



FACULTAD DE INGENIERÍA
Ingeniería en Telecomunicaciones

Proyecto Final de Tesis

Análisis Espectral de la Radio Frecuencia
en Universidad Católica de Salta
desarrollando un modelo teórico predictivo

Alumno: *Cruz Zalazar Joel Nicolas*

SALTA – 2015

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Profesor Guía:

Ing. Narvaez Pablo

.....

Tribunal Evaluador:

Ing. Breslin, Roberto Daniel

.....

Ing. Horvat, Emiliano

.....

Ing. Vargas, Pablo

.....

Fecha de Exposición del trabajo

24 / 11 /2016

Dedicatoria y Agradecimiento

DIOS, tu amor y tu bondad no tienen fin, ante mis logros me permites sonreír, logros que sin tu ayuda no lograría, me enseñaste que al caer, tu mano extendida estará para levantarme, tu luz para guiarme, tus pasos para seguirte tu voz para alentarme y recordarme que todo pasa por algo y que todo lo malo que puede pasar debo transformarlo en bueno para mí o para alguien que lo necesite.

Agradezco..

A mis “PADRES” que siempre me apoyaron y ayudaron siempre, estuvieron presentes en mis bajones, en mis logros, siempre alentándome y enseñándome el respeto por las personas. Sin ellos este sueño de ser profesional no se hubiera logrado.

A mi “FAMILIA” que siempre estuvo alentándome a superarme y a construir un futuro basado en buenos valores.

A mis “PROFESORES” que desde su cátedra, forjaron valores, cristalizaron metas edificantes, compartieron experiencias y risas, mi sincero agradecimiento; con sus enseñanzas marcharé en la vida.

A mis “COMPANEROS” Y “AMIGOS” de la UCASAL que día a día me acompañaron estos años de Estudios, compartiendo buenos y malos momentos, dándome ánimo y buenos deseos.

Al personal de la UCASAL que siempre estuvieron dispuestos, a darme una mano y oído tanto en asuntos académicos como personales.

A la UCASAL por permitirme ser parte de su gran familia, abriéndome las puertas de la prestigiosa casa de estudios para construir un gran futuro, incentivando valores y buena conducta.

Joel Nicolas Cruz Zalazar

Índice del Trabajo

CAPITULO N° 1: “CONCEPTOS Y NORMATIVAS”	11
1.1 Regulación de las Normas	11
1.2 Reglamentación de Telefonía Móvil	11
1.2.1 Servicio de Radiocomunicaciones Móvil Celular (SRMC).....	11
1.2.2 Servicio de Telefonía Móvil (STM)	11
1.2.3 Servicio de Comunicaciones (PCS)	11
1.3 Áreas de Exploración	11
1.4 Normas de Regulación Nacional	13
1.4.1 Resolución N° 202/95	13
1.4.2 Resolución N° 530/2000	13
1.4.3 Resolución N° 3690/2004	13
1.5 Definiciones	14
1.5.1 Radiaciones No Ionizantes (RNI)	14
1.5.2 Intensidad de Campo Eléctrico (E).....	14
1.5.3 Intensidad de Campo Magnético (H)	14
1.5.4 Campos Re-Irradiados	14
1.5.5 Onda Plana	14
1.5.6 Densidad de Potencia (S).....	14
1.5.7 Emisión	14
1.5.8 Inmisión	14
1.5.9 Exposición.....	14
1.5.10 Exposición Poblacional o no controlada.....	15
1.5.11 Máxima Exposición Permitida (MEP).....	15
1.5.12 Promedio Temporal	15
1.5.13 Acoplamiento Capacitivo.....	15
1.6 Consideraciones prácticas sobre las mediciones	15
1.6.1 Conceptos básicos de las mediciones	15
1.7 Evaluación del Entorno de Medición	17
1.8 Selección de los puntos de Medición	17
1.9 Precauciones de Seguridad	17
1.10 Valores Límites	17
1.11 Valores Límites para las mediciones	18
1.11.1 Valor Límite para 900 Mhz.....	18

1.11.2 Valor Límite para 1800 Mhz.....	18
1.12 Informe de Medición.....	18
1.13 Telefonía Móvil.....	19
1.13.1 El Espectro Radio eléctrico.....	19
1.13.2 Frecuencias de Operación y niveles de Potencia	20
1.13.3 Valores limites en Telefonía móvil.....	21
CAPITULO N° 2: “EQUIPOS”	22
2.1 Medidor de campo Electromog TES-92	22
2.1.1 Encendido del Equipo	22
2.1.2 Especificaciones técnicas.....	22
2.1.3 Configuración del Medidor.....	23
2.1.4 Aplicación Móvil	23
2.2 Analizador de Espectro	27
2.2.1 Especificaciones Técnicas	27
2.2.2 Software	27
2.3 Recomendaciones.....	28
2.3.1 Ubicación del equipo	28
2.3.2 Selección del lugar de medición	28
2.3.3 Condiciones Ambientales	29
CAPITULO N° 3: “MEDICIONES”	30
3.1 Evaluación del Entorno de Medición.....	30
3.2 Selección de los puntos de medición.....	30
3.2.1 Regiones de Medición.....	30
3.2.2 Puntos de Medición.....	31
3.3 Instrucciones para las Mediciones	31
3.3.1 Instrucciones para las mediciones con TES 92.....	31
Instrucciones para la medición con TES 92.....	31
3.4 Mediciones con Spectran HF 6065.....	31
3.4.1 Instrucción para las mediciones con Spectran HF 6065	31
3.5 Mediciones en los 6 puntos de Referencia para RNI.....	34
3.5.1 Mediciones en Facultad de Ingeniería	34
3.5.2 Mediciones en Estacionamiento	34
3.5.3 Mediciones en Canchas.....	35
3.5.4 Mediciones en Capilla.....	36

3.5.5	Mediciones en Facultad de Artes y Ciencias	36
3.5.6	Mediciones en Confitería	37
CAPITULO N° 4: “ANALISIS DE LOS DATOS”		38
4.1	Consideraciones para el análisis de Radiaciones No Ionizantes	38
4.2	Procesamiento y análisis de datos para Radiaciones No Ionizantes.....	40
4.2.1	Procesamiento y análisis de datos en F. de Ingeniería en 1800 Mhz.....	40
4.2.2	Procesamiento y Análisis de datos F. de Artes y Ciencias en 1800 Mhz.	41
4.2.3	Procesamiento y Análisis de datos en la Capilla en 1800 Mhz	42
4.2.4	Procesamiento y análisis de datos en el Estacionamiento en 900 Mhz	43
4.2.5	Procesamiento y análisis de datos en el Confitería en 900 Mhz.....	44
4.2.6	Procesamiento y análisis de datos en la Cancha a 900 MHz	45
4.3	Procesamiento de datos para el análisis de Ocupación Espectral.....	46
4.3.1	Macro realizada en Visual Basic para procesar los datos en Excel.....	46
4.3.2	Mediciones en los 6 puntos de referencia para Ocupación Espectral.....	54
4.4	Procesamiento y Análisis de Datos para Ocupación Espectral.....	60
4.4.1	Procesamiento y Análisis Espectral en F. Ingeniería	60
4.4.2	Procesamiento y Análisis Espectral en F. Artes y Ciencias.....	61
4.4.3	Procesamiento y Análisis Espectral en Capilla.....	62
4.4.4	Procesamiento y Análisis Espectral en Estacionamiento.....	63
4.4.5	Procesamiento y Análisis Espectral en Confitería	64
4.4.6	Procesamiento y Análisis Espectral en Cancha	65
4.5	Ocupación Espectral 3D	66
4.5.1	Graficas 3D	66
CAPITULO N° 5: “CONCLUSIONES”		69
5.1	Hipótesis.....	69
5.1.1	Estudio de Radiaciones No Ionizantes.....	69
5.2	Algoritmo para el desarrollo de las mediciones	70
5.3	Protocolo de medición con TES 92.....	71
5.4	Protocolo de medición con HF 6065	72
5.5	Conclusiones Generales	73
CAPITULO N° 6: Bibliografía.....		74

Índices de Tablas

Tabla 1.6.1-1 Valores Límites	18
Tabla 1.13.1-1 Bandas de frecuencias del espectro electromagnético	19
Tabla 1.2.1.2-1: Especificaciones Técnicas Medidor de Campo	23
Tabla 1.2.2.1-1: Especificaciones Técnicas Analizador de Espectro	27
Tabla 3.5.1-1 Mediciones Facultad de Ingeniería.....	34
Tabla 3.5.2-1 Mediciones en el Estacionamiento	35
Tabla 3.5.3-1 Mediciones en las Canchas.....	35
Tabla 3.5.4-1 Mediciones en la Capilla	36
Tabla 3.5.5-1 Mediciones en F. Artes y Ciencias	37
Tabla 3.5.6-1 Mediciones en la Confitería	37

Índices de Ilustraciones

1.2.3-1 Áreas de exploración de Argentina 850 Mhz.....	12
1.2.3-2 Área de exploración de Argentina de 1900 Mhz.....	12
1.5.13-1: Acoplamiento Capacitivo	15
1.13.1-1: Atribución de frecuencias (ENACOM, 2016).....	20
1.13.2-1: Frecuencias y niveles de potencia (ENACOM, 2016)	21
1.13.3-1: Medidor de campo TES-92	22
2.1.4-1: Imagen aplicación de Android	26
1.2.1.4-2: ScreenShot de Smartphone.....	26
1.2.1.4-1: Analizador de Espectro	27
1.2.2.2-1: Software del Analizador de Espectro	28
3.2.1-1 Puntos Considerado para las Mediciones	30
3.2.2-1 Puntos de Mediciones.....	31
1.3.4.1-1: Pantalla de inicio MCS.....	32
3.4.1-2: Pantalla de MCS Spectran recolectando datos.....	33
3.5.1-1: Ubicación y datos de temperatura en la Facultad de Ingeniería.....	34
3.5.2-1: Ubicación y datos de temperatura en el Estacionamiento.....	34
3.5.3-1: Ubicación y datos de temperatura en Canchas.....	35
3.5.4-1: Ubicación y datos de temperatura en la Capilla	36
3.5.5-1: Ubicación y datos de temperatura en la F. de Artes y Ciencias.....	36
3.5.6-1: Ubicación y datos de temperatura en la Confitería	37
3.5.6-1: Pantalla de datos en Excel.....	38
4.2.2-1 Gráfico continuo de la F. de Artes y Ciencias.....	41
4.2.2-2 Gráfico de bastones de la F. de Artes y Ciencias	41
4.2.3-1 Gráfico continuo de la Capilla.....	42
4.2.3-2 Gráfico de bastones de la Capilla	42
4.2.4-1 Gráfico continuo del Estacionamiento	43
4.2.4-2 Gráfico de bastones del Estacionamiento.....	43
4.2.5-1 Gráfico continuo de la Confitería	44
4.2.5-2 Gráfico de bastones de la Confitería	44
4.2.6-1 Gráfico continuo de la Cancha	45
4.2.6-2 Gráfico de bastones de la Cancha.....	45
4.3.1-1 Pantalla de creación de Visual Basic.....	46

4.3.1-2 Diagrama de Flujo para desarrollo de macro	48
4.3.1-3 Imagen de macro	49
4.3.1-4 Imagen de macro con resultados	49
4.3.2-1 Ubicación del punto de medición en F. Ingeniería.....	54
4.3.2-2 Imagen durante la Medición en F. Ingeniería.....	54
4.3.2-3 Imagen de tabla de mediciones en F. Ingeniería	54
4.3.2-4 Ubicación del punto de medición en F. Artes y Ciencias.....	55
4.3.2-5 Imagen durante la Medición en F. Artesy Ciencias	55
4.3.2-6 Imagen de tabla de mediciones en F. Artes y Ciencias	55
4.3.2-7 Ubicación del punto de medición en Capilla.....	56
4.3.2-8 Imagen durante la Medición en Capilla.....	56
4.3.2-9 Imagen de tabla de mediciones en Capilla	56
4.3.2-10 Ubicación del punto de medición en Estacionamiento.....	57
4.3.2-11 Imagen durante la Medición en Estacionamiento	57
4.3.2-12 Imagen de tabla de mediciones en Estacionamiento	57
4.3.2-13 Ubicación del punto de medición en Confitería	58
4.3.2-14 Imagen durante la Medición en Confitería.....	58
4.3.2-15 Ubicación del punto de medición en Cancha	59
4.3.2-16 Imagen durante la Medición en Cancha	59
4.3.2-17 Imagen de tabla de mediciones en Cancha.....	59

INTRODUCCIÓN

Debido al constante avance de los sistemas móviles e inalámbricos en las telecomunicaciones, surge una preocupación social acerca de los efectos de las radiaciones electromagnéticas en la salud humana, como así también en el ámbito de la eficiencia espectral.

Para intentar responder a estas problemáticas, este trabajo se concentrará en la toma de mediciones de la densidad de potencia espectral, tomando el campus de la UNIVERSIDAD CATOLICA DE SALTA como referencia para plantear un proceso que tendrá como fin las conclusiones pertinentes sobre el cumplimiento de las normas de regulación para las radiaciones electromagnéticas, tomando en consideración las bandas de telefonía móvil GSM850 y GSM1900.

Una vez hechas las mediciones, se procesará y analizará los datos obtenidos, para verificar que cumplan con las especificaciones de las organizaciones mundiales encargadas de la confección de estándares para un uso eficiente del espectro, como también para proteger a las personas de posibles efectos perjudiciales en su salud, para esto las mediciones se compararán con los valores límites estándares de la Resolución de la ex CNC ahora ENACOM N° 3690 y las recomendaciones proporcionadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Organización Mundial de la Salud(OMG).

Con los resultados obtenidos se podrán realizar conclusiones acerca de los valores de las mediciones, una estadística de los datos comparando diferentes puntos de medición y desarrollan un informe sobre el cumplimiento de las normas.

En cuanto al análisis espectral, mediante el establecimiento del rango de ocupación de un canal, determinar la ocupación de la banda de GSM 800 MHz y 1900 Mhz, con lo que también se definirán propuestas de mejoras.

CAPITULO N° 1: “CONCEPTOS Y NORMATIVAS”

1.1 Regulación de las Normas

Las regulaciones del Espectro, basado en la asignación de frecuencias, se presentan tanto a nivel nacional como internacional debido a que la radiación electromagnética es ajena a las fronteras entre estados.

Es por ello que se crearon organismos internacionales, con la idea de regular las interferencias en zonas fronterizas lo cual termino originando instituciones a nivel mundial o regional cuya guía se nutren de las agencias de regulación nacional. Este es el caso de las “International Telecommunication Unión” (ITU) la cual es una agencia especializada de las naciones unidas y la ENACOM Ente Nacional de Comunicaciones.

1.2 Reglamentación de Telefonía Móvil

La telefonía celular en la República Argentina se encuentra reglamentada en los siguientes servicios.

1.2.1 Servicio de Radiocomunicaciones Móvil Celular (SRMC)

Es el servicio de radiocomunicaciones que, mediante la técnica de celular, permite conectar poa acceso múltiple a estaciones móviles entre sí y con la Red Telefónica Publica Nacional (R.T.P.N).

Las bandas de frecuencia utilizadas para la prestación de este servicio son 824 – 849 MHz y 869 – 894 Mhz (denominada banda de 800 MHz) la cual se encuentra dividida en 2 sub bandas (A y B).

