.4 105:17:22.6

* Center of Radiation: 2600.94 m MSL

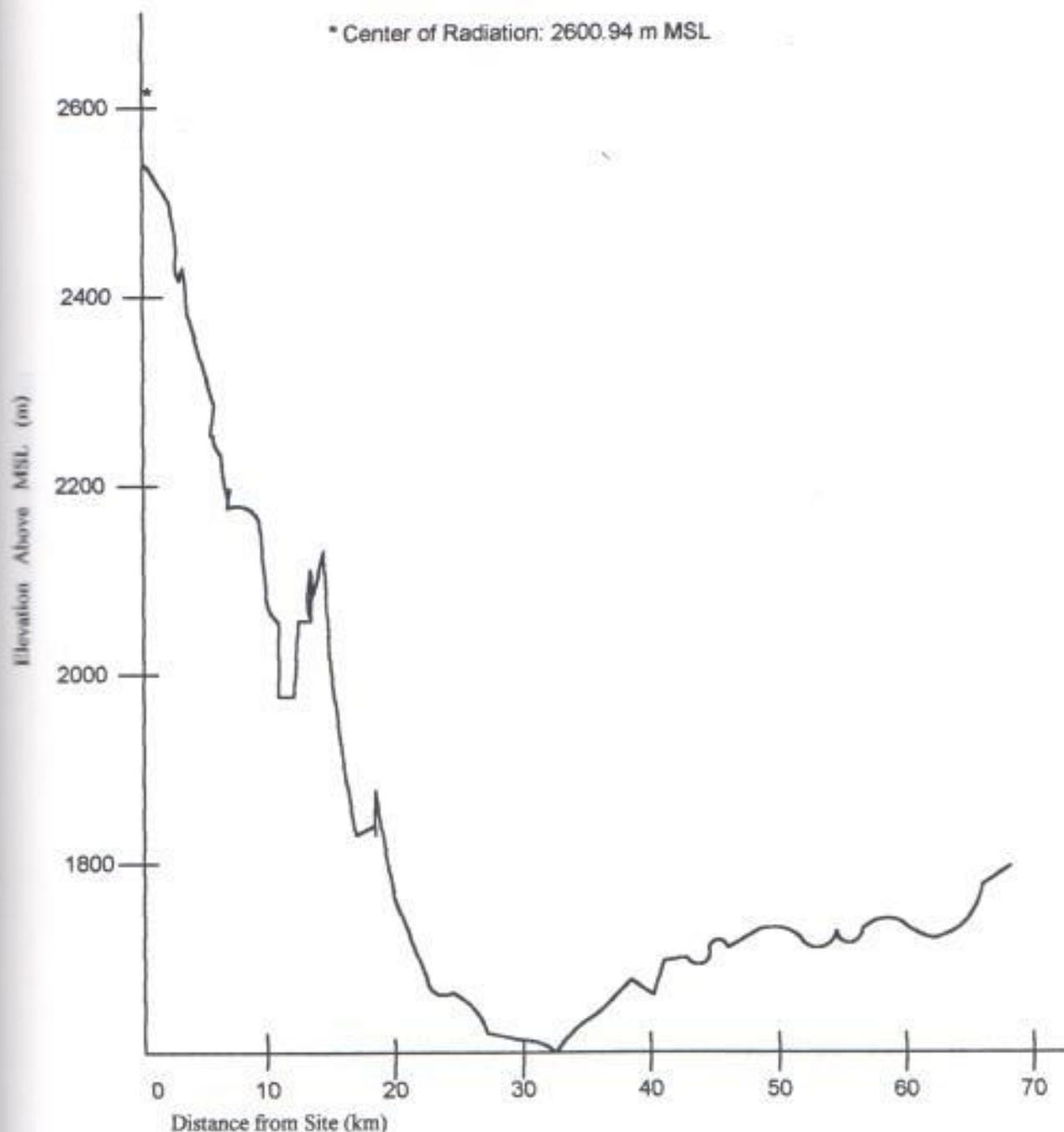


Figura 2.4.- Compare este gráfico hecho sin la corrección de la curvatura de la tierra, también llamado gráfico de "tierra plana" con la figura 1.5

TERRAIN PROFILE GRAPH Azimut 100.0

Bear Mountain
Denver, Colorado

Bear Mountain Site
35:37:23.4 105:17:22.6

* Center of Radiation: 2600.94 m MSL

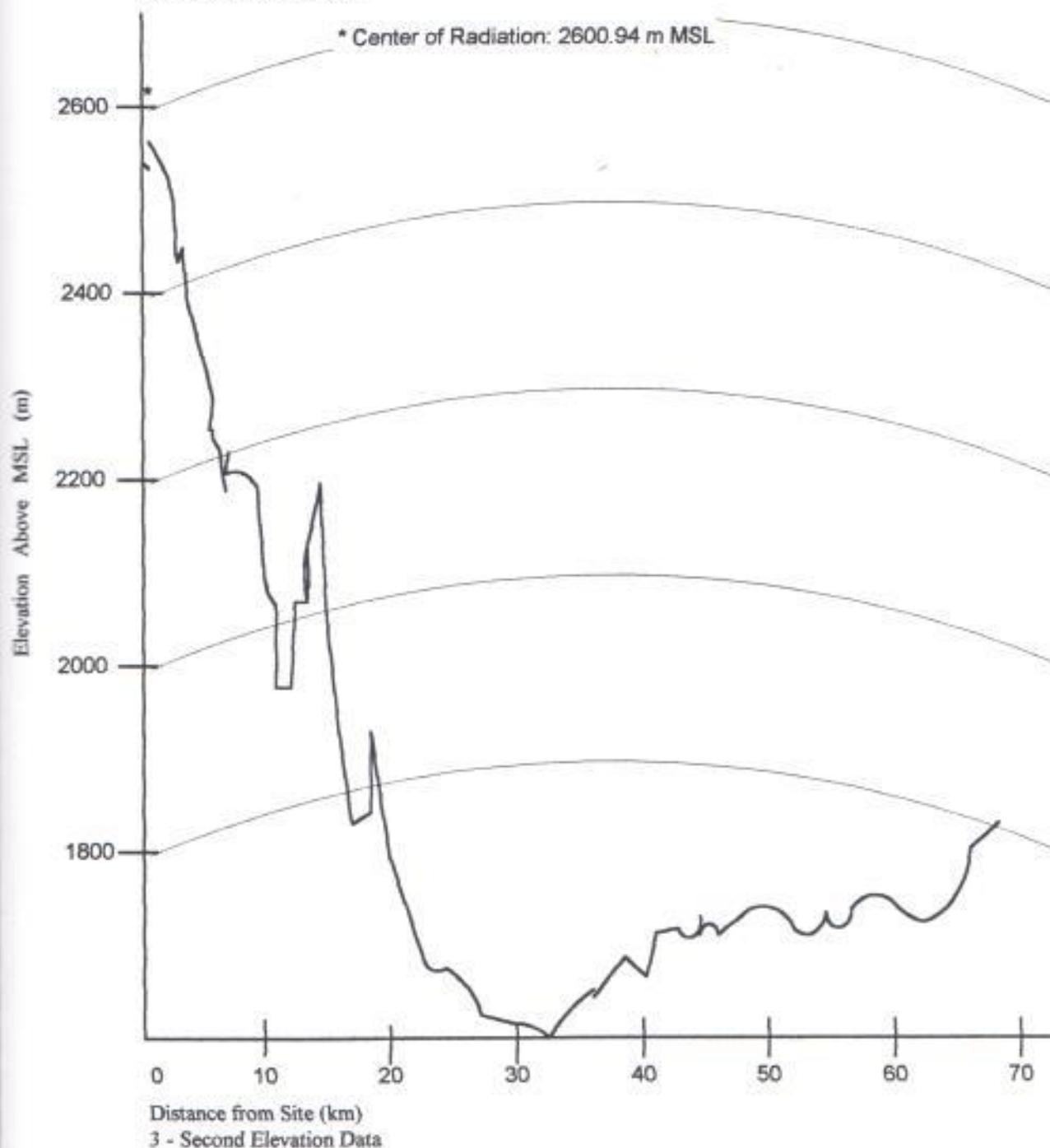


Figura 2.5 .- Este gráfico incluye la corrección de $\frac{4}{3}$ de la curvatura de la tierra para ilustrar la importancia de ésta corrección. Naturalmente el efecto de la curvatura de la tierra se verá más

La antena de transmisión tiene una anchura de energía alrededor de la línea de vista de aproximadamente 0,6 del valor de la zona de Fresnel. La zona de Fresnel es una función de la frecuencia y de la distancia a lo largo de la trayectoria. La cual es calculada por la fórmula:

$$\sqrt{\frac{W \times D1 \times D2}{D1 + D2}}$$

Donde :

W = Es la longitud de onda de la frecuencia de operación

D1 = Es la distancia desde el transmisor hacia el punto en consideración

D2 = Es la distancia desde el punto hacia el fin de la trayectoria. Note que D1+D2 es el total de longitud de la trayectoria, todos los valores de longitud de onda y distancia deben ser expresados en las mismas unidades.

Para cada punto de la trayectoria, se calcula la claridad entre las elevaciones corregidas de la base de datos y la línea de vista es calculada.

Si la claridad es menor a 0,6 para la primera zona de Fresnel, el radio entre la claridad actual y el valor de la zona de Fresnel es usado para determinar la atenuación de señal resultante de la obstrucción.

Luego este radio es usado en la lectura de curvas de atenuación.

La figura 2.6 muestra un mapa con un perfil de trayectoria y una línea de vista con una zona de Fresnel adherida.

2.5 LA RESOLUCION DE LA BASE DE DATOS

Las bases de datos digitalizadas vienen en distintas resoluciones las cuales se definen como una parrilla con latitudes y longitudes con puntos de muestra cada 30 ó 3 seg dependiendo del tipo de aplicación a usar.

Por ejemplo la figura 2.7 muestra 2 mapas de radiales, la una a 30 seg y la otra a 3 seg. La ilustración muestra la importancia de usar base de datos de 3 seg puesto que en el mapa de 30 seg la obstrucción parecería no afectar la línea de vista cuando en realidad si lo hace. La obstrucción se muestra claramente en la base de 3 seg.

Las bases de datos de 30 seg son usadas para promediar datos la misma que debe ser aprobada por la F.C.C. Una típica aplicación para estas bases de datos son cálculos promedios de la altura del terreno.

TERRAIN PROFILE GRAPH Azimut 100.0

Bear Mountain
Denver, Colorado

Bear Mountain Site
35:37:23.4 105:17:22.6

* Center of Radiation: 2600.94 m MSL

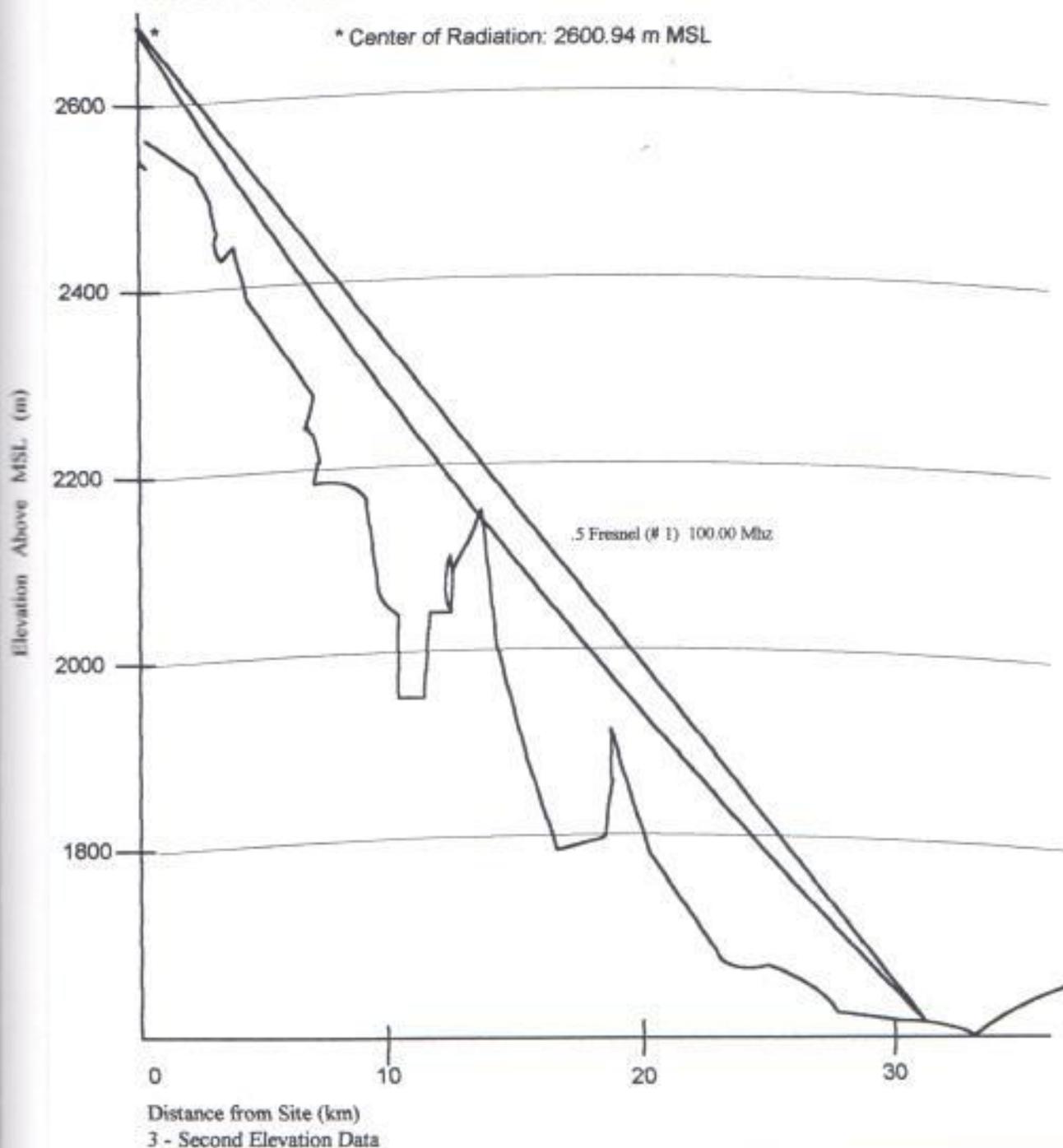


Figura 2.6.- Tomando el gráfico un paso más adelante, el diagrama mostrado incluye el trazado de la línea de vista y una zona de Fresnel, factores que deben ser considerados en los cálculos de pérdidas para el área elegida.

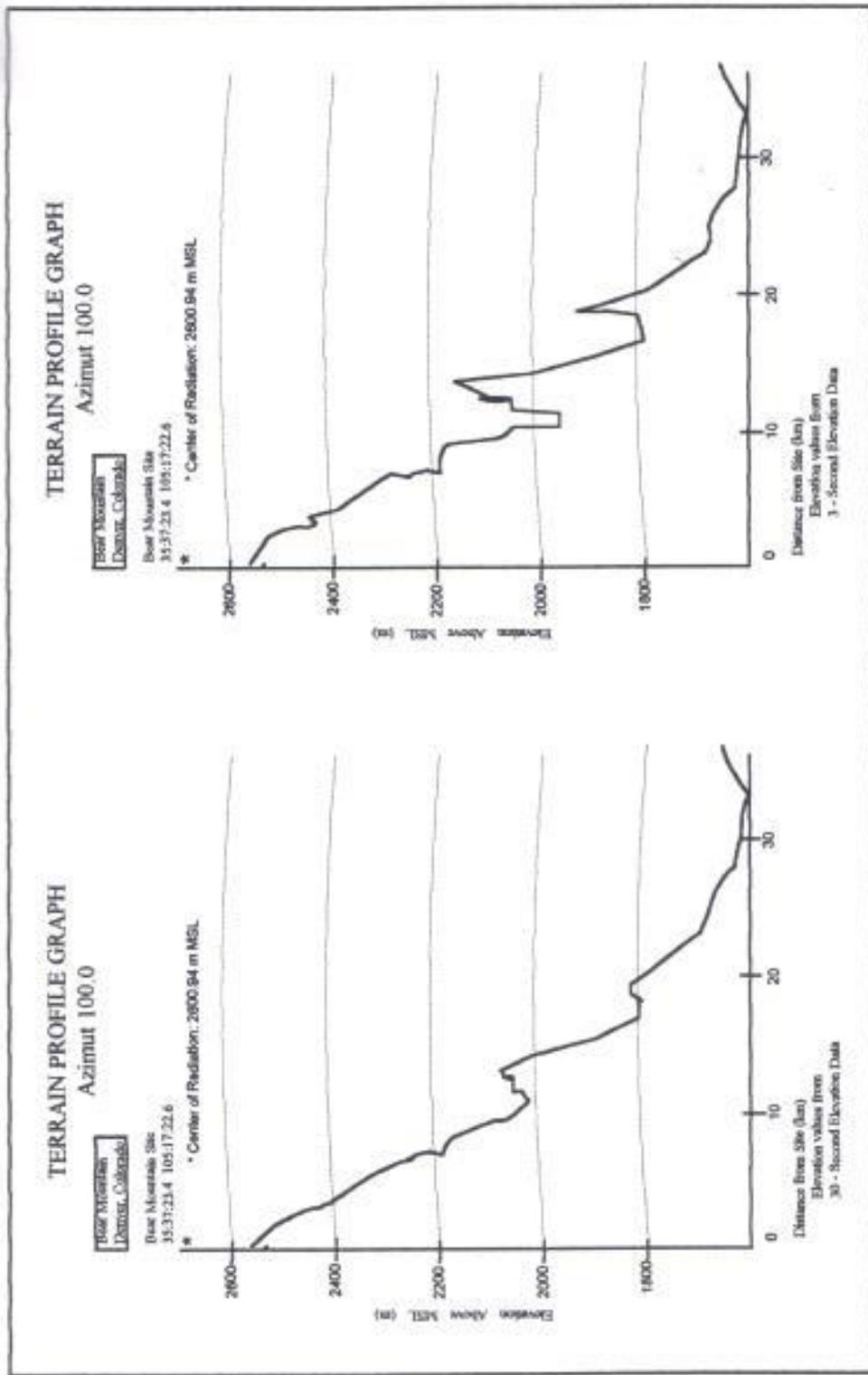


Figura 2.7.- La figura muestra el mismo radial dibujado con una base de datos a 30-segundos y otro con una base de datos a 3-segundos. Esto muestra la importancia de usar una base de datos a 3-segundos para detallar las trayectorias estudiadas, porque una trayectoria con línea de vista aparentemente sin obstrucciones con datos a 30-segundos puede presentar datos erróneos al graficarlos con una base de datos para gráficos de mayor resolución como son las de 3-segundos.

Cuando hemos completado el mapa del terreno incluyendo la zona de Fresnel, el campo libre calculado dentro del área de cobertura puede ser manipulado para calcular la trayectoria de pérdidas.

La altura de la antena, la potencia efectiva radiada, el diseño de antena, etc, pueden ser ajustada ó para obtener la combinación más económica para producir la intensidad de campo requerida.

Usando una base de datos geográficos y un software que determine la zona de Fresnel y las pérdidas, podremos ajustar los demás elementos obteniendo como resultado una cobertura computarizada con diseño óptimo y menor tiempo.

La fig 2.8 ilustra las trayectorias posibles para 3 distintas alturas de una misma torre de antena. Para la trayectoria A observamos una gran pérdida por obstrucción debido a la baja altura de la torre.

La torre C que es la más alta suministra una claridad mucho mayor a la necesaria incrementando los costos mientras que la trayectoria B que es de mediana altura proporciona una claridad adecuada con costos aceptables ahorrandonos miles de dólares en comparación con la torre más alta.

TERRAIN PROFILE GRAPH

Azimut 97.0

Bear Mountain
Denver, Colorado

Bear Mountain Site
35:37:23.4 105:17:22.6

* Center of Radiation: 2650.94 m MSL

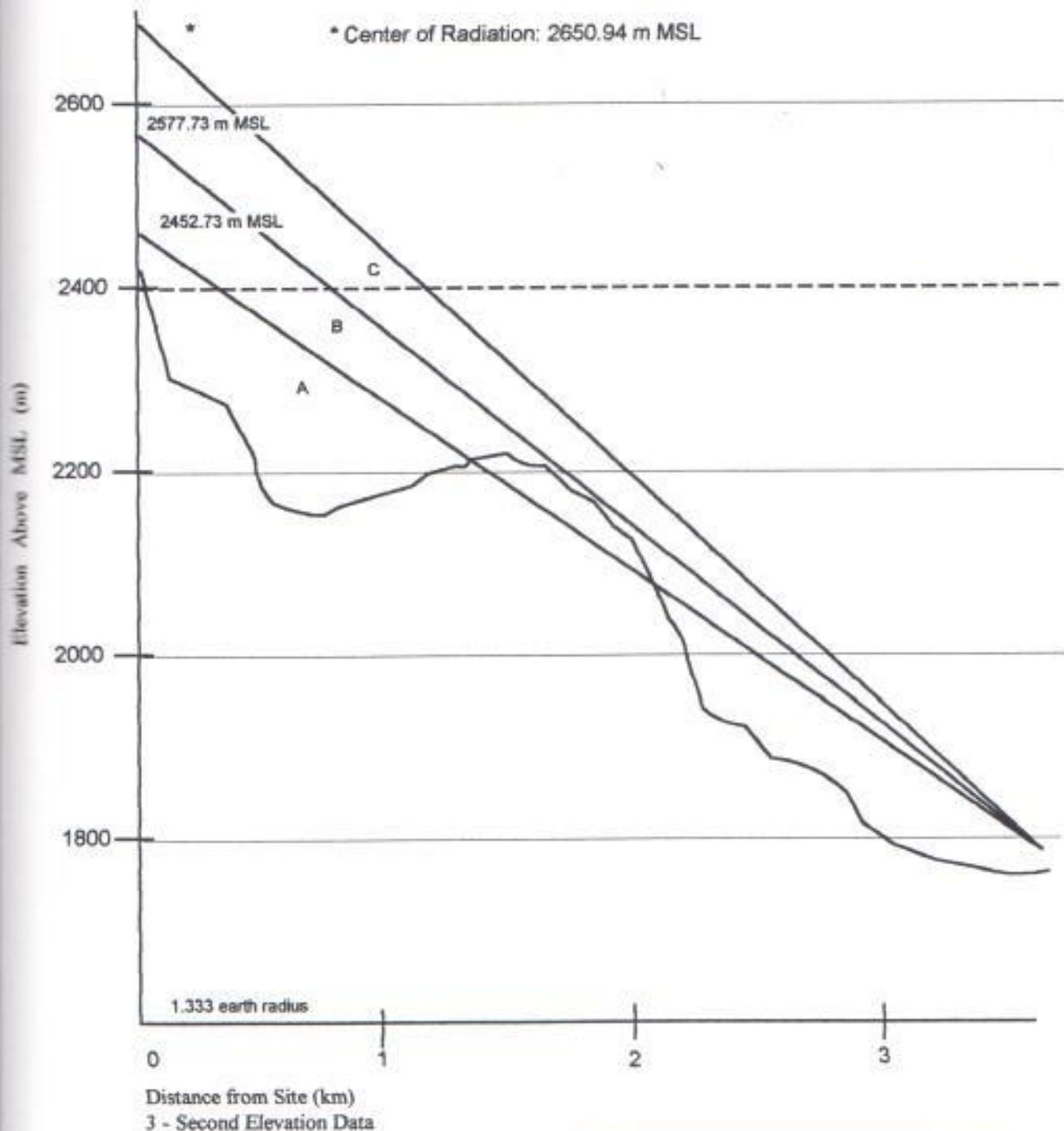


Figura 2.8.- Se puede variar sobre el mismo gráfico la altura de la torre para evaluar su altura óptima. El camino (A) asegura pérdidas por obstrucción. El camino (C) proporciona más claridad que la necesaria y subsecuentemente incrementa el costo de la torre, El camino (B) ofrece una adecuada claridad a un costo de varios cientos de dólares menos que la torre más alta.

Note que en la fig 2.8 sólo se muestran las trayectorias para la línea de vista omitiendo la zona de Fresnel para cada trayectoria como forma de simplificación.

Aún sin incluir la altura de la torre se puede considerar una trayectoria no obstruida y completar la claridad en la zona de Fresnel, una comparación similar puede ser usada para determinar la altura necesaria en la torre de recepción.

Debido a que los espacios libres computarizados no sufren cambios considerables, un cambio esencial en la altura de la torre ajustaría la zona de Fresnel y la atenuación resultante de la obstrucción.

Con los cambios de la altura de la torre y recalculando la trayectoria de la zona de Fresnel se determina una configuración aceptable.

2.6 COMPARACION DE RESULTADO

Con numerosos estudios punto a punto una acumulación de resultados pueden ser combinados para obtener una vista de la cobertura a utilizar, usando la base de

datos y un apropiado software. Una gran cantidad de información es generada la misma que no podrían obtenerse con un método manual.

Por ej, los estudios de trayectoria pueden ser usados como una función para calcular atenuaciones y valores de campo de cobertura para distancias que llegan hasta los 40 ó 50 Km con muestreos cada 0.5 Km, con 72 radiales alrededor del sitio separadas a 5 °. Esta cantidad de información puede ser graficada para suministrar claridad y representación gráfica de las posibles áreas de cobertura en todas las direcciones.

Los cálculos de los campos de intensidad ajustados a la atenuación del terreno, pueden ser graficados mostrando líneas de igual intensidad de campo como se muestra en la fig 2.9, siendo este mapa comunmente llamado mapa " de sombra ". Este tipo de mapa reemplaza a los mapas topográficos de elevación. El cual consiste en numerosos contornos cerrados, áreas donde inusualmente los bajos campos de intensidad están aislado para futuras investigaciones.

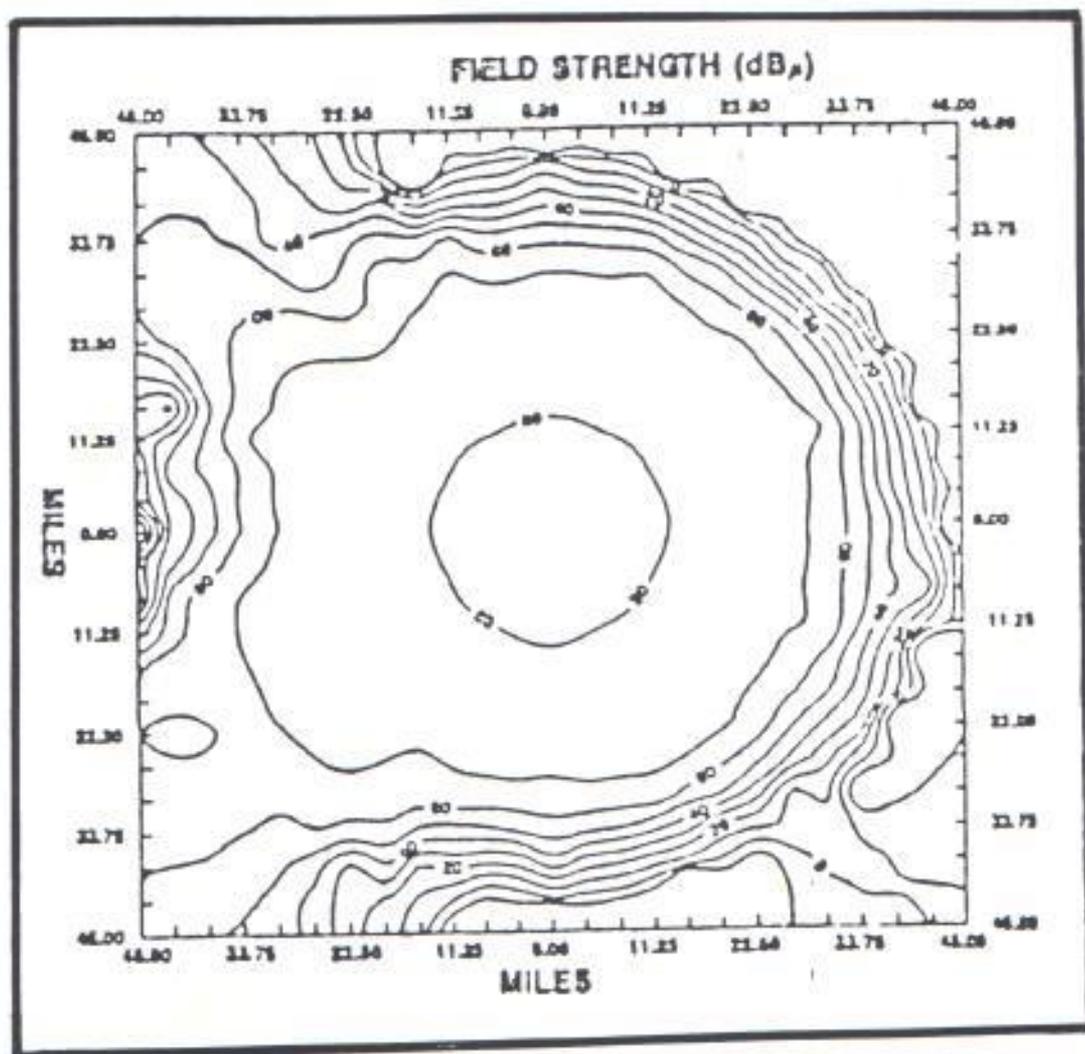


Figura 2.9 .- Un "Mapa de Sombra" de la potencia del campo computado ajustado para atenuaciones de terreno muestra líneas de igual potencia de campo.

2.7 MAPA DE 3 DIMENSIONES

La representación más efectiva e ilustrativa de una intensidad de campo computarizada es un mapa en 3 dimensiones el cual muestra los campos altos y bajos. La gran cantidad de datos de los distintos tipos de elevación que se requieren para este tipo de mapa demandan el uso de una base de datos computarizada.

La fig 2.10 muestra un ejemplo de un mapa de 3 dimensiones con campos de intensidad en los alrededores del sitio. En el mapa en la fig 2.10 requieren aproximadamente 7200 ptos de elevación para el cálculo de la atenuación, demasiados puntos que están más allá del alcance de un simple mapa hecho de forma manual.

Un mapa de 3 dimensiones puede ser rotado y puede ser visto desde cualquier azimub de elevación, haciendo fácil detectar una área reducida de cobertura y huecos que podrían necesitar mayor estudio.

Como vimos anteriormente este estudio, es más beneficiosos cuando los valores de elevación están basados en una base de datos con una resolución de 3 seg.

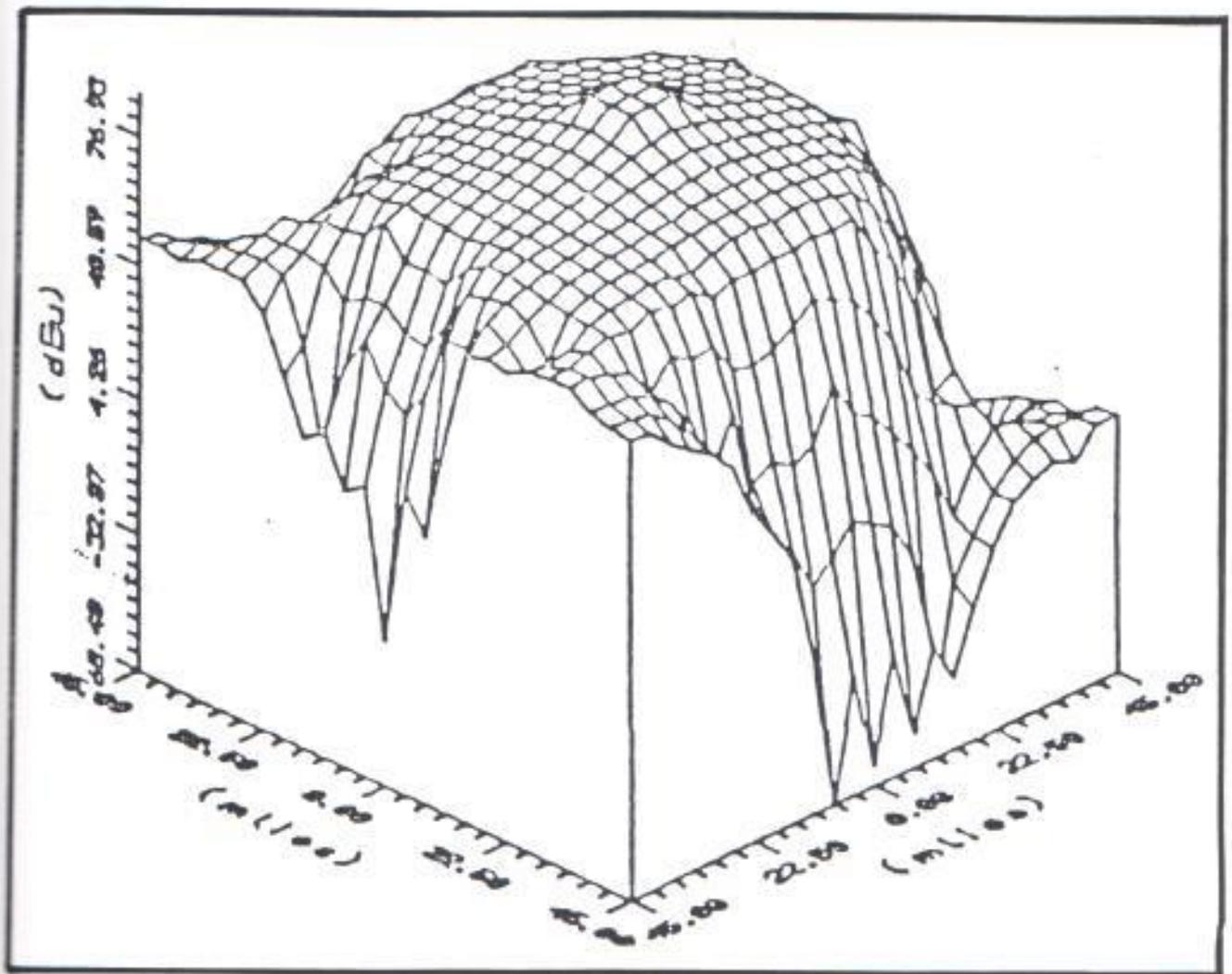


Figura 2.10.- Un gráfico en tres dimensiones de la potencia del campo computado alrededor de un sitio puede ser rotado y ver para algún azimut o elevación, haciendo fácil notar áreas de reducida cobertura.

El mapa en 3 dimensiones es una herramienta totalmente analítica usada por los ingenieros. Esto es importante para presentar una propuesta fácil a los inversionista.

