



**Instituto Politécnico Nacional**



*Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y  
Tecnologías Avanzadas*

Sistemas celulares

**Tarea 2**

**Profesor**

Olivia Alva Vargas

**Alumno**

Alvarado Balbuena Jorge Anselmo

**Grupo**

2TV7

02/09/2019

## Índice

<b>1. Área de estudio</b>	<b>3</b>
1.1. Contexto . . . . .	3
<b>2. Cálculo de reuso de frecuencias para sistema AMPS</b>	<b>3</b>
2.1. Área del patrón de radiación . . . . .	3
<b>3. Distribución de frecuencias</b>	<b>4</b>
3.1. Distribución de canales en celulas . . . . .	5
3.1.1. Clúster 1 . . . . .	5
3.1.2. Clúster 2 . . . . .	5
3.1.3. Clúster 3 . . . . .	5
3.2. Cálculo de $P_{Rx}$ en áreas vulnerables . . . . .	6
3.2.1. Cálculo promedio para primer cluster . . . . .	6
3.2.2. Cálculo promedio para segundo cluster . . . . .	6
3.2.3. Cálculo promedio tercer cluster . . . . .	6
<b>4. Eficiencia espectral y trafico</b>	<b>7</b>
4.1. Descripción de clústers . . . . .	7
<b>5. Conclusiones</b>	<b>8</b>

## Índice de figuras

1. Patrón de radiación de acuerdo con el resultado obtenido. . . . .	3
2. Distribución de clústers. . . . .	4
3. Clústers. . . . .	7

## Índice de tablas

## 1. Área de estudio

### 1.1. Contexto

Nezahualcóyotl es una ciudad y uno de los 125 municipios del Estado de México. Se localiza al oriente de la Ciudad de México y en la región oriente del Estado de México. Posee una superficie de  $63.74 \text{ km}^2$  y una población de 1,109,363 habitantes; cada kilómetro de superficie alberga 17,537 personas, la densidad de población más alta del país.

Es uno de los municipios con mayor densidad poblacional. Considerado una ciudad dormitorio por su carácter mayoritariamente residencial, en las últimas décadas ha repuntado en su capacidad económica, producción de empleos y de impacto socioeconómico a los municipios adyacentes.

### Datos demográficos

- Coordenadas: 19,24 N 98,59 O.
- Superficie:  $63.74 \text{ km}^2$ .
- Altitud media: 2220m ASNM.
- Población total: 1,228,654 hab.
- Densidad poblacional:  $175,369 \text{ hab/km}^2$

## 2. Cálculo de reuso de frecuencias para sistema AMPS

### 2.1. Área del patrón de radiación

De acuerdo con las especificaciones dadas, el área del cardiode debe ser de  $1 \text{ km}^2$ . Para ello se utilizará la siguiente formula.

$$A = \int_0^\pi \rho^2 d\theta = \frac{3}{2} a^2 \pi \quad (1)$$

Resolviendo para  $a$ , da un resultado de: 0.212 km.

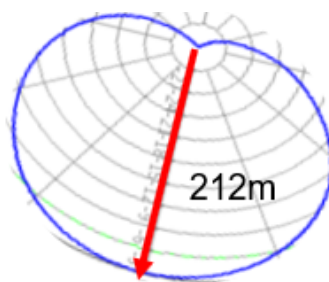


Figura 1: Patrón de radiación de acuerdo con el resultado obtenido.

### 3. Distribución de frecuencias

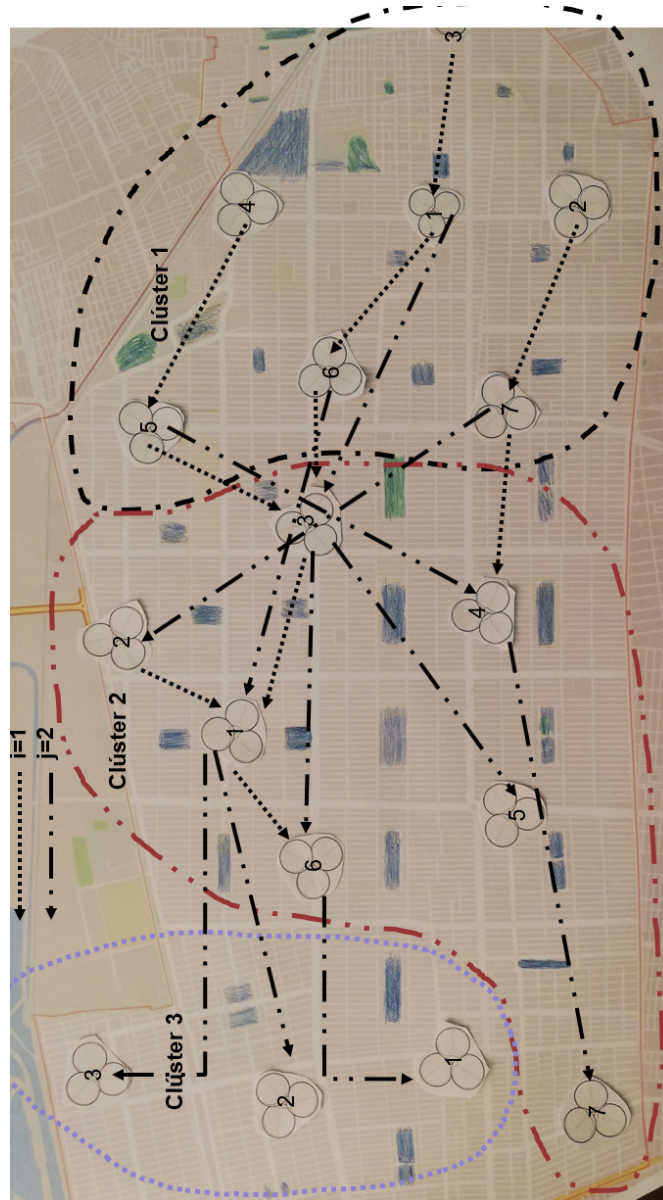


Figura 2: Distribución de clústers.