1.2.2 Servicio de Telefonía Móvil (STM)

Es el servicio basado en el SRMC que posibilita las comunicaciones de telefonía bidireccional simultanea de voz viva, por medio de un transceptor, entre dos o más abonados a dicho servicio o entre tales abonados con los de las redes de Telefonía Pública o de otros servicios de Telecomunicaciones, ya sea recibiendo o efectuando comunicaciones.

1.2.3 Servicio de Comunicaciones (PCS)

Es el servicio inalámbrico de comunicaciones, de presentaciones múltiples, que mediante el empleo de tecnología de acceso digital, la cual posibilita las comunicaciones entre dos o más abonados a dicho servicio o entre abonados de otras redes y sistemas de telecomunicaciones, ya sea recibiendo o generando comunicaciones.

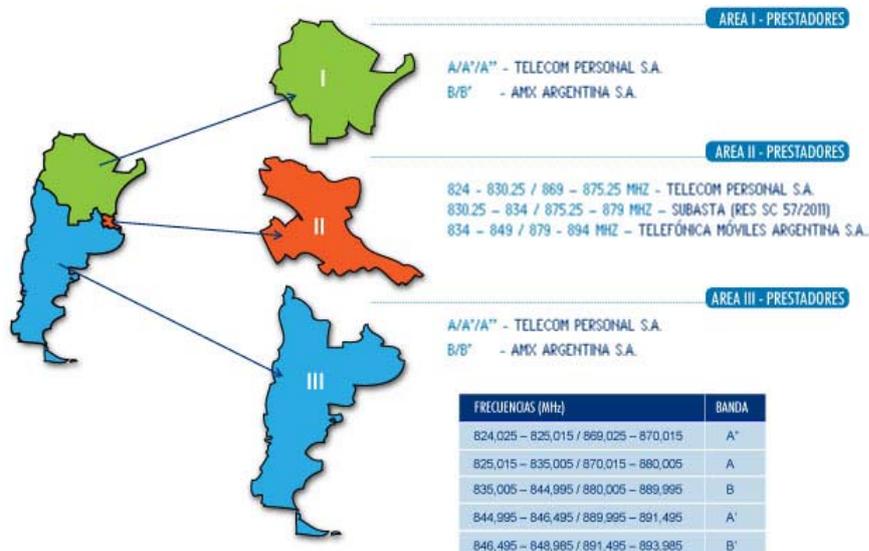
Las bandas de frecuencias utilizadas para la presentación de este servicio son 1859-1910 MHz y 1930 a 1990 MHz (denominada banda de 1900) la cual se encuentra dividida en 4 sub-bandas (A,B,C y D).

1.3 Áreas de Exploración

Para las bandas de 800 y 1900 MHz el territorio nacional fue dividido en tres áreas de exploración a saber.

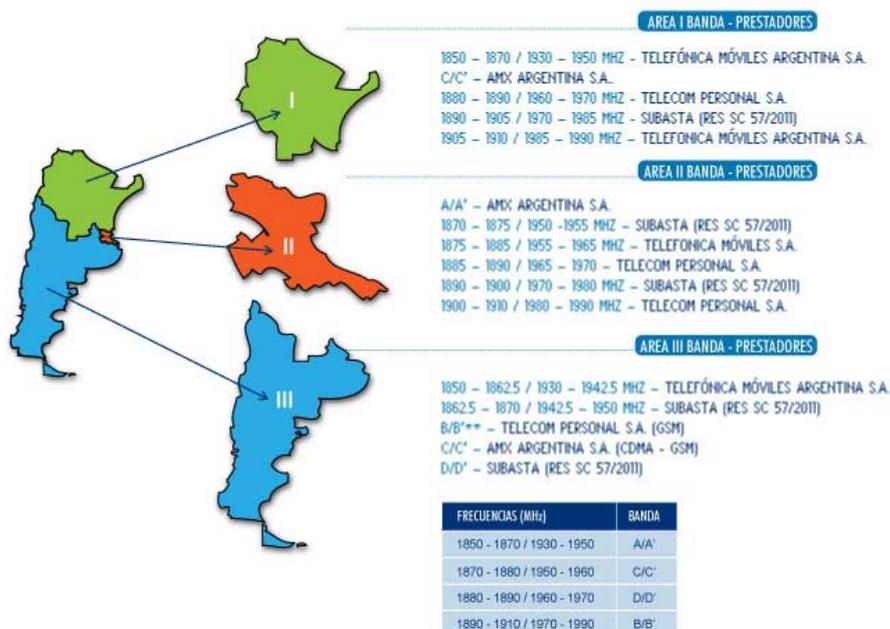
- **Área I:** Norte
- **Área II:** Área múltiple Buenos Aires extendida a La Plata, Lujan y Zarate
- **Área III:** Sur

SERVICIOS DE TELEFONIA MOVIL (STM) Y DE RADIOCOMUNICACIONES MOVIL CELULAR (SRMC)
BANDAS A/A'/A'', B/B'



1.2.3-1 Áreas de exploración de Argentina 850 Mhz

SERVICIO DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS)
BANDAS A/A', B/B', C/C', D/D'



1.2.3-2 Área de exploración de Argentina de 1900 Mhz

1.4 Normas de Regulación Nacional

1.4.1 Resolución N° 202/95

Del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, consideraciones destacadas:

- Los efectos biológicos de las radiaciones No Ionizantes, radiofrecuencias y microondas con frecuencias entre los 100 KHz y los 300 GHz han sido ampliamente estudiados y requieren el establecimiento de Estándares Nacionales de Seguridad para la exposición a las mismas.
- La creación del “Manual de estándares de seguridad para la exposición a radiofrecuencias y microondas comprendidas entre los 100 KHz y los 300 GHz.”
- Aprobación del Estándar Nacional de Seguridad para la exposición a radiofrecuencia, el mismo se incorpora al programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica.

(Comisión Nacional de Comunicaciones, 1995)

1.4.2 Resolución N° 530/2000

De la Secretaría de Comunicaciones de la Nación, que ha dispuesto como obligatorio el cumplimiento de la Resolución N° 202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, en todo el Territorio Nacional. Consideraciones destacadas:

- Que para frecuencias de 1,9 GHz (que son las que emiten en sistemas de Comunicaciones Personales (PCS) la norma ANSI/IEEE fijó un valor máximo de densidad de potencia de 1,26 mW/cm² en zonas de exposición continua al público General.
- Que las frecuencias radiadas de 850 MHz (emitidas por Sistemas de Telefonía Celular), la norma ANSI/IEEE, fijó un valor máximo de densidad de potencia de 0,57 mW/cm² en zonas de exposición al público en general.
- Que los valores mencionados en los dos considerados precedentes los ligeramente menos exigentes que los que fija la Resolución N° 202/95 del ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, siendo estos de 0,95 mW/cm² para 1,9 GHz y de 0,45 mW/cm² para 850 MHz.

(Comisión Nacional de Comunicaciones, 2000/2012)

1.4.3 Resolución N° 3690/2004

Establece que los titulares de estaciones radioeléctricas y licenciarios de estaciones de radiodifusión deberán demostrar que las radiaciones generadas por las antenas de sus estaciones no afectaran a la población en el espacio circundantes a las mismas. También contiene el protocolo de evaluación de las radiaciones no ionizantes.

- Los procedimientos se basan en la normativa internacional en la materia, tal como Comisión Internacional de Protección Contra las Radiaciones No Ionizantes, la UIT en la recomendación UIT-T K-61, el comité electrónico Internacional en su norma 61566/1997, la IEEE norma 95.3/2002 entre otros.
- Los titulares de estaciones radioeléctricas deberán demostrar que sus estaciones no afectan a la población en el ambiente donde se encuentran, mediante la

presentación del formulario técnico específico y una declaración jurada relativa al cumplimiento de la resolución 530/2000.

- El incumplimiento de los requisitos establecidos en los artículos precedentes están sujetos a sanciones previstas por la legislación vigente.
- La CNC (ENACOM) podrá requerir informes o realizar mediciones de control cuando lo estime necesario.

(Comisión Nacional de Comunicaciones, 2004)

1.5 Definiciones

1.5.1 Radiaciones No Ionizantes (RNI)

Son aquellas radiaciones del espectro electromagnético que no tienen energía suficiente para ionizar la materia.

1.5.2 Intensidad de Campo Eléctrico (E)

Es la magnitud del vector campo eléctrico expresado en unidades de V/m.

1.5.3 Intensidad de Campo Magnético (H)

Es la magnitud del vector campo magnético expresado en unidades de A/m.

1.5.4 Campos Re-Irradiados

Son campos electromagnéticos resultantes de corrientes inducidas en un objeto secundario, predominante conductivo, con ondas electromagnéticas incidentes sobre el mismo desde uno o más elementos de radiación primarios o antenas.

1.5.5 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 de la onda.

1.5.6 Densidad de Potencia (S)

Es la potencia por unidad de área normal a la dirección de propagación. La unidad utilizada es el mW/cm². Para una onda plana la densidad de potencia está relacionada con el campo eléctrico y el magnético por una impedancia del espacio libre. $Z=377=120\pi$ donde $S=E^2/Z_0=H^2/Z_0$

1.5.7 Emisión

Es la radiación producida por una única fuente de radiofrecuencia.

1.5.8 Inmisión

Es la radiación resultante del aporte de todas las fuentes de radiofrecuencias cuyos campos están presentes en el lugar.

1.5.9 Exposición

Es la situación en que se encuentra una persona sometida a campos eléctricos, magnéticos, electromagnéticos o a corrientes de contacto o inducidas asociados a campos electromagnéticos de radiofrecuencias.

1.5.10 Exposición Poblacional o no controlada

Corresponde a situaciones en las que el público en general puede estar expuesto o en las que las personas expuestas como consecuencia de su trabajo pueden haber sido advertidas de la potencial exposición y no pueden ejercer control sobre la misma.

1.5.11 Máxima Exposición Permitida (MEP)

Valor eficaz de campo eléctrico, magnético o de densidad de potencia equivalente a onda plana, a los que las personas pueden estar expuestas sin efectos perjudiciales y con un aceptable factor de seguridad.

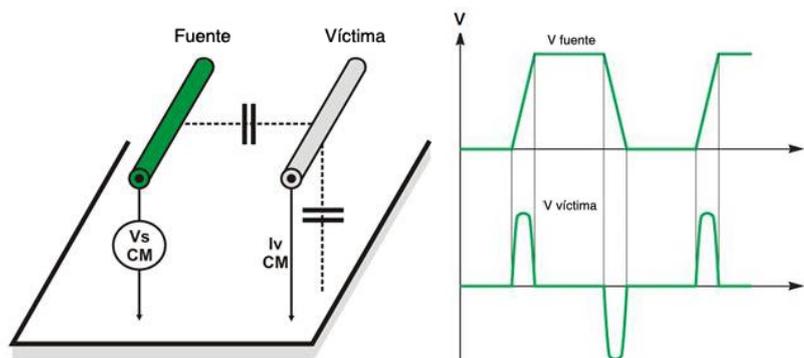
1.5.12 Promedio Temporal

Promedio de las mediciones de exposición obtenidas durante un periodo de tiempo apropiado con el fin de determinar el cumplimiento de los límites.

(Comisión Nacional de Comunicaciones, 2004)

1.5.13 Acoplamiento Capacitivo

Es representado por la interacción de campos eléctricos entre conductores. Un conductor (perturbador) capta una fuente electromagnética y lo transporta para otra parte del circuito (víctima), si consideramos un instrumento de medición como la víctima podríamos tener una alteración en la medición.



1.5.13-1: Acoplamiento Capacitivo

1.6 Consideraciones prácticas sobre las mediciones

1.6.1 Conceptos básicos de las mediciones

Una medición es el proceso de asignar un valor a un atributo o fenómeno, cuyo resultado es independiente del procedimiento utilizado, donde la precisión del proceso de medición es esencial para obtener un valor fiable.

El proceso de medición debe definir:

- Atributo o fenómeno a medir.
- Condiciones de las operaciones.
- Sistema de medición y parámetros a utilizar.
- Secuencia de operaciones técnicas a aplicar.
- Mediciones sobre terreno

1.6.1.1 Atributo o fenómeno a medir

El objetivo básico de las mediciones en este caso serán los campos electromagnéticos caracterizados como valores de campos E y H, y sus características de frecuencia y amplitud en un determinado ancho de banda.

Según el proceso implementado las mediciones de ocupación espectral el resultado será una combinación de los datos de medición.

1.6.1.2 Condiciones de funcionamiento

Los resultados tienen una influencia directa con las condiciones en las que las mediciones fueron tomadas, por lo que se deben ser registradas para garantizar la repetitividad de las mediciones.

En el caso particular de mediciones realizadas sobre el terreno, están sujetas a numerosas influencias debidas a infraestructuras circundantes, clima y otras limitaciones de los equipos de medida como el tamaño de la antena o equipos integrados, como así también deben tenerse las precauciones necesarias para limitar las influencias externas, especificando el proceso de medición para las condiciones a las cuales se aferran las operaciones a fin de garantizar la fiabilidad de las mediciones.

1.6.1.3 Sistema de medición

El sistema de medición se puede dividir en tres partes:



El sensor es el dispositivo que convierte el campo eléctrico o magnético en una señal eléctrica (una sonda o antena).

El acondicionador de la señal se utiliza para dar un tratamiento a la señal de forma de obtener la mejor calidad de la medición posible a partir de la señal suministrada por el sensor. (Filtros, amplificadores/atenuadores, etc.)

El equipo de medición es el dispositivo que procesa la señal y la muestra o registra por su explotación.

1.6.1.4 Secuencia de operaciones técnicas

Descripción de la forma general para realizar mediciones:

- Identificación de los Equipos Utilizados
- Descripción preliminar de las mediciones a realizar
- Ajuste del dispositivo de medición (Banda de frecuencia, ancho de banda del canal, márgenes, etc.)
- Verificación de la consistencia del resultado (por comparación, cálculo de incertidumbre, etc.).

1.6.1.5 Mediciones sobre terreno

Las precauciones a tener en cuenta para realizar las mediciones son:

- Garantizar que, cuando sea preciso, el emplazamiento se encuentre en situación de campo lejano.

- Garantizar el desacoplo en altura suficiente para evitar influencia del terreno durante las mediciones
- Elegir un emplazamiento con los menores obstáculo posibles (construcciones arboles, etc.) para evitar reflexiones y otros efectos debido a trayectos múltiples.
- Verificar que no existe un campo electromagnético intenso en las proximidades del emplazamiento de medición.

1.7 Evaluación del Entorno de Medición

Previo a la medición se llevará a cabo un relevamiento visual del lugar de instalación de los sistemas irradiantes y se determinará sobre la base de sus ubicaciones, el tipo y las características de sus emisiones y sus características de irradiación, los puntos de mayor riesgo tanto externos al predio de la antena como internos al mismo, que formarán parte de los puntos a medir. En dicho análisis se considerarán las características topográficas de lugar y la ubicación de edificaciones, superficies reflectoras u objetos conductores que puedan producir áreas de campo relativamente intenso.