El tratar de explicar los valores de intensidad de campo a una audiencia no técnica puede ser algo sumamente frustrante. Un mapa similar al mostrado en la fig 2.10 puede comunicar inmediatamente la diferencia de cobertura entre sitios. También se puede comunicar las diferencias entre “antes y después “ de las propuestas con un mayor grado de facilidad.

2.8. EJEMPLOS DE BASES DE DATOS PARA ESTUDIOS DE COBERTURA

2.8.1 DRIVE TEST

Las siguientes páginas muestran algunos de los resultados de un Drive Test realizado para una de las empresas que proporcionan servicio celular en Guayaquil.

El Drive Test consiste en una recolección de datos como: el nivel de señal, la ubicación del receptor, el comportamiento de los canales de control de las

celdas, etc., con equipo especial instalado en un móvil capaz de que mientras mantiene la comunicación va leyendo y grabando éstos parámetros.

El móvil recorre la ciudad tratando de cubrir todas las zonas para que el archivo generado contenga datos de toda la zona de cobertura.

Estos datos se usan en el OPAS (the drive data analysis tool), el cual genera gráficos que nos muestran claramente el comportamiento de los canales de control de las celdas durante la comunicación y en el PlaNET (prueba RF para predicciones de propagación) el cual va a generar gráficos digitalizados donde podemos leer mas claramente las zonas de cobertura e identificar en ellos los niveles de señal en cada zona.

Gracias a éstas pruebas se pueden realizar ajustes en los equipos de comunicaciones para mejorar sus niveles de señal e incluso planificar nuevos sitios de creación de celdas para cubrir lugares en donde las celdas ya existentes posean zonas de sombra. (Ver anexo 1)

2.8.2 TERRAIN ANALYSIS PACKAGE (TAP)

A diferencia del Drive Test, el TAP es un programa que no se basa en mediciones experimentales en el sitio de la celda. Este toma datos topográficos para relacionarlos con archivos de pérdidas que tiene como base para sus cálculos. (Ver anexo 2)

Por ésta razón los datos que nos proporciona no son muy cercanos a nuestra realidad, aunque no podemos decir que son incorrectos.

De acuerdo al Drive Test hecho en Guayaquil el promedio en la señal de potencia que se recibe en los móviles es -75 a -80 dBm.

En el TAP el nivel de señal a 7 Km. es 80.64 dBuV/m que en potencia significa -43 dBm , lo que comprueba que nuestro medio ambiente introduce por lo menos 33 dB en pérdidas.

CAPITULO III

PROGRAMA PARA GRAFICAR EL NIVEL DE CAMPO ELECTRICO

3.1. DESCRIPCION

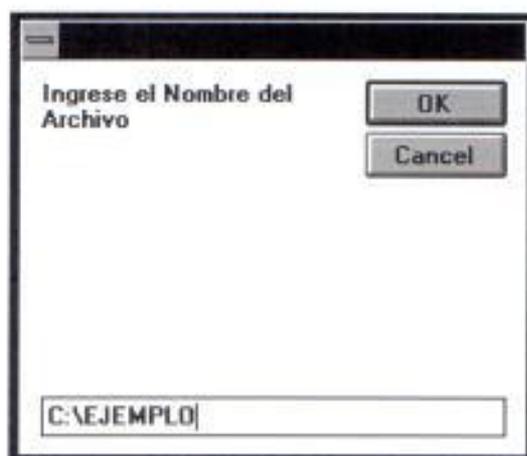
Este programa calcula el patrón de radiación de una antena, podemos obtener del gráfico tanto el Nivel de Recepción en dbm, así, como el Nivel de Campo Eléctrico en dbuV/m.

Este gráfico nos ayudará para tener una idea de los niveles de campo que nosotros podemos esperar obtener en un área específica.

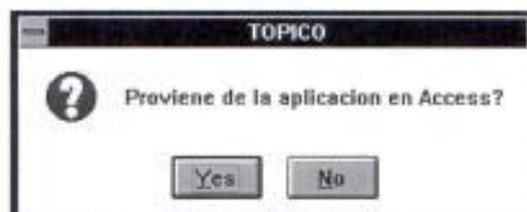
Lo primero que debemos hacer es decidir si se desea un archivo anteriormente grabado.



Luego debemos ingresar el nombre del archivo.



El programa me preguntara si el archivo proviene de la aplicacion Access.



Se procederá a ingresar es el nombre del sitio al cual se le hará el estudio de cobertura, luego ingresaremos la distancia máxima de cobertura a ser graficada en Kms, esta distancia dependerá de la máxima distancia que nosotros consideremos para el tipo de antena, potencia transmitida, lugar topográfico de ubicación de la antena y pérdidas tanto de obstrucción como propias del sistema.

Luego se deberá ingresar el número de radiales a ser graficados, mientras mayor sea el número de radiales se obtendrá una mayor apreciación del patrón de radiación.

The image shows a software window titled "Cálculo de Propagación" (Propagation Calculation). The window contains a section titled "Datos de Cobertura" (Coverage Data) with several input fields:

Label	Value
Descripcion del Lugar	CERRO...
Ingrese la distancia en Km.	10
Ingrese el número de radiales	5
Ingrese la distancia entre mediciones	1
Ingrese la Ganancia de la Antena en dB.	10
Ingrese la Frecuencia en MHz.	860

At the bottom of the window, there are three buttons: "Continuar" (Continue), "Abrir Archivo" (Open File), and "Cancelar" (Cancel).

Esta distancia debe ser ingresada en grados y no mayor a 360° que correspondería a una vuelta completa.

Se deberá ingresar luego la distancia entre mediciones en Kms., si esta es pequeña se obtendrá un gráfico de mayor fiabilidad, ya que se estarán tomando en cuenta la mayoría de las pérdidas por obstrucciones que se podrían dar por efecto de irregularidades en el terreno.

Luego el programa nos pide ingresar la ganancia de la antena y la frecuencia de operación del sistema de comunicaciones, la ganancia de la antena variará según el área de cobertura que esperamos obtener y la frecuencia de operación es propia del sistema de comunicaciones que estemos usando.

Para seguir a la siguiente ventana se deberá hacer click con el ratón sobre la opción continuar o si se desea salir hacerlo sobre la opción cancelar.

Datos de Radiales ✕

Ingrese los datos del radial 2 Azimut

1	<input type="text" value="137.54"/>	dbuV/m	13	<input type="text"/>	dbuV/m	25	<input type="text"/>	dbuV/m
2	<input type="text" value="97.45"/>	dbuV/m	14	<input type="text"/>	dbuV/m	26	<input type="text"/>	dbuV/m
3	<input type="text" value="91.48"/>	dbuV/m	15	<input type="text"/>	dbuV/m	27	<input type="text"/>	dbuV/m
4	<input type="text" value="87.97"/>	dbuV/m	16	<input type="text"/>	dbuV/m	28	<input type="text"/>	dbuV/m
5	<input type="text" value="85.48"/>	dbuV/m	17	<input type="text"/>	dbuV/m	29	<input type="text"/>	dbuV/m
6	<input type="text" value="83.54"/>	dbuV/m	18	<input type="text"/>	dbuV/m	30	<input type="text"/>	dbuV/m
7	<input type="text" value="81.96"/>	dbuV/m	19	<input type="text"/>	dbuV/m	31	<input type="text"/>	dbuV/m
8	<input type="text" value="80.63"/>	dbuV/m	20	<input type="text"/>	dbuV/m	32	<input type="text"/>	dbuV/m
9	<input type="text" value="79.47"/>	dbuV/m	21	<input type="text"/>	dbuV/m	33	<input type="text"/>	dbuV/m
10	<input type="text" value="78.45"/>	dbuV/m	22	<input type="text"/>	dbuV/m	34	<input type="text"/>	dbuV/m
11	<input type="text" value="77.54"/>	dbuV/m	23	<input type="text"/>	dbuV/m	35	<input type="text"/>	dbuV/m
12	<input type="text"/>	dbuV/m	24	<input type="text"/>	dbuV/m	36	<input type="text"/>	dbuV/m

La siguiente ventana nos permite ingresar el primer radial, el ángulo del mismo en grados deberá ser ingresado en el casillero del Azimut. luego se ingresará el Nivel de Campo Eléctrico en dbuV/m, el número de datos que serán ingresados dependerá de la máxima distancia de cobertura y de la distancia entre mediciones, así, si la

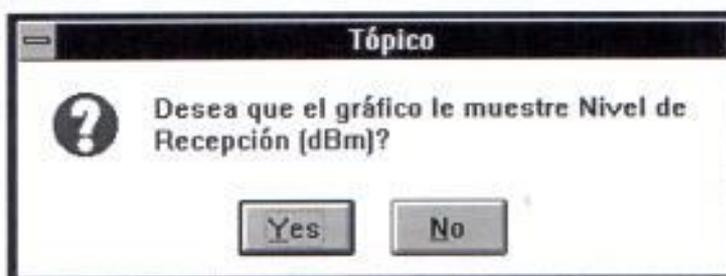
máxima distancia de cobertura es 10 Kms. y la distancia entre mediciones es 2 Kms. el número de datos a ser ingresados será $10 \text{ Kms} / 2 \text{ Kms}$, es decir 5 datos.

Cabe indicar que si nos queremos mover de uno a otro casillero podemos hacerlo con la tecla del TAB o haciendo click con el ratón sobre el casillero deseado, de ésta forma también podemos hacer una corrección si nos hemos equivocado al ingresar algún dato.

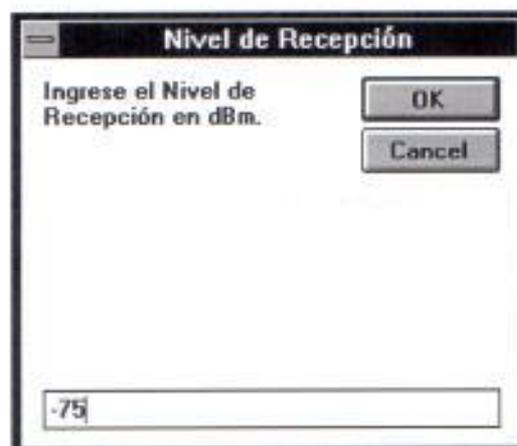
Una vez que hemos terminado de ingresar todos los datos del primer radial podemos continuar con el siguiente haciendo click con el ratón sobre la opción Siguiente.

Luego se ingresarán los datos del segundo radial de idéntica forma como se hizo para el primero, habrán tantas ventanas como número de radiales se especificaron al principio del programa.

Cuando se ha ingresado los datos del último radial aparecerá una pantalla en la cual el programa le preguntará al usuario si desea que el gráfico muestre los datos en dbm, si se elige la opción SI el gráfico aparecerá en dbm, si se elige la opción NO aparecerá en en dbuV/m .

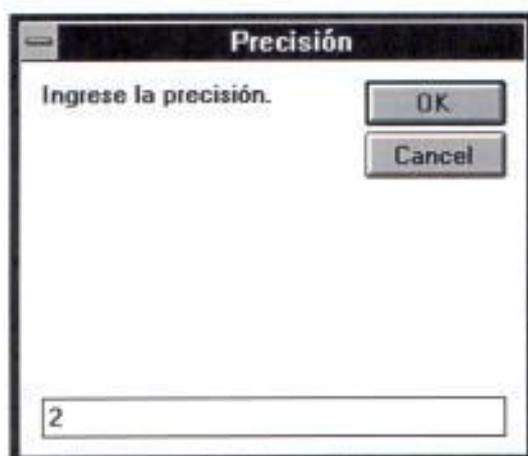


El siguiente paso será ingresar el Nivel de Campo Eléctrico o el Nivel de Recepción a ser graficado, este valor deberá estar en dbuV/m para el primer caso y en dbm para el segundo, para continuar se elegirá la opción OK, caso contrario la opción CANCEL.



Luego se deberá ingresar la precisión de los datos ingresados, esto se lo realiza debido a que si se ingresa por citar un ejemplo un Nivel de Recepción de -80 dbm,

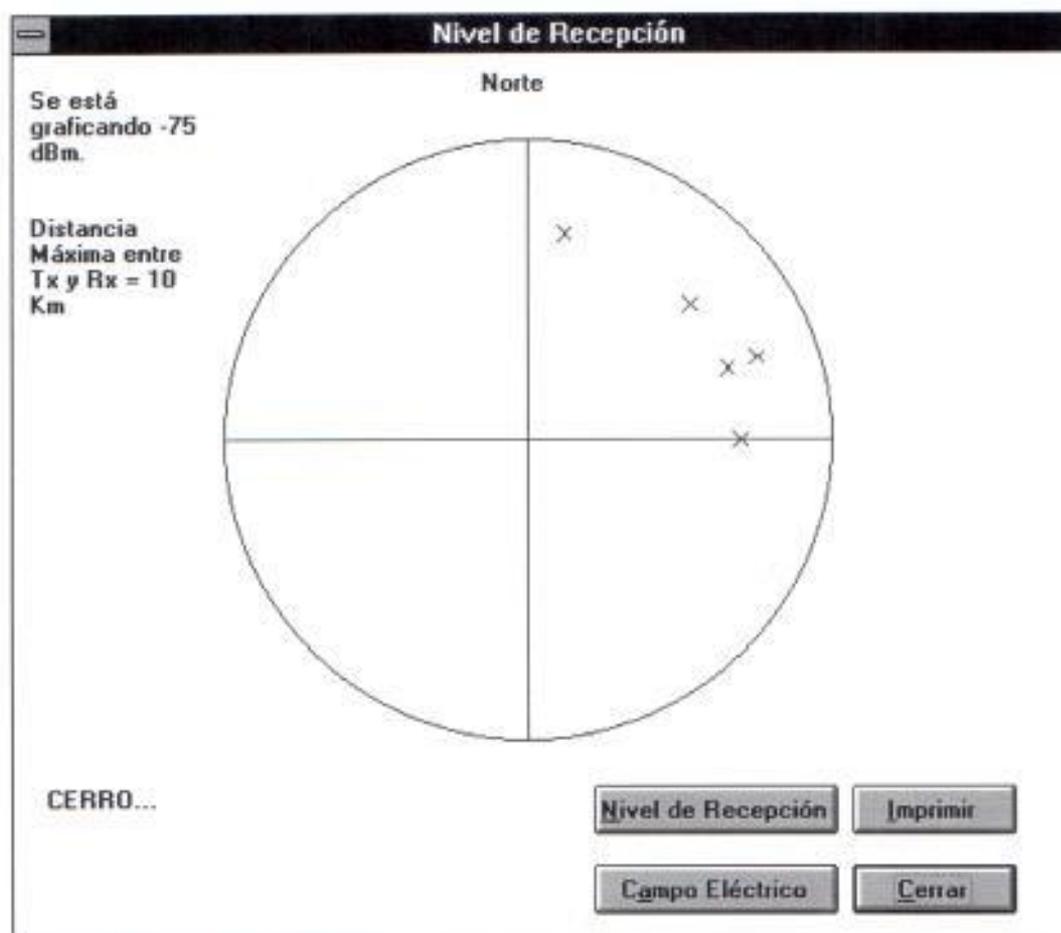
en el gráfico solo aparecerán los datos que sean exactamente -80 dbm, y, datos cercanos como por ejemplo -79 dbm no serán tomados en cuenta generando un gráfico no muy cercano a la realidad, razón por la que se debe ingresar un rango dentro del cual se debe de considerar esté la medición. Una vez realizado se debe elegir la opción OK para continuar o CANCEL para cancelar.



A screenshot of a software dialog box titled "Precisión". The dialog has a dark header bar with the title "Precisión" in white. Below the header, the text "Ingrese la precisión." is displayed. To the right of this text are two buttons: "OK" and "Cancel". At the bottom of the dialog is a text input field containing the number "2".

Por último el programa genera el gráfico de los datos especificados, en este se muestran con la letra X los puntos en los cuales se encuentran los Niveles pedidos con su correspondiente desviación, también se muestra el nombre del sitio y el Norte

geográfico para tener el sentido de la orientación del gráfico. Si uniéramos todos los puntos mas externos de cada uno de los radiales vamos a obtener algo parecido a una nube, todo lo que se encuentre dentro de la misma tendrá un Nivel de Recepción o de Campo Eléctrico según sea el caso mayor al ingresado para generar el gráfico.



Esto resulta ser una herramienta muy útil para el usuario ya que si el sabe que por ejemplo -70 dbm es un Nivel de Recepción aceptable para sus equipos, generará un gráfico con este valor y su respectiva exactitud, una vez que el gráfico sea generado podrá visualizar los lugares comparándolos con un mapa en los que el podrá esperar tener una buena recepción de la señal, así como saber en que lugares podría tener zonas de desvanecimiento de la señal y tomar los correctivos del caso, como por ejemplo, instalar transmisores para esa área específica o tal vez cambiar su antena o la potencia con la que está transmitiendo.

En esta última pantalla el usuario tiene la opción de cambiar el gráfico de Campo Eléctrico a Nivel de Recepción y viceversa, también puede elegir obtener una impresión del gráfico generado, lo que le permitirá compararlo con tal vez un mapa, o, simplemente tener una referencia. Por último puede elegir cerrar la aplicación.

Esta opción de generación de gráfico no tiene límites y el usuario podrá graficar tanto niveles como el estime conveniente.

3.2. CODIGO DEL PROGRAMA

ERS - 1

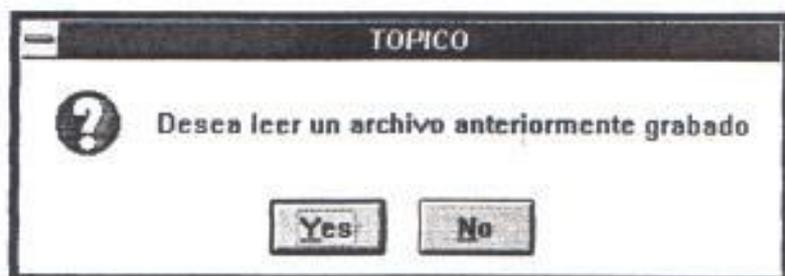
```

TipoRadial
Dist As Integer
Antenas(0 To 36) As Double
Potencia(0 To 36) As Double
E

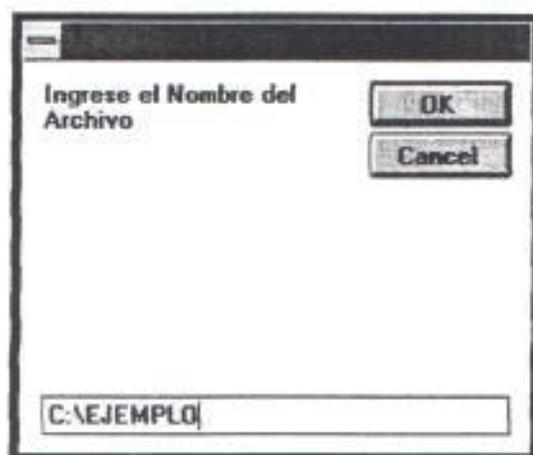
RadialActual As Integer
MostrarHasta As Integer
Radiales(72) As TipoRadial
Resultado(72) As TipoRadial
NumRad As Integer
DistMax As Double
DistMed As Double
GlobCampoElectrico As Double
GananciaAntena As Double
Globpotencia As Double
Frec As Double
Bandera As Integer
comentario As String
PotenciaMínima As Variant
PotenciaMáxima As Variant

```

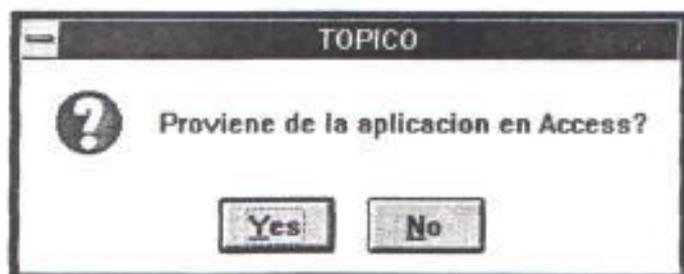
EJECUCION DEL PROGRAMA



OK



C:\EJEMPLO
OK



NO

Cálculo de Propagación

Datos de Cobertura

Descripción del Lugar:

Ingrese la distancia en Km.

Ingrese el número de radiales

Ingrese la distancia entre mediciones

Ingrese la Ganancia de la Antena en dB.

Ingrese la Frecuencia en MHz.

CONTINUAR

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-61.5"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-63.8"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-65"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-69.0"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-70.4"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-78"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-76.4"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-79.7"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-80"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-85.1"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55.1"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-58.2"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-60.1"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-62"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-64"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-70.4"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-72.4"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-78"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-80.2"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-84.0"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-85.1"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55.1"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-58.4"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-62.4"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-65.4"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-70"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-72.4"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-71"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-76.4"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-80"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-81.1"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-81.5"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55.1"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-57.0"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-60.0"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-65.2"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-69.5"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-70"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-72"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-73.2"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-75.6"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-80.1"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-82.0"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55.2"/>	dBm	13	<input type="text"/>	dBm	25	<input type="text"/>	dBm
2	<input type="text" value="-56.7"/>	dBm	14	<input type="text"/>	dBm	26	<input type="text"/>	dBm
3	<input type="text" value="-57.6"/>	dBm	15	<input type="text"/>	dBm	27	<input type="text"/>	dBm
4	<input type="text" value="-59.7"/>	dBm	16	<input type="text"/>	dBm	28	<input type="text"/>	dBm
5	<input type="text" value="-62.0"/>	dBm	17	<input type="text"/>	dBm	29	<input type="text"/>	dBm
6	<input type="text" value="-63.1"/>	dBm	18	<input type="text"/>	dBm	30	<input type="text"/>	dBm
7	<input type="text" value="-64"/>	dBm	19	<input type="text"/>	dBm	31	<input type="text"/>	dBm
8	<input type="text" value="-75.4"/>	dBm	20	<input type="text"/>	dBm	32	<input type="text"/>	dBm
9	<input type="text" value="-77.5"/>	dBm	21	<input type="text"/>	dBm	33	<input type="text"/>	dBm
10	<input type="text" value="-80.1"/>	dBm	22	<input type="text"/>	dBm	34	<input type="text"/>	dBm
11	<input type="text" value="-82.6"/>	dBm	23	<input type="text"/>	dBm	35	<input type="text"/>	dBm
12	<input type="text"/>	dBm	24	<input type="text"/>	dBm	36	<input type="text"/>	dBm

SIGUIENTE

Tópico

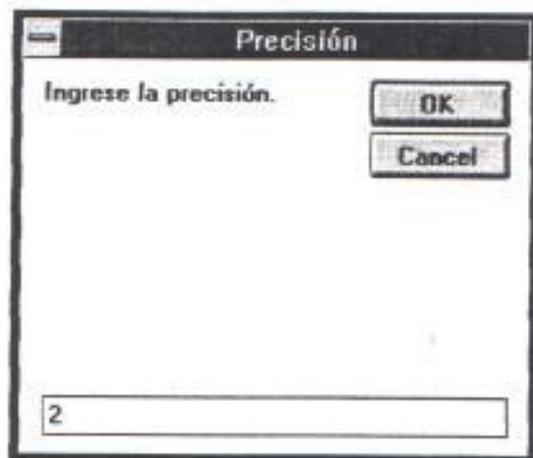
 Desea que el gráfico le muestre Nivel de Recepción (dBm)?

YES

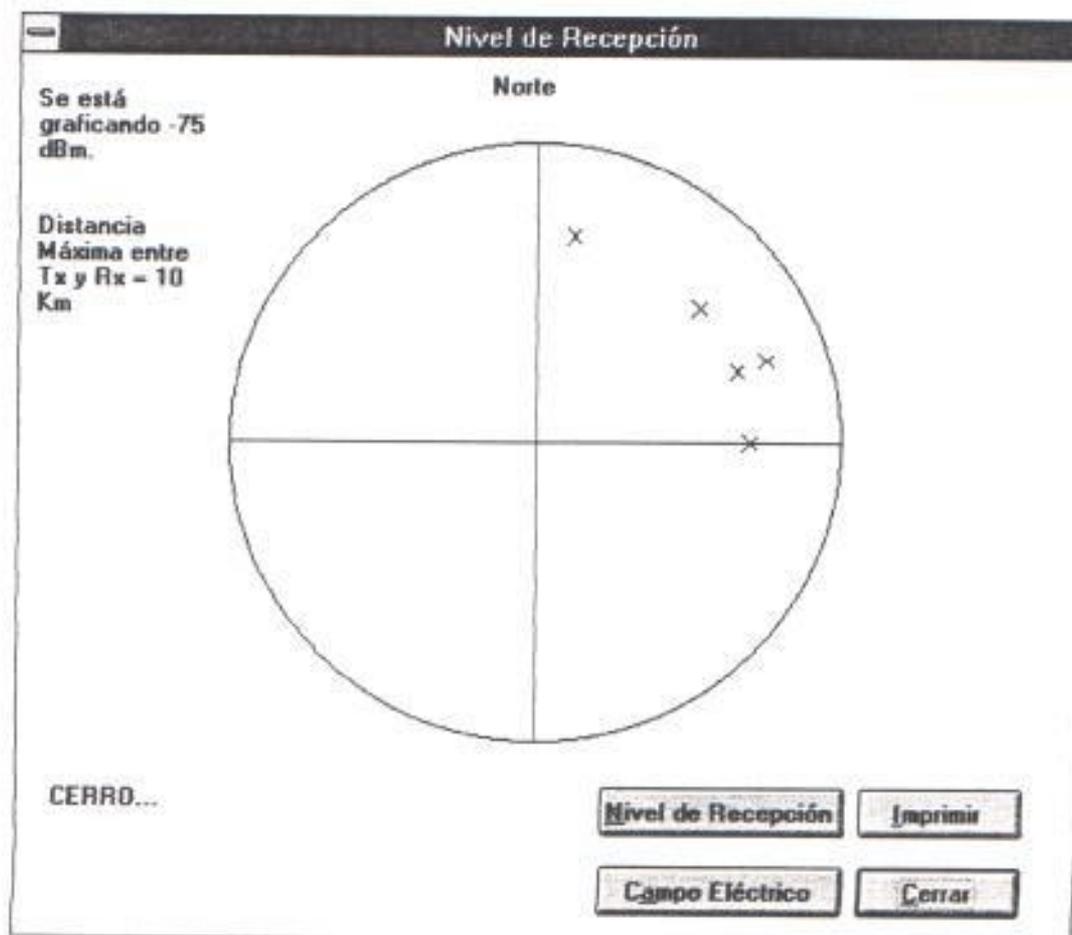
Nivel de Recepción

Ingrese el Nivel de Recepción en dBm.

OK



OK



NIVEL DE RECEPCION

Nivel de Recepción

Ingrese el Nivel de Recepción en dBm.

OK

Cancel

-80

OK

Precisión

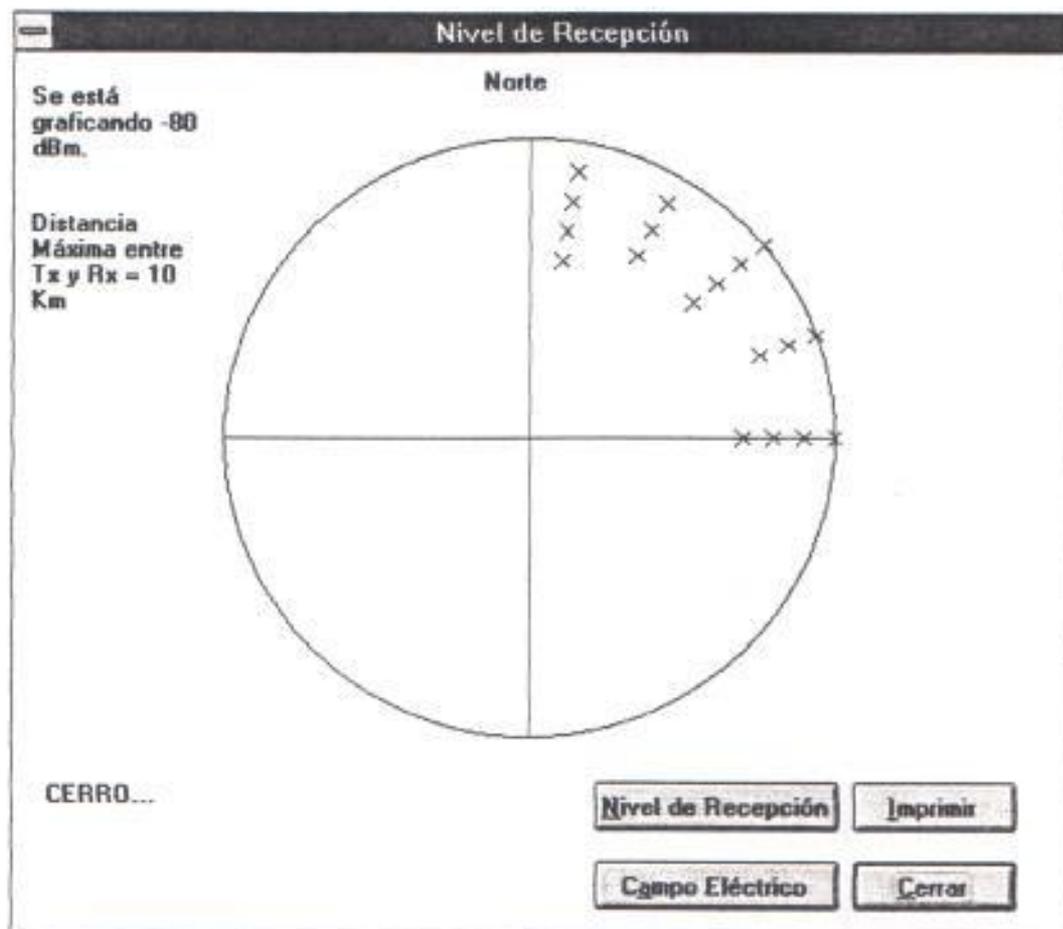
Ingrese la precisión.

OK

Cancel

5

OK



CERRAR

Cálculo de Propagación

Datos de Cobertura

Descripción del Lugar

Ingrese la distancia en Km.

Ingrese el número de radares

Ingrese la distancia entre mediciones

Ingrese la Ganancia de la Antena en dB.

Ingrese la Frecuencia en MHz.