### **3.1. Distribución de canales en celulas**

#### **3.1.1. Clúster 1**

- Cel 1 (1-95)
- Cel 2 (96-191)
- Cel 3 (192-287)
- Cel 4 (288-383)
- Cel 5 (384-479)
- Cel 6 (480-575)
- Cel 7 (576-671)

#### **3.1.2. Clúster 2**

- Cel 1 (1-95)
- Cel 2 (96-191)
- Cel 3 (192-287)
- Cel 4 (288-383)
- Cel 5 (384-479)
- Cel 6 (480-575)
- Cel 7 (576-671)

#### **3.1.3. Clúster 3**

- Cel 1 (1-222)
- Cel 2 (223-445)
- Cel 3 (446-668)

### 3.2. Cálculo de $P_{Rx}$ en áreas vulnerables

Dado el escenario asignado de la década de los 80s, se eligió un umbral de  $-75dB$  para permitir la comunicación.

Con la ayuda de la siguiente formula y resolviendo para  $b$  se obtendrá la distancia a la que este umbral es alcanzado.

$$P_{Rx} = \left(\frac{hb * hm}{d^2}\right)^2 \left(\frac{G_{Tx} * G_{Rx}}{L_0}\right) P_{Tx} \quad (2)$$

Donde:

- $P_{Rx}$ : -80 dB.
- $G_{Tx}$ : 0.86 dB.
- $G_{Rx}$ : 9 dB.
- $P_{Tx}$ : 0.1 W.
- hm: 1.75 m.

#### 3.2.1. Cálculo promedio para primer cluster

- hb: 29 m.

**Resultado: 1115m**

#### 3.2.2. Cálculo promedio para segundo cluster

- hb: 27 m.

**Resultado: 1080m**

#### 3.2.3. Cálculo promedio tercer cluster

- hb: 26m.

**Resultado: 1065m**

Estos resultados da un promedio de distancia  $d = 1086.6$  m.

## 4. Eficiencia espectral y trafico

Con un grado de servicio de %80 se tiene lo siguiente.

$$\frac{100 - GoS}{100} = 0.2 \quad (3)$$

La población estimada en la decada de lo 80s en el municipio de Nezahualcoyotl:

$$1228654 \text{ hab} * 0.05 = 61432.7 \text{ usuarios} \quad (4)$$

### 4.1. Descripción de clústers

Clúster	Células	Sectores	Canales
<b>1er</b>	2 células	2 sectores	190
	5 células	3 sectores	481
			671
<b>2do</b>	3 células	2 sectores	285
	4 células	3 sectores	386
			671
<b>3er</b>	3 células	3 sectores	668
		CH	2010

Figura 3: Clústers.

Con la siguiente expresión se calculará la eficiencia expectral.

$$\eta = \frac{\text{Tráfico Erlang}}{BW_{SIS} * \text{Area}} \quad (5)$$

Donde:

- Área:  $63.74 \text{ km}^2$ .
- $BW_{SIS} = 24 \text{ MHz}$ .
- $BW_{CH} = 30 \text{ MHz}$ .

Posteriormente se encontrará los Erlangs de acuerdo con el número de canales que se tienen.

$$n = 301 \Rightarrow A = 371.52 \text{ Erlang}$$

$$n_c = 2010 - > A_c = 2480.91 \text{ Erlang}$$

Sustituyendo, la eficiencia resulta.

$$\eta = \frac{2480.91}{24 * 63.74} = 1.621 \text{ Erlang/MHz/Km}^2 \quad (6)$$

Ahora, el número de llamadas.

Si  $A=2480.91$  Erlangs y resolviendo para  $N$ .

$$A = \frac{N * \bar{t}}{hp} \quad (7)$$

Donde:

- $\bar{t}$ : Tiempo promedio de llamada = 180s.
- $hp$ : Hora pico de medición = 3600s.
- $N$ : Cantidad de llamadas necesarias en función de la población.

$$N = \frac{A * hp}{\bar{t}} = \frac{2480.91 * 3600}{180} = 49618.2 \quad (8)$$

Por último, se obtiene la relación de número de llamadas por población.

$$\frac{N}{p(80s)} = 0.807 \left[ \frac{\text{llamada}}{\text{hora}} \right] \quad (9)$$

## 5. Conclusiones

Revisando los resultados obtenidos se puede observar que el diseño propuesto no cumple los requerimientos para que los usuarios de la red realicen una llamada con éxito. Revisando el diseño de la red, se puede sugerir un mayor número de células más cerca entre sí. Es importante recordar que el municipio de Nezahualcóyotl es una de las regiones con mayor densidad poblacional del país. Se debe considerar este dato, ya que cada célula debe de dar servicio a un gran número de usuarios.