1.8 Selección de los puntos de Medición

- Las mediciones se deben efectuar en puntos accesibles por el público.
- Los puntos de medición se escogerán según las características del sistema irradiantes y la longitud de onda de las emisiones, siguiendo donde sea aplicable los cálculos predictivos.
- Para sistemas Omnidireccionales se deberán seleccionar como mínimo 16 puntos, ubicados convenientemente sobre el terreno, cuya separación respecto de la estación, este en función de la longitud de onda del emisor.
- Para sistemas Direccionales se deberán adoptar un mínimo de 4 puntos sobre la dirección de máxima propagación. Los 12 puntos restantes deberán ubicarse en función de las características del lóbulo de radiación de dicha fuente.
- A efectos de evitar posibles acoplamiento capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto conductos.
- Las mediciones deben realizarse en horas de mayor tráfico o de mayor potencia emitida.

1.9 Precauciones de Seguridad

En caso que las mediciones se realicen en zonas en donde se prevea superar los límites de exposición, se deberá restringir al máximo la exposición del personal de medición, para lo cual se recomienda no superar un periodo máximo de 6 min de exposición.

1.10 Valores Límites

Tabla de máxima exposición permitida poblacional, en función de la frecuencia de acuerdo con la Resolución N° 202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación.

Rango de Frecuencia f (Mhz)	Densidad de Potencia equivalente de onda plana S (mW/cm ²)	Campo Magnético E (V/m)	Campo Eléctrico H (A/m)
0,3 – 1	20	275	0,73
1 – 10	20/f ²	275/f	0,73/f
10 – 400	0,2	27,5	0,073
400 – 2000	f/2000	1,375f ^{1/2}	-
2000 – 100000	1	61,4	-

Tabla 1.6.1-1 Valores Límites

1.11 Valores Límites para las mediciones

Para realizar las comparaciones y poder analizar los datos necesitamos realizar el cálculo de los valores límites que son proporcionados en la Tabla de límites, con lo cual obtenemos:

$$S_{Max} = \frac{f}{2000} \left(\frac{mW}{cm^2} \right) * \frac{1 (cm^2)}{0.00001 (m^2)} = \left(\frac{mW}{m^2} \right)$$

1.11.1 Valor Límite para 900 Mhz

$$S_{Max(900 Mhz)} = 4,5 \mu W/m^2$$

1.11.2 Valor Límite para 1800 Mhz

$$S_{Max(1800 Mhz)} = 9 \mu W/m^2$$

1.12 Informe de Medición

En el informe técnico deberán constar los siguientes puntos:

- ❖ Fecha de medición
- ❖ Hora de Inicio
- ❖ Hora de Finalización
- ❖ Croquis con las ubicaciones de los puntos de medición
- ❖ Fotos de la instalación donde se pueda identificar las antenas emisoras y su cantidad a la fecha de medición.
- ❖ Tabla con los valores medidos
- ❖ Características de los instrumentos y sonda o antenas utilizadas con sus certificados de calibración
- ❖ Toda la Información que sea relevante.
- ❖ Firma, aclaración y número de matrícula del ingeniero actuante.
- ❖ Certificado de Encomienda de tarea profesional expedido por el consejo profesional de ingeniería en Telecomunicaciones, Electrónica y Computación (COPITEC), o en colegios o consejo provinciales de convenios de reciprocidad con el mismo.

1.13 Telefonía Móvil

1.13.1 El Espectro Radio eléctrico

El espectro radio eléctrico es un recurso natural limitado, intangible utilizado para la aplicación de servicios de comunicaciones y también puede ser combinada con medios tangibles para diversos servicios como un bien de dominio público, regulado por el Estado Nacional.

Está compuesto por un grupo de frecuencias (Banda de Frecuencias) considerando que no todas las bandas de frecuencias son aptas para cualquier servicio,

Nombre	Abreviatura Inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de Onda
Extra baja frecuencia	ELF	1	3-30 Hz	100.000 km – 10.000 km
Súper baja frecuencia	SLF	2	30-300 Hz	10.000 km – 1.000 km
Ultra baja frecuencia	ULF	3	300-3000 Hz	1.000 km – 100 km
Muy baja frecuencia	VLF	4	3-30 KHz	100 km – 10 km
Baja frecuencia	LF	5	30-300 KHz	10 km – 1 km
Media frecuencia	MF	6	300-3000 KHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia	HF	7	3-30 MHz	100 m – 10 m
Muy alta frecuencia	VHF	8	30-300 MHz	10 m – 1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	9	300-3000 MHz	1 m – 100 mm
Súper alta frecuencia	SHF	10	3-30 GHz	100 mm – 10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	11	30-300 GHz	10 mm – 1 mm

Tabla 1.13.1-1Bandas de frecuencias del espectro electromagnético

por lo que el espectro es dividido y se atribuyen bandas específicas para la operación de servicios de comunicaciones como radiodifusión (AM, FM, TV), Telefonía móvil entre otros servicios; dentro de las bandas atribuidas a uno o más servicios, posteriormente son asignadas a usuarios determinados.

El espectro radioeléctrico en nuestro país esta atribuido según el CABFRA (Centro de Atribución de Bandas de Frecuencias de la república Argentina).



1.13.1-1: Atribución de frecuencias (ENACOM, 2016)

1.13.2 Frecuencias de Operación y niveles de Potencia

En el país las frecuencias son asignadas por la ENACOM quien tiene una Tabla que establece las frecuencias de operación y los niveles de potencia de transmisión para cada uno de los servicios atribuidos en la bandas del espectro radioeléctrico.

SERVICIO	FRECUENCIAS DE OPERACIÓN	POTENCIA IRRADIADA
Radiodifusión de AM	535 - 1705 kHz	Mín 100 W Máx 100 kW
Radiodifusión de FM	88 - 108 MHz	Mín 30 W Max 100 kW
Radiodifusión de TV	TV abierta VHF bajo : 54 - 72 MHz (canales 2-4) 76 - 88 MHz (c. 5-6) VHF alto : 174 - 216 MHz (c. 7-13) UHF (en gral. TV codificada, o sea no abierta)512 - 806 MHz (21-69)	VHF : Mín 5 kw en estación autónoma, 50 W en repetidora. Máx 30 kW en transmisor irradiado hasta 150 kW UHF (codificado, área reducida):aprox. 25 W
Telefonía celular	SRMC/STM : 869 - 894 MHz (base) 824 - 849 MHz (móvil) PCS : 1850 - 1910 MHz (móvil)1930 - 1990 MHz (base)	Celdas en zona muy urbanizada: Aprox. 20 WZona rural: máx. 100 W
HF	Servicio fijo y móvil (en gral uso comercial): 2 - 30 MHzRadioaficionados:bandas en los rangos de 1,8 - 3,6 - 3,8 - 7 -10 - 14 - 18 - 21 - 25 y 29 MHz	Se especifica potencia pico de envolvente (la potencia media está unos 10 dB por debajo) Uso comercial: máx 160 WRadioafición: máximo 1,5 kW
VHF y UHF	[MHz] 30 - 50138 - 174242 - 280340 - 399421 - 426443 - 490	Handies 6 W Móvil 40 WBase 60 WEstos son valores típicos
Móvil Marítimo	Rangos HF : 4, 6, 8, 12, 16, 18, 22, 25 MHz Rangos VHF : 156, 0 - 157,5 /160,5 - 162 MHz	HF : aprox. 150 W pico de envolvente VHF : 25 W
Móvil Aeronáutico	HF (AM) : entre 2 y 30 MHz VHF : 108 - 118 MHz radionavegación (ILS, VOR)118 - 136 MHz comunicaciones móvil - tierra	HF : hasta 400 W PEP (media 100 W) VHF : 20 W

1.13.2-1: Frecuencias y niveles de potencia (ENACOM, 2016)

1.13.3 Valores limites en Telefonía móvil

Para realizar el análisis del espectro, los valores de referencia a tener en cuenta serán:

- -93dBm que es el valor de 39dB μ V/m en el móvil, correspondiente a un área de 90% de disponibilidad el 50 % del tiempo en una antena en la banda de 900 MHz. (en D-AMPS es de -93 dBm). (Sistemas Movil-Celular)
- Como sabemos el móvil controla la potencia de emisión de acuerdo con la potencia de recepción, por lo que $PR_x+PT_x=-73$ dBm. (Sistemas Movil-Celular)

CAPITULO N° 2: “EQUIPOS”

2.1 Medidor de campo Electromog TES-92

El medidor de Campo utilizado es el TES 92, es un medidor de campo triaxial en el rango de 50 MHz a 3,5 Ghz con un rango dinámico de 75 db y un factor de corrección en frecuencia por parte del sensor de 1db para un rango de frecuencias de 1,9 GHz y de 2,4 db para un rango de frecuencias 1,9 GHz a 3,5 GHz. Con un tiempo de setting de 1 seg. Para la toma de valor de medición de 0 a 90 %. El equipo se puede ver en la **Ilustración 1.1.1**.



1.13.3-1: Medidor de campo TES-92

2.1.1 Encendido del Equipo

Para encender el equipo, se debe presionar el botón verde situado en el centro y esperar unos segundos. Para apagarlo se debe realizar el mismo procedimiento.

(El equipo para evitar pérdida de batería, después de un cierto periodo de inactividad se apagará automáticamente).

2.1.2 Especificaciones técnicas

Método de medición	Triaxial digital de medición
Características direccional	Isotrópica triaxiales
Rango de medición de selección	Rango Continuo
Ajustes de tiempo	Normalmente 1s de valor de medición 0 a 90%
Mostrar tiempo de refresco	Normalmente 0,5 segundos
Memoria	Conjunto de datos hasta 99 unidades
Alimentación Eléctrica	Batería alcalina de 9 Volt
Duración de la batería	Aproximadamente 15 Hs
Temperatura Operativa	0°C hasta + 50 °C
Humedad Operativa	Desde mínima 25% hasta máximo 75% RH
Temperatura de almacenamiento	-10 °C hasta +60 °C

Medidas del Instrumento	6 x 6 x 24 cm
Peso con batería	220 gramos
Desviación Isotrópica	Normalmente $\pm 1, 0$ dB($f \leq 50$ MHz)
Límite de sobrecarga	0,42 mW/cm ² (40 V/m)

Tabla 1.2.1.2-1: Especificaciones Técnicas Medidor de Campo

2.1.3 Configuración del Medidor

- **MAX/AVG:** El valor que se mide sin presionar el botón, es el valor instantáneo. Al pulsar este botón se verá que en la parte superior de la pantalla aparecen diversos carteles según la cantidad de veces que se presiona el botón.
 1. **MAX:** nos indica que el valor en pantalla es el valor máximo registrado en el tiempo.
 2. **AVG:** nos indica que el valor en pantalla es el valor promedio registrado en el equipo.
 3. **MAX AVG:** nos indica el máximo valor promedio registrado en el equipo.
- **MODE:** el valor por defecto al inicio es el valor del estado anterior. Al presionar el botón se notará la variación del lado izquierdo y parte baja de la pantalla. Los valores que aparecen al presionar el botón son:
 1. **X:** Se medirá el valor del campo en el eje X.
 2. **Y:** Se medirá el valor del campo en el eje Y.
 3. **Z:** Se medirá el valor del campo en el eje Z.
 4. **XYZ:** Se medirá el valor del triaxial XYZ.
- **UNIT:** el valor por defecto al inicio es el valor del estado anterior. Al presionar el botón se notará la variación de la segunda línea la cual representa la unidad de medición del equipo. Las unidades soportadas por el TES 92 son:
 - **μ V/m:** Micro voltios por metro.
 - **mV/m:** Mili voltios por metro.
 - **μ A/m:** Micro voltios por metro.
 - **mA/m:** Mili voltios por metro.
 - **μ W/m²:** Micro voltios por metro cuadrado.
 - **mW/m²:** Mili voltios por metro cuadrado.
 - **μ W/cm²:** Micro voltios por metro cuadrado.
 - **mW/cm²:** Mili voltios por metro cuadrado.

2.1.4 Aplicación Móvil

Debido a que la lectura del equipo es basada en todo el espectro, se decidió realizar una aplicación para Android la cual realiza la discriminación de las frecuencias mediante

una tabla con factores que permiten la obtención de diferentes frecuencias, multiplicando el valor medido con el factor de la tabla.

2.1.4.1 *Características de la Aplicación*

- Ingreso de Datos (los cuales provienen de la medición)
- Selección de la frecuencia para realizar el cálculo en la frecuencia específica.
- Salida de datos, con el valor de la frecuencia seleccionada

2.1.4.2 *Código fuente de la Aplicación*

```
package com.calculadorates92;

import android.app.Activity;
import android.os.Bundle;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;
import android.view.View;
import android.widget.EditText;
import android.widget.RadioButton;
import android.widget.TextView;

public class MainActivity extends Activity {
    private EditText et1;
    private TextView tv3;
    private RadioButton rb1,rb2,rb3,rb4;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        et1= (EditText)findViewById(R.id.et1);
        tv3= (TextView)findViewById(R.id.tv3);
        rb1= (RadioButton)findViewById(R.id.rb1);
        rb2= (RadioButton)findViewById(R.id.rb2);
        rb3= (RadioButton)findViewById(R.id.rb3);
        rb4= (RadioButton)findViewById(R.id.rb4);
    }

    public void fm(View view){
        if (rb1.isChecked()==true){
            rb2.setChecked(false);
            rb3.setChecked(false);
            rb4.setChecked(false);
        }
    }

    public void gsm900(View view){
        if (rb2.isChecked()==true){
            rb1.setChecked(false);
            rb3.setChecked(false);
            rb4.setChecked(false);
        }
    }

    public void gsm1800(View view){
        if (rb3.isChecked()==true){
            rb1.setChecked(false);
            rb2.setChecked(false);
        }
    }
}
```