ABRIR ARCHIVO

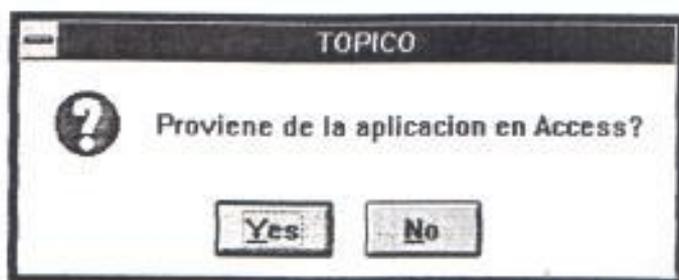
TOPICO

 Desea leer un archivo anteriormente grabado

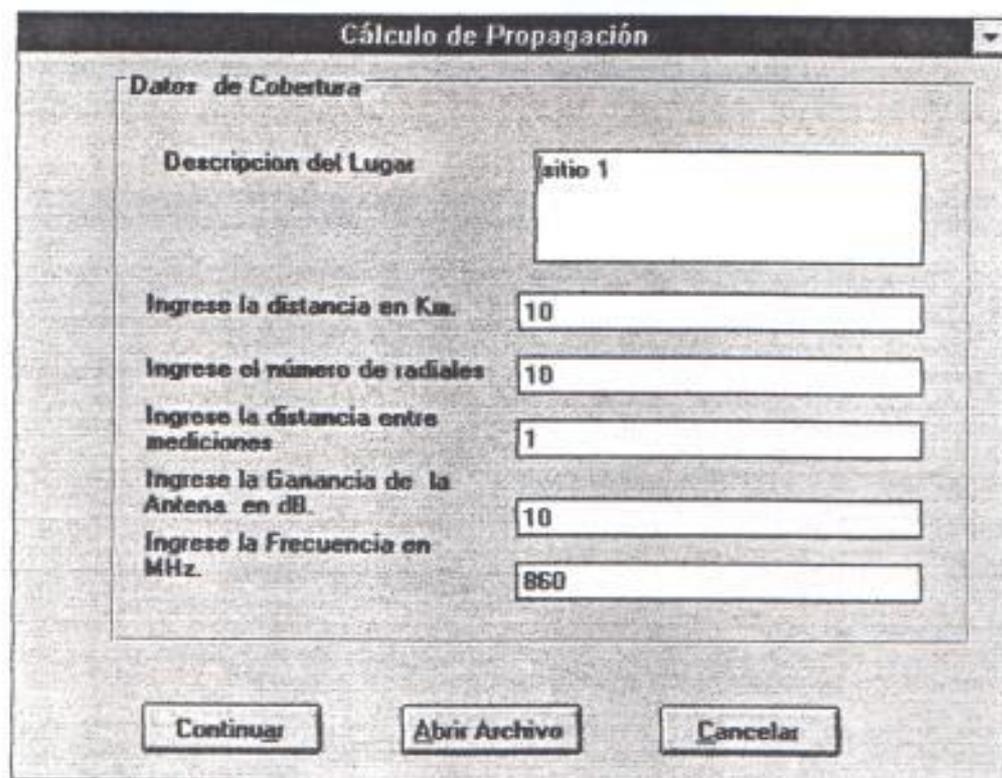
YES

Ingrese el Nombre del Archivo

OK



NO



ABRIR ARCHIVO

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/>	dBm	13	<input type="text"/>	dBm	25	<input type="text"/>	dBm
2	<input type="text" value="-57"/>	dBm	14	<input type="text"/>	dBm	26	<input type="text"/>	dBm
3	<input type="text" value="-59"/>	dBm	15	<input type="text"/>	dBm	27	<input type="text"/>	dBm
4	<input type="text" value="-60"/>	dBm	16	<input type="text"/>	dBm	28	<input type="text"/>	dBm
5	<input type="text" value="-63"/>	dBm	17	<input type="text"/>	dBm	29	<input type="text"/>	dBm
6	<input type="text" value="-65"/>	dBm	18	<input type="text"/>	dBm	30	<input type="text"/>	dBm
7	<input type="text" value="-68"/>	dBm	19	<input type="text"/>	dBm	31	<input type="text"/>	dBm
8	<input type="text" value="-73"/>	dBm	20	<input type="text"/>	dBm	32	<input type="text"/>	dBm
9	<input type="text" value="-79"/>	dBm	21	<input type="text"/>	dBm	33	<input type="text"/>	dBm
10	<input type="text" value="-80"/>	dBm	22	<input type="text"/>	dBm	34	<input type="text"/>	dBm
11	<input type="text" value="-85"/>	dBm	23	<input type="text"/>	dBm	35	<input type="text"/>	dBm
12	<input type="text"/>	dBm	24	<input type="text"/>	dBm	36	<input type="text"/>	dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/>	dBm	13	<input type="text"/>	dBm	25	<input type="text"/>	dBm
2	<input type="text" value="-59"/>	dBm	14	<input type="text"/>	dBm	26	<input type="text"/>	dBm
3	<input type="text" value="-61"/>	dBm	15	<input type="text"/>	dBm	27	<input type="text"/>	dBm
4	<input type="text" value="-63"/>	dBm	16	<input type="text"/>	dBm	28	<input type="text"/>	dBm
5	<input type="text" value="-64"/>	dBm	17	<input type="text"/>	dBm	29	<input type="text"/>	dBm
6	<input type="text" value="-69"/>	dBm	18	<input type="text"/>	dBm	30	<input type="text"/>	dBm
7	<input type="text" value="-72"/>	dBm	19	<input type="text"/>	dBm	31	<input type="text"/>	dBm
8	<input type="text" value="-76"/>	dBm	20	<input type="text"/>	dBm	32	<input type="text"/>	dBm
9	<input type="text" value="-79.9"/>	dBm	21	<input type="text"/>	dBm	33	<input type="text"/>	dBm
10	<input type="text" value="-80.1"/>	dBm	22	<input type="text"/>	dBm	34	<input type="text"/>	dBm
11	<input type="text" value="-85.2"/>	dBm	23	<input type="text"/>	dBm	35	<input type="text"/>	dBm
12	<input type="text"/>	dBm	24	<input type="text"/>	dBm	36	<input type="text"/>	dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/>	dBm	13	<input type="text"/>	dBm	25	<input type="text"/>	dBm
2	<input type="text" value="-58"/>	dBm	14	<input type="text"/>	dBm	26	<input type="text"/>	dBm
3	<input type="text" value="-58.5"/>	dBm	15	<input type="text"/>	dBm	27	<input type="text"/>	dBm
4	<input type="text" value="-59.1"/>	dBm	16	<input type="text"/>	dBm	28	<input type="text"/>	dBm
5	<input type="text" value="-63"/>	dBm	17	<input type="text"/>	dBm	29	<input type="text"/>	dBm
6	<input type="text" value="-65"/>	dBm	18	<input type="text"/>	dBm	30	<input type="text"/>	dBm
7	<input type="text" value="-69.4"/>	dBm	19	<input type="text"/>	dBm	31	<input type="text"/>	dBm
8	<input type="text" value="-73"/>	dBm	20	<input type="text"/>	dBm	32	<input type="text"/>	dBm
9	<input type="text" value="-75"/>	dBm	21	<input type="text"/>	dBm	33	<input type="text"/>	dBm
10	<input type="text" value="-80"/>	dBm	22	<input type="text"/>	dBm	34	<input type="text"/>	dBm
11	<input type="text" value="-81"/>	dBm	23	<input type="text"/>	dBm	35	<input type="text"/>	dBm
12	<input type="text"/>	dBm	24	<input type="text"/>	dBm	36	<input type="text"/>	dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-58"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-60"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-62"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-64"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-66"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-70"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-74"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-80"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-82"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-85"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-59"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-61"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-63"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-65"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-73"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-79"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-80"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-81"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-82"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-85"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1 <input style="width: 50px;" type="text" value="-55"/> dBm	13 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	25 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
2 <input style="width: 50px;" type="text" value="-57"/> dBm	14 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	26 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
3 <input style="width: 50px;" type="text" value="-60"/> dBm	15 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	27 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
4 <input style="width: 50px;" type="text" value="-62"/> dBm	16 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	28 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
5 <input style="width: 50px;" type="text" value="-64"/> dBm	17 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	29 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
6 <input style="width: 50px;" type="text" value="-66"/> dBm	18 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	30 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
7 <input style="width: 50px;" type="text" value="-68"/> dBm	19 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	31 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
8 <input style="width: 50px;" type="text" value="-73"/> dBm	20 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	32 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
9 <input style="width: 50px;" type="text" value="-75"/> dBm	21 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	33 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
10 <input style="width: 50px;" type="text" value="-80"/> dBm	22 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	34 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
11 <input style="width: 50px;" type="text" value="-85"/> dBm	23 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	35 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
12 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	24 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	36 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1 <input style="width: 50px;" type="text" value="-55"/> dBm	13 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	25 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
2 <input style="width: 50px;" type="text" value="-59"/> dBm	14 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	26 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
3 <input style="width: 50px;" type="text" value="-61"/> dBm	15 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	27 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
4 <input style="width: 50px;" type="text" value="-63"/> dBm	16 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	28 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
5 <input style="width: 50px;" type="text" value="-65"/> dBm	17 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	29 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
6 <input style="width: 50px;" type="text" value="-70"/> dBm	18 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	30 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
7 <input style="width: 50px;" type="text" value="-72"/> dBm	19 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	31 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
8 <input style="width: 50px;" type="text" value="-75"/> dBm	20 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	32 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
9 <input style="width: 50px;" type="text" value="-80"/> dBm	21 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	33 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
10 <input style="width: 50px;" type="text" value="-85"/> dBm	22 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	34 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
11 <input style="width: 50px;" type="text" value="-86"/> dBm	23 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	35 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm
12 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	24 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm	36 <input style="width: 50px;" type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-59"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-61"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-63"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-65"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-70"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-72"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-75"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-80"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-85"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-85.1"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-58"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-57"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-60"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-62"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-63"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-70"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-72"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-75"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-80"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-82"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Datos de Radiales

Azimut

1	<input type="text" value="-55"/> dBm	13	<input type="text"/> dBm	25	<input type="text"/> dBm
2	<input type="text" value="-57"/> dBm	14	<input type="text"/> dBm	26	<input type="text"/> dBm
3	<input type="text" value="-59"/> dBm	15	<input type="text"/> dBm	27	<input type="text"/> dBm
4	<input type="text" value="-60"/> dBm	16	<input type="text"/> dBm	28	<input type="text"/> dBm
5	<input type="text" value="-63"/> dBm	17	<input type="text"/> dBm	29	<input type="text"/> dBm
6	<input type="text" value="-65"/> dBm	18	<input type="text"/> dBm	30	<input type="text"/> dBm
7	<input type="text" value="-68"/> dBm	19	<input type="text"/> dBm	31	<input type="text"/> dBm
8	<input type="text" value="-73"/> dBm	20	<input type="text"/> dBm	32	<input type="text"/> dBm
9	<input type="text" value="-79"/> dBm	21	<input type="text"/> dBm	33	<input type="text"/> dBm
10	<input type="text" value="-80"/> dBm	22	<input type="text"/> dBm	34	<input type="text"/> dBm
11	<input type="text" value="-85"/> dBm	23	<input type="text"/> dBm	35	<input type="text"/> dBm
12	<input type="text"/> dBm	24	<input type="text"/> dBm	36	<input type="text"/> dBm

SIGUIENTE

Tópico

 Desea que el gráfico le muestre Nivel de Recepción (dBm)?

YES

Nivel de Recepción

Ingrese el Nivel de Recepción en dBm.

OK

Cancel

-72

Precisión

Ingrese la precisión.

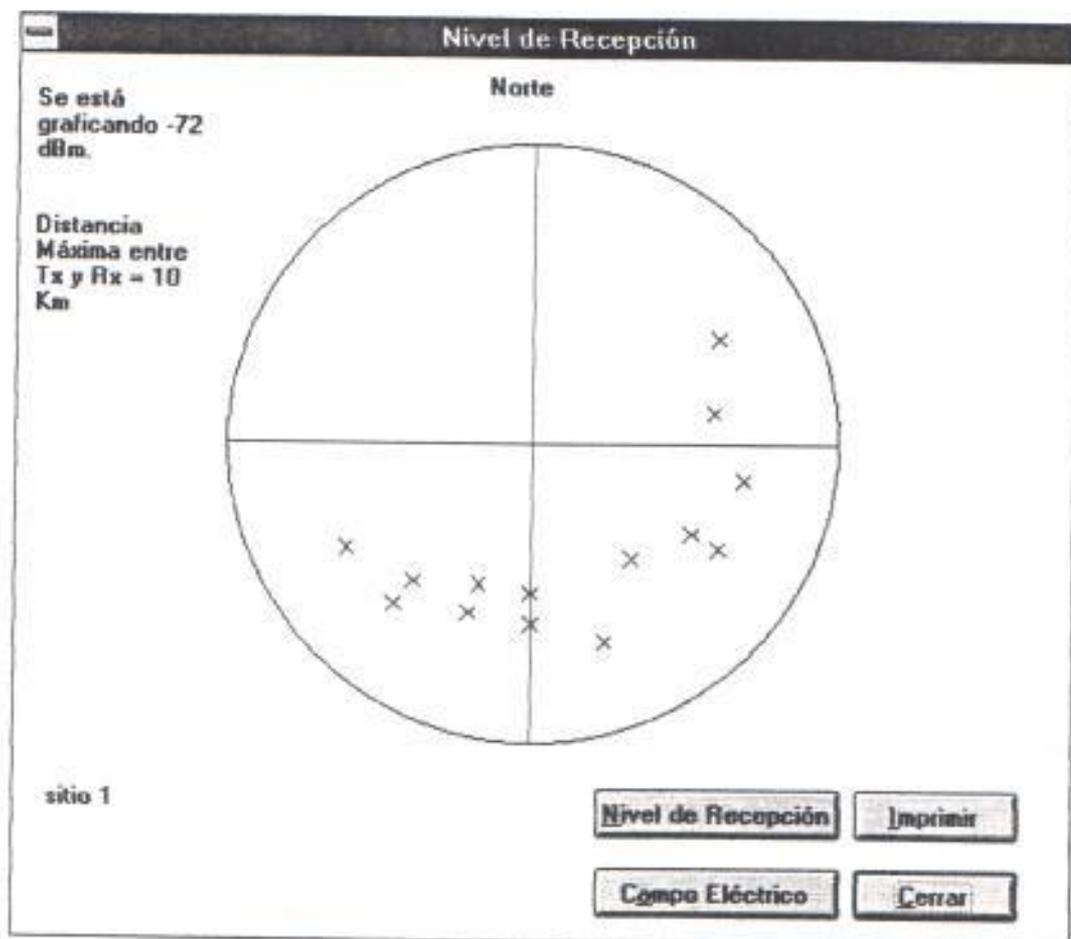
OK

Cancel

2

OK

OK



NIVEL DE RECEPCION

Nivel de Recepción

Ingrese el Nivel de Recepción en dBm.

OK

Cancel

-80

OK

Precisión

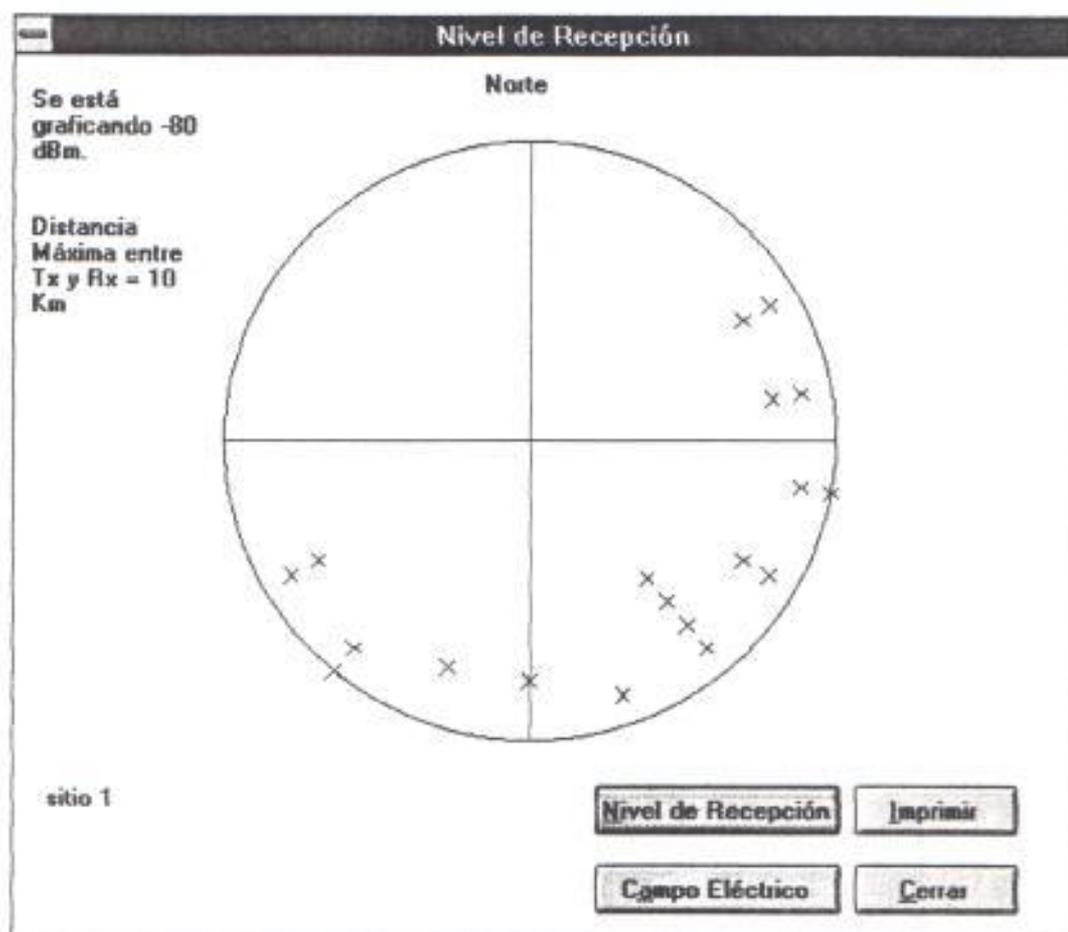
Ingrese la precisión.

OK

Cancel

2

OK



CAMPO ELECTRICO

Campo Eléctrico

Ingrese el Campo Eléctrico en dBuV/m.

OK

Cancel

43

OK

Precisión

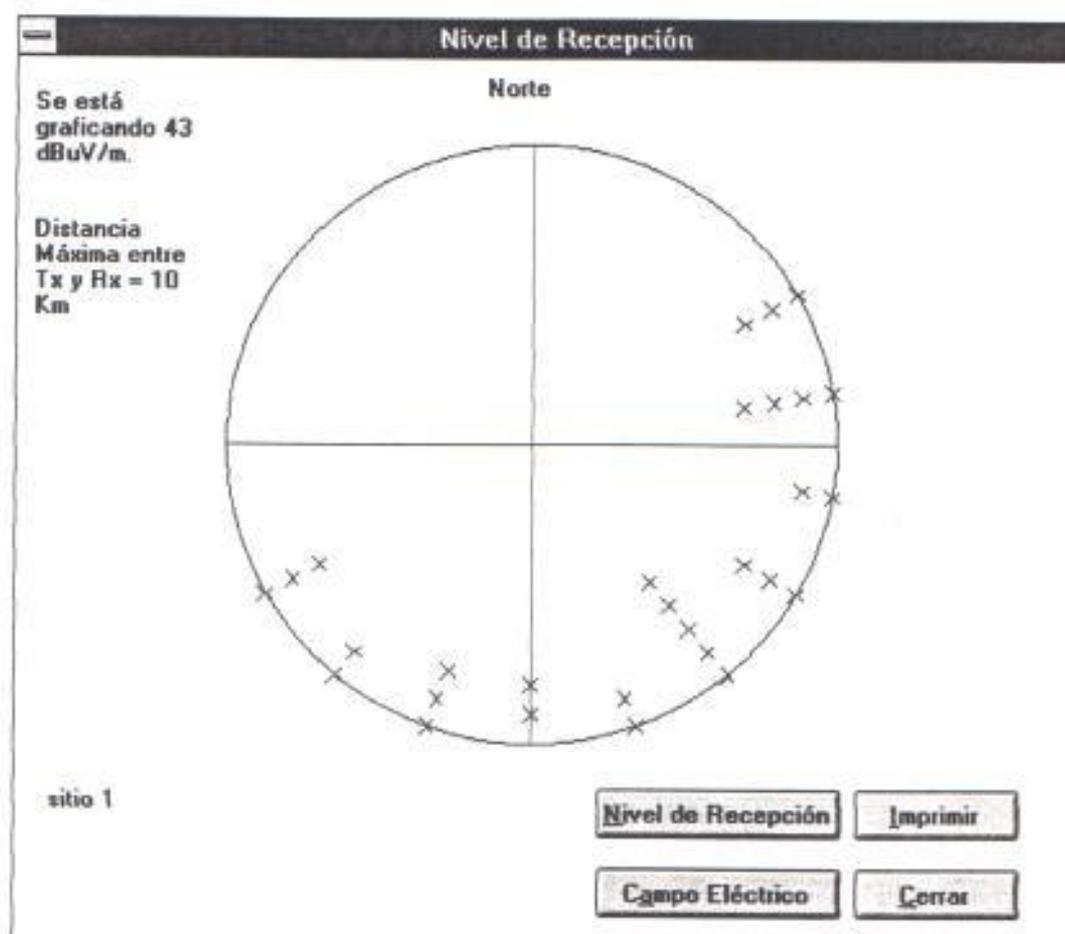
Ingrese la precisión.

OK

Cancel

5

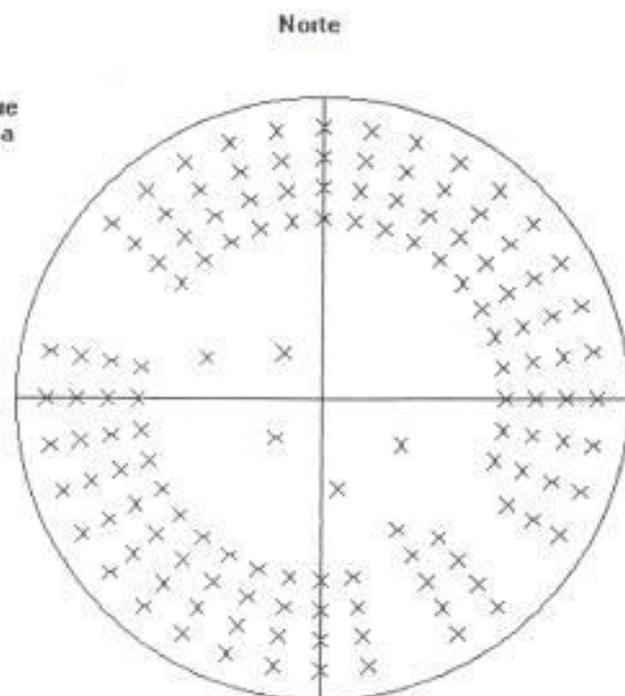
OK



CERRAR

3.3 EJECUCION DEL PROGRAMA

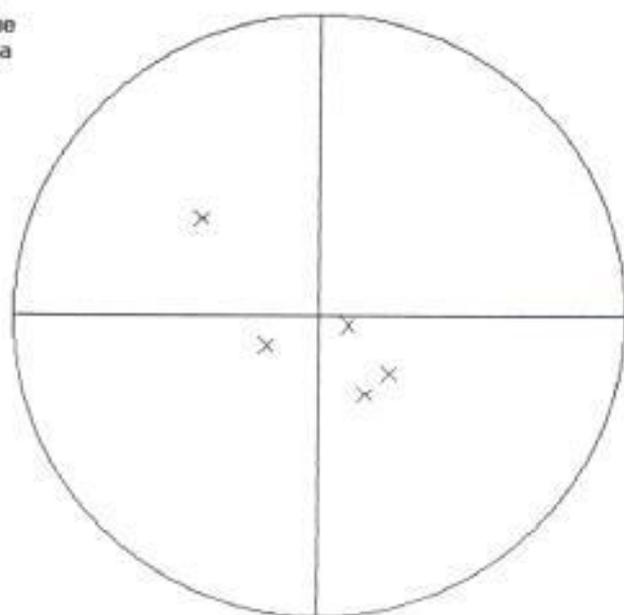
Se está
graficando 80
dBuV/m, lo que
correspondería
a 50 dBuV/m
para las
condiciones
climáticas de
Guayaquil.



CERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

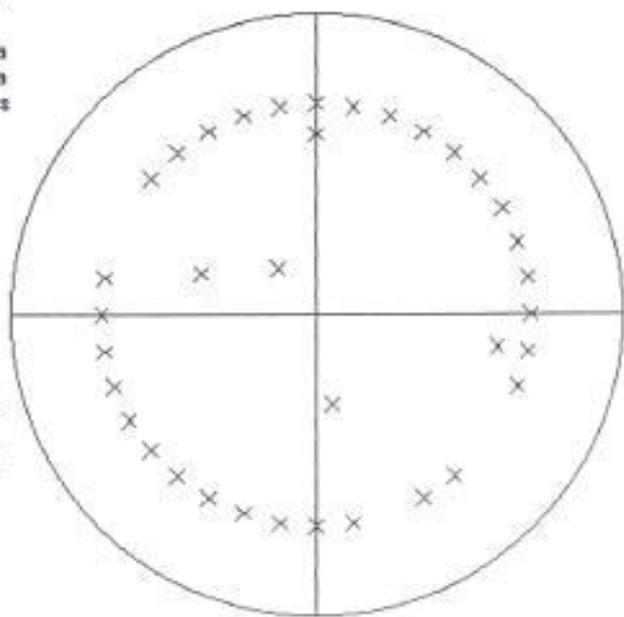
Se está graficando 50 dBuV/m, lo que correspondería a 20 dBuV/m para las condiciones climáticas de Guayaquil.



CERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

Se está graficando -43 dBm, lo que correspondería a -73 dBm para las condiciones climáticas de Guayaquil.

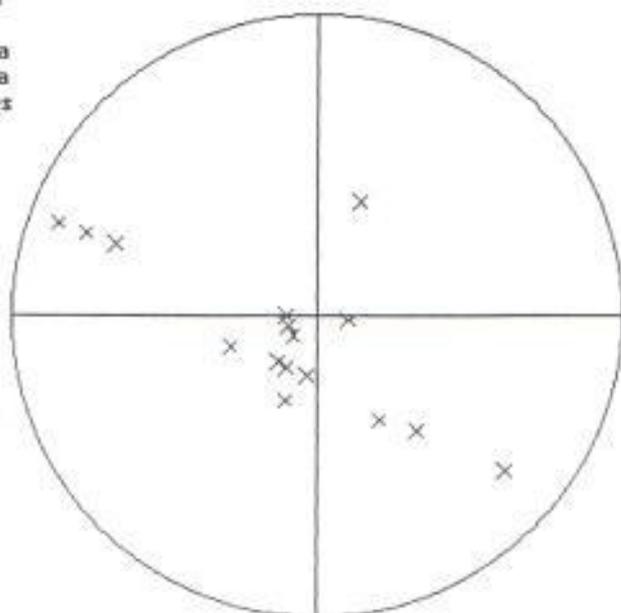


La potencia está entre -175.6499690 dBm y 13.800030975 dBm

CERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

Se está graficando -50 dBm, lo que correspondería a -80 dBm para las condiciones climáticas de Guayaquil.

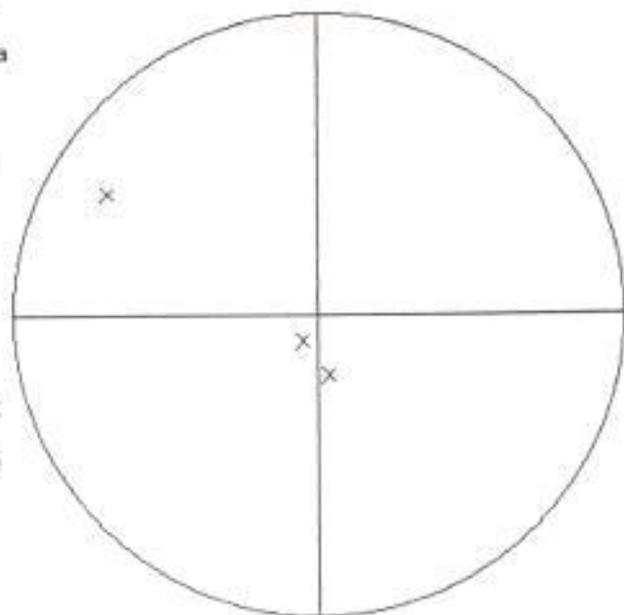


La potencia está entre -175.6499690; dBm y 13.800030975 dBm

CERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

está
 aplicando -85
 m. lo que
 respondería
 -115 dBm
 ra las
 ndiciones
 imáticas de
 uayaquil.

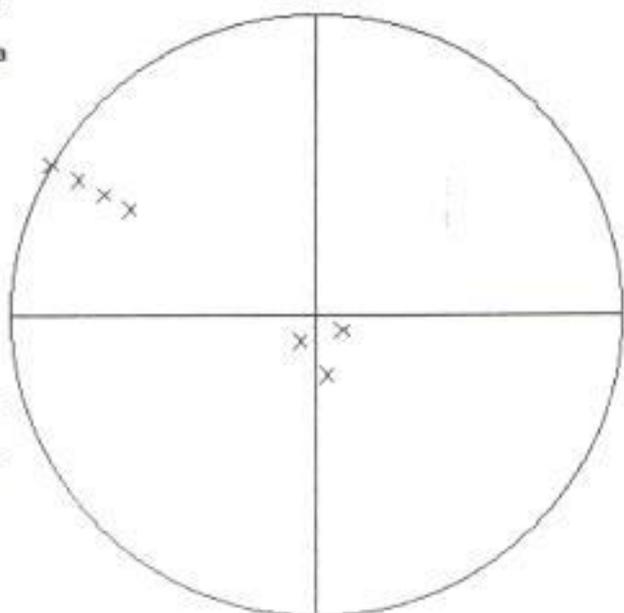


la potencia
 está entre
 75.6499690;
 3m y
 3.800030975
 3m

ERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

Se está graficando -85 dBm, lo que correspondería a -115 dBm para las condiciones climáticas de Guayaquil.

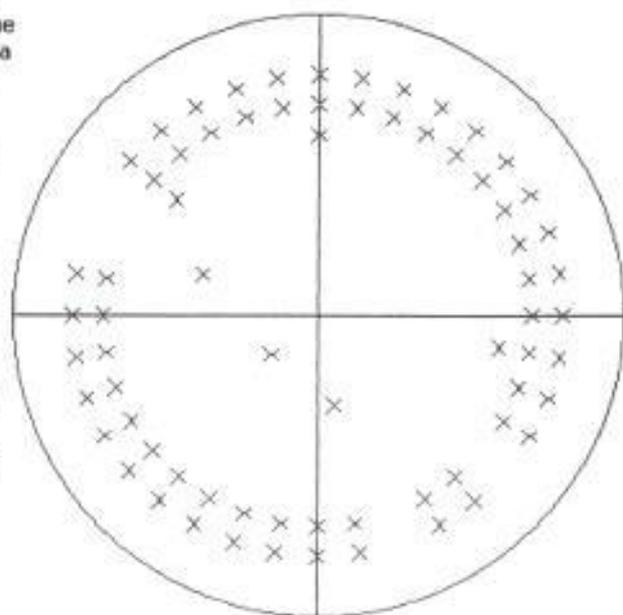


La potencia está entre -175.6499690 dBm y 13.800030975 dBm

CERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

Se está
graficando 80
dBuV/m, lo que
correspondería
a 50 dBuV/m
para las
condiciones
climáticas de
Guayaquil.

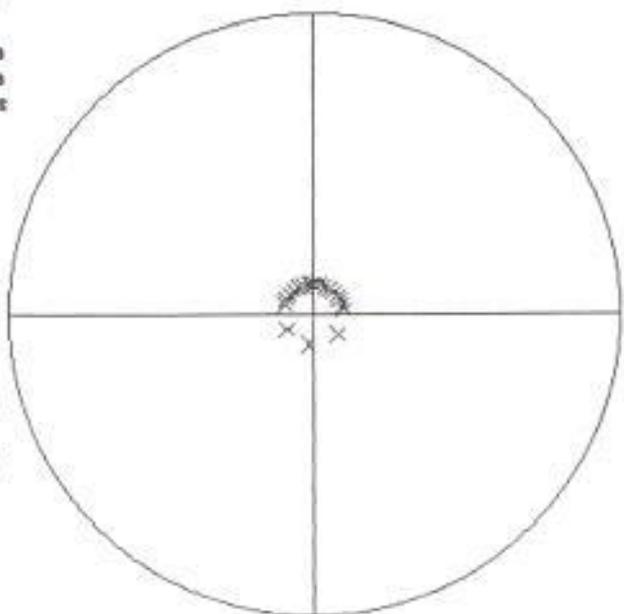


La potencia
está entre
-175.6499690
dBm y
13.800030975
dBm

ERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

Norte

Se está graficando -23 dBm, lo que correspondería a -53 dBm para las condiciones climáticas de Guayaquil.



La potencia está entre -175.6499690 dBm y 13.800030975 dBm

CERRO AZUL 2:09:44.0 S / 79:57:19.0 W

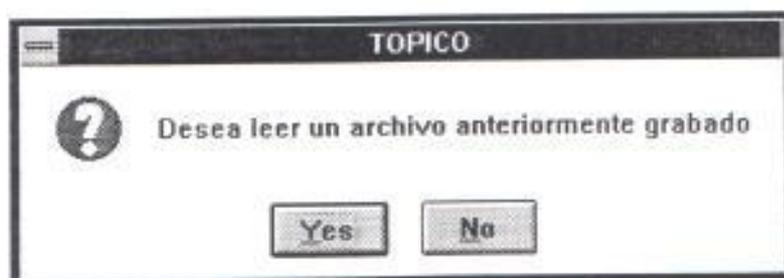
MANUAL DEL USUARIO

Este programa corre bajo el formato de windows y sirve para graficar ya sea el nivel de campo eléctrico o de recepción.

A continuación se describirán los pasos a seguir para la ejecución del programa.

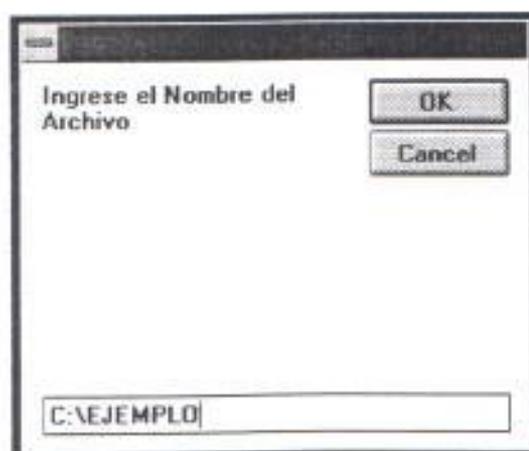
1.- Se introduce el diskette en el Drive A y se llama al programa TOPICO.EXE.

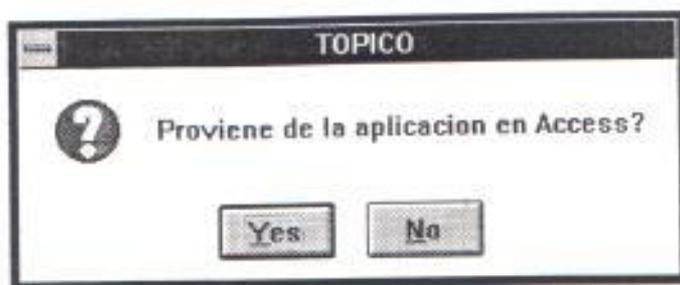
2.- La primera pantalla en aparecer será la siguiente :



En donde se pregunta si se desea leer un archivo anteriormente guardado.

Luego se preguntará si el nombre del archivo y si éste proviene de una aplicación en Access.





Luego debemos ingresar los datos del lugar al cual se le va a realizar el estudio de cobertura.

Luego se ingresará la máxima distancia de cobertura que esperamos de nuestro sistema de comunicaciones, esta distancia deberá estar dada en Kms.

Cabe resaltar que para movernos de un casillero hacia otro lo debemos hacer con la tecla del TAB o haciendo click con el ratón sobre el casillero que se desea modificar, esto también es válido para realizar correcciones en caso de algún error cometido.

Debemos ingresar a continuación el número de radiales que desean graficarse y la distancia entre mediciones. El número de radiales dependerá del número de mediciones que se hayan realizado y la distancia entre mediciones de la exactitud que esperamos obtener del gráfico, mientras mas pequeña sea la distancia entre mediciones y mayor el

número de radiales considerados, mas se consideraran las pérdidas por obstrucción que podrian ser generadas por la topografía del terreno.

Por último en esta ventana deberemos ingresar la ganancia en decibeles (db) de la antena y la frecuencia de operación de nuestro sistema de comunicaciones. Si se desea continuar a siguiente página se deberá hacer click con el ratón sobre la opción CONTINUAR, caso contrario sobre la opción CANCELAR.

The image shows a software window titled "Cálculo de Propagación" (Propagation Calculation). It contains a section titled "Datos de Cobertura" (Coverage Data) with several input fields:

Label	Value
Descripcion del Lugar	CERRO...
Ingrese la distancia en Km.	10
Ingrese el número de radiales	5
Ingrese la distancia entre mediciones	1
Ingrese la Ganancia de la Antena en dB.	10
Ingrese la Frecuencia en MHz.	860

At the bottom of the window, there are three buttons: "Continuar", "Abrir Archivo", and "Cancelar".

La siguiente pantalla nos muestra un casillero llamado Azimut en el cual se deberá ingresar el ángulo en grados del radial a ser graficado, también debo ingresar en esta pantalla los Niveles de Campo Eléctrico en dbuV/m de cada una de las distancias correspondientes a dicho radial en orden desde la antena de transmisión hasta la máxima distancia de cobertura.

Para seguir a la siguiente pantalla se deberá hacer click con el ratón sobre la opción SIGUIENTE.

Habrà tantas pantallas como número de radiales se hayan ingresado al principio del programa.

