



# **Mediciones RNI**

## **CASAS, Alejo (Autor)**

Facultad Regional San Francisco  
Av. de la Universidad 501, Córdoba – Argentina  
atlcasas.15@gmail.com

## **COLOMBATTI, Francisco (Autor)**

Facultad Regional San Francisco  
Av. de la Universidad 501, Córdoba – Argentina  
colombattifhmm@gmail.com

## **PAUTASSO, Gastón (Autor)**

Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco  
Av. de la Universidad 501, Córdoba – Argentina  
gaston\_pauta@hotmail.com

## **RESUMEN**

En la presente actividad se determinan las distancias mínimas a la antena a ser consideradas para el límite de exposición poblacional. Es decir, la distancia mínima a la que debe colocarse una antena para asegurar que la radiación electromagnética no afecte la salud de las personas. Si se cumple que la distancia desde la antena a todo punto accesible por el público en general es mayor que el valor calculado de  $r$ , no se requerirá verificar el sitio mediante mediciones.

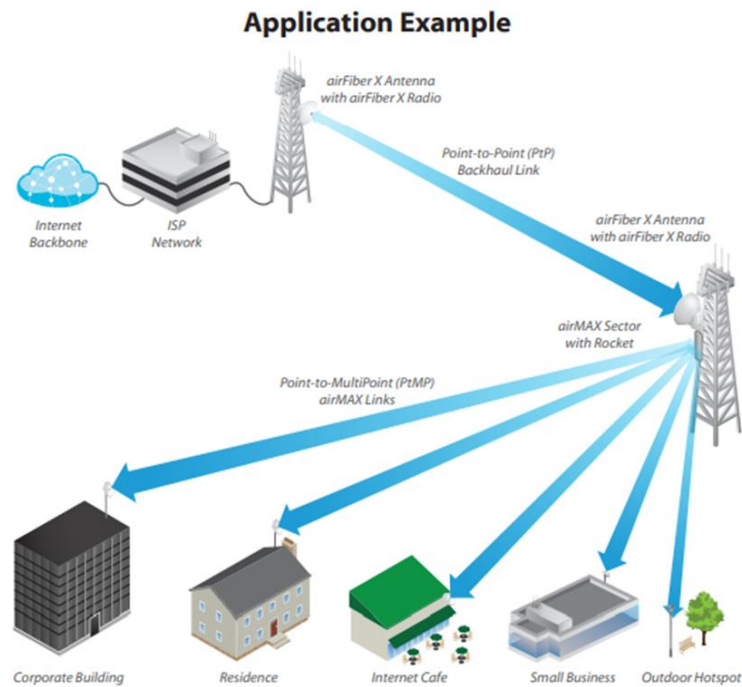
**Palabras claves: Radiación, Salud, Antenas, Internet, Frecuencias.**

## **INTRODUCCIÓN**

En el año 2004 la Comisión Nacional de Comunicaciones dicta la Resolución CNC N° 3690/04, en la que se establece el cumplimiento que deben observar los usuarios del espectro, respecto a los diversos sistemas y/o servicios radioeléctricos sobre las RNI que emiten, los cuales deben ser acordes a los límites impuestos por el Ministerio de Salud Pública y adoptados posteriormente por la Secretaría de Comunicaciones. Del mismo modo, en la mencionada Resolución 3690/04, la Comisión Nacional de Comunicaciones, establece el Protocolo de Medición que se debe aplicar en todo el territorio nacional sobre las RNI, por parte de los Técnicos o Profesionales que llevan adelante esta tarea. Asimismo, determina la excepción de efectuar mediciones en aquellos casos en los cuales la potencia emitida y la distancia de la población a los sistemas irradiantes así lo ameriten. Se establece para ello, la presentación de una Declaración Jurada por parte del titular de la estación.

## DESARROLLO

Dado el diseño de un sistema de distribución de un servicio de Internet por aire, formado por un enlace punto a punto para trasladar el servicio a una zona alejada de la estación transmisora y la correspondiente distribución multipunto, según se visualiza en la siguiente figura:



*Figura 1: Distribución servicio de Internet*

Procederemos a calcular las distancias antes mencionadas. Para ello haremos uso de las formulas provistas por la norma.

Comenzaremos por definir algunos parámetros importantes a tener en cuenta.

**RADIACIONES NO IONIZANTES (RNI):** Son aquellas radiaciones del espectro electromagnético que no tienen energía suficiente para ionizar la materia.

**ONDA PLANA:** Onda electromagnética en que los vectores de campo eléctrico y magnético son ortogonales y están localizados en un plano perpendicular a la dirección de propagación.

**REGION DE CAMPO CERCANO:** Es la región existente en las proximidades de una Antena, en la que los campos eléctricos y magnéticos no son ondas planas, sino que varían considerablemente punto a punto.

**REGION DE CAMPO LEJANO:** Es la región del campo radiado por una antena, donde la distribución angular de campo es esencialmente independiente de la distancia respecto a la antena. En la región del campo lejano, el campo predominante es del tipo onda plana.

**DENSIDAD DE POTENCIA (S):** Es la potencia por unidad de área normal a la dirección de propagación. [ $mW/cm^2$ ].



**POTENCIA RADIADA APARENTE (PRA):** Producto de la potencia suministrada a la antena por la ganancia de antena, en una dada dirección, relativa a un dipolo de media onda.

**POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (PIRE):** Producto de la potencia suministrada a una antena por la ganancia de antena, en una dada dirección, relativa al radiador isotrópico

También, en la siguiente tabla, se presentan valores máxima exposición permitida poblacional en función de la frecuencia.