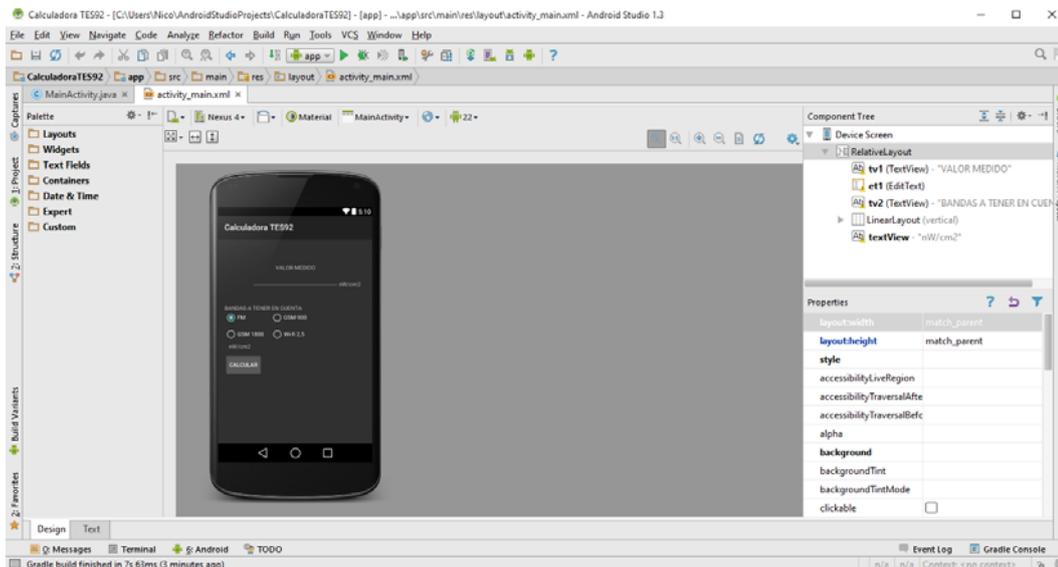
```
        rb4.setChecked(false);
    }
}
public void wifi(View view){
    if (rb4.isChecked()==true){
        rb1.setChecked(false);
        rb2.setChecked(false);
        rb3.setChecked(false);
    }
}
public void calc(View view){
    String valor1 = et1.getText().toString();
    int nro=Integer.parseInt(valor1);

    if (rb1.isChecked()==true){
        int aux = (nro*1000)/1750;
        String resultado = String.valueOf(aux);
        tv3.setText(resultado);
    }else
    if (rb2.isChecked()==true){
        int aux = (nro*1000)/1840;
        String resultado = String.valueOf(aux);
        tv3.setText(resultado);
    }else
    if (rb3.isChecked()==true){
        int aux = (nro*1000)/1440;
        String resultado = String.valueOf(aux);
        tv3.setText(resultado);
    }else
    if (rb4.isChecked()==true){
        int aux = (nro*1000)/1460;
        String resultado = String.valueOf(aux);
        tv3.setText(resultado);
    }
}

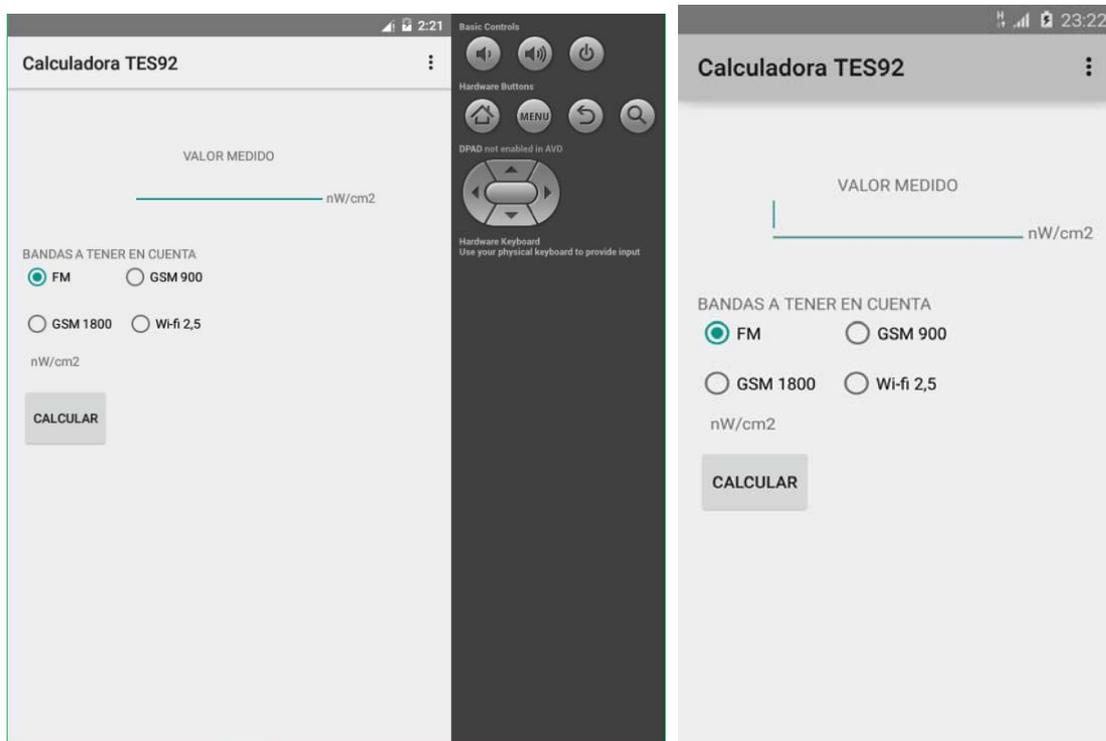
@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    // Inflate the menu; this adds items to the action bar if
it is present.
    getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_main, menu);
    return true;
}
@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    // Handle action bar item clicks here. The action bar will
    // automatically handle clicks on the Home/Up button, so
long
    // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
    int id = item.getItemId();

    //noinspection SimplifiableIfStatement
    if (id == R.id.action_settings) {
        return true;
    }
    return super.onOptionsItemSelected(item);
}
}
```

2.1.4.3 Imágenes de la Aplicación



2.1.4-1: Imagen aplicación de Android



1.2.1.4-2: ScreenShot de Smartphone

2.2 Analizador de Espectro

El analizador de espectro utilizado, es un Spectran HF 6065 v4, con un rango de frecuencias de 10MHz a 6GHz. Con un nivel de ruido promedio de -135dbm(1Hz) y un tiempo de muestreo de 1ms el más rápido. El mismo consta de una antena direccional en el rango de los 700 MHz a 6 GHz con una ganancia de 5dbi. El mismo se puede ver en la Ilustración 1.2.1.



1.2.1.4-1: Analizador de Espectro

2.2.1 Especificaciones Técnicas

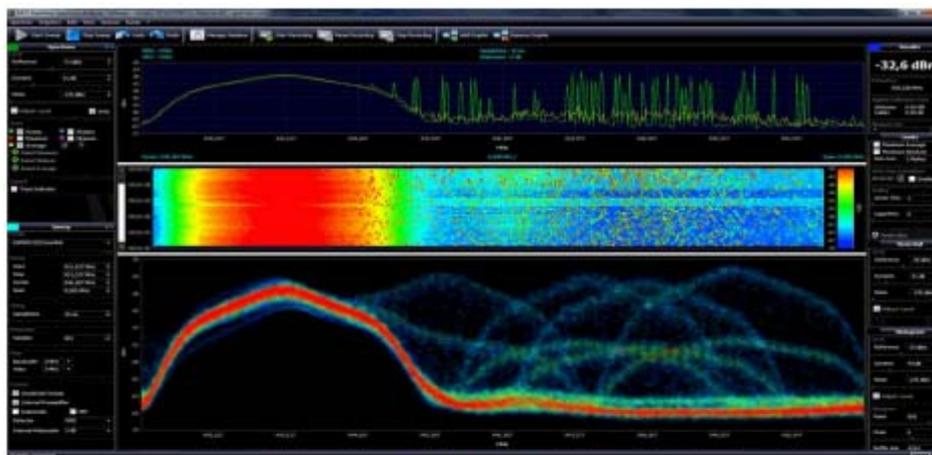
Frecuencias	10 MHz – 6GHz
Potencia pico de detección	6GHz (Opt)
Mínimo nivel	-100 dbm (típico -110 dbm)
Máximo nivel	+10 dbm (+30dbm Opt)
Atenuación (auto)	0, 10, 20 y 30 dB
Filtro pasa banda min	3KHz
Filtro pasa banda max	50 MHz
Precisión	± 2 dB (típico)

Tabla 1.2.2.1-1: Especificaciones Técnicas Analizador de Espectro

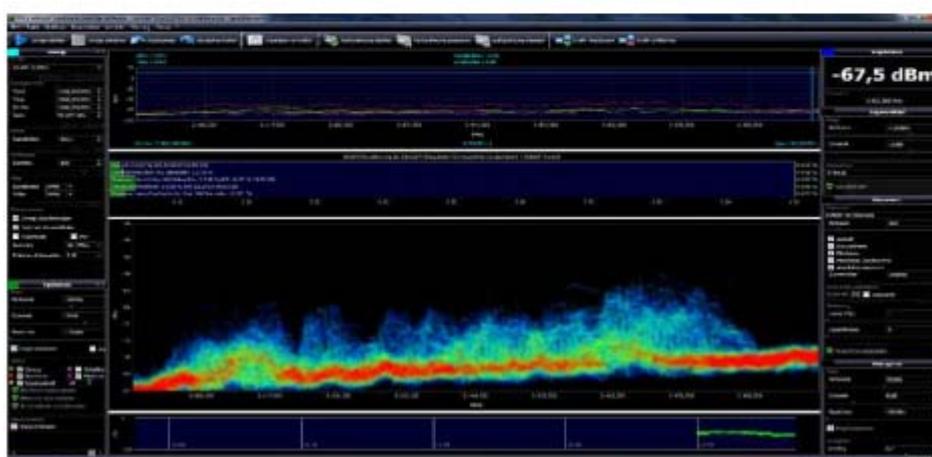
2.2.2 Software

El software del analizador de espectro “MCS” para PC, MAC o Linux permite utilizar su verdadero potencial y en tiempo real, con lo que podemos decir que no hay diferencia entre el análisis y la representación de la señal en el monitor, en este caso la de GSM.

Posee función de control remoto en tiempo real, a través de puerto USB integrado, con visualizaciones de las líneas límites de ICNIRP y gráficos limite-bar, soporte de multi-ventanas.



GSM Signal



WLAN Signal

1.2.2.2-1: Software del Analizador de Espectro

2.3 Recomendaciones

2.3.1 Ubicación del equipo

- No se recomienda realizar mediciones a nivel del suelo, pues la influencia notablemente en el valor del campo eléctrico medido. Por esto el aparato debe ser soportado sobre un trípode aislante.
- Para las sondas de potencial flotante (sin potencial de referencia fijo) las mediciones no pueden realizarse a una altura sobre el suelo menor a 2 veces la mayor dimensión diagonal de la sonda.
- El operador debe estar a una distancia de la sonda tal que el efecto de proximidad del observador sea menor al 30%. Este error de proximidad depende de la altura del operador, de su distancia a la sonda y de la altura de la sonda sobre el suelo.
- Si el aparato es asimétrico, debe colocarse la sonda en posición horizontal fija.

2.3.2 Selección del lugar de medición

- Lugar plano libre de objetos que puedan producir interferencias
- Si en el lugar de medición existen objetos que no puedan desplazarse deberá indicarse su ubicación y dimensiones.

- La distancia entre los objetos y la sonda no deben ser menor que 2 veces la dimensión máxima de la sonda.

2.3.3 Condiciones Ambientales

- La alta humedad puede provocar alteraciones en las condiciones de trabajo de los equipos.
- La temperatura ambiente puede afectar la medición. Por ejemplo a diferencia entre dos mediciones idénticas una a 40 °C y otra a 0 °C es del 8%. La temperatura a la que se efectúan las mediciones no pueden ser muy diferentes a la de calibración.

CAPITULO N° 3: “MEDICIONES”

3.1 Evaluación del Entorno de Medición

El lugar elegido para las mediciones es el Campus Castañares de la Universidad Católica de Salta ubicado en la capital de la Provincia de Salta, considerando que la irradiación proviene de la zona Noroeste en predio externo a la ubicación de las Torres de emisión.

El Campus es un terreno considerado plano y presenta superficies óptimas para desarrollar las mediciones de manera adecuada.

3.2 Selección de los puntos de medición

Debido a que el estudio se realizara en el Campus de la Universidad Católica de Salta, se realizaran mediciones en 6 regiones del Campus de la Universidad Católica de Salta distribuidos a lo largo y ancho, teniendo en cuenta lugares en donde no existan acoplamiento capacitivos y concentraciones de fuentes de emisiones (Teléfonos Celulares).

3.2.1 Regiones de Medición

Las 6 regiones consideradas para las mediciones serán:

- Facultad de Ingeniería
- Estacionamiento
- Canchas
- Capilla
- Facultad de Artes y Ciencias
- Confeitería

En la imagen que se presenta a continuación se aprecian los puntos considerados para realizar las mediciones.

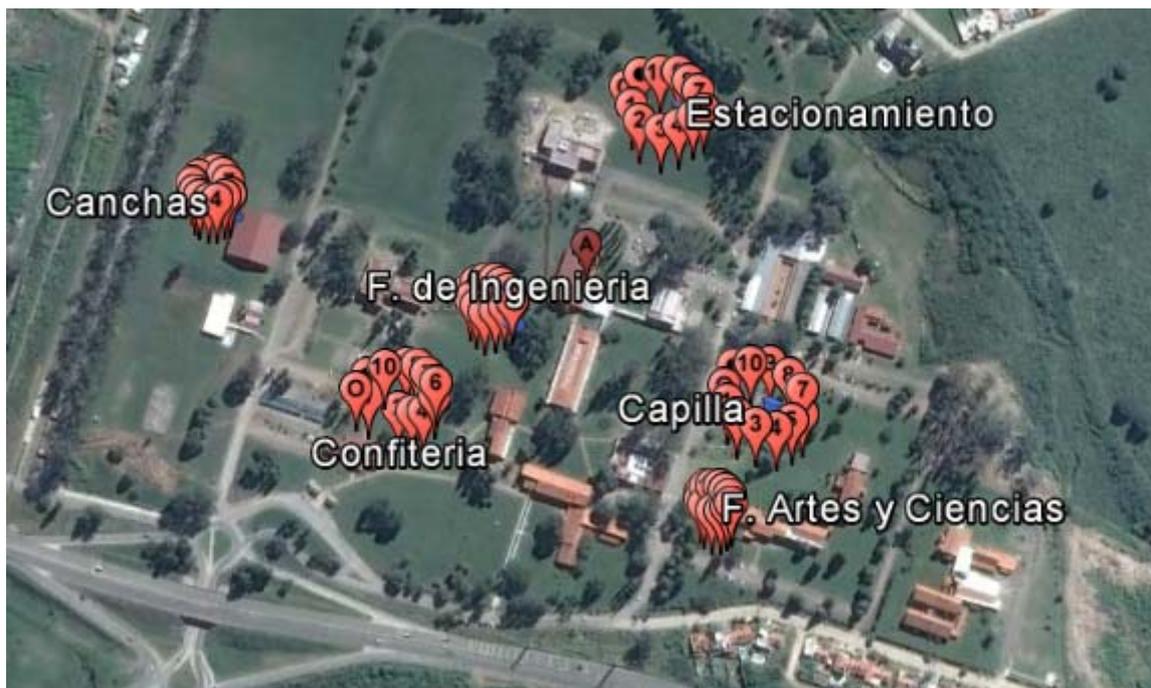


3.2.1-1 Puntos Considerado para las Mediciones

3.2.2 Puntos de Medición

Por normativa se pide que para sistemas omnidireccionales se tomen 16 puntos de medición, y para direccionales 4 puntos de referencia y 12 puntos distribuidos en el lóbulo de irradiación.

Siguiendo lo mencionado en la selección de puntos de medición, se tomará 6 puntos de referencia en donde se realizaran las mediciones para el análisis de ocupación espectral y 12 puntos de medición alrededor cada uno de los puntos de referencia (72 mediciones en total) para poder realizar un estudio completo del Impacto de Radiaciones No Ionizantes en el Campus de la Universidad Católica de Salta. La ubicación de los mismos se puede ver en la siguiente figura.



3.2.2-1 Puntos de Mediciones

3.3 Instrucciones para las Mediciones

3.3.1 Instrucciones para las mediciones con TES 92

Instrucciones para la medición con TES 92

- Encender el equipo con la Tecla ON/OFF
- Ubicar la unidad de medición en $\mu\text{W}/\text{m}^2$.
- En los ejes que figure X, Y, Z
- Las mediciones se realizan con el pico MAX

Tomar las mediciones del valor de XYZ, Z, Y, Z y registrarlos de manera manual.