Datos de Radiales

Azimut

10

1	-55	dBm	13		dBm	25		dBm
2	-61.5	dBm	14		dBm	26		dBm
3	-63.8	dBm	15		dBm	27		dBm
4	-65	dBm	16		dBm	28		dBm
5	-69.0	dBm	17		dBm	29		dBm
6	-70.4	dBm	18		dBm	30		dBm
7	-78	dBm	19		dBm	31		dBm
8	-76.4	dBm	20		dBm	32		dBm
9	-79.7	dBm	21		dBm	33		dBm
10	-80	dBm	22		dBm	34		dBm
11	-85.1	dBm	23		dBm	35		dBm
12		dBm	24		dBm	36		dBm

Siguiente >

Cancelar

Datos de Radiales

Azimut

50

1	-55.1	dBm	13		dBm	25		dBm
2	-58.4	dBm	14		dBm	26		dBm
3	-62.4	dBm	15		dBm	27		dBm
4	-65.4	dBm	16		dBm	28		dBm
5	-70	dBm	17		dBm	29		dBm
6	-72.4	dBm	18		dBm	30		dBm
7	-71	dBm	19		dBm	31		dBm
8	-76.4	dBm	20		dBm	32		dBm
9	-80	dBm	21		dBm	33		dBm
10	-81.1	dBm	22		dBm	34		dBm
11	-81.5	dBm	23		dBm	35		dBm
12		dBm	24		dBm	36		dBm

Siguiente >

Cancelar

Datos de Radiales

Azimut

50

1	-55.1	dBm	13		dBm	25		dBm
2	-58.4	dBm	14		dBm	26		dBm
3	-62.4	dBm	15		dBm	27		dBm
4	-65.4	dBm	16		dBm	28		dBm
5	-70	dBm	17		dBm	29		dBm
6	-72.4	dBm	18		dBm	30		dBm
7	-71	dBm	19		dBm	31		dBm
8	-76.4	dBm	20		dBm	32		dBm
9	-80	dBm	21		dBm	33		dBm
10	-81.1	dBm	22		dBm	34		dBm
11	-81.5	dBm	23		dBm	35		dBm
12		dBm	24		dBm	36		dBm

Siguiente >

Cancelar

Datos de Radiales

Azimut

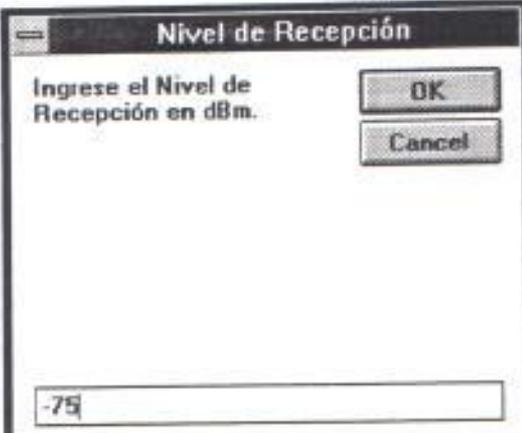
1	<input type="text" value="-55.2"/>	dBm	13	<input type="text"/>	dBm	25	<input type="text"/>	dBm
2	<input type="text" value="-56.7"/>	dBm	14	<input type="text"/>	dBm	26	<input type="text"/>	dBm
3	<input type="text" value="-57.6"/>	dBm	15	<input type="text"/>	dBm	27	<input type="text"/>	dBm
4	<input type="text" value="-59.7"/>	dBm	16	<input type="text"/>	dBm	28	<input type="text"/>	dBm
5	<input type="text" value="-62.0"/>	dBm	17	<input type="text"/>	dBm	29	<input type="text"/>	dBm
6	<input type="text" value="-63.1"/>	dBm	18	<input type="text"/>	dBm	30	<input type="text"/>	dBm
7	<input type="text" value="-64"/>	dBm	19	<input type="text"/>	dBm	31	<input type="text"/>	dBm
8	<input type="text" value="-75.4"/>	dBm	20	<input type="text"/>	dBm	32	<input type="text"/>	dBm
9	<input type="text" value="-77.5"/>	dBm	21	<input type="text"/>	dBm	33	<input type="text"/>	dBm
10	<input type="text" value="-80.1"/>	dBm	22	<input type="text"/>	dBm	34	<input type="text"/>	dBm
11	<input type="text" value="-82.6"/>	dBm	23	<input type="text"/>	dBm	35	<input type="text"/>	dBm
12	<input type="text"/>	dBm	24	<input type="text"/>	dBm	36	<input type="text"/>	dBm

Luego el programa le preguntará si desea graficar el Nivel de Recepción en dbm, en caso de ser afirmativo se deberá hacer click sobre la opción YES, caso contrario hacerlo sobre la opción NO en donde el programa hará el gráfico del Nivel de Campo Electrico en dbuV/m.

Tópico

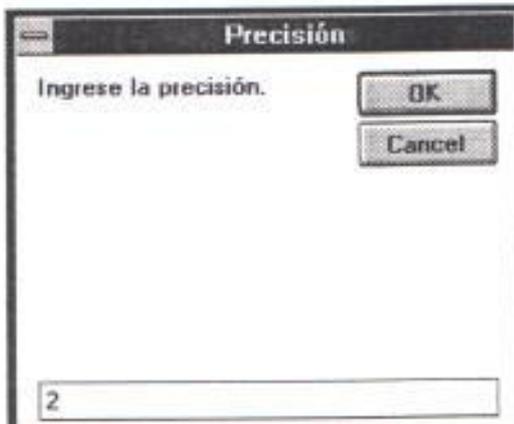
 Desea que el gráfico le muestre Nivel de Recepción [dBm]?

Una vez hecha la selección se ingresará ya sea el Nivel de Recepción como es nuestro ejemplo o el Nivel de Campo Eléctrico a ser graficado.



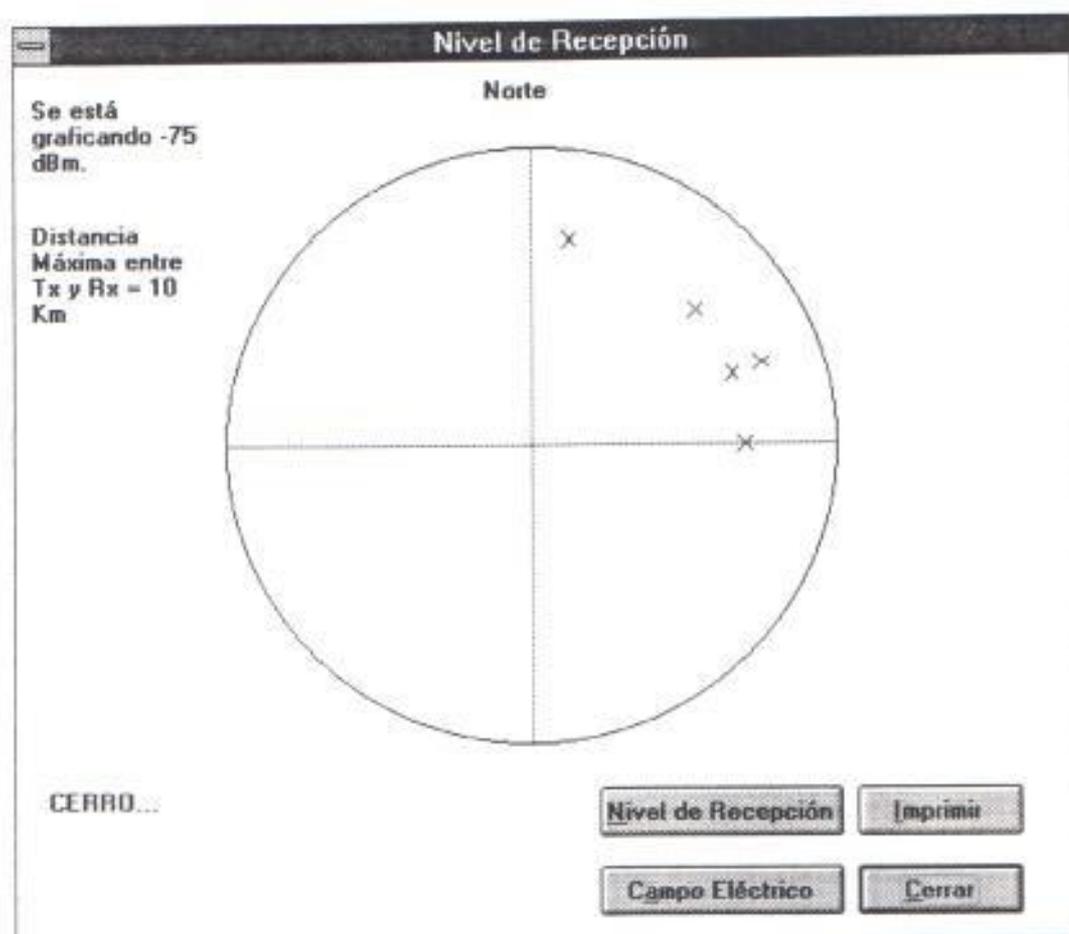
The image shows a dialog box titled "Nivel de Recepción". It contains the text "Ingrese el Nivel de Recepción en dBm." followed by two buttons: "OK" and "Cancel". At the bottom, there is a text input field containing the value "-75".

Luego se deberá ingresar la precisión de los datos a ser muestreados, es decir se ingresará un rango dentro del cual deberá estar el dato a ser tomado en cuenta para el gráfico.



The image shows a dialog box titled "Precisión". It contains the text "Ingrese la precisión." followed by two buttons: "OK" and "Cancel". At the bottom, there is a text input field containing the value "2".

Luego el programa procederá a hacer el grafico de todos los puntos ya sean de Nivel de recepción o de Campo Eléctrico que se encuentran dentro del rango especificado, identificándolos con una X.



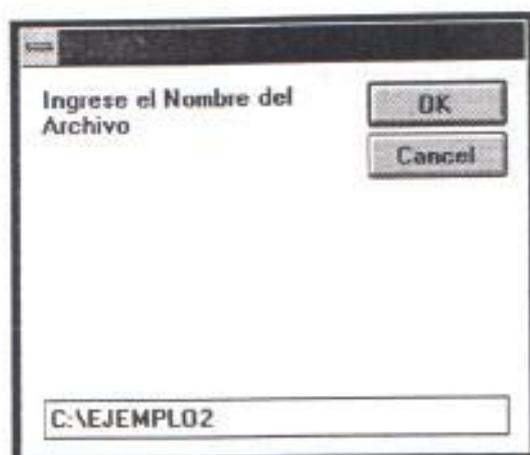
Si se desea ingresar a un archivo previamente guardado nos vamos a la primera pantalla con la opción CERRAR de la última.

The image shows a software dialog box titled "Cálculo de Propagación". It contains a section labeled "Datos de Cobertura" with several input fields: "Descripcion del Lugar", "Ingrese la distancia en Km.", "Ingrese el número de radales", "Ingrese la distancia entre mediciones", "Ingrese la Ganancia de la Antena en dB.", and "Ingrese la Frecuencia en MHz.". At the bottom of the dialog are three buttons: "Continuar", "Abrir Archivo", and "Cancelar".

Luego con la opción Abrir Archivo nos vamos a la pantalla que nos preguntará si se desea abrir un archivo previamente guardado.

The image shows a software dialog box titled "TOPICO". It features a question mark icon and the text "Desea leer un archivo anteriormente grabado". At the bottom, there are two buttons: "Yes" and "No".

Luego se debe ingresar el nombre del archivo e indicar si este proviene de una aplicación en Access.



Luego el programa llamara al archivo y se llenaran las tablas con los datos pertenecientes a dicho archivo, pudiéndose realizar los gráficos de Nivel de Recepción o Campo Eléctrico que se quisieran.

CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente podemos concluir que en un Sistema de Comunicaciones moderno, el usuario deberá tener siempre una idea precisa de cuales son sus objetivos, esto es, cuales son los niveles de recepción que el espera tener para un área determinada, y, según éstos adecuar los equipos que el vaya a adquirir e instalar para que cumplan dichos objetivos.

En la práctica es difícil tener una idea precisa del patrón de cobertura que vamos a obtener para un área determinada, ya que éstos variarán dependiendo de la topografía de la zona así como de factores ambientales. Es decir, que por ejemplo, si la zona está llena de lomas y demás accidentes geográficos, se generarán zonas de desvanecimiento de la señal debido a que la misma chocará contra éstos obstáculos naturales impidiendo su propagación.

Por lo que el programa realizada resulta ser una valiosa ayuda para el usuario, ya que, el podrá hacer un estudio, ingresando datos tales como, los obstáculos naturales o características del medio ambiente, ganancia de la antena transmisora y frecuencia de operación del sistema, y obtendrá como resultado un gráfico que le permitirá saber los niveles de señal que el podría esperar para cada radial. Esto le ayudará a saber que tanto y

donde su sistema es confiable, así como, saber donde el podría eventualmente colocar otro transmisor que satisfaga sus demandas de cobertura.

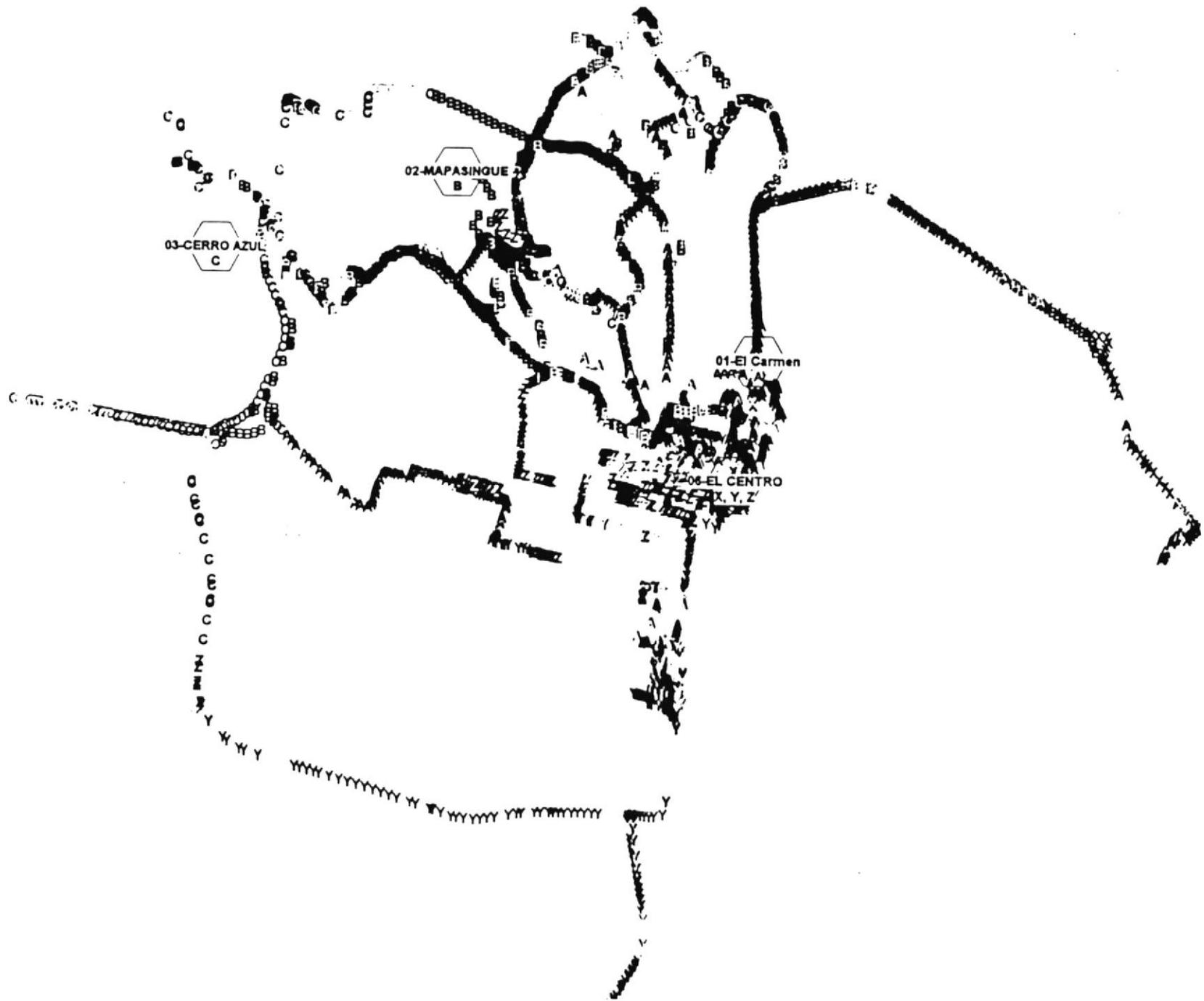
ANEXO 1

COLOR SCHEME



SYMBOLS

- B = A1: 02-MAPASIN
= Ch315 :4
- A = A1: 01-El Carmen
= Ch294 T2:2
- C = Ch277 T1:17
- C = A1: 03-CERRO /
= Ch688 :2
= Ch319 :4
- Y = A2: 06-EL CENT
= Ch703 :0
- Y = Ch682 :0
= Ch682 :3
- Y = Ch991 :0
- Z = A3: 06-EL CENT
= Ch283 :2
- X = A1: 06-EL CENT
= Ch315 :3
- C = Ch277 T2:18
= Ch323 :1
= Ch317 :4
- A = Ch294 T1:1
= Ch995 :4
= Ch320 :4
= Ch313 :1
= Ch315 :2
= A1: 05-CUENCA
= Ch319 :2
- B = Ch296 T1:9
= Ch323 :2
= Ch128 :3
= Ch329 :1
- Z = Ch311 T1:41
= Ch325 :4
= Ch317 :1
= Ch317 :3
= Ch321 :4
= Ch321 :1
= Ch332 :4
= Ch322 :2
= Ch228 :4
= Ch332 :3
= Ch318 :3
= Ch333 :4
= Ch333 :3
= Ch679 :3
= Ch24 :3
= Ch313 :2
= Ch332 :2
= Ch322 :1
= Ch324 :1
= Ch328 :0
= Ch700 :3

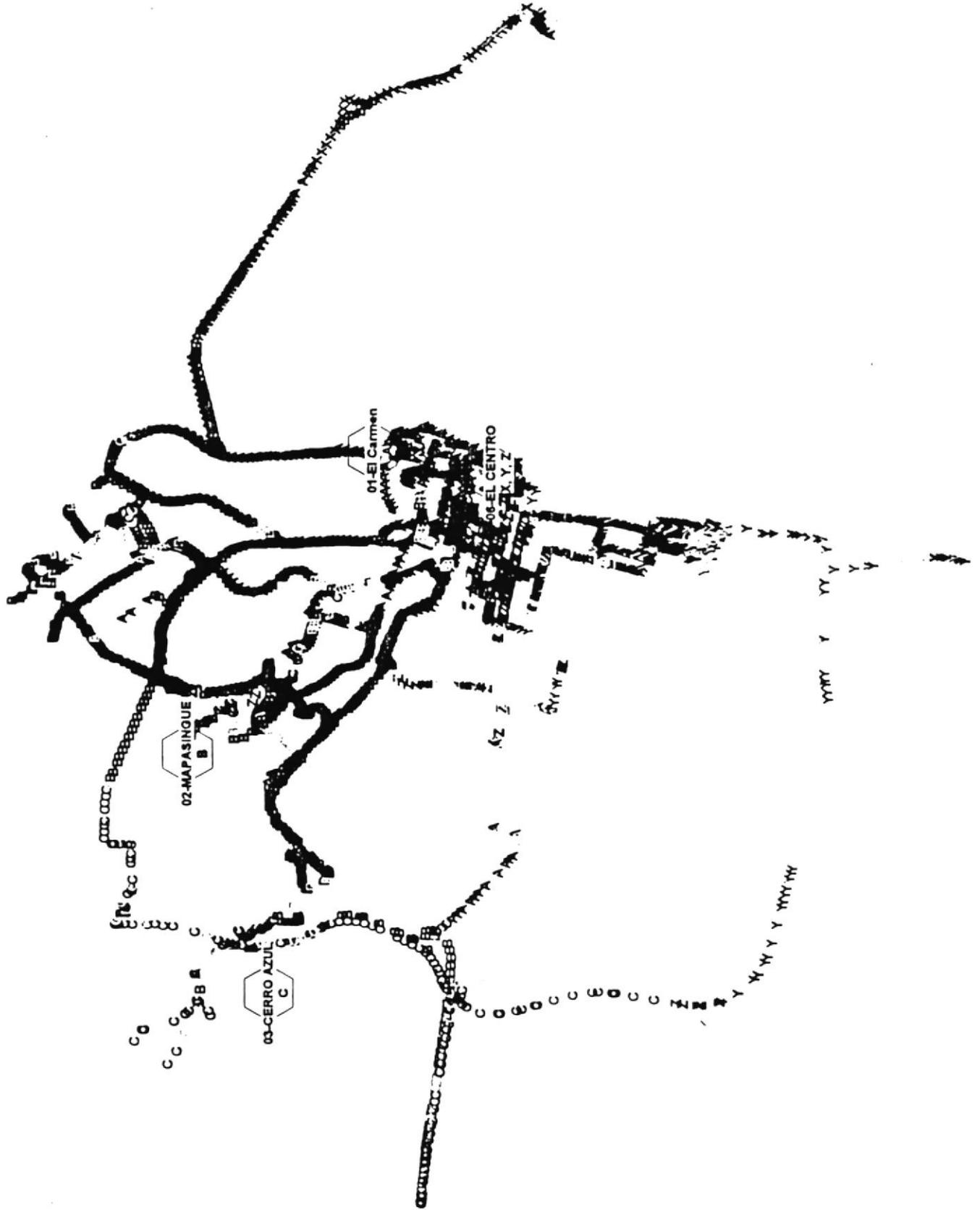


COLOR SCHEME



SYMBOLS

- B = A1: 02-MAPASINQUE
- = CH315 :4
- A = A1: 01-El Carmen
- = CH284 T2:2
- C = CH277 T1:17
- C = A1: 03-CERRO AZUL
- = CH686 :2
- = CH319 :4
- = A2: 06-EL CENTRO
- = CH703 :0
- = CH682 :0
- = CH682 :3
- = CH981 :0
- Z = A3: 06-EL CENTRO
- = CH283 :2
- X = A1: 06-EL CENTRO
- = CH315 :3
- C = CH277 T2:18
- = CH323 :1
- = CH317 :4
- A = CH294 T1:1
- = CH995 :4
- = CH320 :4
- = CH313 :1
- = CH315 :2
- = A1: 05-CUENCA
- = CH319 :2
- B = CH286 T1:9
- = CH323 :2
- = CH128 :3
- = CH329 :1
- Z = CH311 T1:41
- = CH325 :4
- = CH317 :1
- = CH317 :3
- = CH321 :4
- = CH321 :1
- = CH332 :4
- = CH322 :2
- = CH228 :4
- = CH332 :3
- = CH318 :3
- = CH333 :4
- = CH333 :3
- = CH678 :3
- = CH24 :3
- = CH313 :2
- = CH332 :2
- = CH322 :1
- = CH324 :1
- = CH328 :0
- = CH700 :3
- = CH316 :1



PLANET V2.5
Mobile Systems International Plc.
Tue Feb 20 12:40:28 1996

Northern Telecom - CALA
Wireless Network Services
Danny Sassin
1500 Concord Terrace
Sunrise, Florida 33223-2815
(c) 1996 Northern Telecom
Map Database 1/15/96
Bin Size = 50 Meters

Guayaquil System using new model

Eastmin: 602400 Eastmax: 640400
Northmin:-259600 Northmax:-221600
Scale: 1:200000

■ Limit to analog ear Level: -90dBm
■ Outdoor TDMA/portable service Level: -80dBm
■ In Bldg TDMA service Level: -70dBm
Carrier Groups

- A1
- B1
- C1
- D1
- E1
- F1
- G1
- A2
- B2
- C2
- D2
- E2
- F2
- G2
- A3
- B3
- C3
- D3
- E3
- F3
- G3

— ROADS-UNPAVED
— ROADS-PAVED
— HIGHWAY



ANEXO 2

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

CERRO AZUL

GUAYAQUIL; CERRO AZUL

Transmitter Latitude: 2:09:44.0S Longitude: 79:57:19.0W

Transmitter center of radiation: 399.0 m AMSL (24.00 m AGL)

Frequency: 860.0000 MHz; Power: 115.348 W

Receiver antenna: 2.0 m AGL; 1.333 earth curvature

Path loss based on peak attenuation at inflection points.

Field values written to file FLD0012.cll for plotting.

Az	.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	.0	115.348 W	5.00 km	55.12 dBu
Az	.0	115.348 W	6.00 km	79.15 dBu
Az	.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	10.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	10.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	10.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	10.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	10.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	10.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	10.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az	10.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	10.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	10.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	10.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	20.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	20.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	20.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	20.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	20.0	115.348 W	4.00 km	75.35 dBu
Az	20.0	115.348 W	5.00 km	82.88 dBu
Az	20.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az	20.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az	20.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	20.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	20.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	30.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	30.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	30.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	30.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	30.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	30.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	30.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az	30.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	30.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	30.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	30.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	40.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	40.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	40.0	115.348 W	2.00 km	83.85 dBu
Az	40.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	40.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	40.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	40.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az	40.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	40.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	40.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	40.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	50.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	50.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	50.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	50.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	50.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	50.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	50.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az	50.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	50.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	50.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	50.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	60.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	60.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	60.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	60.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	60.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az	60.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	60.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az	60.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	60.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	60.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	60.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	70.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	70.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	70.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	70.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	70.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	70.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	70.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az	70.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	70.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	70.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	70.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	80.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	80.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az	80.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	80.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	80.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	80.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	80.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az	80.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	80.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	80.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	80.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	90.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	90.0	115.348 W	1.00 km	68.36 dBu
Az	90.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az	90.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az	90.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az	90.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az	90.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az	90.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az	90.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az	90.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az	90.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az	100.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az	100.0	115.348 W	1.00 km	75.04 dBu

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 100.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az 100.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 100.0	115.348 W	4.00 km	47.99 dBu
Az 100.0	115.348 W	5.00 km	62.83 dBu
Az 100.0	115.348 W	6.00 km	80.47 dBu *
Az 100.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 100.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 100.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 100.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 110.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 110.0	115.348 W	1.00 km	48.71 dBu
Az 110.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az 110.0	115.348 W	3.00 km	70.22 dBu
Az 110.0	115.348 W	4.00 km	61.50 dBu
Az 110.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 110.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az 110.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 110.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 110.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 110.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 120.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 120.0	115.348 W	1.00 km	33.34 dBu
Az 120.0	115.348 W	2.00 km	46.22 dBu
Az 120.0	115.348 W	3.00 km	78.83 dBu
Az 120.0	115.348 W	4.00 km	-2.09 dBu
Az 120.0	115.348 W	5.00 km	56.21 dBu
Az 120.0	115.348 W	6.00 km	77.59 dBu *
Az 120.0	115.348 W	7.00 km	79.73 dBu *
Az 120.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 120.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 120.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 130.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 130.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 130.0	115.348 W	2.00 km	62.61 dBu
Az 130.0	115.348 W	3.00 km	67.31 dBu
Az 130.0	115.348 W	4.00 km	-4.74 dBu
Az 130.0	115.348 W	5.00 km	58.28 dBu
Az 130.0	115.348 W	6.00 km	66.24 dBu *
Az 130.0	115.348 W	7.00 km	70.82 dBu *
Az 130.0	115.348 W	8.00 km	74.27 dBu *
Az 130.0	115.348 W	9.00 km	76.76 dBu *

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 130.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 140.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 140.0	115.348 W	1.00 km	77.52 dBu
Az 140.0	115.348 W	2.00 km	-19.33 dBu
Az 140.0	115.348 W	3.00 km	-49.92 dBu
Az 140.0	115.348 W	4.00 km	52.27 dBu
Az 140.0	115.348 W	5.00 km	75.20 dBu
Az 140.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 140.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 140.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 140.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 140.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 150.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 150.0	115.348 W	1.00 km	28.09 dBu
Az 150.0	115.348 W	2.00 km	-13.94 dBu
Az 150.0	115.348 W	3.00 km	48.93 dBu
Az 150.0	115.348 W	4.00 km	74.11 dBu
Az 150.0	115.348 W	5.00 km	81.99 dBu
Az 150.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 150.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 150.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 150.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 150.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 160.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 160.0	115.348 W	1.00 km	59.62 dBu
Az 160.0	115.348 W	2.00 km	41.54 dBu
Az 160.0	115.348 W	3.00 km	56.21 dBu
Az 160.0	115.348 W	4.00 km	73.31 dBu
Az 160.0	115.348 W	5.00 km	81.30 dBu
Az 160.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 160.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 160.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 160.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 160.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 170.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 170.0	115.348 W	1.00 km	31.23 dBu
Az 170.0	115.348 W	2.00 km	38.10 dBu
Az 170.0	115.348 W	3.00 km	80.49 dBu
Az 170.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 170.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 170.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 170.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 170.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 170.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 170.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 180.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 180.0	115.348 W	1.00 km	54.22 dBu
Az 180.0	115.348 W	2.00 km	66.97 dBu
Az 180.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 180.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 180.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 180.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 180.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 180.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 180.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 180.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 190.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 190.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 190.0	115.348 W	2.00 km	73.41 dBu
Az 190.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 190.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 190.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 190.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 190.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 190.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 190.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 190.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 200.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 200.0	115.348 W	1.00 km	89.55 dBu
Az 200.0	115.348 W	2.00 km	54.19 dBu
Az 200.0	115.348 W	3.00 km	72.83 dBu
Az 200.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 200.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 200.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 200.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 200.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 200.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 200.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 210.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 210.0	115.348 W	1.00 km	37.69 dBu
Az 210.0	115.348 W	2.00 km	73.34 dBu
Az 210.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 210.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 210.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 210.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 210.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 210.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 210.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 210.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 220.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 220.0	115.348 W	1.00 km	66.53 dBu
Az 220.0	115.348 W	2.00 km	74.41 dBu
Az 220.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 220.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 220.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 220.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 220.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 220.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 220.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 220.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 230.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 230.0	115.348 W	1.00 km	71.61 dBu
Az 230.0	115.348 W	2.00 km	81.46 dBu
Az 230.0	115.348 W	3.00 km	84.87 dBu
Az 230.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 230.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 230.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 230.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 230.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 230.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 230.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 240.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 240.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 240.0	115.348 W	2.00 km	49.47 dBu
Az 240.0	115.348 W	3.00 km	53.45 dBu
Az 240.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 240.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 240.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 240.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 240.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 240.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 240.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 250.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 250.0	115.348	W	1.00 km	75.36 dBu
Az 250.0	115.348	W	2.00 km	59.83 dBu
Az 250.0	115.348	W	3.00 km	74.39 dBu
Az 250.0	115.348	W	4.00 km	85.49 dBu
Az 250.0	115.348	W	5.00 km	83.55 dBu
Az 250.0	115.348	W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 250.0	115.348	W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 250.0	115.348	W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 250.0	115.348	W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 250.0	115.348	W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 260.0	115.348	W	.00 km	145.50 dBu
Az 260.0	115.348	W	1.00 km	7.20 dBu
Az 260.0	115.348	W	2.00 km	82.20 dBu
Az 260.0	115.348	W	3.00 km	87.99 dBu *
Az 260.0	115.348	W	4.00 km	85.49 dBu *
Az 260.0	115.348	W	5.00 km	83.55 dBu *
Az 260.0	115.348	W	6.00 km	81.97 dBu !
Az 260.0	115.348	W	7.00 km	80.63 dBu !
Az 260.0	115.348	W	8.00 km	79.47 dBu !
Az 260.0	115.348	W	9.00 km	78.45 dBu !
Az 260.0	115.348	W	10.00 km	77.54 dBu !
Az 270.0	115.348	W	.00 km	145.50 dBu
Az 270.0	115.348	W	1.00 km	72.70 dBu
Az 270.0	115.348	W	2.00 km	36.27 dBu
Az 270.0	115.348	W	3.00 km	7.76 dBu
Az 270.0	115.348	W	4.00 km	85.49 dBu *
Az 270.0	115.348	W	5.00 km	83.55 dBu *
Az 270.0	115.348	W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 270.0	115.348	W	7.00 km	80.63 dBu !
Az 270.0	115.348	W	8.00 km	79.47 dBu !
Az 270.0	115.348	W	9.00 km	78.45 dBu !
Az 270.0	115.348	W	10.00 km	77.54 dBu !
Az 280.0	115.348	W	.00 km	145.50 dBu
Az 280.0	115.348	W	1.00 km	84.52 dBu
Az 280.0	115.348	W	2.00 km	-15.74 dBu
Az 280.0	115.348	W	3.00 km	87.99 dBu
Az 280.0	115.348	W	4.00 km	85.49 dBu *
Az 280.0	115.348	W	5.00 km	83.55 dBu *
Az 280.0	115.348	W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 280.0	115.348	W	7.00 km	80.63 dBu !
Az 280.0	115.348	W	8.00 km	79.47 dBu !