Tabla 1 : Valores límite de exposición

Rango de Frecuencia f (MHz)	Densidad de Potencia equivalente de onda plana S (mW/cm <sup>2</sup> )	Campo Magnético E (V/m)	Campo Eléctrico H (A/m)
0,3-1	20	275	0,73
1-10	20/f <sup>2</sup>	275/f	0,73/f
10-400	0,2	27,5	0,073
400-2.000	f/2000	1,375f <sup>1/2</sup>	-
2.000-100.000	1	61,4	-

Para el caso de una antena única (SITIO MONO-ANTENA), las predicciones de densidad de potencia se pueden realizar a partir de las ecuaciones (1) o (2), que si bien son solamente válidas para los cálculos en el campo lejano de una antena, pueden utilizarse para predecir el peor de los casos.

$$(1) \quad S = \frac{PRA * 1,64 * 2,56 * F^2}{4 * \pi * r^2} \text{ donde:}$$

S: densidad de potencia (W/m<sup>2</sup>)

PRA – se considerará en vatios (W).

F: atenuación en veces de la radiación para un cierto ángulo de incidencia en el plano vertical.

Si es desconocido, adoptar F = 1.

2,56 es un factor de reflexión empírico, que tiene en cuenta la posibilidad de que se puedan adicionar campos reflejados en fase con el campo incidente directo.

r = distancia desde la antena (m).

ó

$$(2) \quad S = \frac{PIRE * 2,56 * F^2}{4 * \pi * r^2}$$

donde:

PIRE – se considerará en vatios (W).

De donde surge que la distancia mínima a la antena a ser considerada para el límite de exposición poblacional estará dado por la ecuación:

$$(3) \quad r = \sqrt{\frac{PRA * 1,64 * 2,56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

ó

$$(4) \quad r = \sqrt{\frac{PIRE * 2,56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

donde:

S tomará el valor límite correspondiente a la TABLA 1 de este Anexo I expresado en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ).

Si se cumple que la distancia desde la antena a todo punto accesible por el público en general es mayor que el valor calculado de r, no se requerirá verificar el sitio mediante mediciones.

A continuación, detallamos los equipos utilizados para realizar el calculo y sus correspondientes características técnicas.

## **ENLACE PUNTO – MULTIPUNTO**

(Antena y equipo para brindar servicio a clientes)

**Equipo:** Marca Ubiquiti PrismStation5AC.

Datos Técnicos:

- **Potencia de Salida** para TX: 28 dBm +/- 2 dB. (peor de los casos).
- **Frecuencia de Operación:** 5.15 – 5.875 GHz.

**Antena:** Marca Ubiquiti Horn5G60 (modelo de 60°).

Datos Técnicos:

- **Ganancia:** 16 dBi.
- **Amplitud de Rango:** 60 °.



Figura 2: Antena y Equipo utilizado

### CALCULOS:

$$PIRE = 28 \text{ dBm} + 16 \text{ dBi} = 44 \text{ dBm}$$

$$PIRE [W] = 10^{\left(\frac{44}{10}\right)} * 10^{-3} = 25.11 \text{ W}$$

Teniendo que la distancia  $r = \sqrt{\frac{PIRE * 2.56 * F^2}{4 * \pi * S}}$ , y sabiendo que por la *TABLA 1* para frecuencias por arriba de los 2 GHz le corresponde un  $S = 10 \text{ W/m}^2$  y  $F = 1$ .

$$r = \sqrt{\frac{25.11 * 2.56 * 1^2}{4 * \pi * 10}} = 0.71 \text{ m}$$

Se deberá poner a una altura mínima sobre el mástil de 0.71 metros.

## ENLACE PUNTO – PUNTO

(Antena y equipo vínculo con nodo)

**Equipo:** Marca Ubiquiti AirFiber5XHD.

Datos Técnicos:

- **Potencia de Salida** para TX: 29 dBm +/- 2 dB. (peor de los casos).
- **Frecuencia de Operación:** 5 GHz.

**Antena:** Marca Ubiquiti AF5G30-S45

Datos Técnicos:

- **Ganancia:** 30 dBi.

				
	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45	
Freq.	5 GHz	5 GHz	5 GHz	
Gain	23 dBi	30 dBi	34 dBi	

Figura 3: Antena y Equipo utilizado



### **CALCULOS:**

$$PIRE = 29 \text{ dBm} + 30 \text{ dBi} = 59 \text{ dBm}$$

$$PIRE [W] = 10^{\left(\frac{59}{10}\right)} * 10^{-3} = 794.3 \text{ W}$$

Teniendo que la distancia  $r = \sqrt{\frac{PIRE * 2.56 * F^2}{4 * \pi * S}}$ , y sabiendo que por la *TABLA 1* para frecuencias por arriba de los 2 GHz le corresponde un  $S = 10 \text{ W/m}^2$  y  $F = 1$ .

$$r = \sqrt{\frac{794.3 * 2.56 * 1^2}{4 * \pi * 10}} = 4.02 \text{ m}$$

Se deberá poner a una altura mínima sobre el mástil de 4 metros.

### **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo pudimos comprender cada uno de los factores que intervienen en un enlace de radiofrecuencia y también los límites permitidos de radiación. También conocimos la normativa vigente y la forma de calcular los parámetros que aseguren una transmisión segura para la población.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Resolución 3690/2004.
- Datasheet PDF: airFiber\_5XHD\_DS.
- Datasheet PDF: airFiber\_Antennas\_DS.
- Datasheet PDF: PrismStation\_AC\_DS.