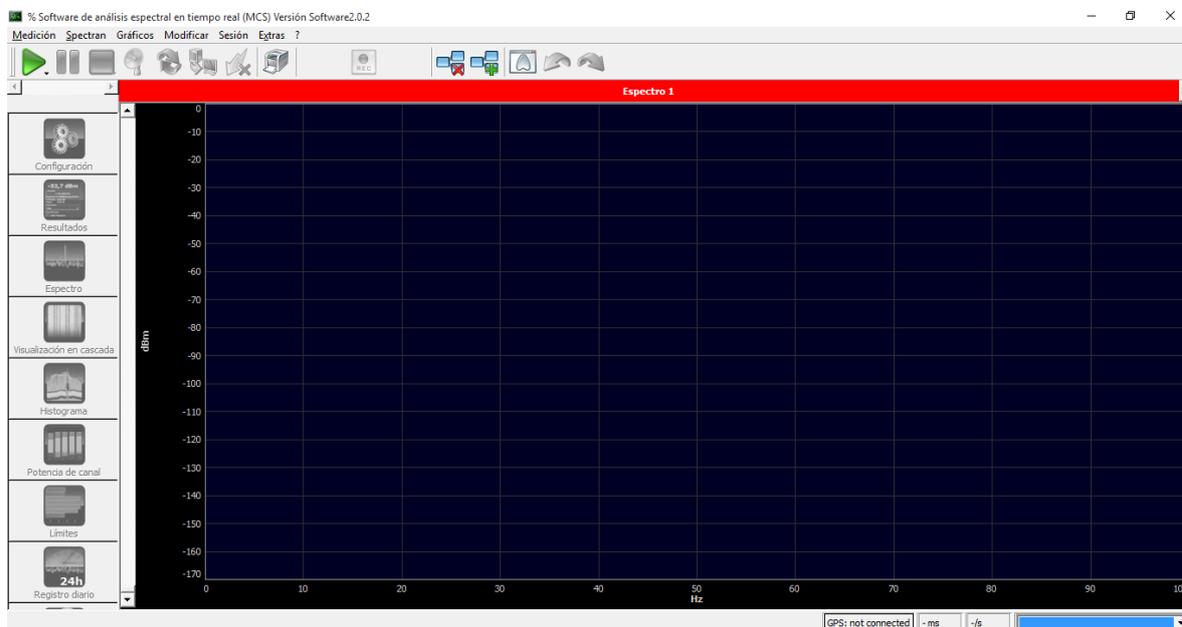
3.4 Mediciones con Spectran HF 6065

3.4.1 Instrucción para las mediciones con Spectran HF 6065

Instrucciones para medición con Spectran HF 6065

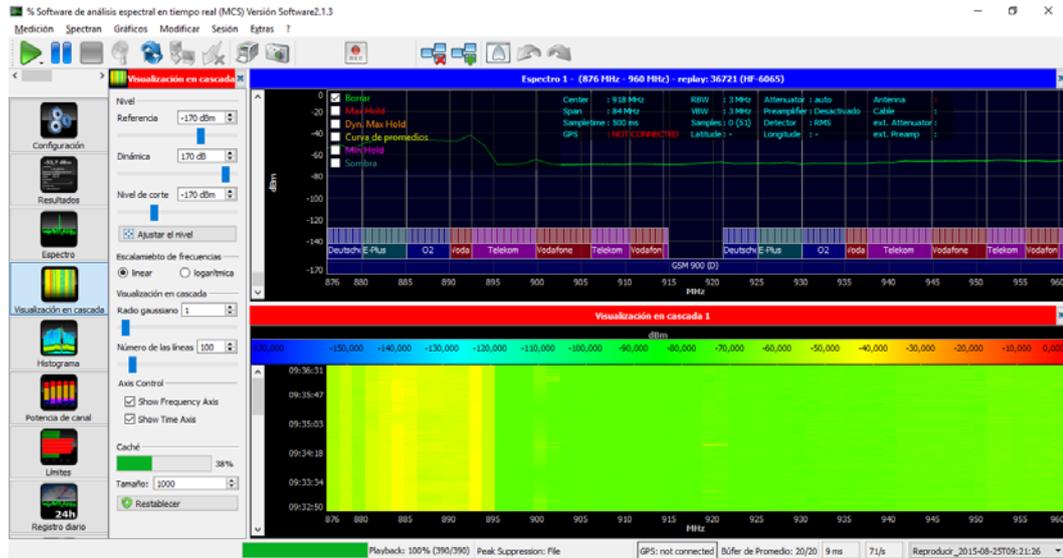
- Encender el equipo con la tecla ON/OFF

- Presionar la tecla con el número 5, lo cual nos permitirá escanear la banda de GSM MHz. Y viene con las configuraciones predeterminadas para dicha banda.
- Luego procedemos a la conexión USB contra la PC.
- Una vez Conectado Iniciamos el programa MCS



1.3.4.1-1: Pantalla de inicio MCS

- Una vez abierta la página y conectado el equipo por USB, hacemos clic en el botón de PLAY, y con ello el programa reconocerá al equipo.
- Una vez reconocido el equipo, damos clic al cuadro de visualización de cascada y modificamos el valor de la cache a 2500, por defecto figura 1000, para realizar las mediciones de 30 min con 2500 de cache es suficiente.
- Hecho esto damos clic al botón de REC y configuramos el lugar donde se guardara el archivo con el registro de la medición.
- Luego de la ubicación ingresaremos el Título de la medición y el lugar donde se realizó la misma.



3.4.1-2: Pantalla de MCS Spectran recolectando datos

- Una vez que transcurrió la media hora, damos clic en REC, y con esto se guardaran los datos.

Luego clic en STOP para que el equipo se desconecte del programa y listo.

3.5 Mediciones en los 6 puntos de Referencia para RNI

3.5.1 Mediciones en Facultad de Ingeniería



3.5.1-1: Ubicación y datos de temperatura en la Facultad de Ingeniería

XYZ	X	Y	Z	Analizador
3,333	0,667	1,799	0,854	4,862
2,667	0,444	1,590	0,625	3,845
3,208	0,431	1,972	0,660	4,365
1,757	0,222	2,042	0,444	3,259
2,188	0,340	1,535	0,299	2,836
1,500	0,472	0,792	0,229	3,856
1,125	0,181	0,521	0,417	3,486
2,014	0,549	1,236	0,215	2,496
4,597	1,819	2,806	0,653	6,123
0,354	0,132	0,167	0,069	4,695
0,729	0,493	0,076	0,153	1,658
0,813	0,250	0,472	0,229	2,654

Tabla 3.5.1-1 Mediciones Facultad de Ingeniería

3.5.2 Mediciones en Estacionamiento



3.5.2-1: Ubicación y datos de temperatura en el Estacionamiento

XYZ	X	Y	Z	Analizador
0,024	0,000	0,015	0,009	0,112
0,315	0,028	0,101	0,186	0,623
0,016	0,003	0,009	0,003	0,428
0,115	0,010	0,681	0,035	0,502
0,122	0,027	0,291	0,428	0,234
0,069	0,000	0,018	0,037	0,386
0,089	0,036	0,028	0,024	0,636
0,114	0,049	0,035	0,030	0,769
0,222	0,067	0,082	0,072	0,521
0,005	0,001	0,001	0,001	0,342
0,253	0,097	0,060	0,097	0,723
0,110	0,035	0,039	0,035	0,609

Tabla 3.5.2-1 Mediciones en el Estacionamiento

3.5.3 Mediciones en Canchas



3.5.3-1: Ubicación y datos de temperatura en Canchas

XYZ	X	Y	Z	Analizador
0,337	0,098	0,103	0,130	0,370
0,272	0,114	0,082	0,076	0,340
0,201	0,076	0,054	0,071	0,300
0,245	0,098	0,092	0,049	0,340
0,288	0,071	0,147	0,065	0,330
0,326	0,114	0,092	0,114	0,370
0,266	0,076	0,103	0,082	0,350
0,397	0,152	0,098	0,141	0,370
0,424	0,120	0,130	0,158	0,410
0,543	0,141	0,245	0,141	0,390
0,136	0,011	0,043	0,076	0,320
0,288	0,103	0,065	0,114	0,340

Tabla 3.5.3-1 Mediciones en las Canchas

3.5.4 Mediciones en Capilla



3.5.4-1: Ubicación y datos de temperatura en la Capilla

XYZ	X	Y	Z	Analizador
1,092	0,549	0,489	0,065	2,168
3,582	0,147	1,136	0,332	4,658
1,141	0,457	0,272	0,413	3,846
1,457	0,408	0,592	0,457	2,168
2,049	0,875	0,543	0,625	3,684
1,201	0,277	0,375	0,538	3,765
0,598	0,168	0,152	0,266	2,468
3,913	1,228	0,853	1,832	2,954
0,984	0,245	0,234	0,500	1,675
1,337	0,435	0,685	0,212	3,658
1,120	0,277	0,239	0,598	2,154
1,315	0,467	0,332	0,516	3,461

Tabla 3.5.4-1 Mediciones en la Capilla

3.5.5 Mediciones en Facultad de Artes y Ciencias



3.5.5-1: Ubicación y datos de temperatura en la F. de Artes y Ciencias

XYZ	X	Y	Z	Analizador
2,598	0,978	0,832	0,777	3,560
1,152	0,310	0,511	0,326	5,480
3,630	0,234	0,755	2,641	3,340
1,071	0,315	0,321	0,429	1,680
1,228	0,364	0,332	0,527	0,200
1,245	0,457	0,489	0,299	1,335
3,130	0,745	0,745	1,636	9,503
8,087	2,076	3,625	2,380	1,618
5,641	0,935	0,543	4,152	0,640
3,859	0,060	0,141	0,179	2,342
5,793	0,636	1,810	2,918	8,280
7,625	0,864	2,359	4,527	5,633

Tabla 3.5.5-1 Mediciones en F. Artes y Ciencias

3.5.6 Mediciones en Confitería





19°
Nubes y claros

0%

<p>RealFeel®: 23°</p> <p>Vientos: 7 km/h NE</p> <p>Ráfagas: 7 km/h</p> <p>Humedad: 64%</p> <p>Punto de rocío: 12°</p> <p>Índice UV: 5 (Moderado)</p> <p>Nubosidad: 56%</p>	<p>Lluvia: 0 mm</p> <p>Nieve: 0 cm</p> <p>Hielo: 0 mm</p> <p>Visibilidad: 16 km</p> <p>Ceiling: 9 m</p> <p>Wet Bulb: 15°</p>
---	--

3.5.6-1: Ubicación y datos de temperatura en la Confitería

XYZ	X	Y	Z	Analizador
0,413	0,060	0,136	0,239	0,417
0,522	0,065	0,168	0,283	0,219
0,326	0,103	0,114	0,103	0,208
0,092	0,027	0,022	0,054	0,111
0,098	0,000	0,060	0,038	0,229
1,011	0,092	0,299	0,620	0,693
0,152	0,000	0,038	0,114	0,531
0,380	0,043	0,071	0,266	0,480
0,212	0,022	0,054	0,136	0,244
0,685	0,087	0,147	0,446	0,874
0,571	0,065	0,190	0,315	0,402
0,272	0,011	0,065	0,223	0,557

Tabla 3.5.6-1 Mediciones en la Confitería

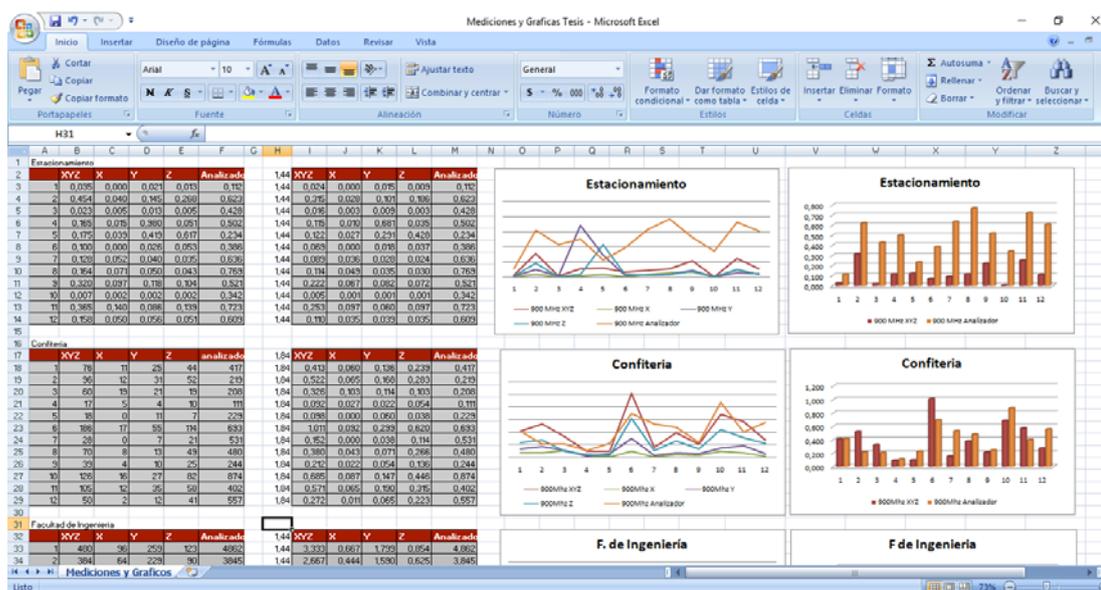
CAPITULO N° 4: “ANÁLISIS DE LOS DATOS”

4.1 Consideraciones para el análisis de Radiaciones No Ionizantes

Para realizar el análisis y obtener conclusiones sobre el impacto de las radiaciones se realiza primero se realiza la comparación de los datos obtenidos con cada uno de los equipos de medición, si los datos comparados son similares se podrá verificar que los equipos de medición tomaron de manera correcta los datos y de esta manera poder minimizar la posibilidad de errores de medición.

Aunque si bien los procesos para realizar dichas mediciones son diferentes las condiciones de medición son las mismas, el único detalle a tener en cuenta es que con el medidor de campo estamos obteniendo un valor final a partir de aplicar de una fórmula, con lo que se obtiene un valor final para una frecuencia en determinada, al cual en este caso es la frecuencia central de la banda de 850MHz y 1900 MHz. En el analizador de espectro estamos obteniendo valores que engloban toda la banda de telefonía móvil, puesto que el dispositivo es capaz de tomar muestras independientes dentro del ancho de banda seleccionado.

En el procesamiento de datos, debemos realizar las conversiones de unidades necesarias puesto que los equipos muestran los datos en diferentes unidades para lo que se utilizará la aplicación desarrollada y detallada en la unidad 2, todo esto para que las unidades en el procesamiento sean compatibles. Una vez que los datos estén en las mismas unidades, se procede a cargarlos en una hoja de Excel para realizar las graficas y realizar su posterior análisis.



3.5.6-1: Pantalla de datos en Excel

Para el análisis de los datos y verificación de posibles alteraciones groseras he optado por utilizar un gráfico de líneas continuas, con esto podremos se podrá apreciar y comparar con más claridad la construcción de la señal XYZ a partir de la sumatoria de los campos en los ejes X , Y, Z y su vez, nos permitirá comparar la medición hecha por los ambos equipos.