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 280.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu !
Az 280.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu !
Az 290.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 290.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 290.0	115.348 W	2.00 km	3.35 dBu
Az 290.0	115.348 W	3.00 km	63.34 dBu
Az 290.0	115.348 W	4.00 km	80.60 dBu *
Az 290.0	115.348 W	5.00 km	77.94 dBu *
Az 290.0	115.348 W	6.00 km	76.03 dBu *
Az 290.0	115.348 W	7.00 km	74.48 dBu !
Az 290.0	115.348 W	8.00 km	73.16 dBu !
Az 290.0	115.348 W	9.00 km	72.00 dBu !
Az 290.0	115.348 W	10.00 km	70.97 dBu !
Az 300.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 300.0	115.348 W	1.00 km	97.15 dBu
Az 300.0	115.348 W	2.00 km	67.37 dBu
Az 300.0	115.348 W	3.00 km	67.68 dBu
Az 300.0	115.348 W	4.00 km	6.41 dBu *
Az 300.0	115.348 W	5.00 km	25.43 dBu *
Az 300.0	115.348 W	6.00 km	32.82 dBu *
Az 300.0	115.348 W	7.00 km	36.07 dBu *
Az 300.0	115.348 W	8.00 km	39.18 dBu !
Az 300.0	115.348 W	9.00 km	41.58 dBu !
Az 300.0	115.348 W	10.00 km	43.26 dBu !
Az 310.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 310.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 310.0	115.348 W	2.00 km	63.43 dBu
Az 310.0	115.348 W	3.00 km	56.51 dBu
Az 310.0	115.348 W	4.00 km	-6.42 dBu
Az 310.0	115.348 W	5.00 km	49.84 dBu *
Az 310.0	115.348 W	6.00 km	79.61 dBu *
Az 310.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 310.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 310.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu !
Az 310.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu !
Az 320.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 320.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 320.0	115.348 W	2.00 km	81.28 dBu
Az 320.0	115.348 W	3.00 km	84.88 dBu
Az 320.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu *
Az 320.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu *

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 320.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 320.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 320.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu !
Az 320.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu !
Az 320.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu !
Az 330.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 330.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 330.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az 330.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 330.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 330.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 330.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu *
Az 330.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 330.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 330.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 330.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 340.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 340.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 340.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az 340.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 340.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 340.0	115.348 W	5.00 km	66.08 dBu
Az 340.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az 340.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 340.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 340.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 340.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *
Az 350.0	115.348 W	.00 km	145.50 dBu
Az 350.0	115.348 W	1.00 km	97.51 dBu
Az 350.0	115.348 W	2.00 km	91.50 dBu
Az 350.0	115.348 W	3.00 km	87.99 dBu
Az 350.0	115.348 W	4.00 km	85.49 dBu
Az 350.0	115.348 W	5.00 km	83.55 dBu
Az 350.0	115.348 W	6.00 km	81.97 dBu
Az 350.0	115.348 W	7.00 km	80.63 dBu *
Az 350.0	115.348 W	8.00 km	79.47 dBu *
Az 350.0	115.348 W	9.00 km	78.45 dBu *
Az 350.0	115.348 W	10.00 km	77.54 dBu *

* - Computed field is beyond distance of available terrain data

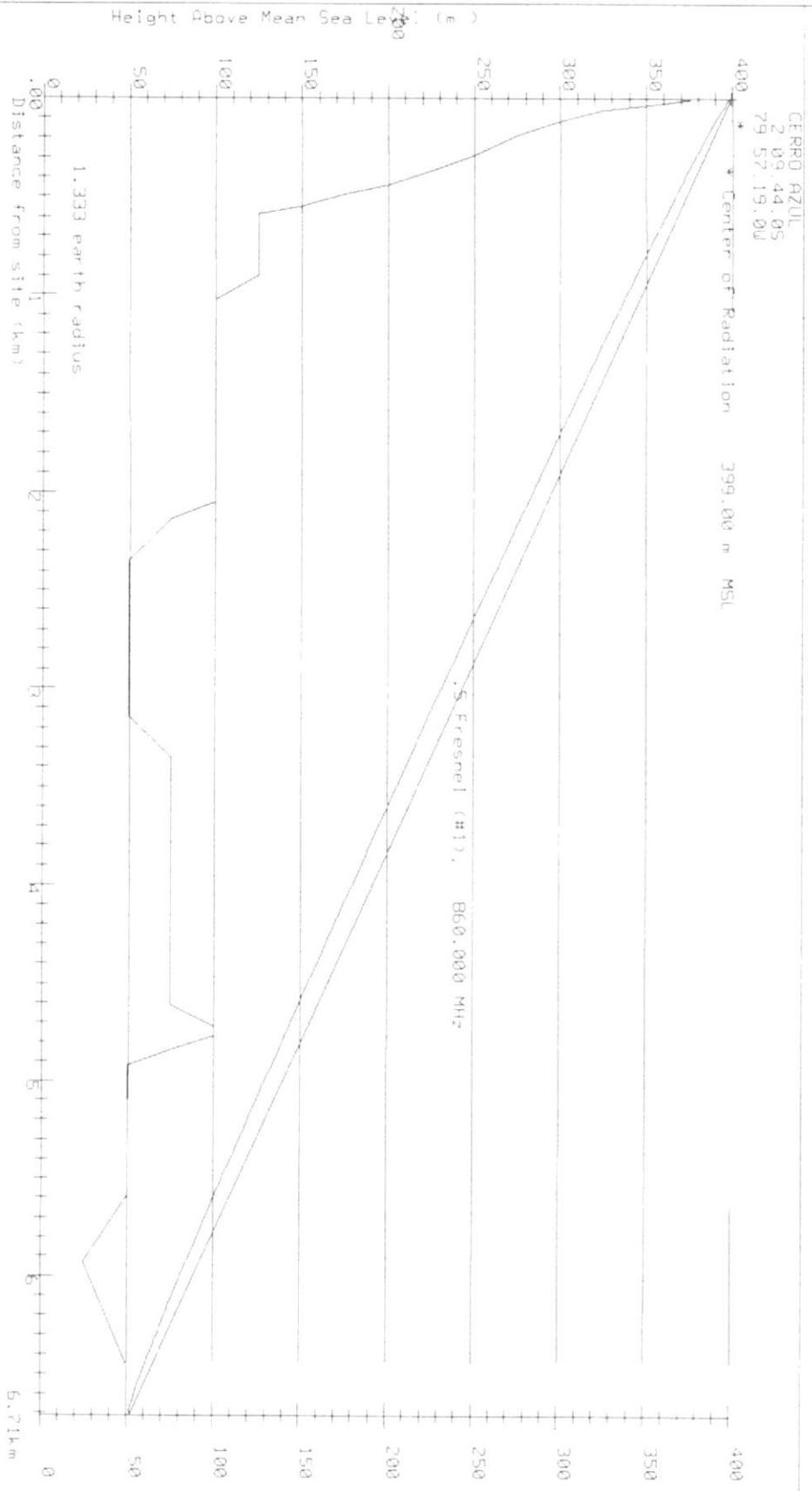
! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data

results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. CESAR YEPEZ F.

IET-008-G

}
?
2



ING. CESAR VÉPEZ F.
 IET-008-G

CERRO AZUL
 2 09.44.05
 79 57.19.0W
 * Center of Radiation 399.00 m MSL

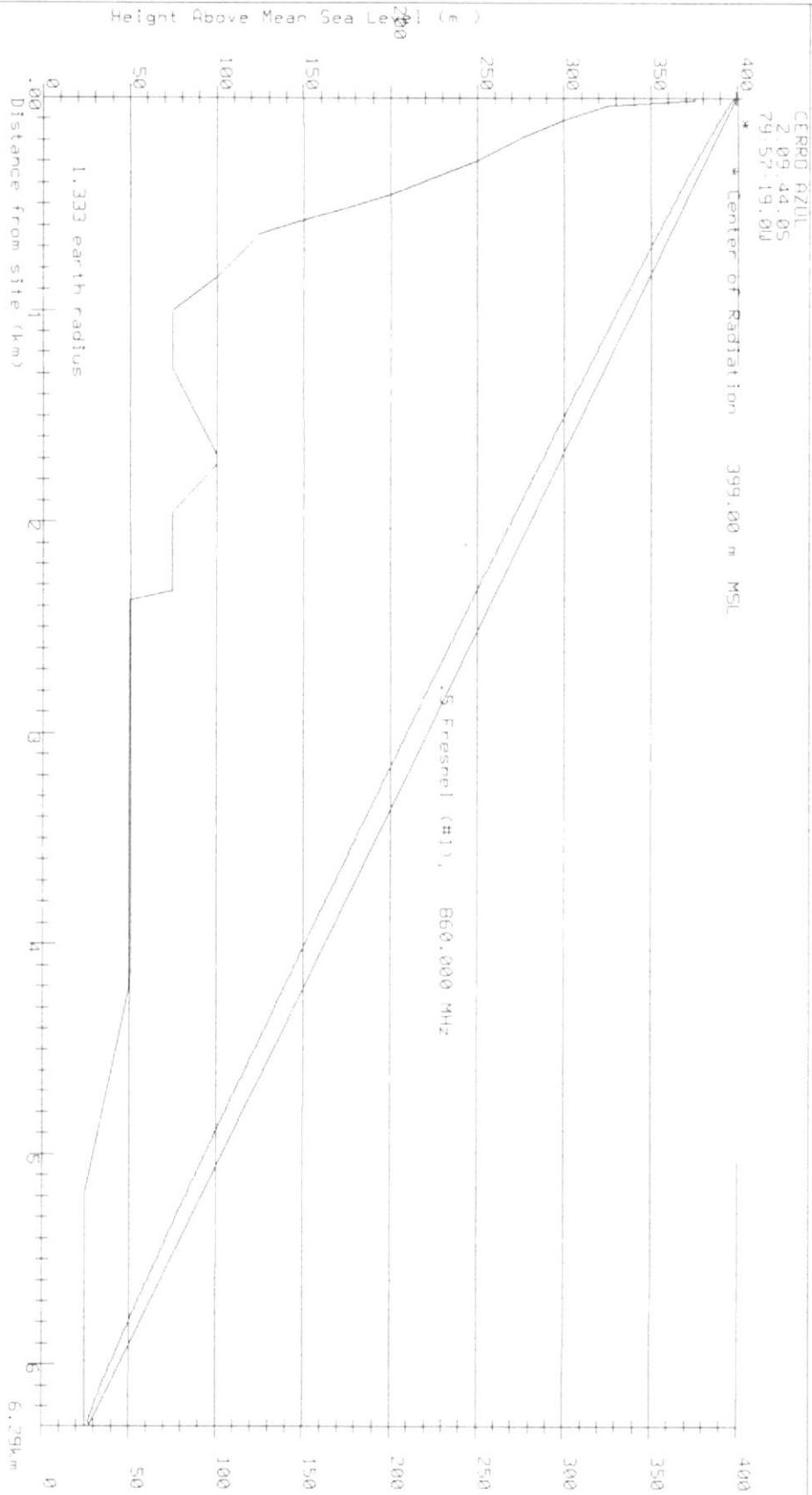
S. Fresnel (#1), 860.000 MHz

1.333 earth radius

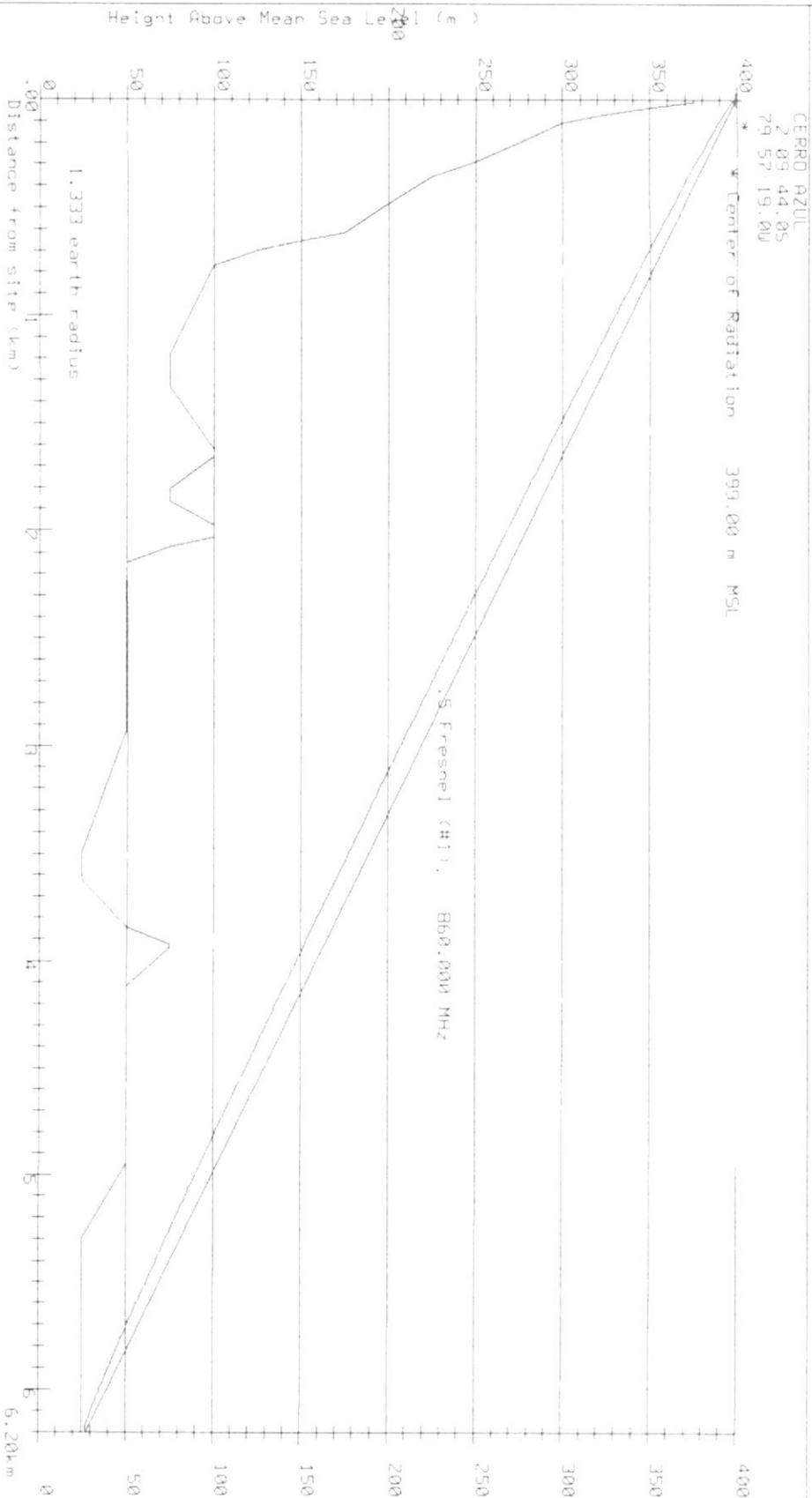
Height Above Mean Sea Level (m)

Distance from site (km)

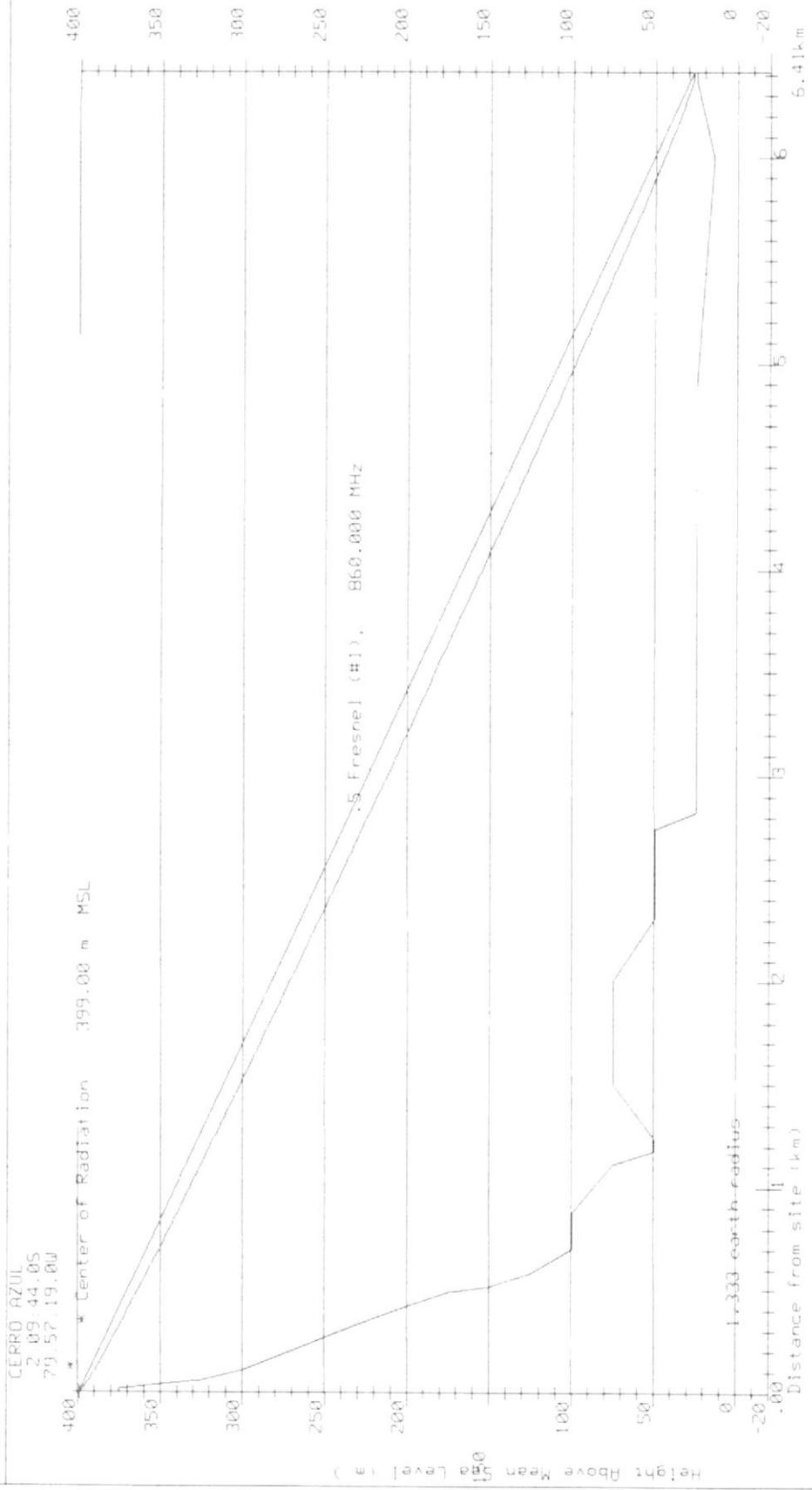
5.71km



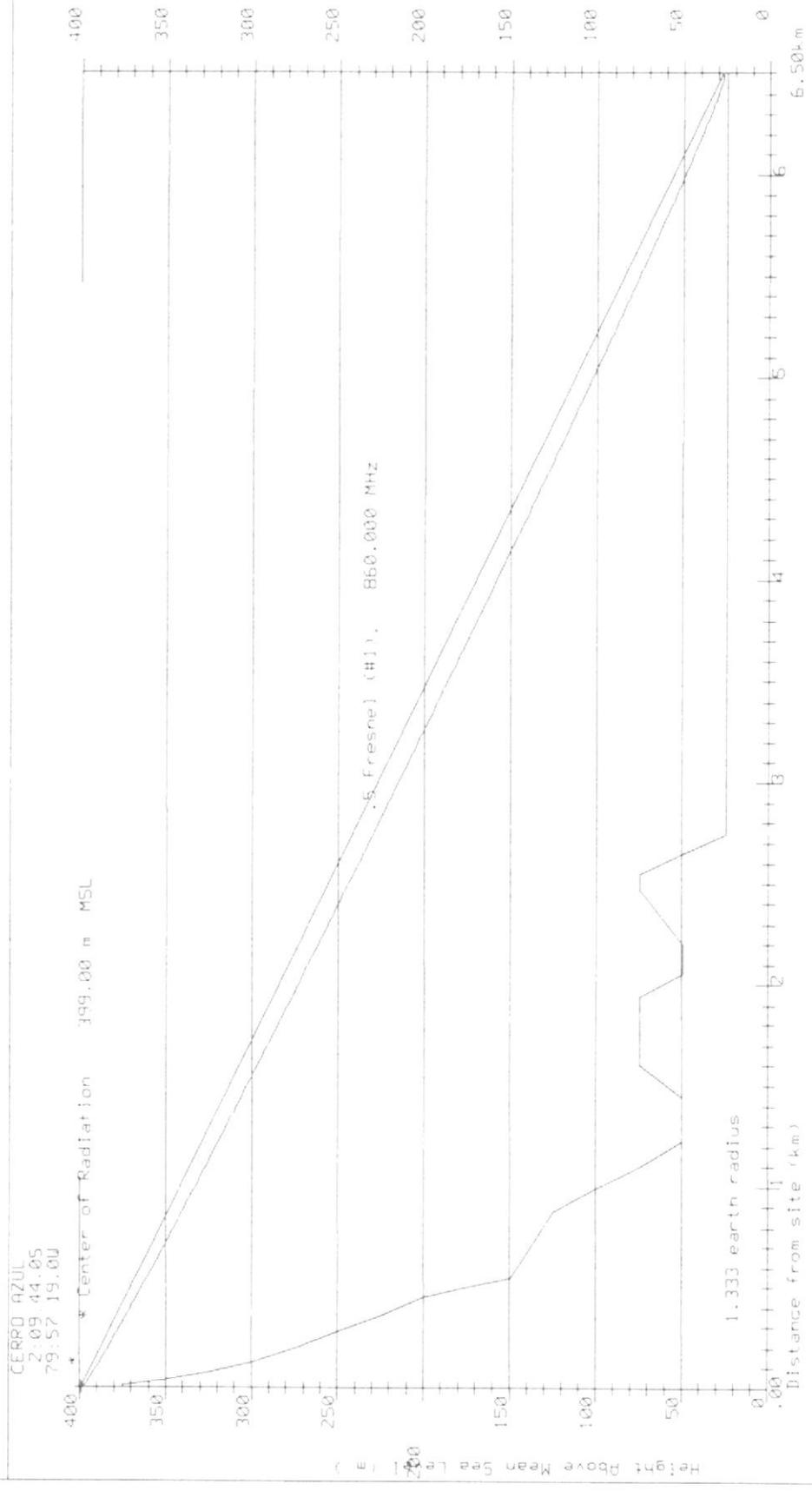
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



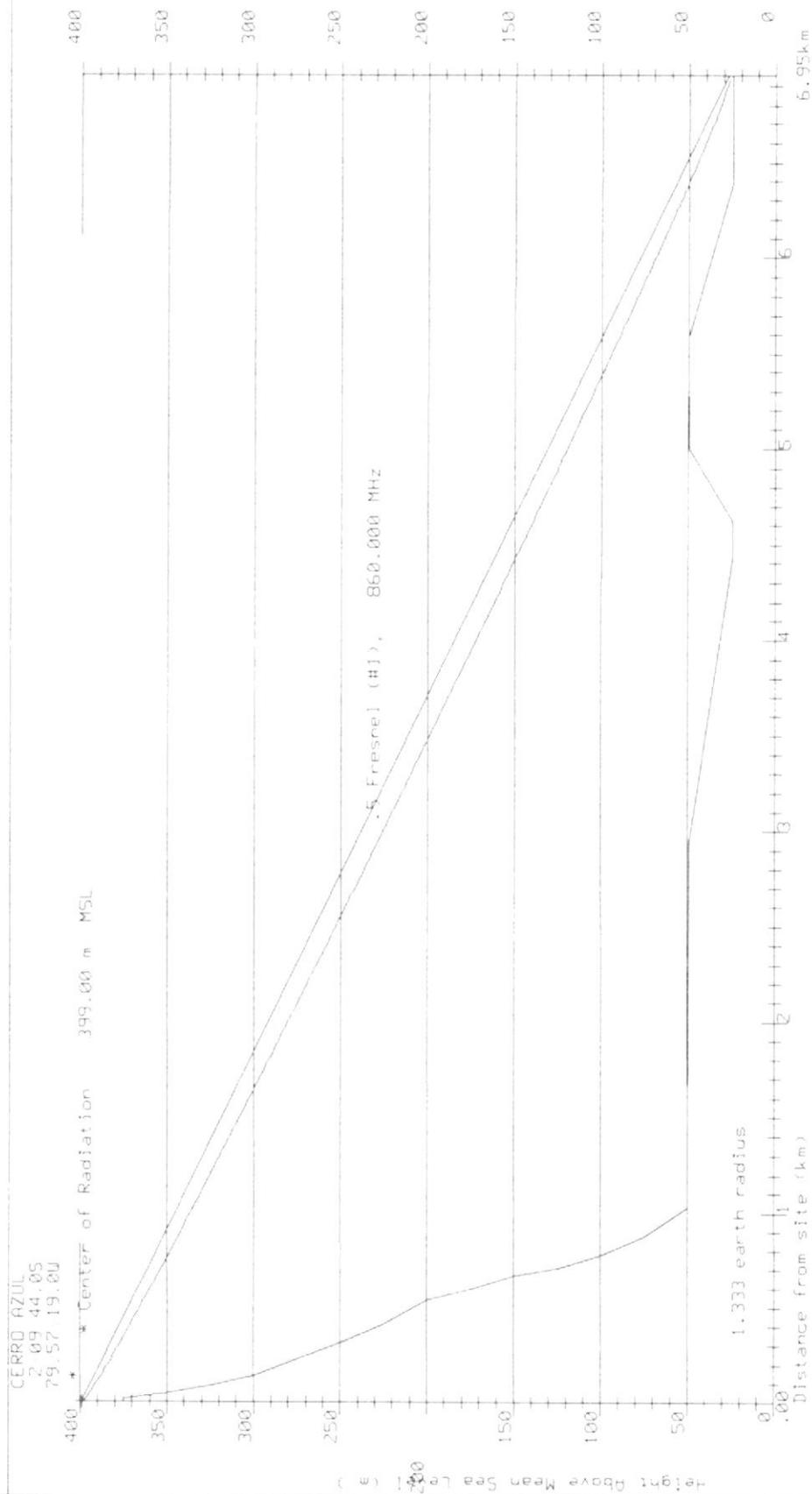
ING. CESAR VEPEZ F.
 IET-008-G



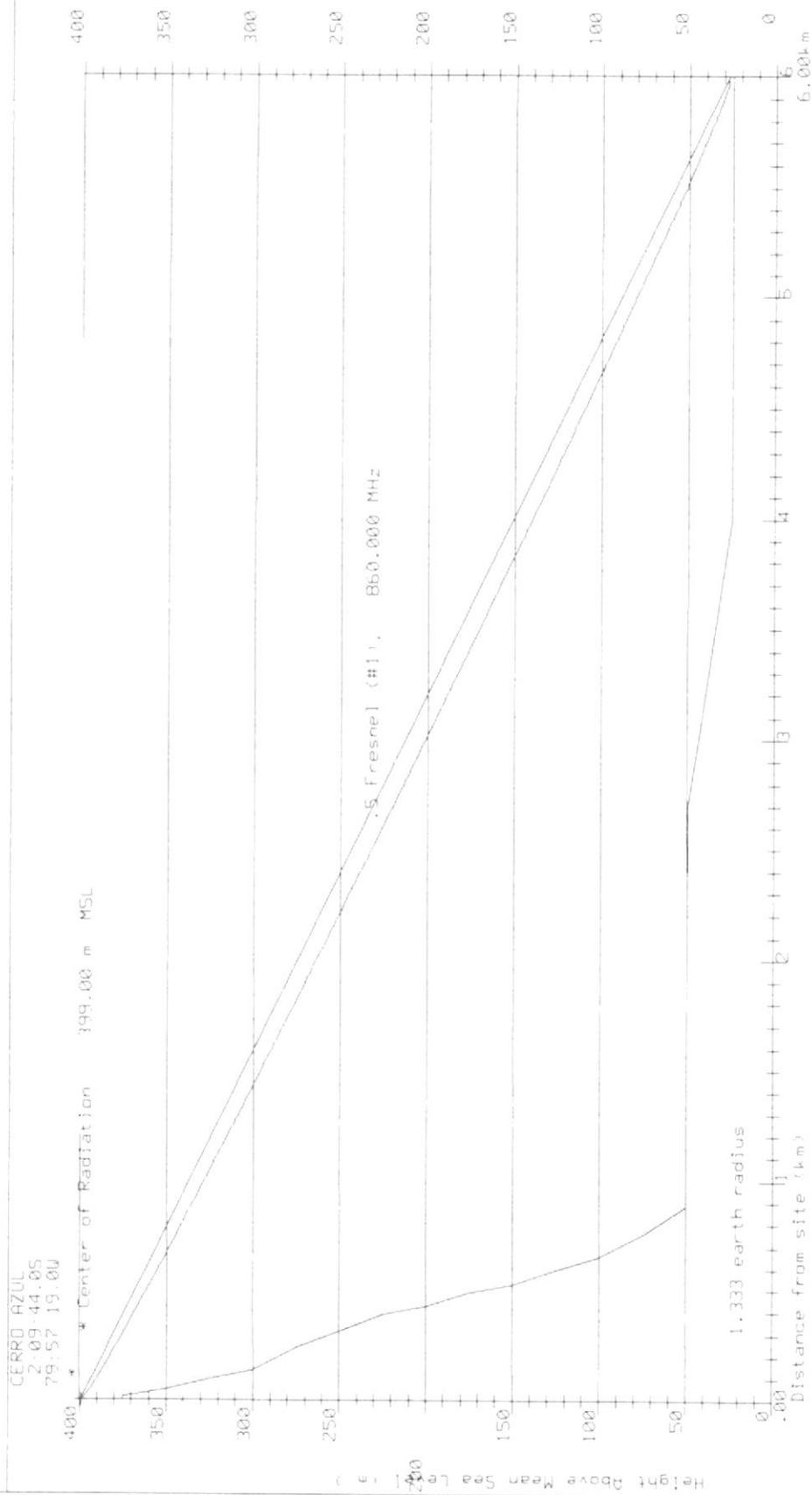
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



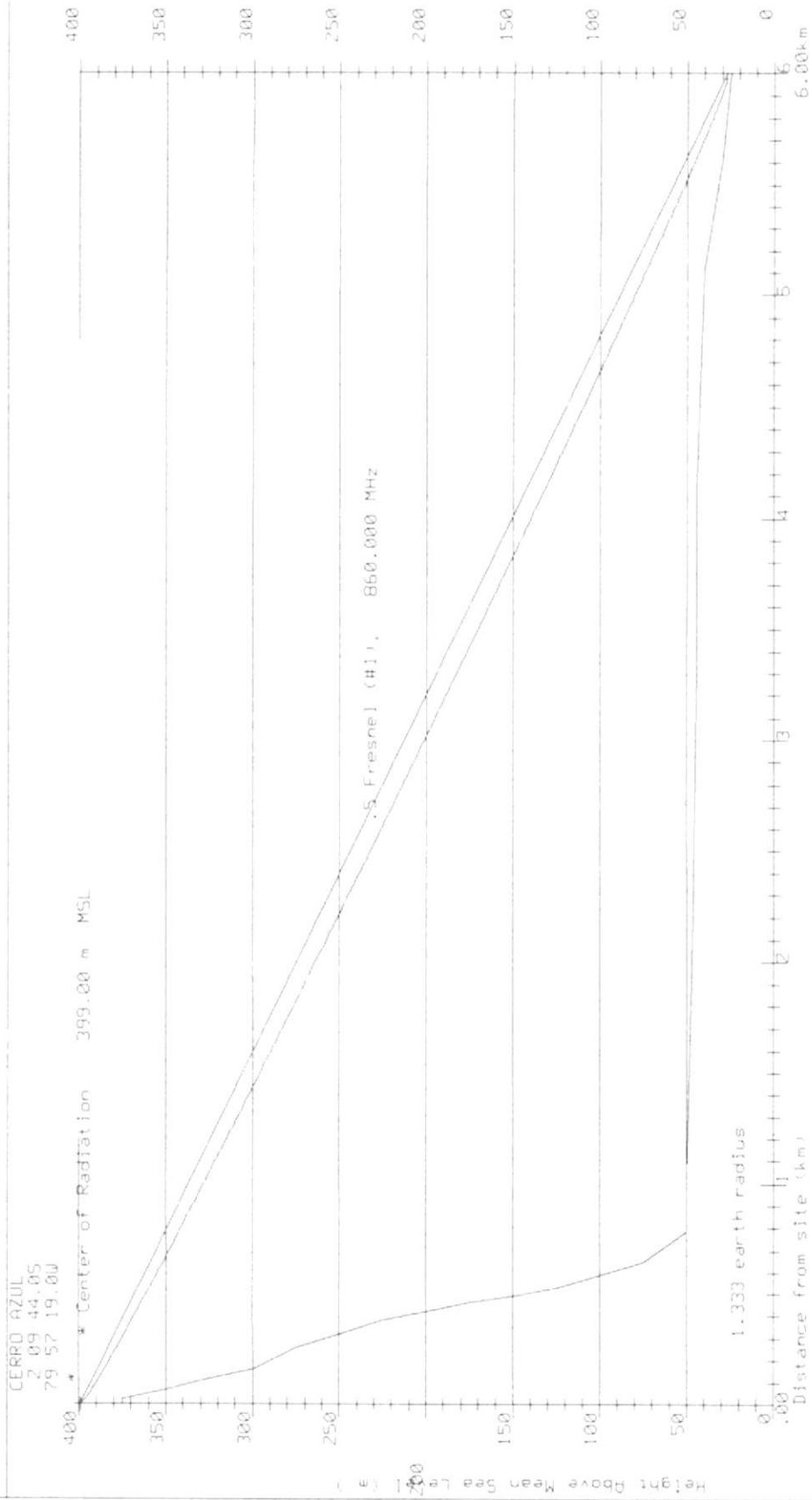
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



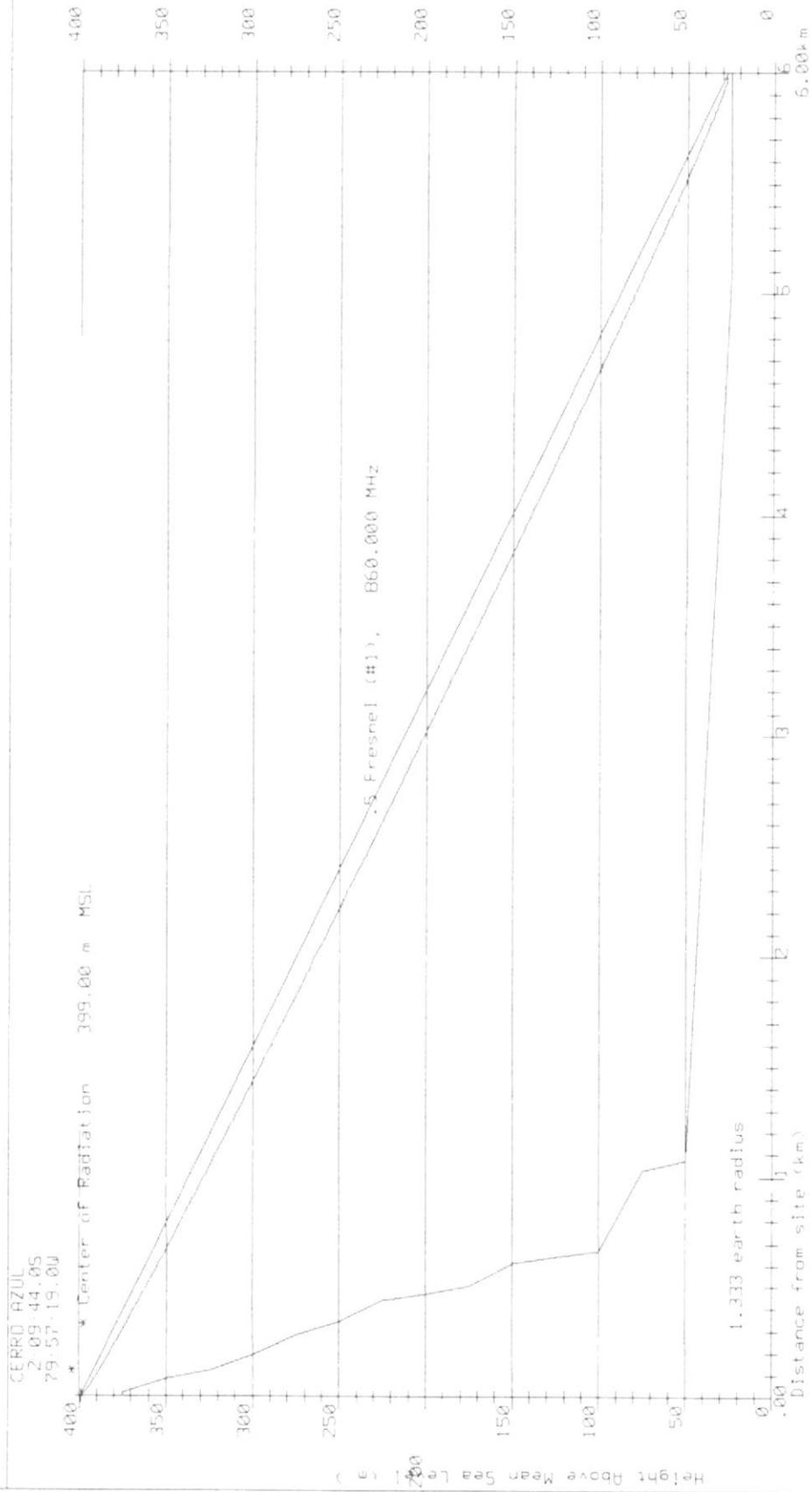
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