Para el análisis numérico de los datos usare gráficos de barras solo aplicados a las mediciones de XYZ y del analizador de espectro, con lo que podre apreciar con mayor precisión si el límite establecido en las resoluciones de los organismos de regulación se cumplen o no, tanto para la frecuencia central en la banda de telefonía móvil, para el total de la banda asignada para el servicio.

Para el análisis de los datos se tendrá en cuenta los valores límites que se encuentran calculados en la Unidad 1:

$$S_{\text{Max}}(900 \text{ MHz}) = 4,5 \mu\text{W}/\text{m}^2$$

$$S_{\text{Max}}(1800 \text{ MHz}) = 9 \mu\text{W}/\text{m}^2$$

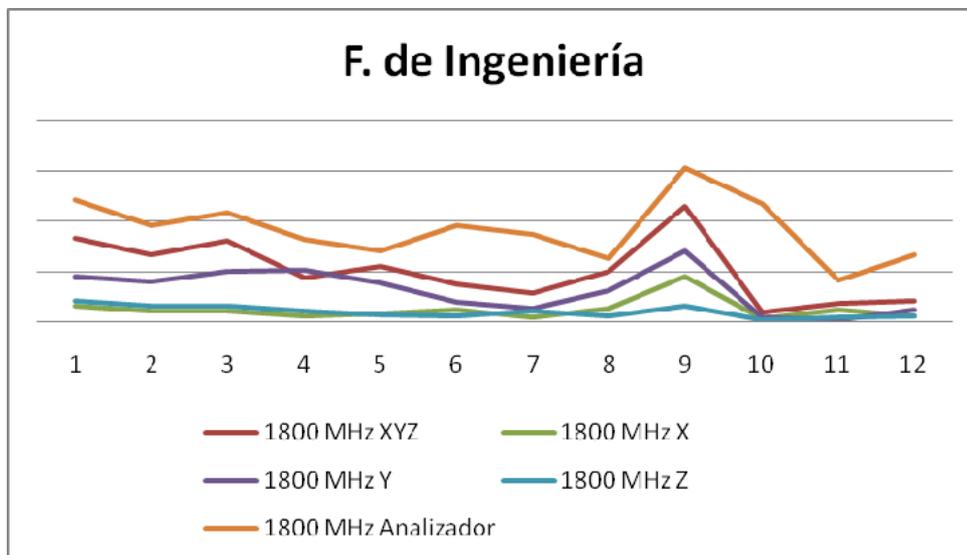
El análisis se presentara teniendo en cuenta:

- Forma de la grafica continúa de las mediciones realizadas por el TES 92 y el SPECTRAN HF 6065.
- Comparación de las densidades de potencias medidas y sus respectivos valores límites.
- Análisis y valores de medidas que llamen la atención con una respuesta consistente del fenómeno.

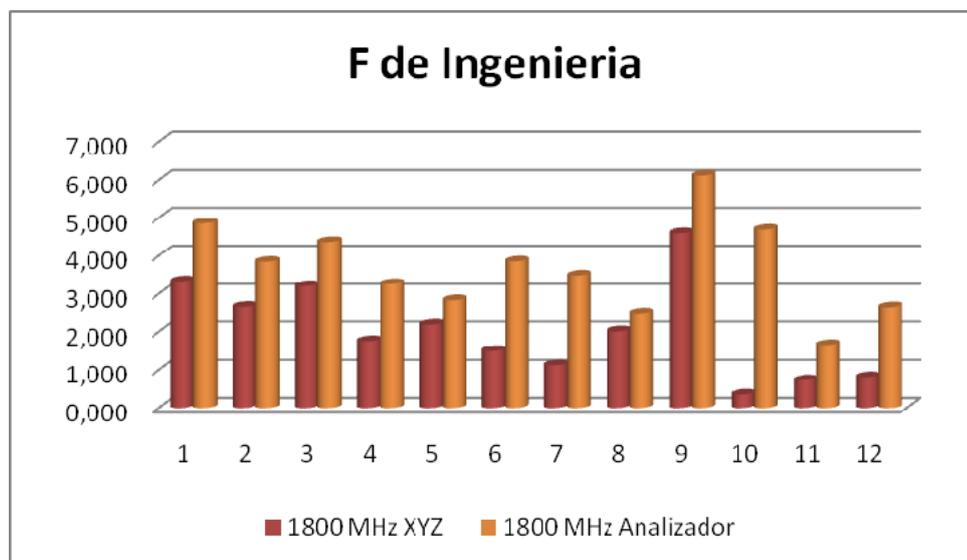
4.2 Procesamiento y análisis de datos para Radiaciones No Ionizantes

4.2.1 Procesamiento y análisis de datos en F. de Ingeniería en 1800 Mhz

4.2.1.1 Gráficos de los datos tomados en la Facultad de Ingeniería



4.2.1-1: Gráfico continuo de la Facultad de Ingeniería



4.2.1-2 Gráfico de bastones de la Facultad de Ingeniería

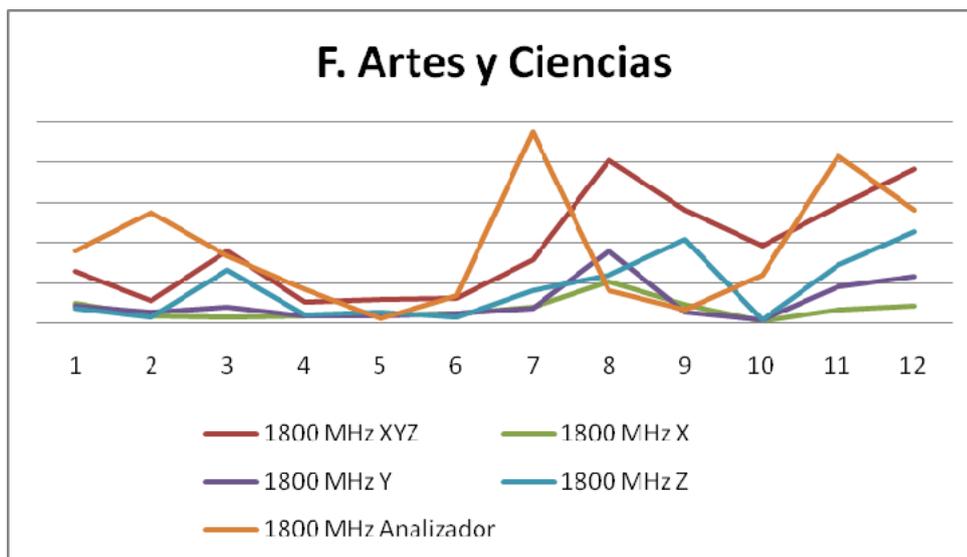
4.2.1.2 Análisis de los datos tomados en la Facultad de Ingeniería

Como se puede apreciar en la gráfica, los valores medidos no superan el valor máximo de densidad permitido en las regulaciones, por lo que puedo decir que, este punto de medición cumple las normas establecidas dejando el sitio sin influencia de una posible anomalía causada por las radiaciones electromagnéticas.

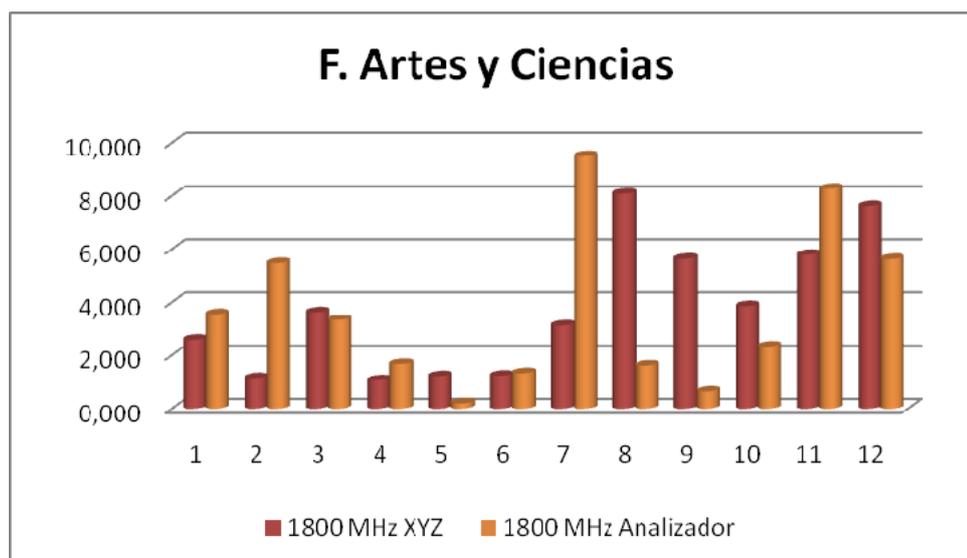
En la gráfica continua podemos ver que las formas de ondas siguen un patrón, por lo que puedo confirmar que las mediciones fueron tomadas correctamente.

4.2.2 Procesamiento y Análisis de datos F. de Artes y Ciencias en 1800 Mhz

4.2.2.1 Gráficos de los datos los tomados en la Facultad de Artes y Ciencias



4.2.2-1 Gráfico continuo de la F. de Artes y Ciencias



4.2.2-2 Gráfico de bastones de la F. de Artes y Ciencias

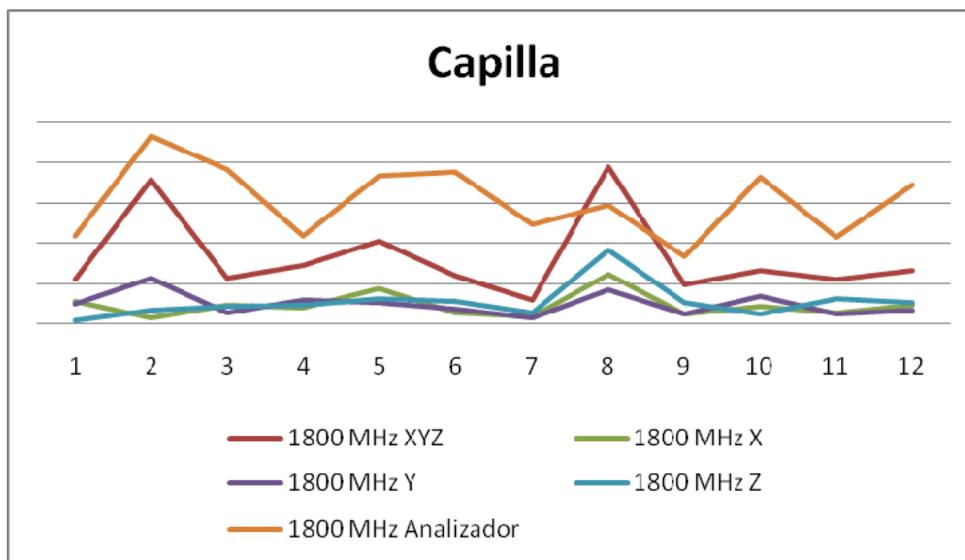
4.2.2.2 Análisis de los datos tomados en la Facultad de Artes y Ciencias

En el procesamiento de datos de la Facultad de Artes y Ciencias podemos ver que las mediciones no superan los valores establecidos por las resoluciones, aunque podemos notar que la medición 7 y 8 presentan un valor alto en comparación al resto, lo cual no es de gran consideración puesto que se da en dos mediciones y pueden ser causados por circunstancias propias del punto de medición, debido a que la localización de los mismos cumplen el estándar de ubicación sin influencias de metales, una de las posibles causas es la cercanía con un árbol cuya justificación se plantea en las conclusiones de este estudio.

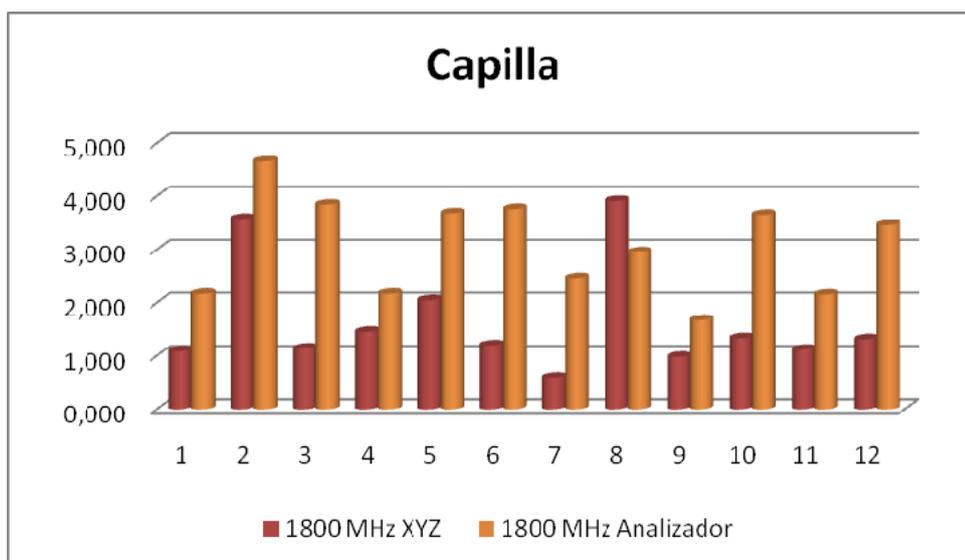
En cuanto a la gráfica continua se puede ver que los patrones son similares, sin perturbaciones ni medidas extraordinarias, notándose que en las mediciones 7 y 8 presentan aumentos bruscos, pero se las atribuimos a la presencia de un árbol; concluimos que las mediciones esta dentro de los parámetros normales y tomados correctamente.

4.2.3 Procesamiento y Análisis de datos en la Capilla en 1800 Mhz

4.2.3.1 Gráficos de los datos en la Capilla



4.2.3-1 Gráfico continuo de la Capilla



4.2.3-2 Gráfico de bastones de la Capilla

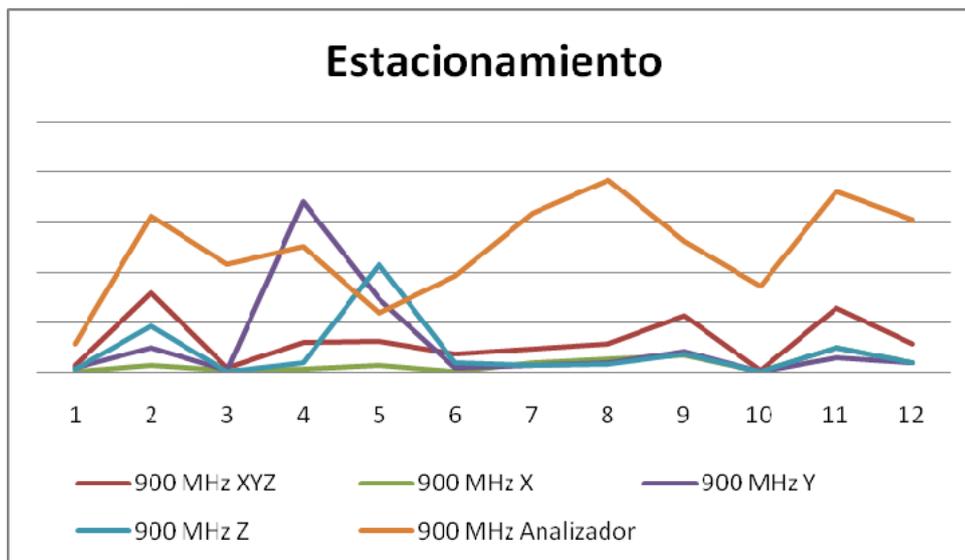
4.2.3.2 Análisis de los datos tomados en la Capilla

En los datos realizados en la Capilla de la Universidad Católica de Salta, podemos ver que los valores de las mediciones no superan los límites de las normas de 4,5; si bien la medición 2 es bastante alta, no persiste en las demás mediciones, por lo que esa medición en ese punto es temporal, y no influye para un análisis exhaustivo. Decidí que el valor estuviera en la grafica por su irregularidad porque al realizar una nueva medición los valores se normalizaron.