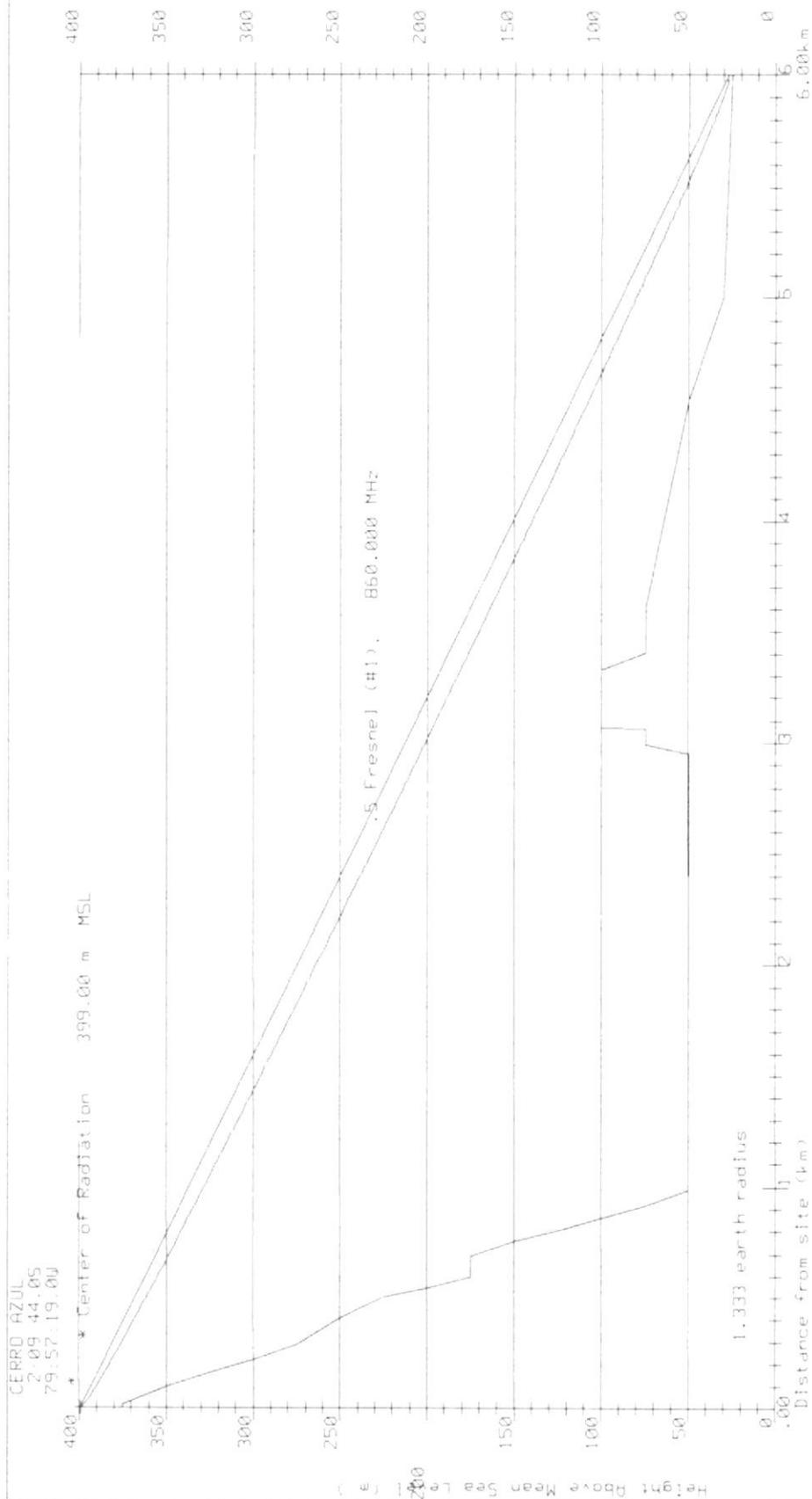
ING. CESAR YEPEZ F.
 JET-008-G



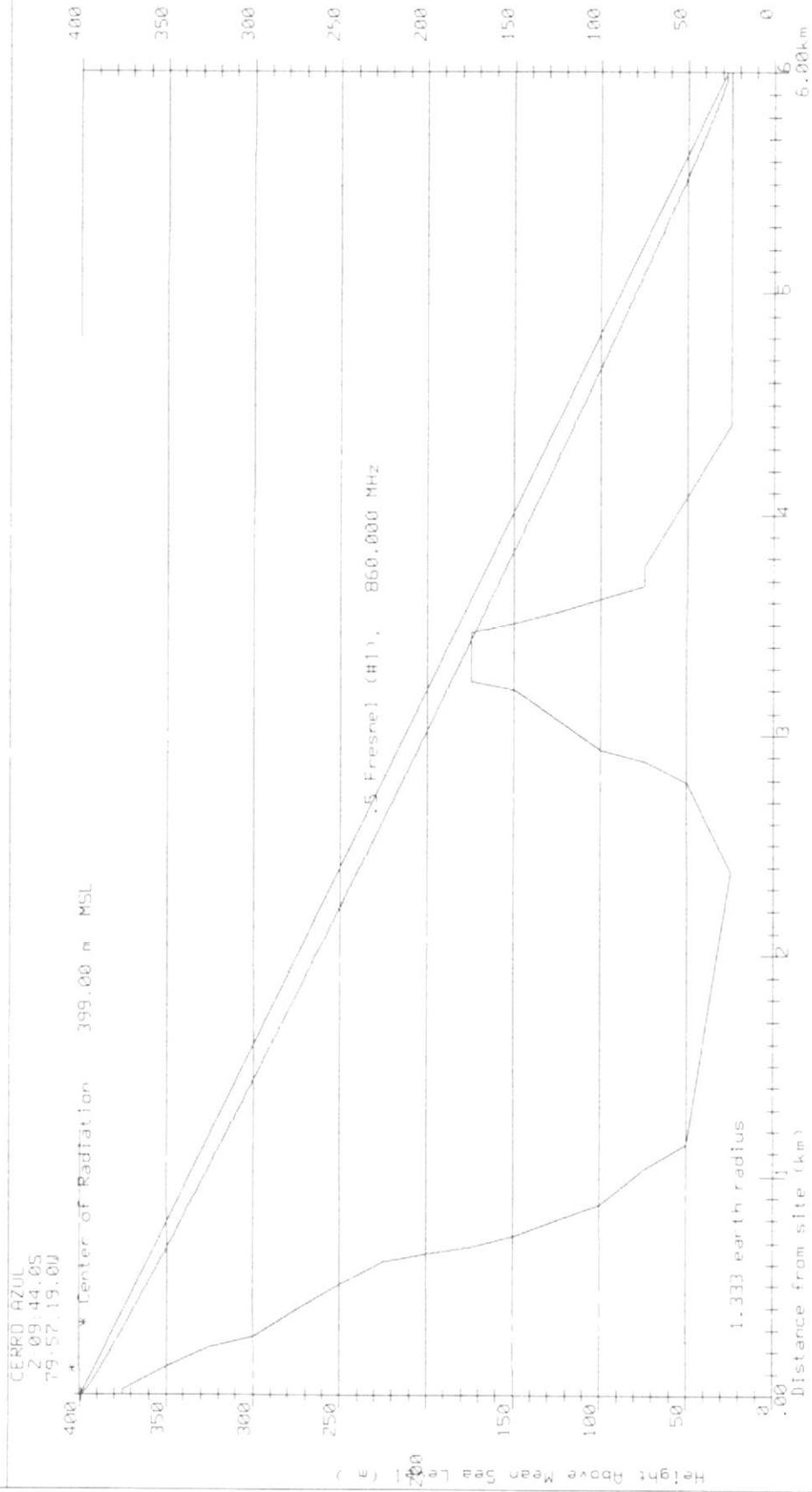
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



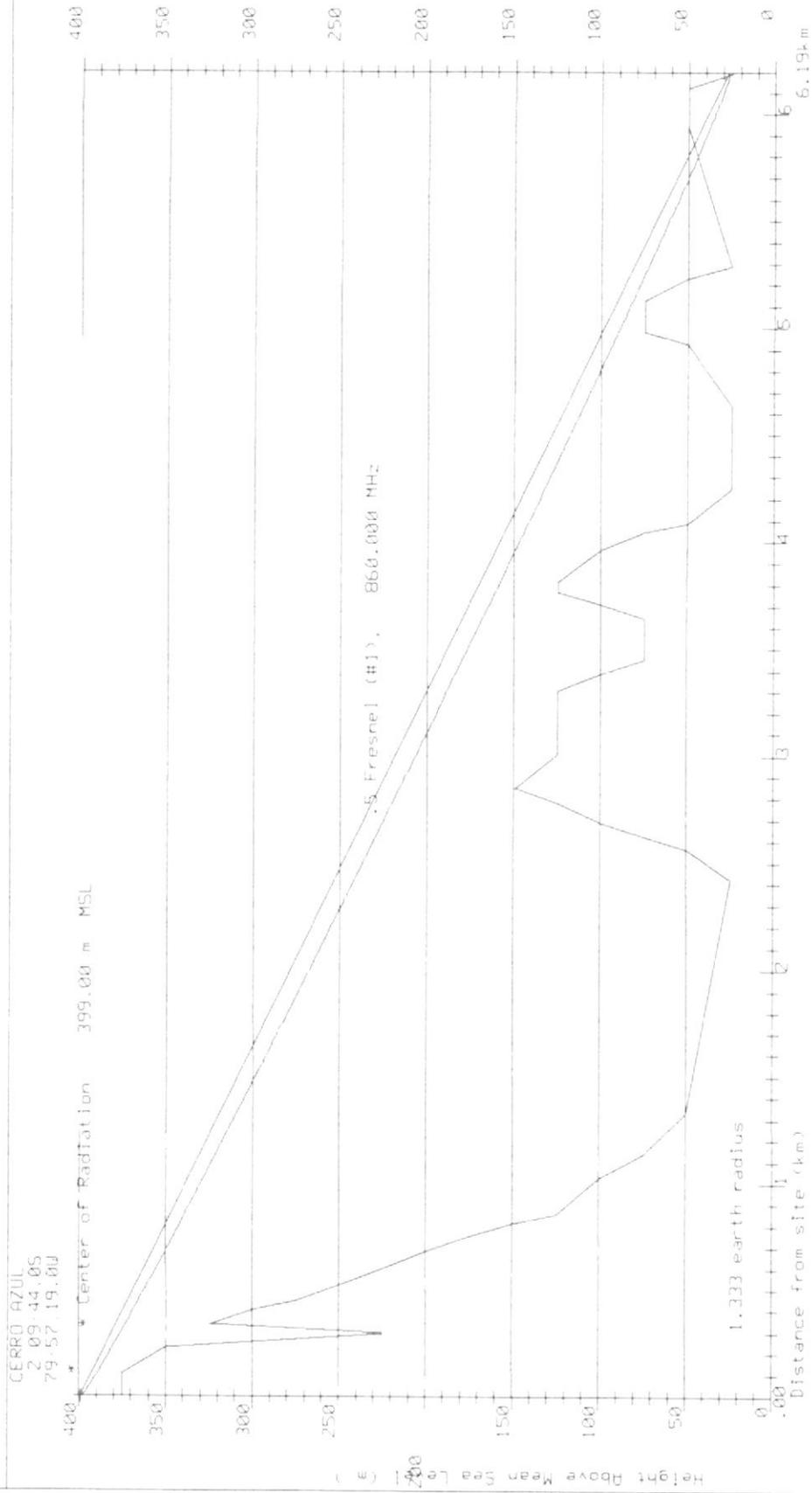
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



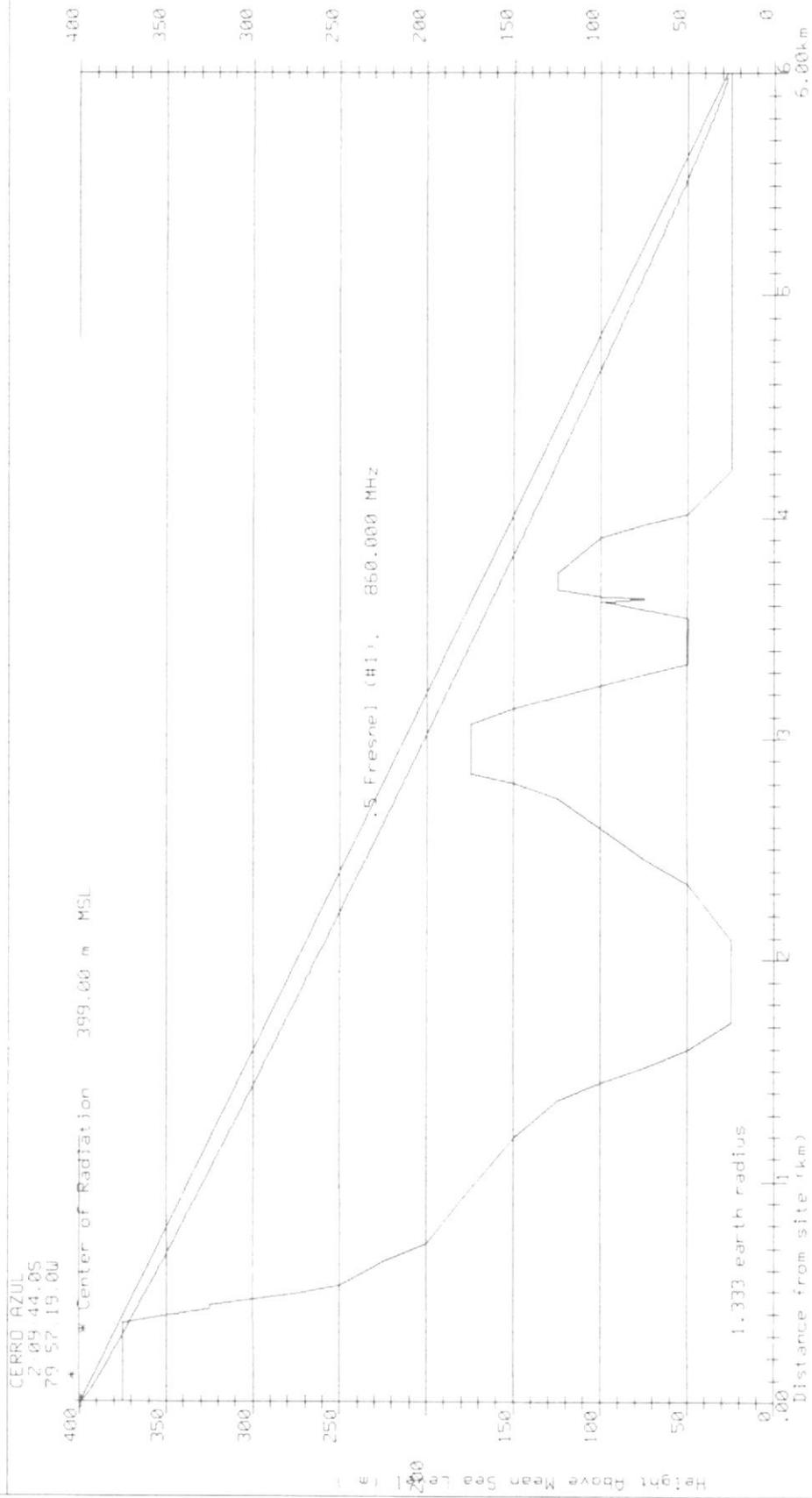
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



ING. CESAR YEPEZ F.
 IEI-008-G



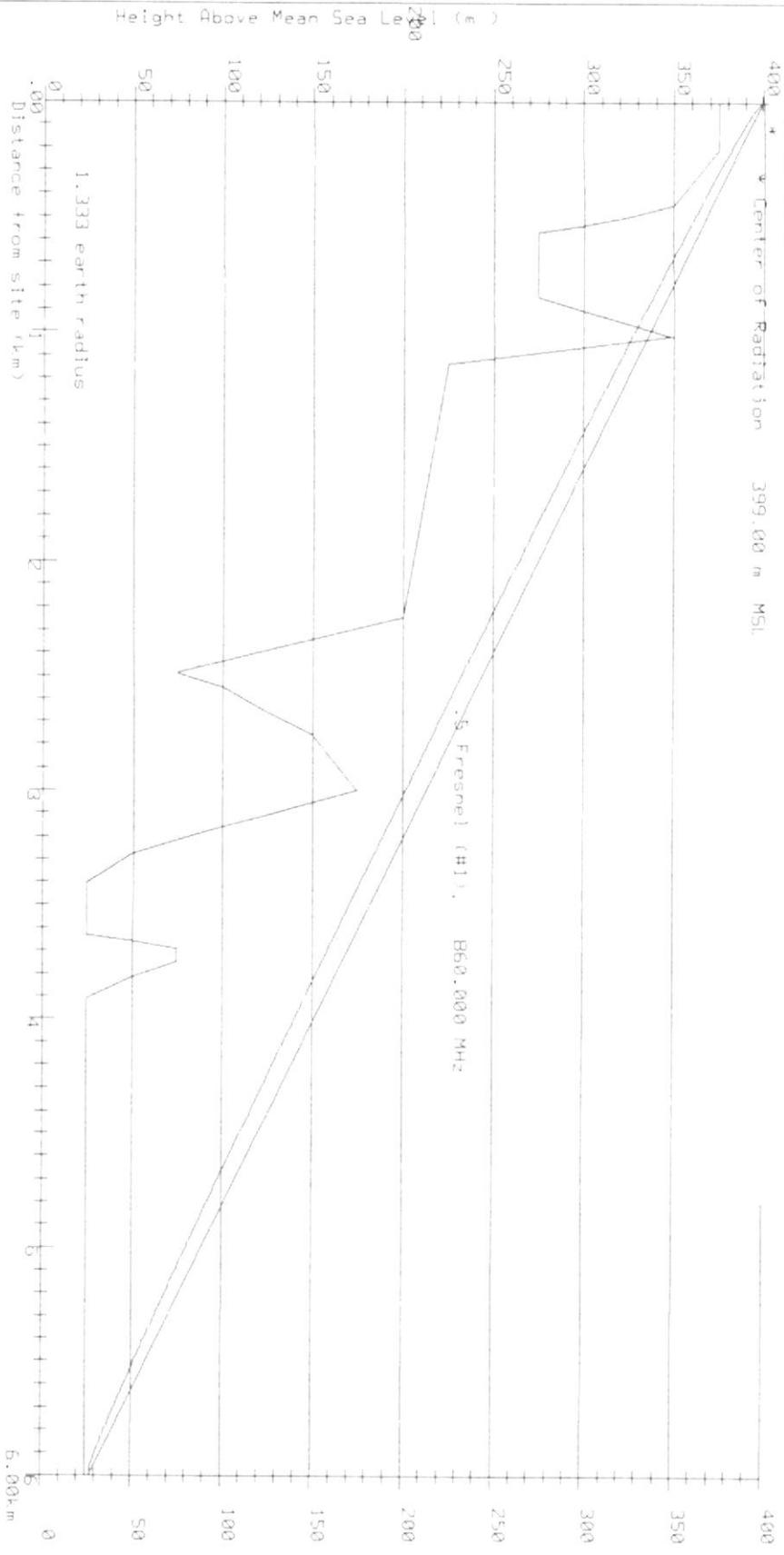
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



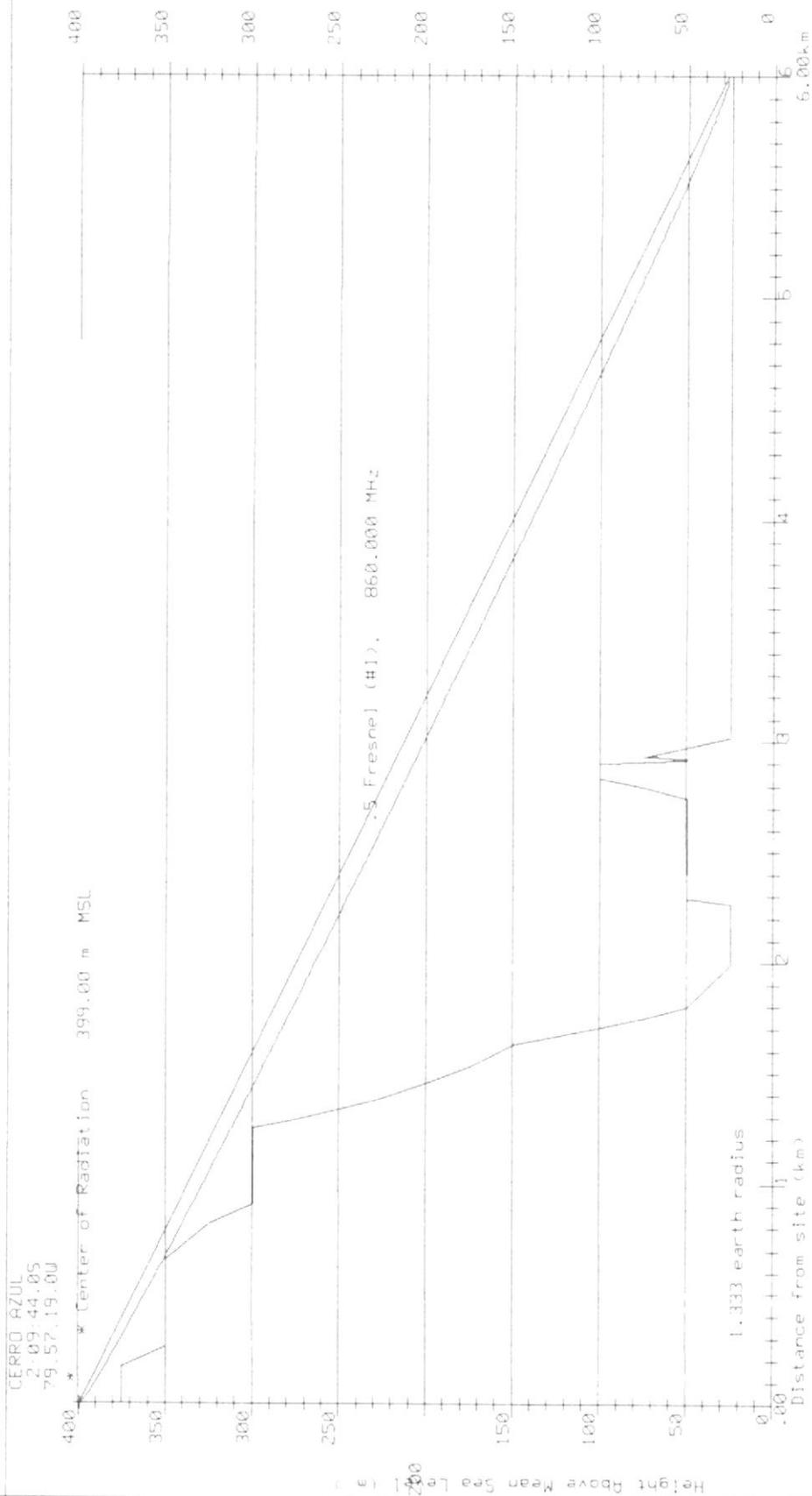
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G

CERRO AZUL
 2 09 44.05
 79 57 19.00

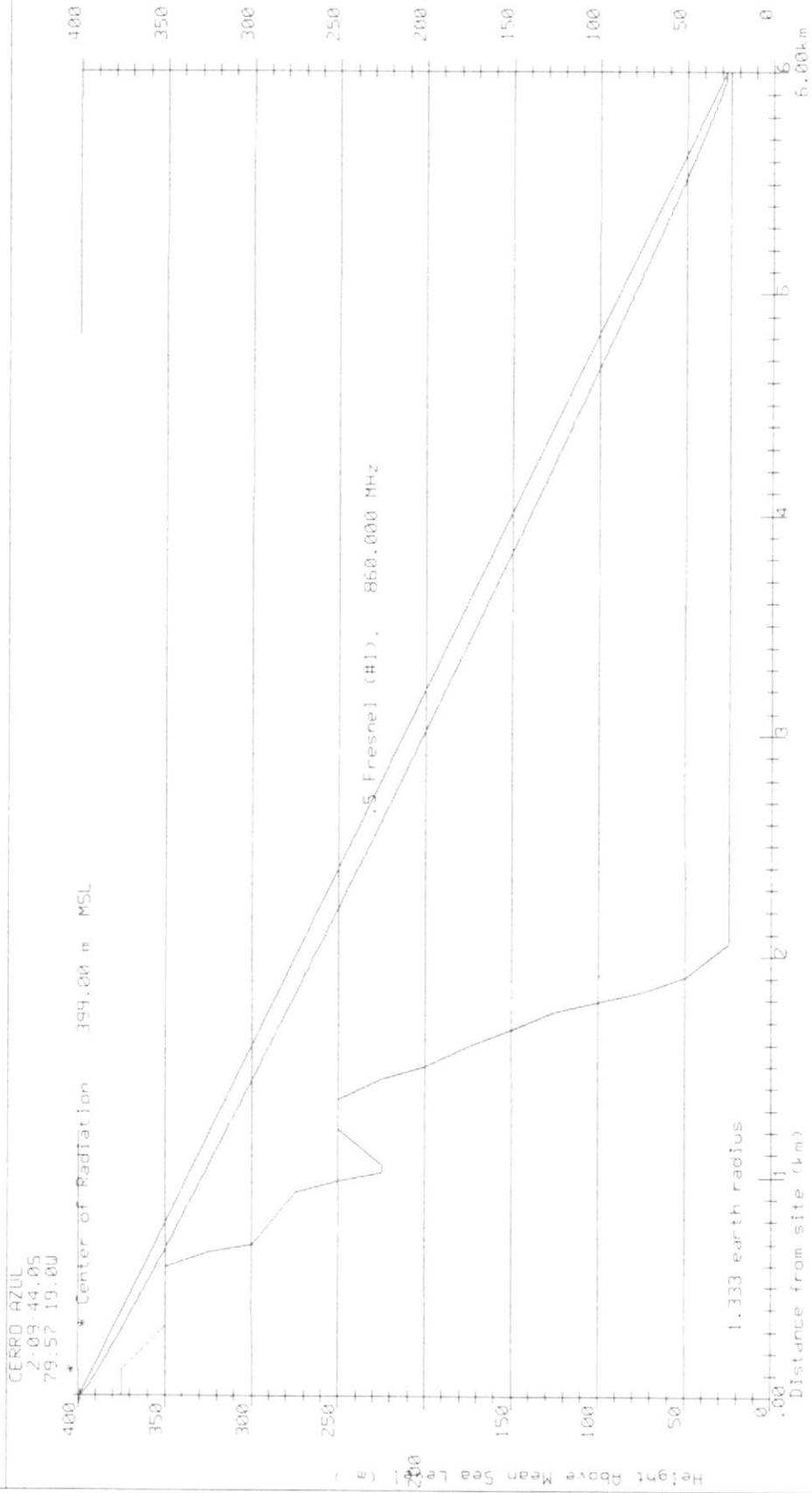
Center of Radiation 399.00 m MSL



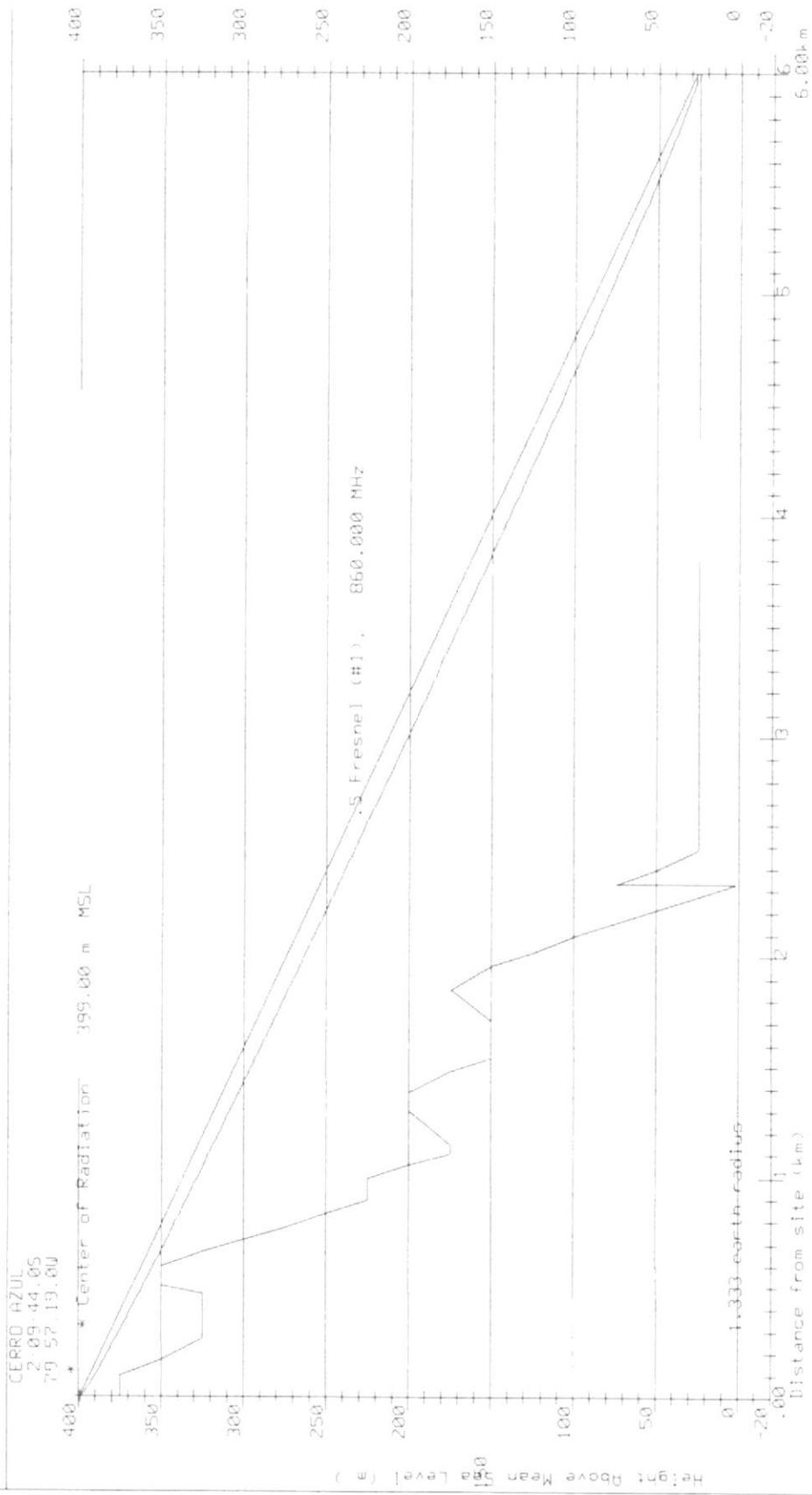
ING. CESAR YEPPEZ F.
 IET-008-G



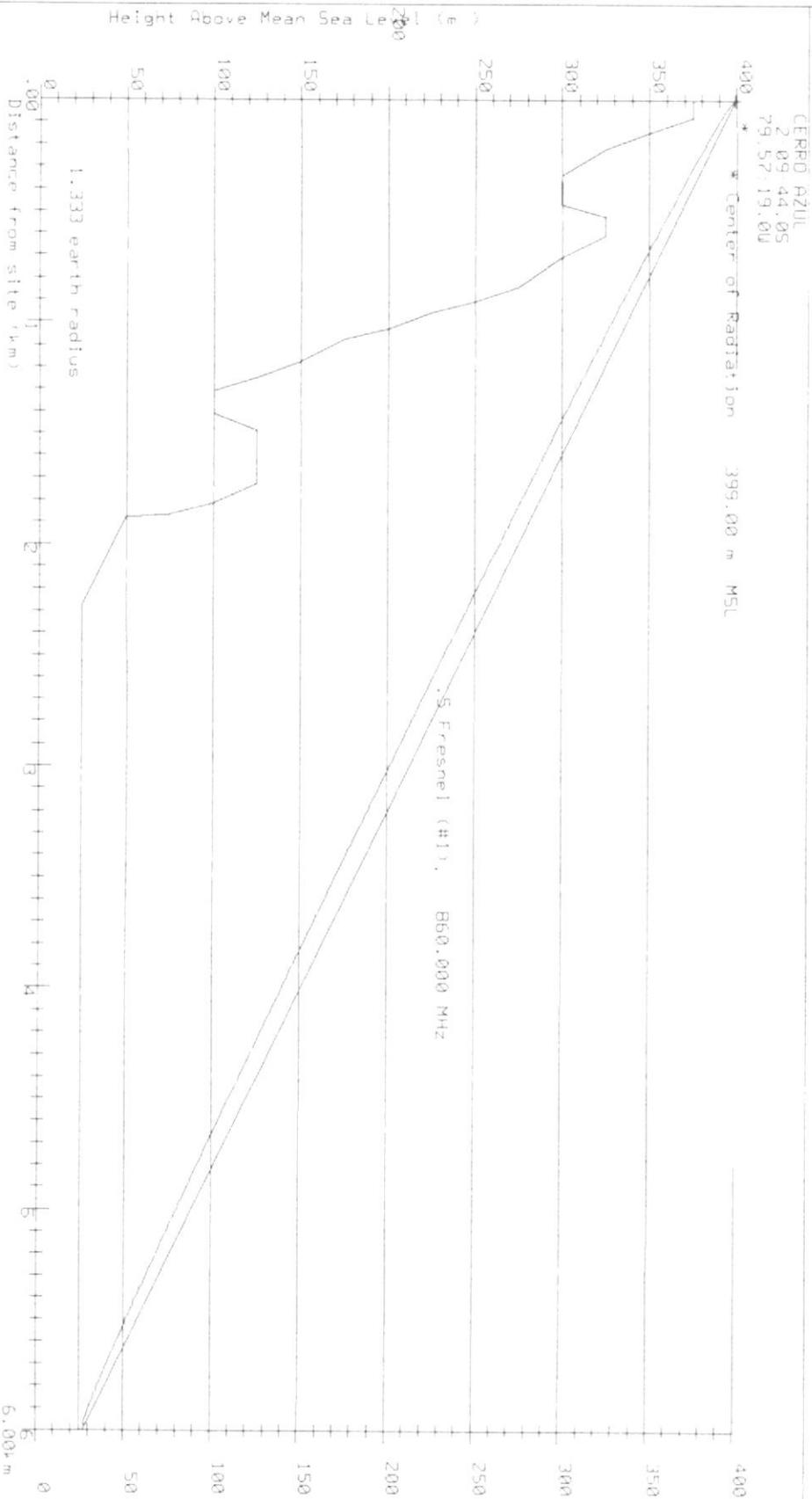
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