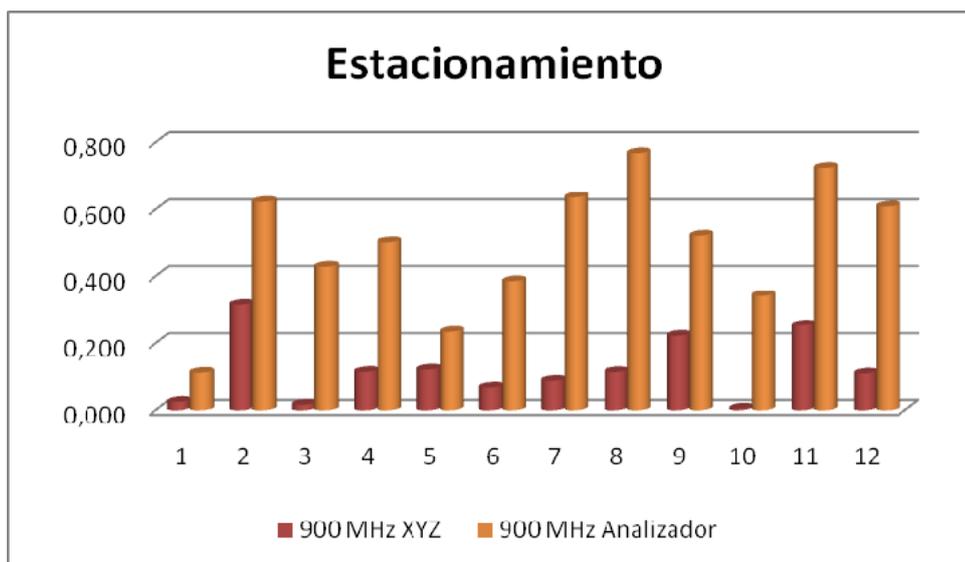
En cuanto a la grafica continua existen dos alteraciones en los puntos 2 y 8 pero no son lo suficientemente irregulares ni de valores elevados para analizarlos mejor, en conclusión se puede decir que las mediciones son correctas.

4.2.4 Procesamiento y análisis de datos en el Estacionamiento en 900 Mhz

4.2.4.1 Gráficos de los datos tomados en el Estacionamiento



4.2.4-1 Gráfico continuo del Estacionamiento



4.2.4-2 Gráfico de bastones del Estacionamiento

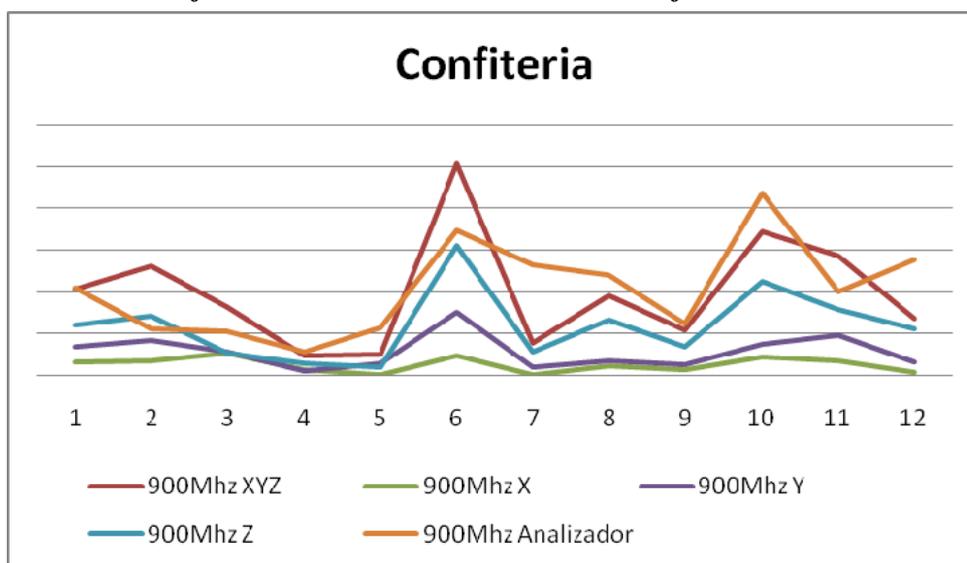
4.2.4.2 Análisis de los datos tomados en el Estacionamiento

En esta mediciones podemos apreciar que los valores son muy por debajo de 1μ , esto quizás debido a que en el sector de la medicion se ve un descampado y ninguna influencia equipos de comunicaciones.

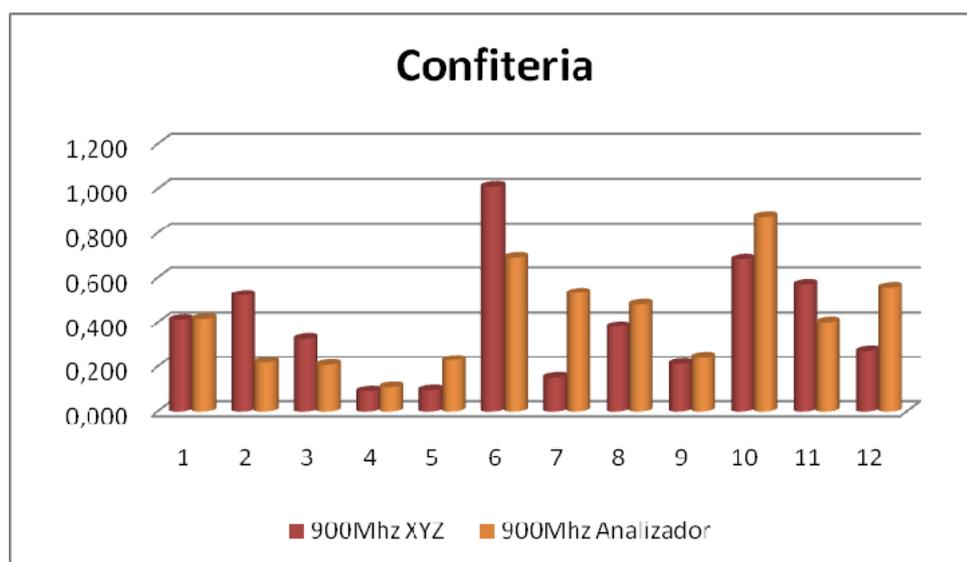
En cuanto al analisis continuo, se puede ver la diferencia de niveles desde la medicion 6 en adelante, quizás debido a que el analizador de espectro toma los valores de la banda completa y el dedidor de campo lo hace sobre una frecuencia puntual.

4.2.5 Procesamiento y análisis de datos en el Confitería en 900 Mhz

4.2.5.1 Gráficos de los datos tomados en la Confitería



4.2.5-1 Gráfico continuo de la Confitería



4.2.5-2 Gráfico de bastones de la Confitería

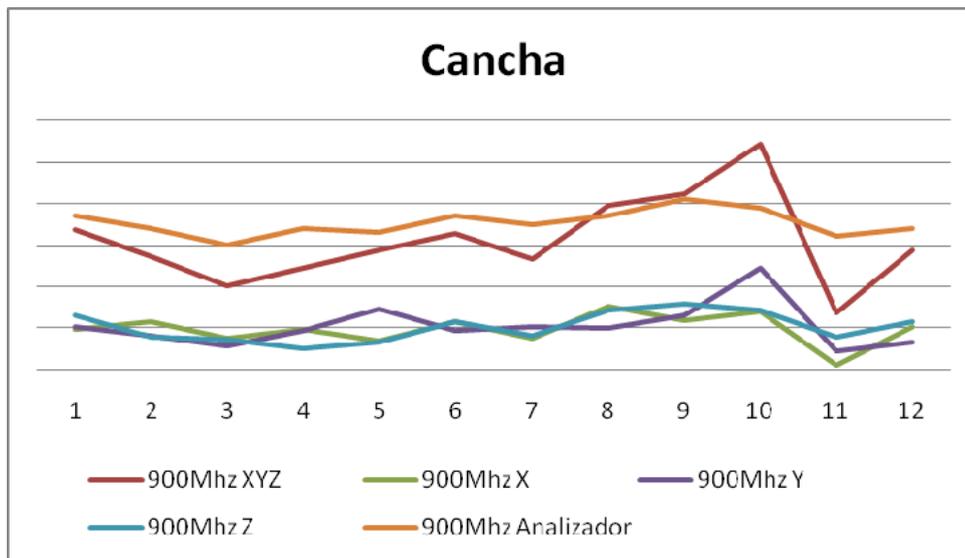
4.2.5.2 Análisis de los datos tomados en la Confitería

En las mediciones de la confitería, se puede apreciar que los valores de las mediciones 6 y 10 son elevadas, pero que no persisten dichos valores en las mediciones siguientes, por lo que se descarta que pudieran influir en la toma de decisiones, pero aun si persistieran no superan el valor de densidad $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$, siendo el límite $4,5 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

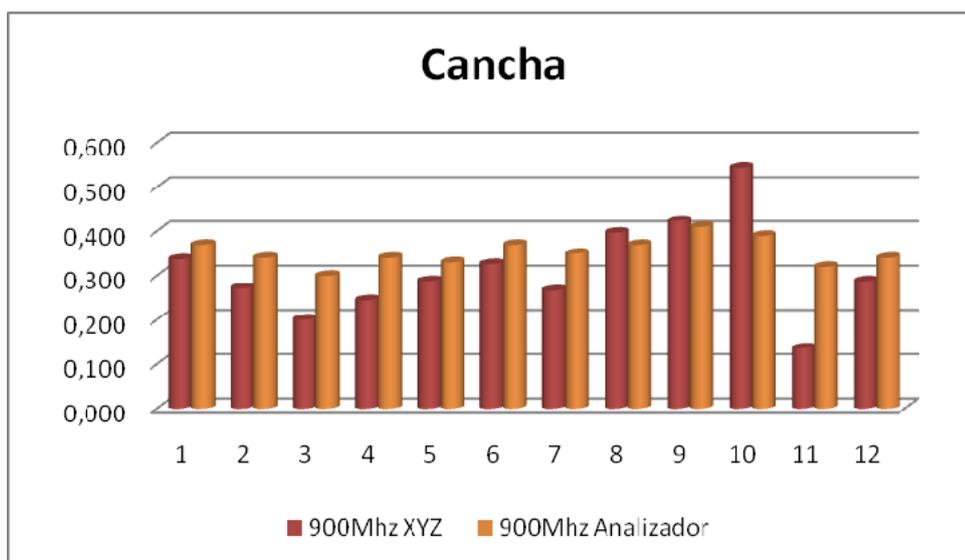
En base al gráfico continuo, los valores son regulares por lo que puedo decir que las mediciones fueron tomadas correctamente, se ve de manera notable las mediciones 6 y 10, por como se dijo anteriormente, no influyen para un análisis más complejo.

4.2.6 Procesamiento y análisis de datos en la Cancha a 900 MHz

4.2.6.1 Gráficos de los datos tomados en la Cancha



4.2.6-1 Gráfico continuo de la Cancha



4.2.6-2 Gráfico de bastones de la Cancha

4.2.6.2 Análisis de los datos tomados en la Cancha

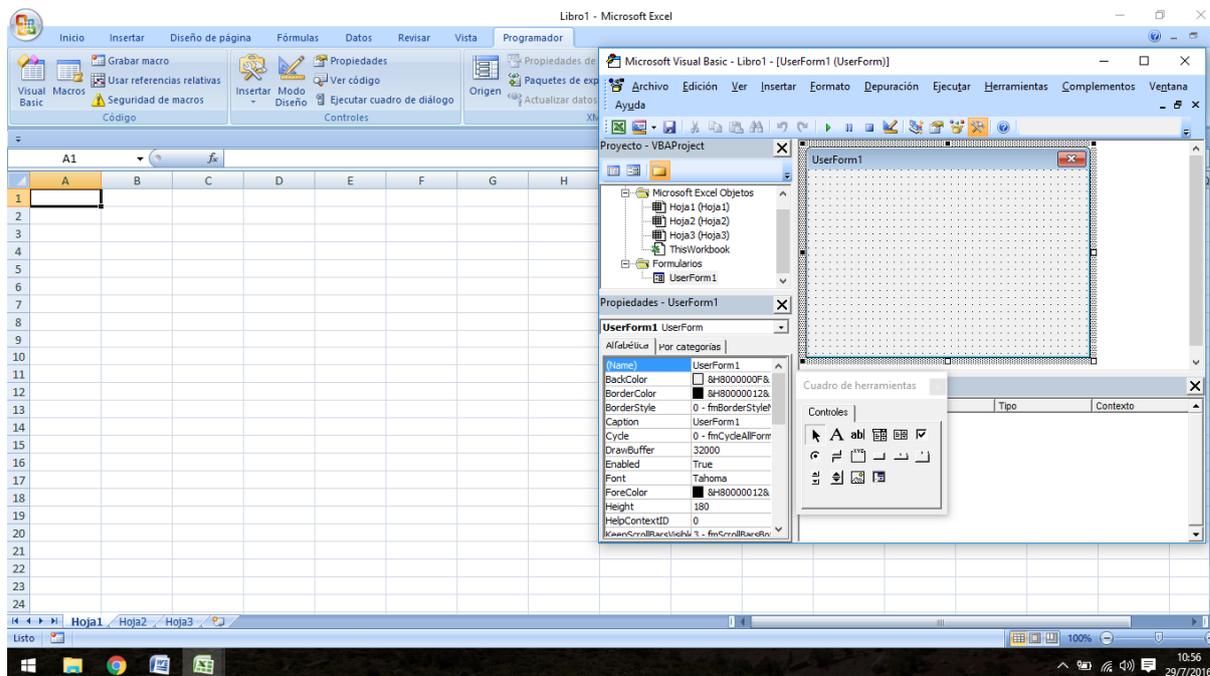
En las mediciones de la cancha, algo que llama la atención es que las mediciones son bastante parejas, si bien el valor está muy por debajo del valor límite de la norma.

En el análisis continuo se aprecia una elevación en la medición 10, pero al estar muy debajo del valor de las normas por lo que no es necesario un estudio más complejo.

4.3 Procesamiento de datos para el análisis de Ocupación Espectral

4.3.1 Macro realizada en Visual Basic para procesar los datos en Excel

Para realizar el análisis de ocupación espectro fue necesario realizar una macro en Visual Basic en Excel.