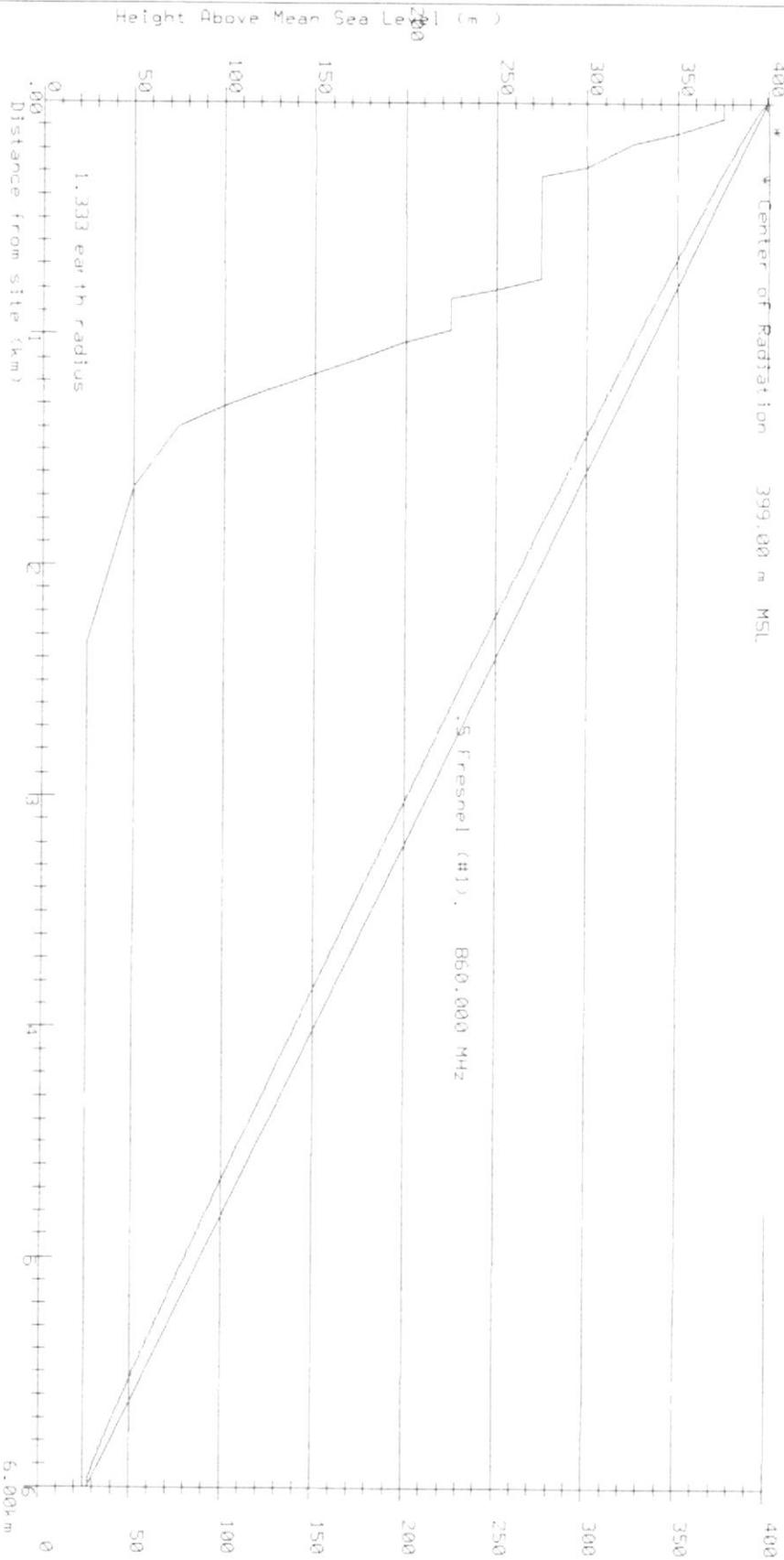
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



ING. CESSAR YEPPEZ F.
 IET-008-G

CERRO AZUL
 2 09 44.05
 79 57 19.00

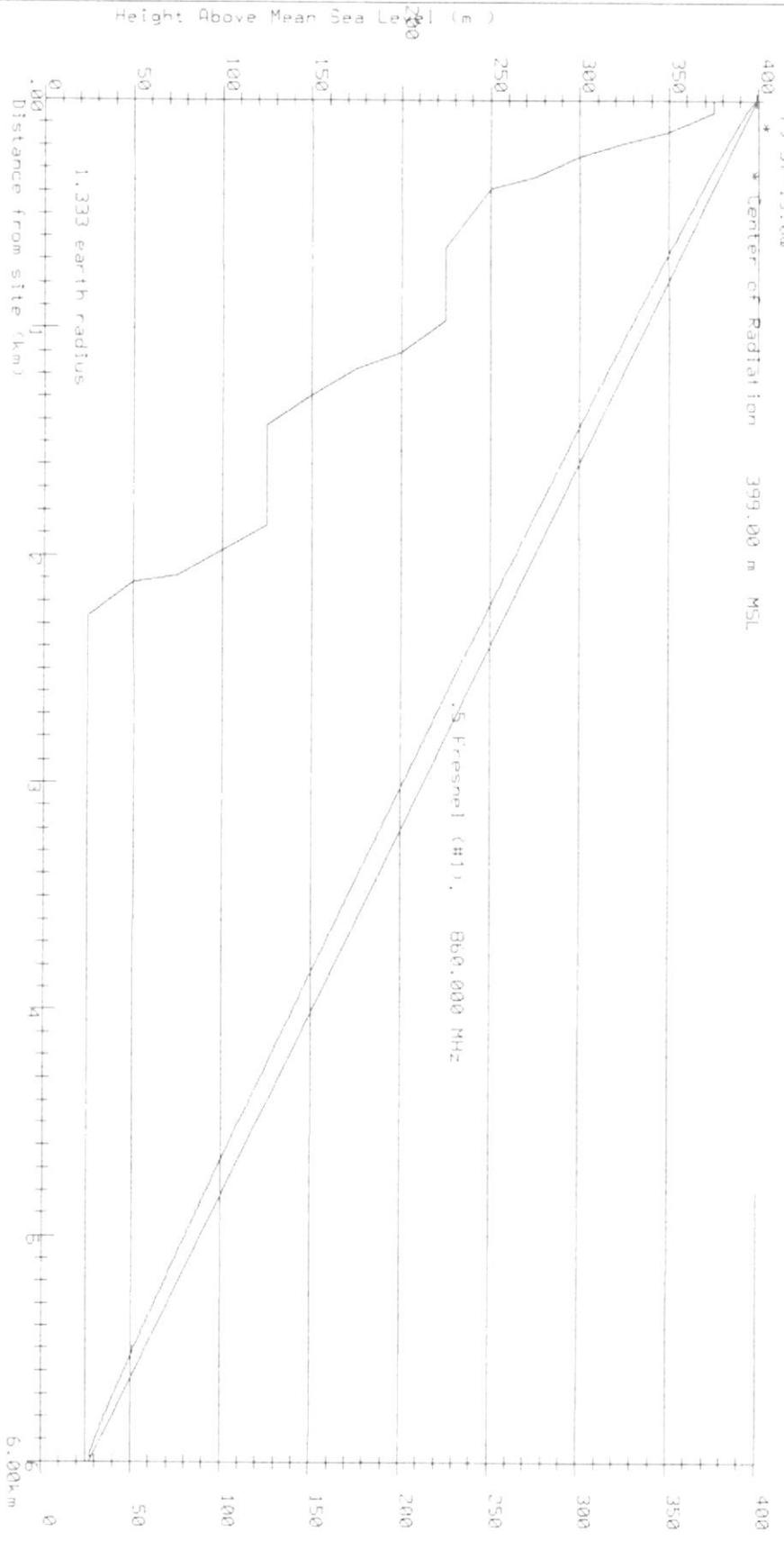
* Center of Radiation 399.00 m MSL



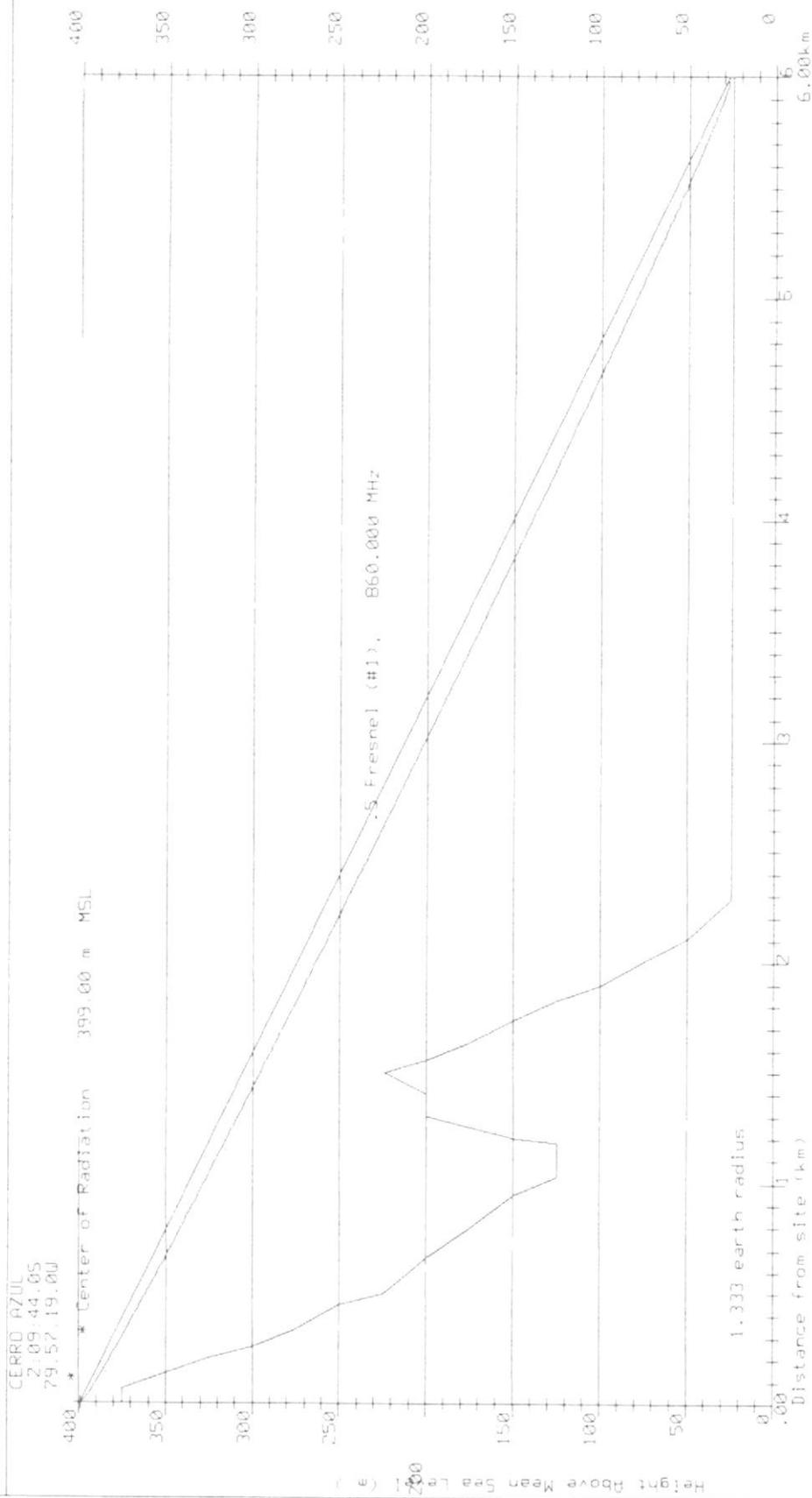
ING. CESAR YEPPEZ F.
 IET-008-G

CERRO AZUL
 2 09 44.05
 79 57 19.0W

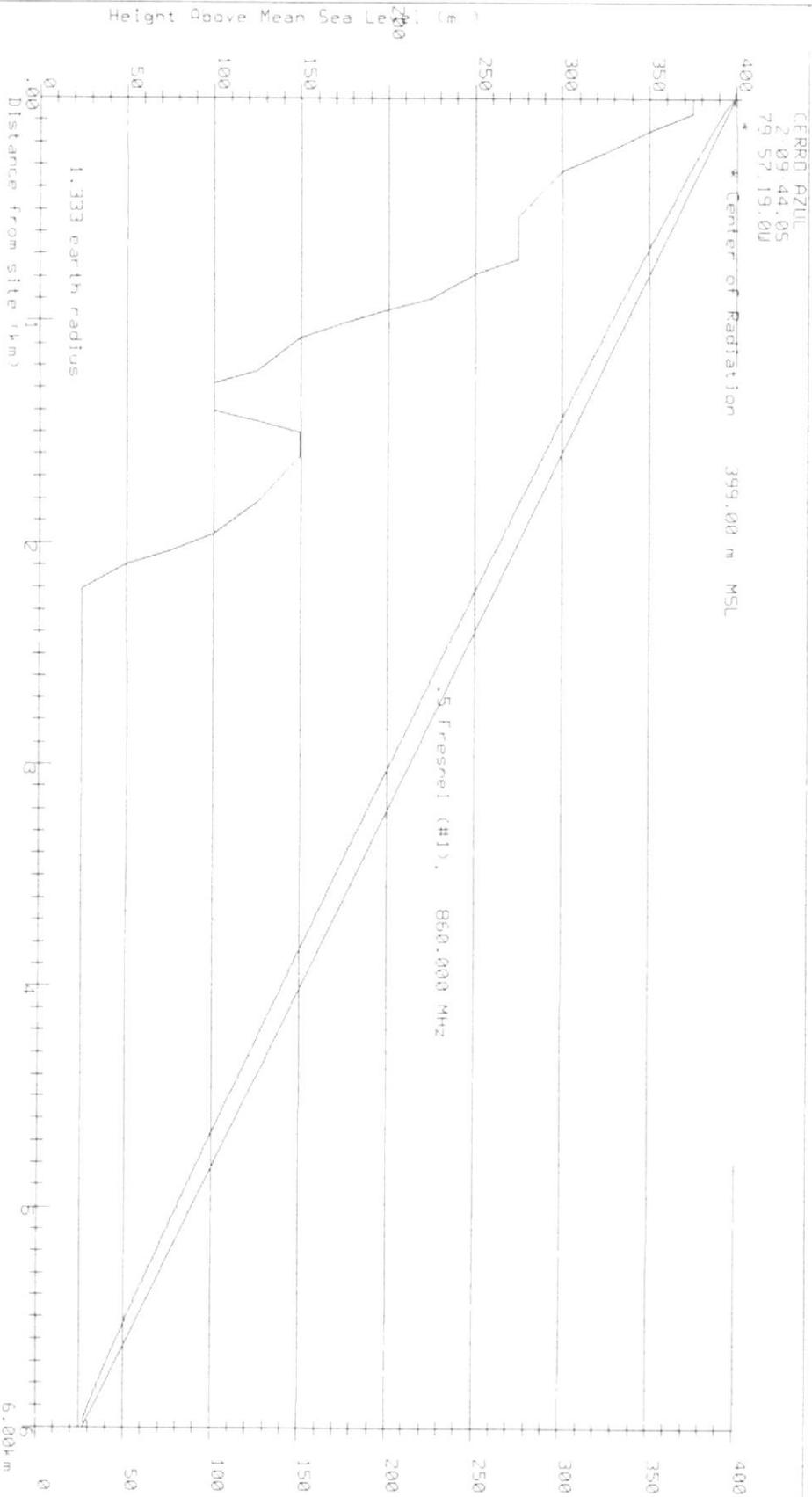
* Center of Radiation 399.00 m MSL



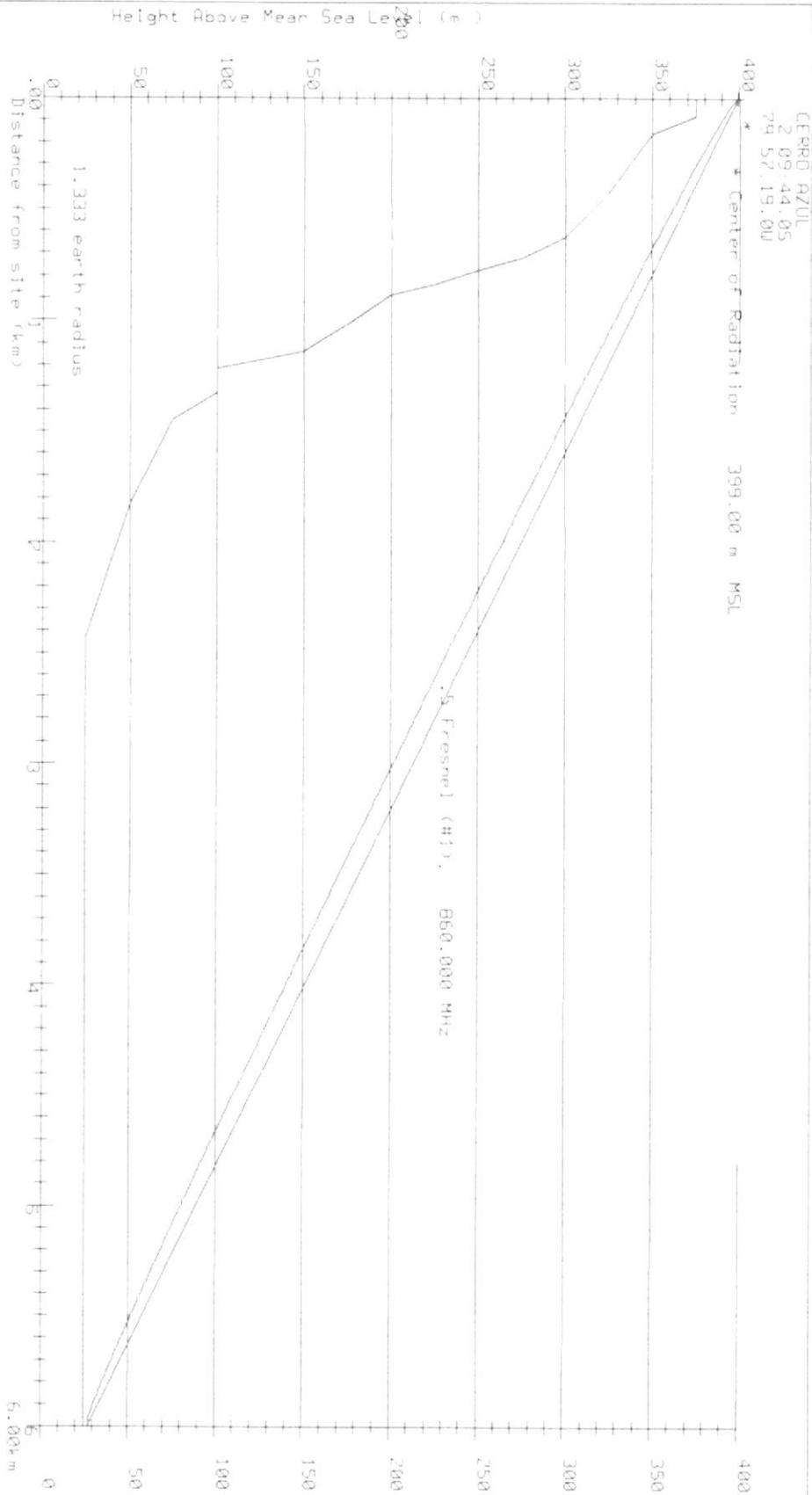
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



ING. CESAR YEPEZ F.
 JET-008-G



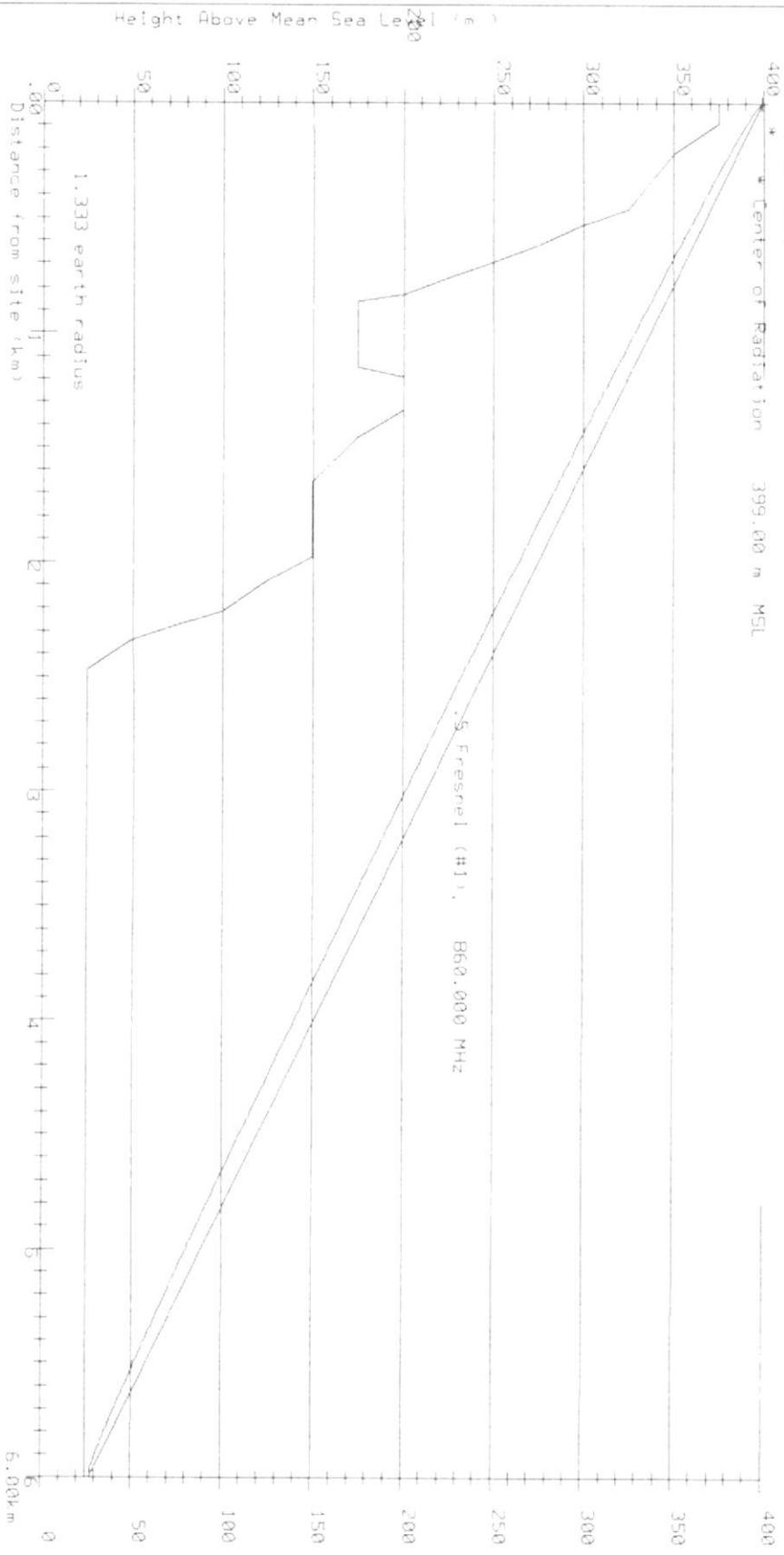
ING. CESAR YEPPE Z F.
 IET-008-G



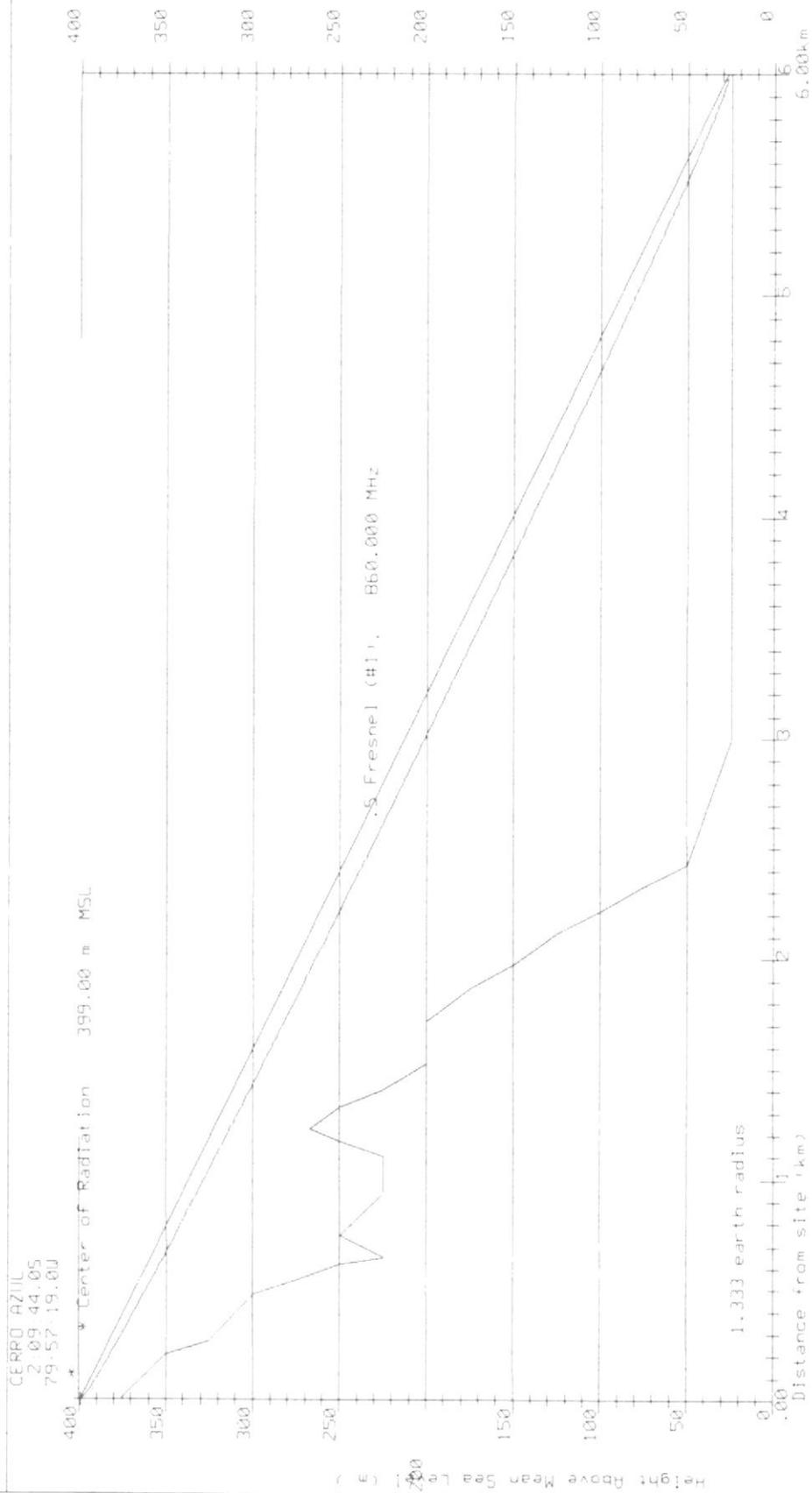
ING. CESAR YEPEZ F.
 1E1-008-G

CERRO AZUL
 2 09:44.05
 79 57:19.00

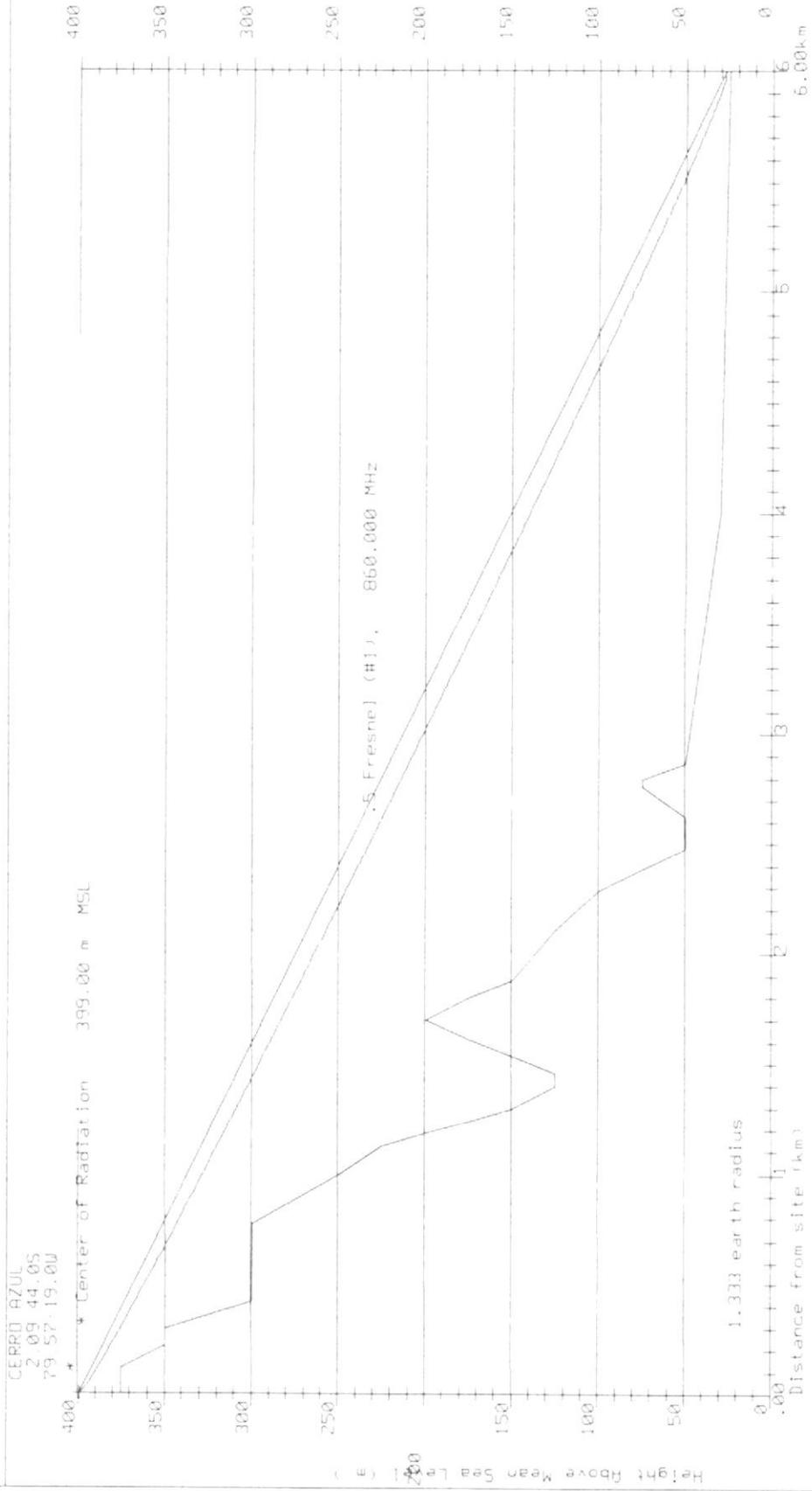
* Center of Radiation 399.00 m MSL



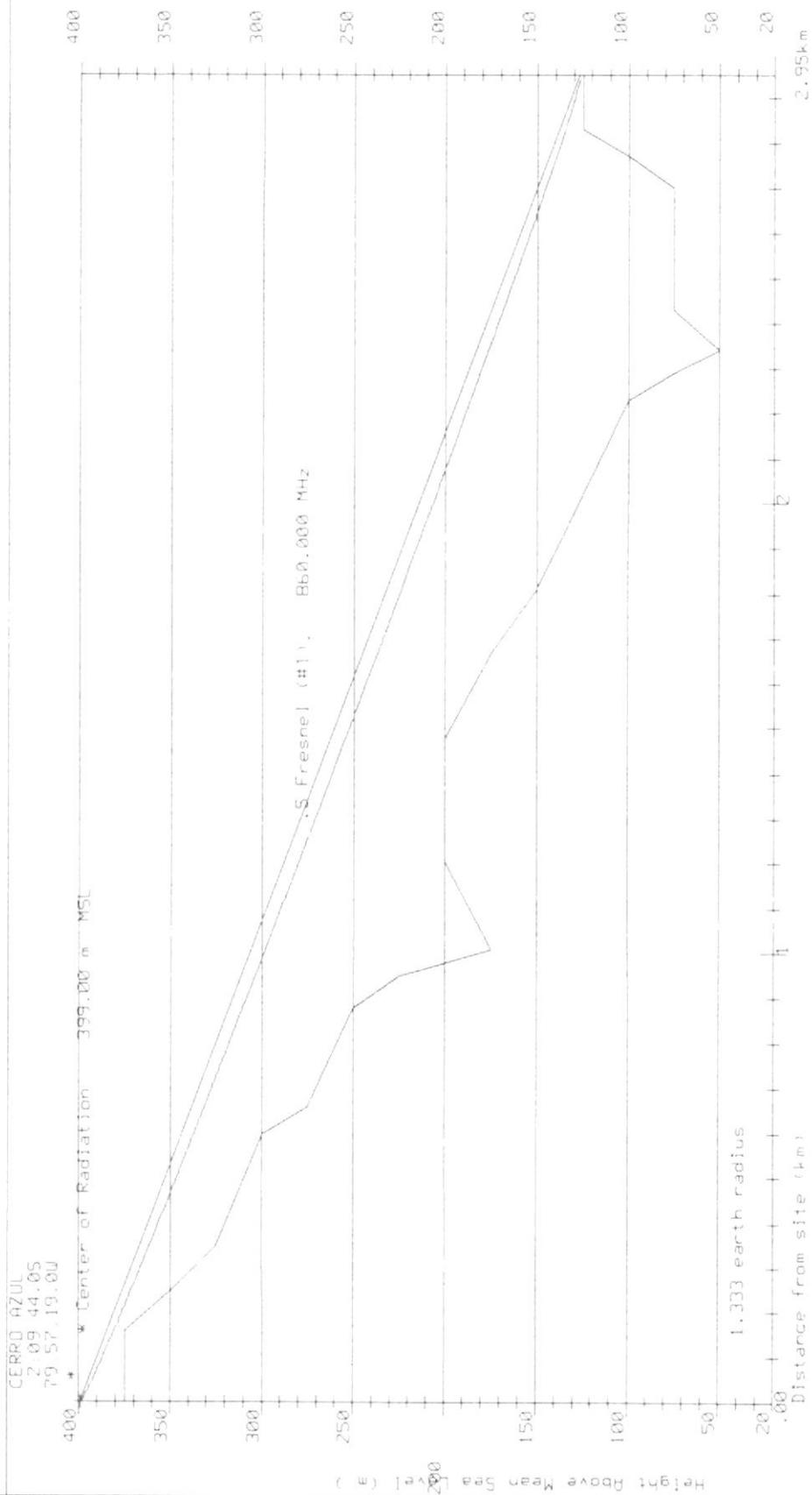
ING. CESAR YEPPEZ F.
 IET-008-G



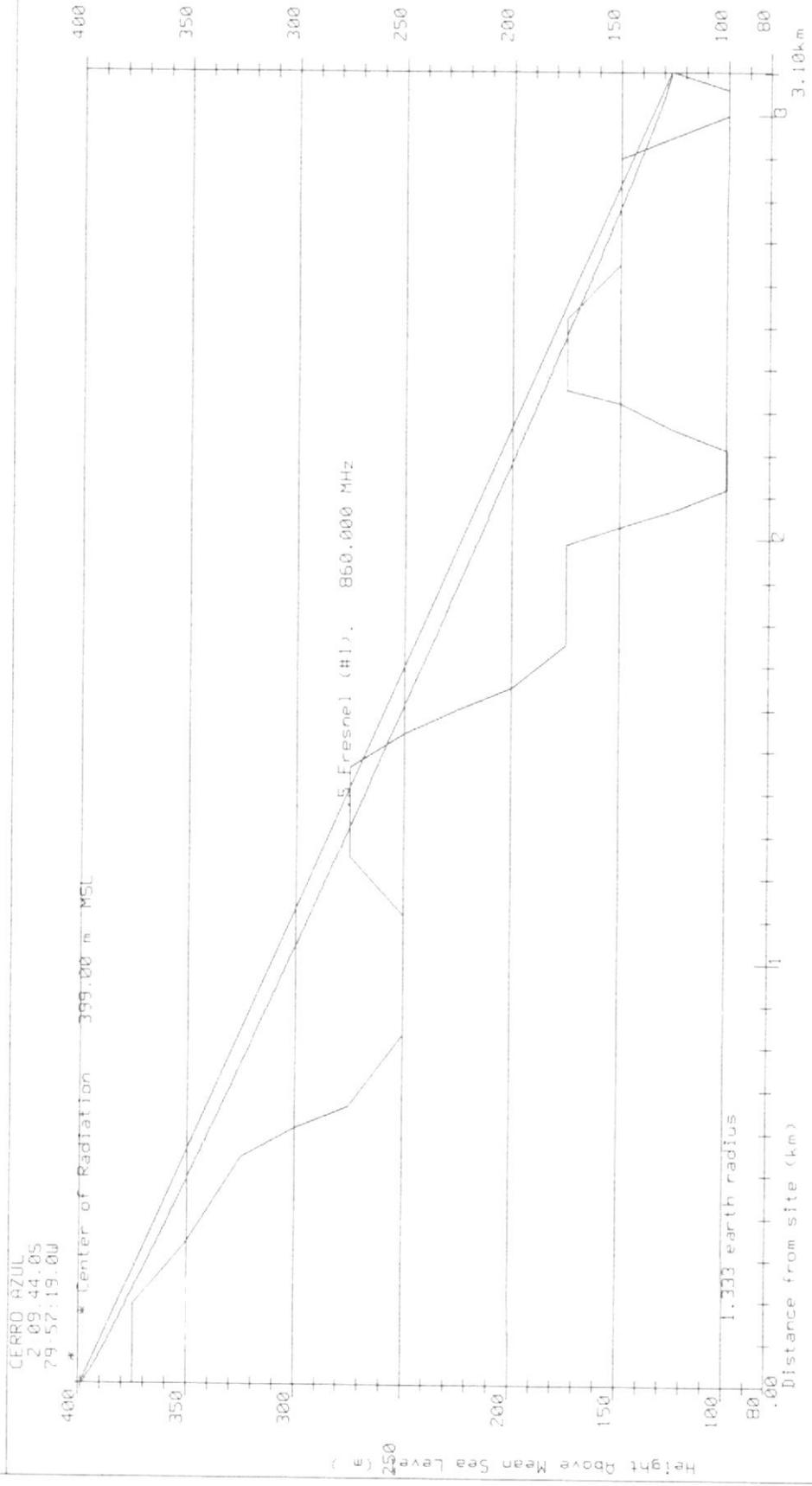
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET 008-G



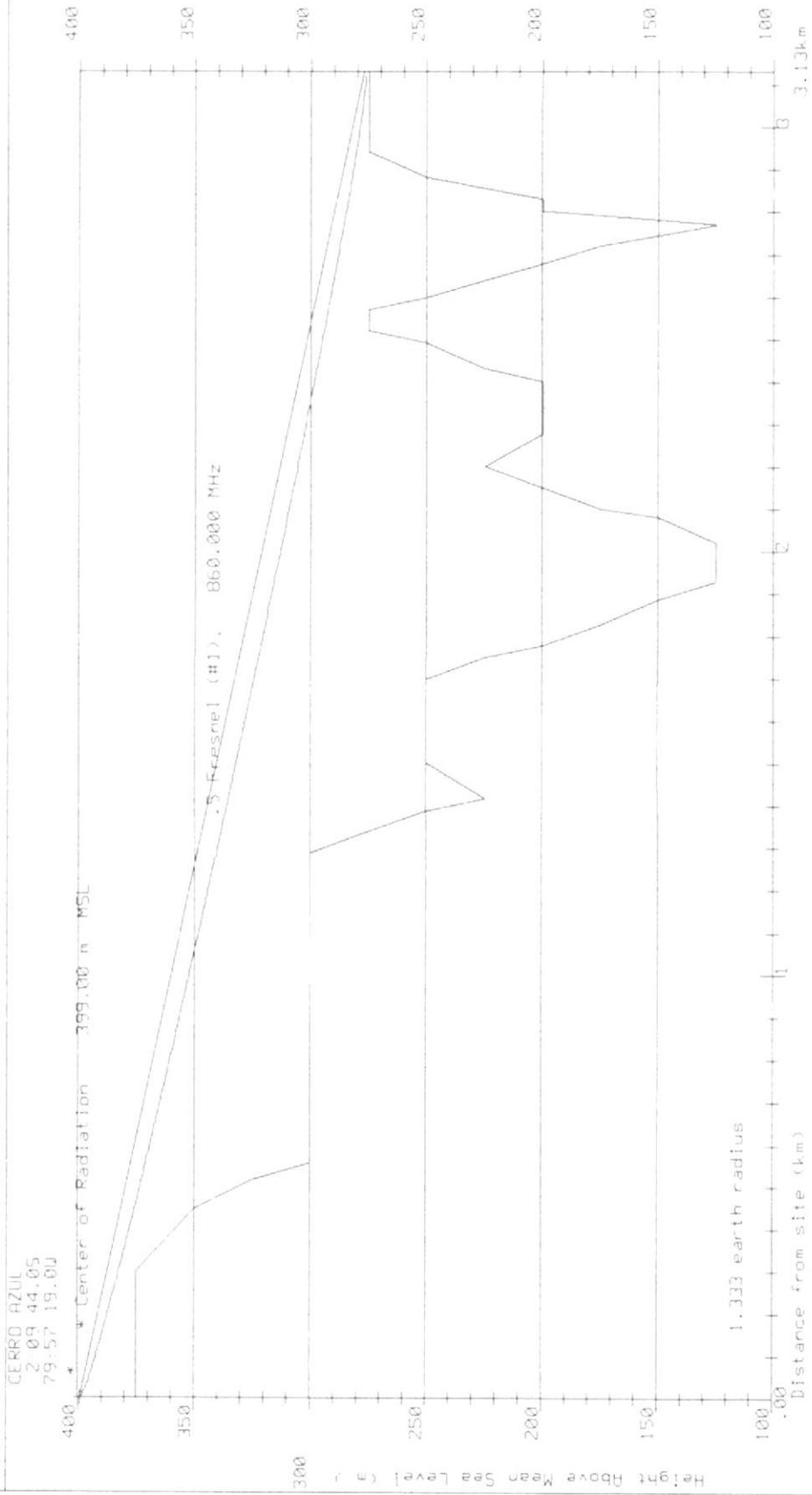
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



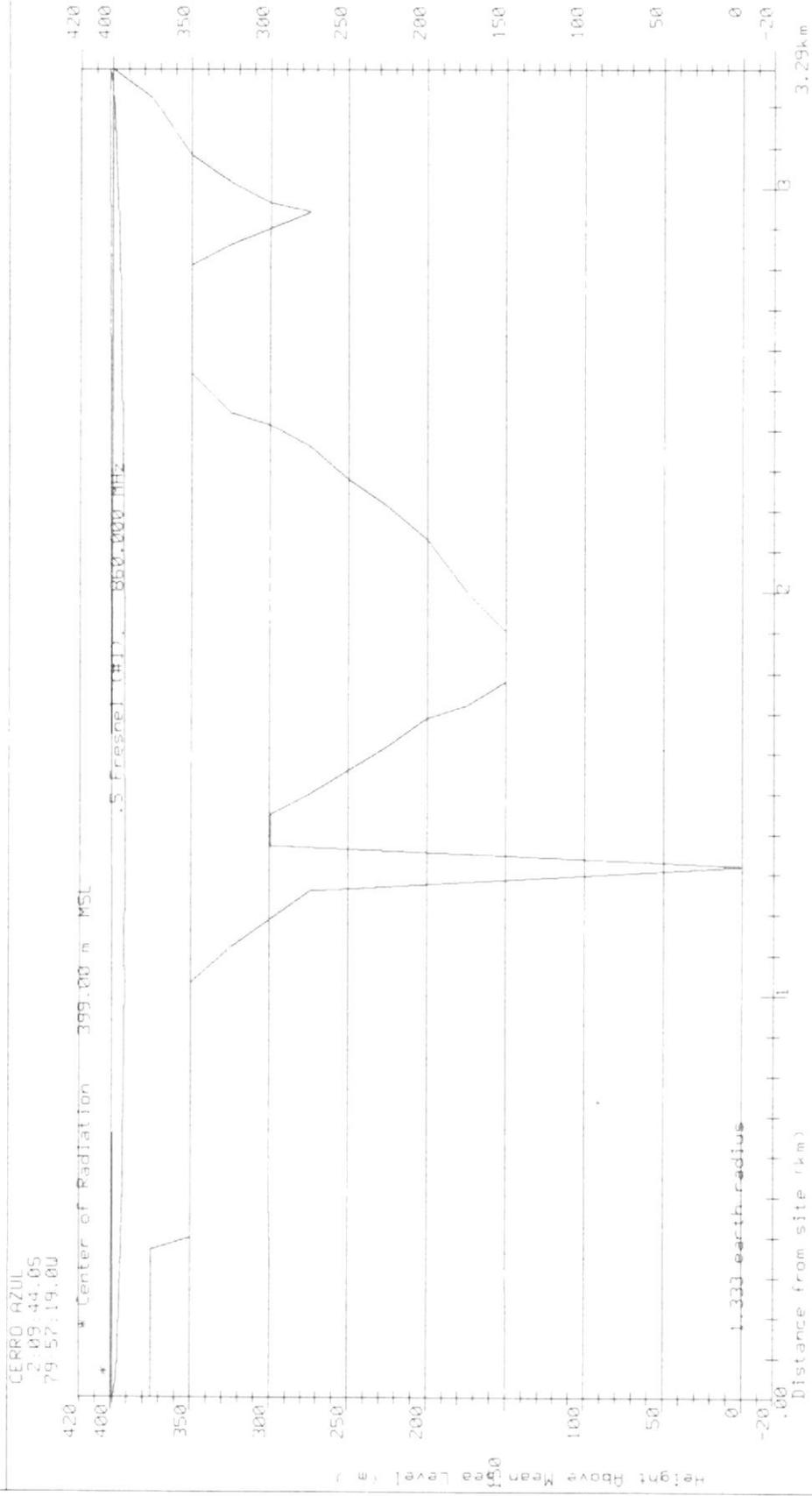
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-6



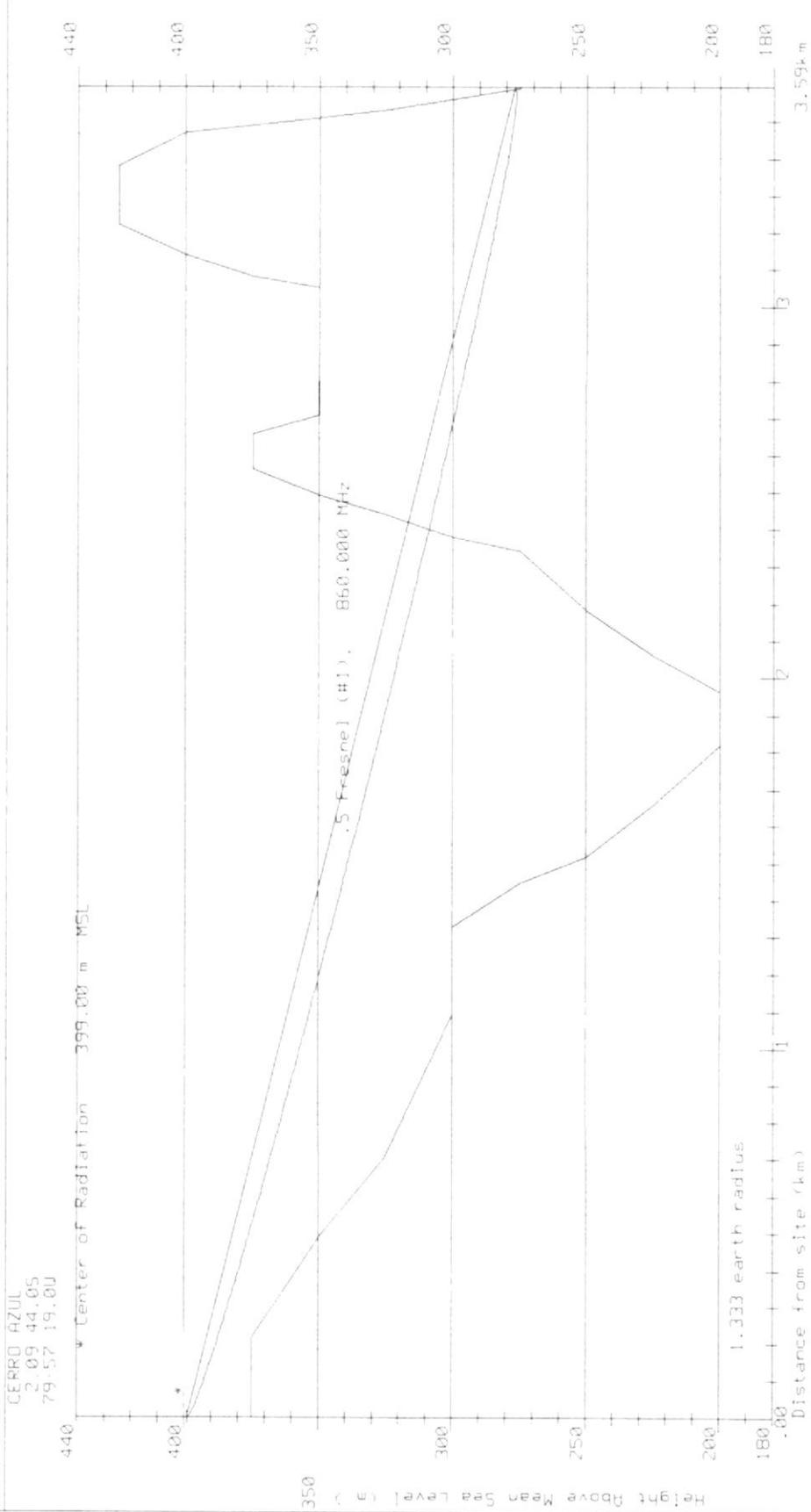
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G

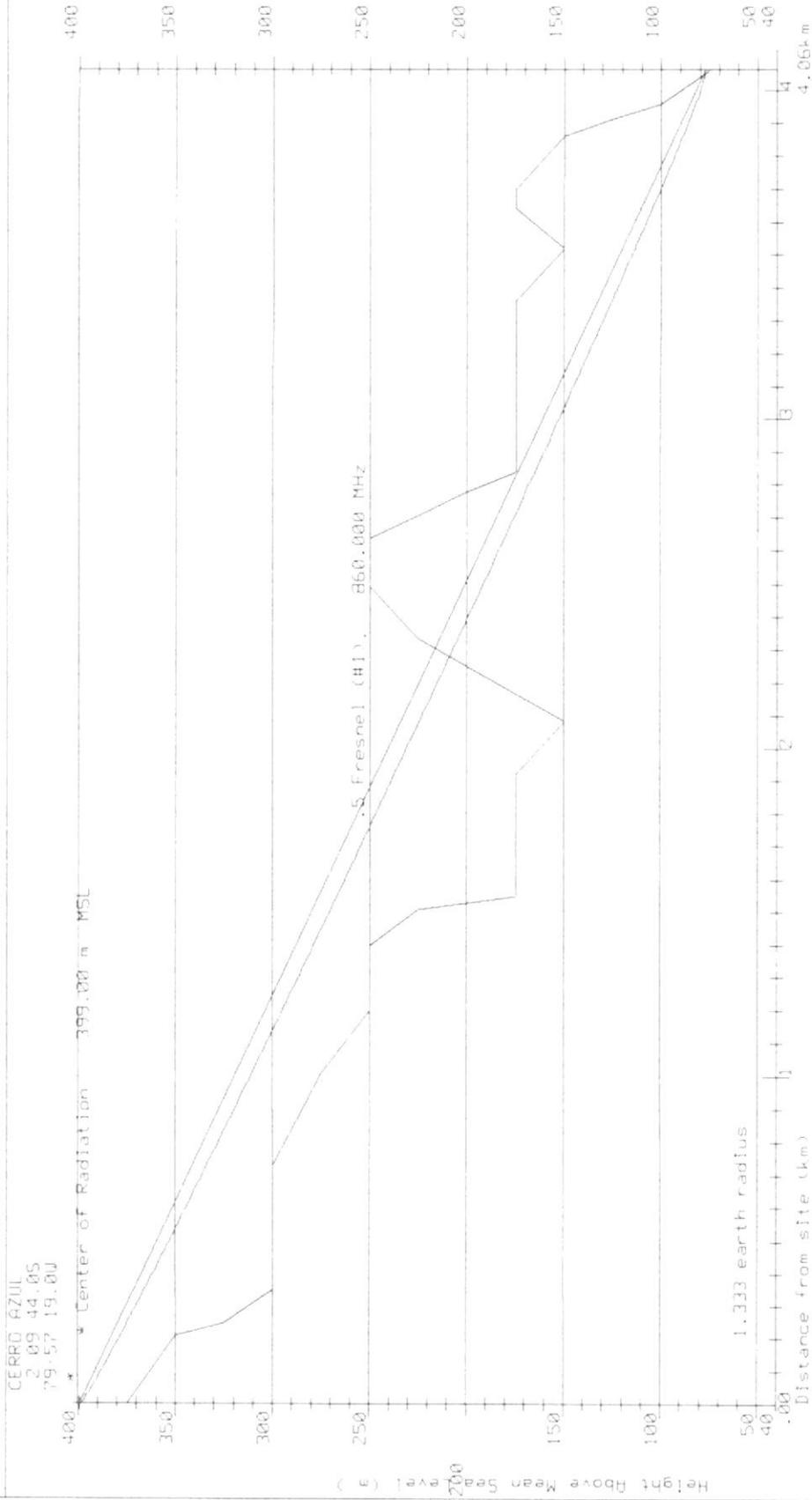


ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-6

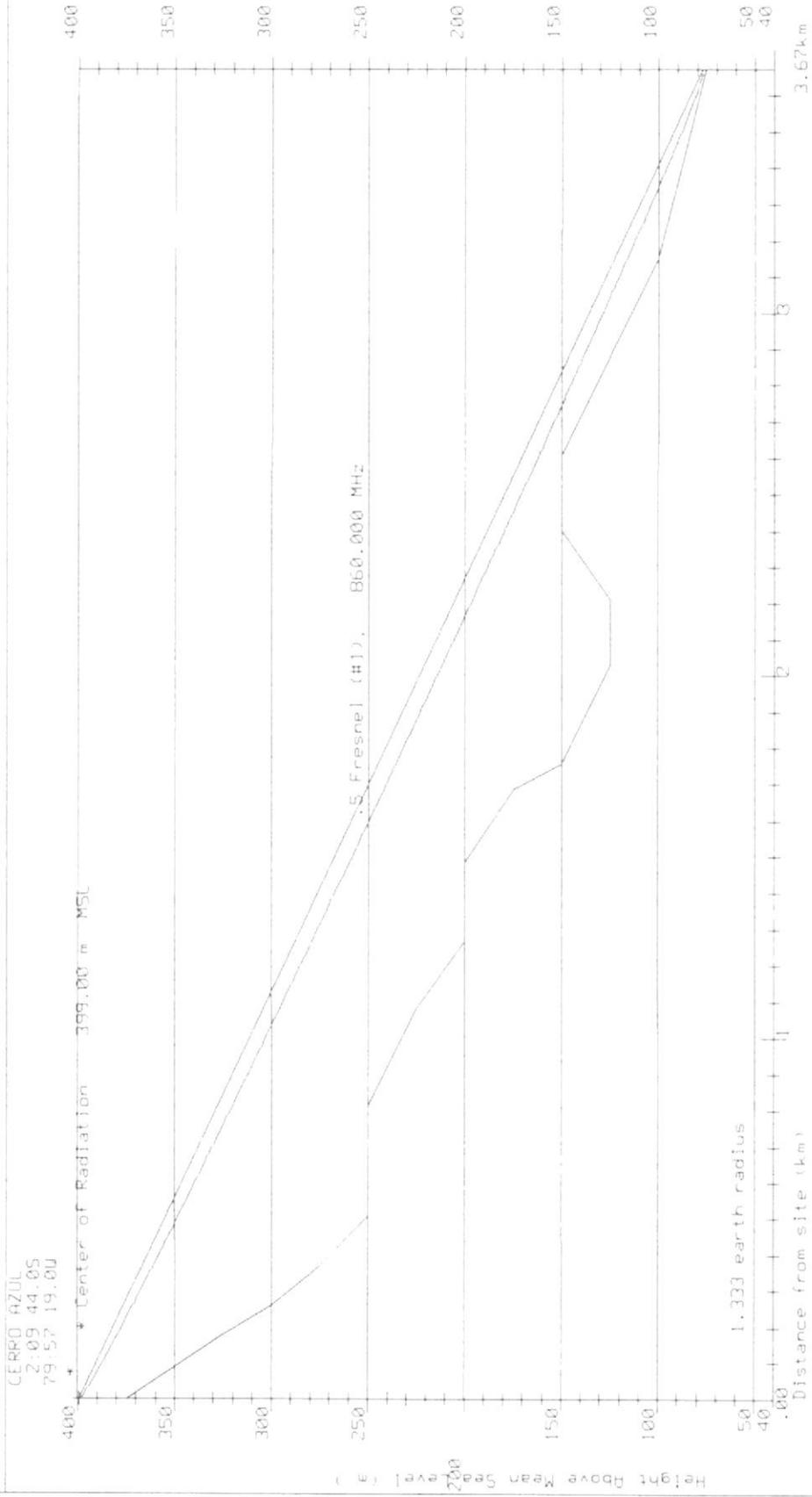


ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G

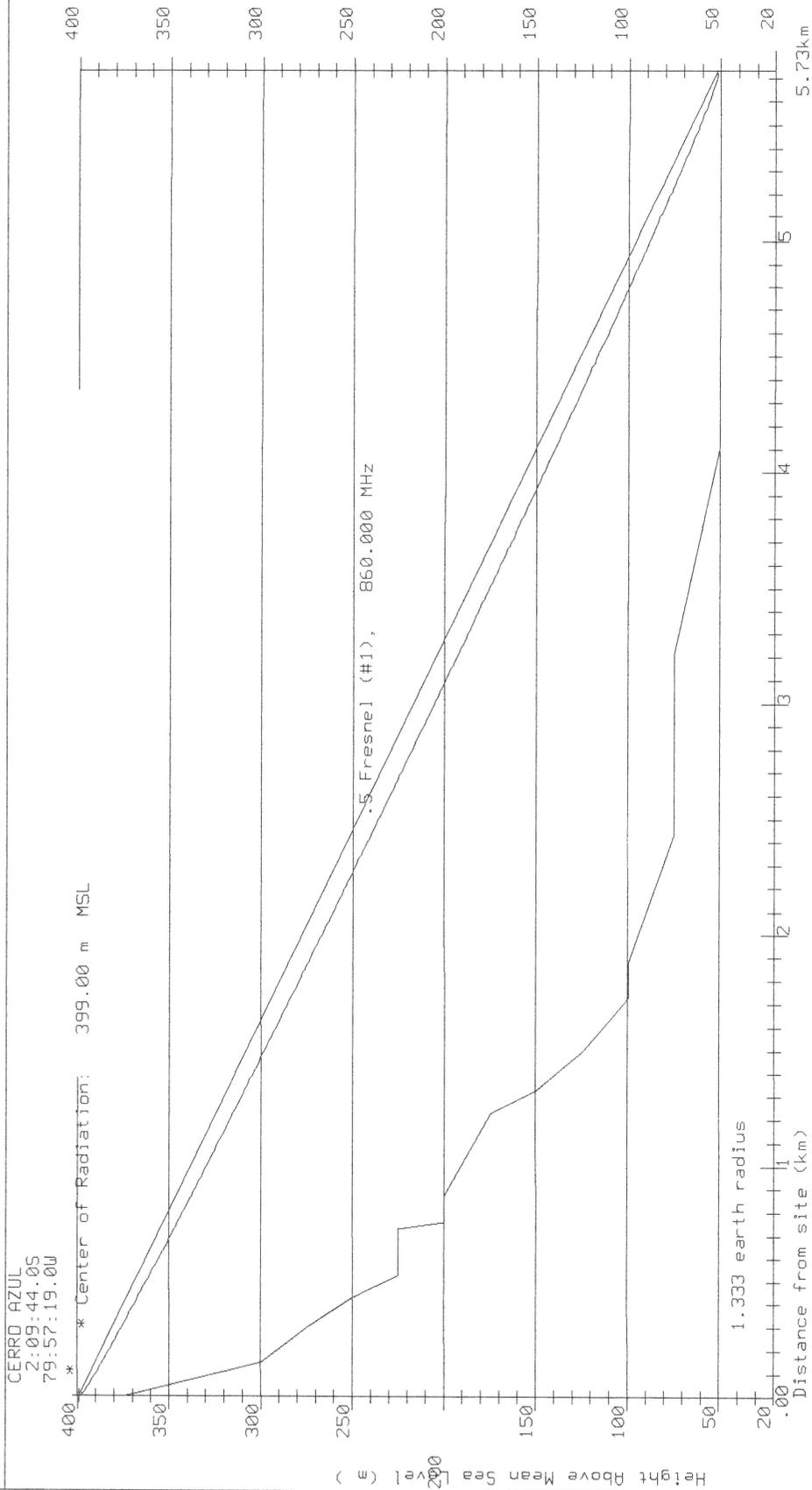




ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



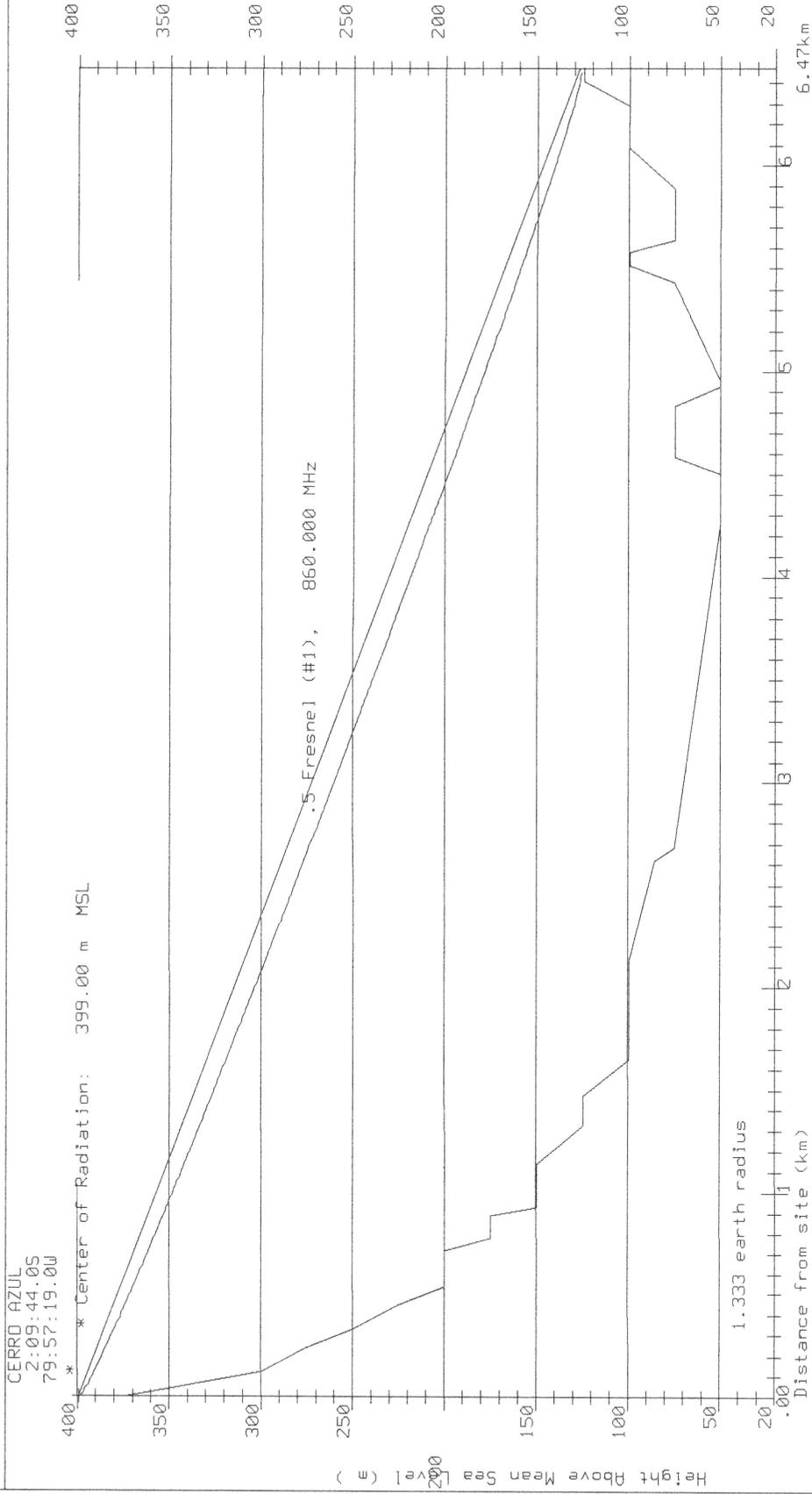
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



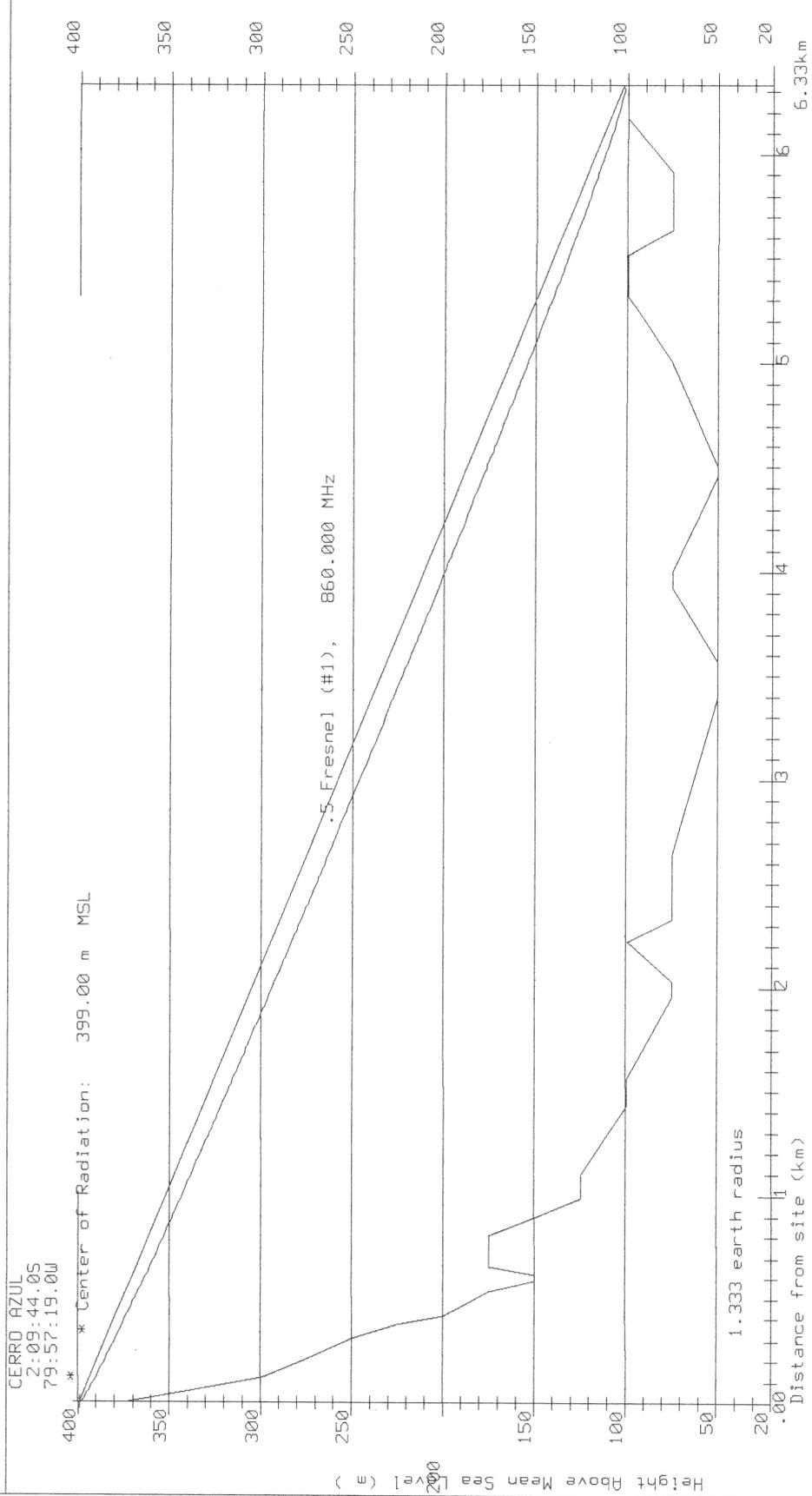
ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



BIBLIOTECA
 CENTRAL



ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G



ING. CESAR YEPEZ F.
 IET-008-G