4.3.1-1 Pantalla de creación de Visual Basic

Para lo que es necesario realizar un modelo matemático que exprese las conversiones necesarias para el análisis correcto de los datos

4.3.1.1 Modelo Matemático

Tomando el rango de la banda de 1900 Mhz es de 1850 MHz a 1990 Mhz, y considerando que él los datos son tomados cada 50 Khz, podemos obtener que cada 20 mediciones obtenemos el crecimiento de un Mhz, para lo que se realizó un modelo matemático y poder así realizar una macro en Excel y que pueda procesar los datos de manera que pueda analizar un rango determinado.

$$1050 \xrightarrow{\text{Debería ser}} 0 \xrightarrow{\text{Aplicaremos}} 1050 - 1050 = 0$$

$$1051 \xrightarrow{\text{Debería ser}} 1 \xrightarrow{\text{Aplicaremos}} 1051 - 1050 = 1$$

$$1852 \xrightarrow{\text{Debería ser}} 2 \xrightarrow{\text{Aplicaremos}} 1852 - 1850 = 2$$

$$1990 \xrightarrow{\text{Debería ser}} 140 \xrightarrow{\text{Aplicaremos}} 1990 - 1850 = 140$$

En conclusión puedo obtener la ecuación para obtener el valor índice:

$$\text{Valor Índice} = \text{Valor solicitado} - 1850$$

$$\text{Vind} = \text{Vsol} - 1850$$

Una vez organizado los valores que darán el índice para la elección de las frecuencias se realiza las adaptaciones de los crecimientos cada 20 mediciones debido a que las mediciones se toman cada 0,050 MHz, teniendo en cuenta que los datos comienzan a partir de la columna 3 de la tabla de Excel.

$$\begin{aligned}
 0 &\xrightarrow{\text{Entonces}} 3 \xrightarrow{\text{Descompuesto es}} 0 + 3 \xrightarrow{\text{Entonces}} 0 * 20 + 3 \\
 1 &\xrightarrow{\text{Entonces}} 23 \xrightarrow{\text{Descompuesto es}} 20 | 3 \xrightarrow{\text{Entonces}} 1 * 20 | 3 \\
 2 &\xrightarrow{\text{Entonces}} 43 \xrightarrow{\text{Descompuesto es}} 40 | 3 \xrightarrow{\text{Descompuesto es}} 20 | 20 | 3 \xrightarrow{\text{Entonces}} 2 * 20 | 3 \\
 3 &\xrightarrow{\text{Entonces}} 63 \xrightarrow{\text{Descompuesto es}} 40 + 3 \xrightarrow{\text{Descompuesto es}} 20 + 20 + 20 + 3 \xrightarrow{\text{Entonces}} 3 * 20 + 3
 \end{aligned}$$

Una vez realizada la descomposición obtengo la manera de desplazarme en las columnas de Excel, en función de los valores índices por medio de la formula siguiente

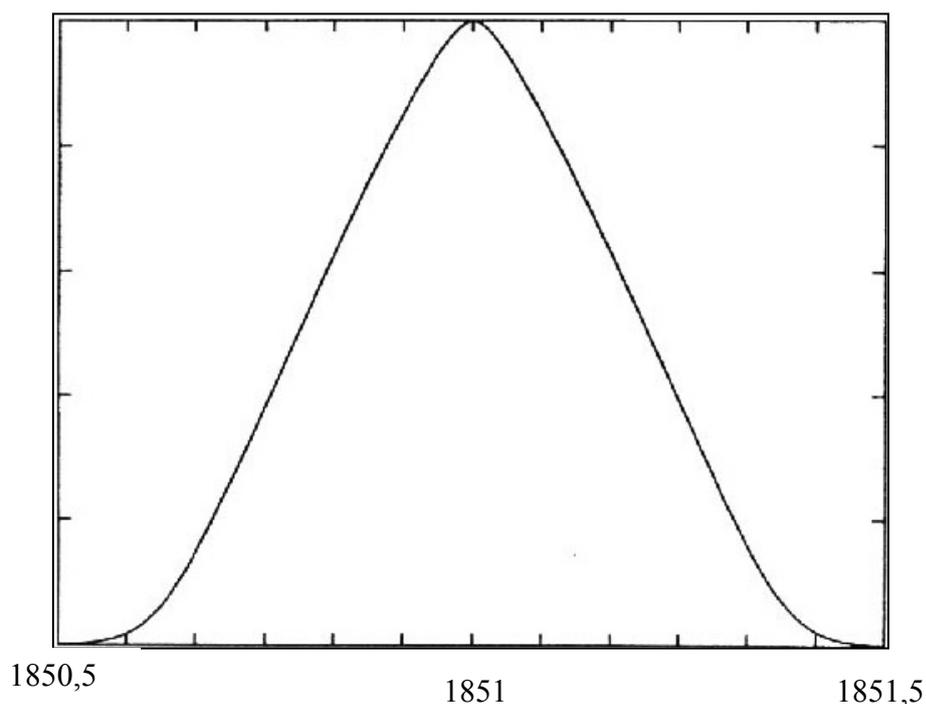
$$Columna = Vindice * 20 | 3$$

Con lo que la Ecuación general expresada matemáticamente como:

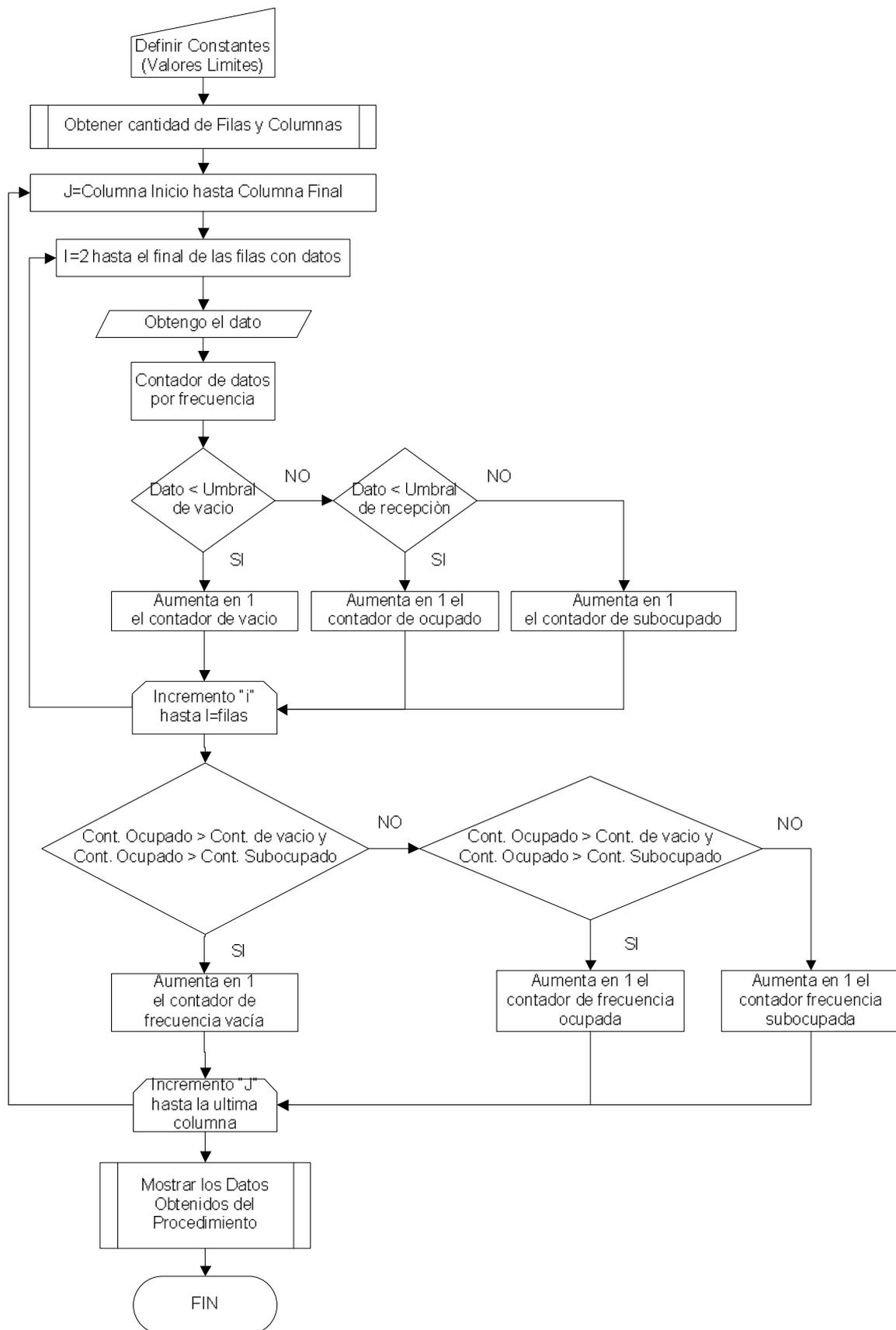
$$Col = (Vvol - 1050) * 20 + 3$$

De la misma manera se aplica las bases para la banda de 850 MHz.

Para que las mediciones se tomen, considero que si se pide el análisis de la frecuencia 1851 (la frecuencia 1850 y 1990 no se consideran porque son los extremos y el análisis se realizan en función de la frecuencia central) se analiza desde 1850,5 hasta 1851,5.



4.3.1.2 **Diagrama de Flujo de los Datos en Macro Excel**



4.3.1-2 Diagrama de Flujo para desarrollo de macro

4.3.1.3 *Imagen del Userform de Visual Basic para el análisis de datos*

The screenshot shows a Windows-style window titled "Tesis 1900 MHz". It contains several sections:

- Información:** A date field showing "Fecha: 2016-07-21T11:10:01.866". A "Banda:" dropdown menu is currently empty. Two numeric input fields are present: "Umbral de Vacio [dbm]: -93" and "Umbral de Receción [dbm]: -74".
- Espectro:** A tabbed interface with "Frecuecia Portadora" selected. It includes "Desde:" and "Hasta:" dropdown menus, both currently empty, and a "Calcular" button.
- Analisis del Espectro:** A section with labels for "Cantidad de Muestras:", "Vacio [%]:", "Sub- Ocupación[%]:", and "Ocupación [%]:", all of which are currently empty.

4.3.1-3 Imagen de macro

This screenshot shows the same "Tesis 1900 MHz" window, but with data entered and calculated. The "Calcular" button is now highlighted with a dashed border.

- Información:** The "Banda:" dropdown now shows "1900". The "Umbral de Vacio [dbm]: -93" and "Umbral de Receción [dbm]: -74" fields remain the same.
- Espectro:** The "Desde:" dropdown shows "1851" and the "Hasta:" dropdown shows "1989". The "Calcular" button is highlighted.
- Analisis del Espectro:** The results are now populated:
 - Cantidad de Muestras: 659097
 - Vacio [%]: 74,3617403811579
 - Sub- Ocupación[%]: 0,35958288385472
 - Ocupación [%]: 25,2786767349874

4.3.1-4 Imagen de macro con resultados

4.3.1.4 *Codigo Fuente de la Macro*

```
Private Sub CommandButton2_Click()
cont = 0
cvacio = 0
csubocupado = 0
cocupado = 0
uvacio = TextBox2.Text * 1000
urecepcion = TextBox3.Value * 1000
filas = Range("A65536").End(xlUp).Row 'Se obtiene el valor de la ultima fila ocupada
If ComboBox1.Value = 1900 Then
    col = (ComboBox4.Value - 1850) * 20 + 3
ElseIf ComboBox1.Value = 850 Then
    col = (ComboBox4.Value - 820) * 20 + 3
End If
For i = 2 To filas
    dato = Cells(i, col) '(FILA , COLUMNA)
    cont = cont + 1
    If dato < uvacio Then
        cvacio = cvacio + 1
    Else
        If dato < urecepcion Then
            cocupado = cocupado + 1
        Else
            csubocupado = csubocupado + 1
        End If
    End If
End For
Next i
Label8.Caption = cont
Label9.Caption = (cvacio / cont) * 100
Label11.Caption = (csubocupado / cont) * 100
Label13.Caption = (cocupado / cont) * 100
End Sub
```

```
Private Sub UserForm_Initialize()  
    ComboBox1.AddItem 850  
    ComboBox1.AddItem 1900  
    Label15.Caption = Cells(2, 1)  
    Dim cont As Integer  
    Dim cvacio As Integer  
    Dim cocupado As Integer  
    Dim subocupado As Integer  
    Dim uvacio As Double  
    Dim uocupado As Double  
    Dim dato As Double  
    Dim filas As Long  
    Dim colini As Long  
    Dim colfin As Long  
End Sub  
  
Private Sub ComboBox1_Change()  
    ComboBox2.Clear  
    ComboBox3.Clear  
    ComboBox4.Clear  
    If ComboBox1.Value = 850 Then  
        ComboBox2.Value = 820  
        ComboBox3.Value = 895  
        ComboBox4.Value = 820  
        For a = 0 To 75 Step 1.5  
            ComboBox2.AddItem (820 + a)  
            ComboBox3.AddItem (820 + a)  
            ComboBox4.AddItem (820 + a)  
        Next a  
    ElseIf ComboBox1.Value = 1900 Then  
        ComboBox2.Value = 1851  
        ComboBox3.Value = 1989  
        ComboBox4.Value = 1851  
        For a = 0 To 138
```

```
ComboBox2.AddItem (1851 + a)
```

```
ComboBox3.AddItem (1851 + a)
```

```
ComboBox4.AddItem (1851 + a)
```

```
Next a
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
.....  
Private Sub CommandButton1_Click()
```

```
cont = 0
```

```
cvacio = 0
```

```
csubocupado = 0
```

```
cocupado = 0
```

```
contfreq = 0
```

```
freqocupada = 0
```

```
freqvacía = 0
```

```
freqsubocupada = 0
```

```
uvacio = TextBox2.Text * 1000
```

```
urecepcion = TextBox3.Value * 1000
```

```
filas = Range("A65536").End(xlUp).Row 'Se obtiene el valor de la ultima fila ocupada
```

```
If ComboBox1.Value = 1900 Then
```

```
    colini = ((ComboBox2.Value - 1850) * 20 + 3) - 10
```

```
    colfin = ((ComboBox3.Value - 1850) * 20 + 3) + 10
```

```
    contfreq = colfin - colini + 1
```

```
ElseIf ComboBox1.Value = 850 Then
```

```
    colini = ((ComboBox2.Value - 820) / 1.5) + 3
```

```
    colfin = ((ComboBox3.Value - 820) / 1.5) + 3
```

```
    contfreq = colfin - colini + 1
```

```
End If
```

```
For j = colini To colfin
```

```
    cocupado = 0
```

```
    cvacio = 0
```

```
    csubocupado = 0
```

```
    For i = 2 To filas
```

```
dato = Cells(i, j) '(FILA , COLUMNA)
cont = cont + 1
If dato < uvacio Then
    cvacio = cvacio + 1
Else
    If dato < urecepcion Then
        cocupado = cocupado + 1
    Else
        csubocupado = csubocupado + 1
    End If
End If
End If
Next i
    If cocupado > cvacio And cocupado > csubocupado Then
        freqocupada = freqocupada + 1
    ElseIf cvacio > cocupado And cvacio > csubocupado Then
        freqvacía = freqvacía + 1
    ElseIf csubocupado > cocupado And csubocupado > cvacio Then
        freqsubocupada = freqsubocupada + 1
    End If
Next j
Label8.Caption = cont
Label9.Caption = (freqvacía / contfreq) * 100
Label11.Caption = (freqsubocupada / contfreq) * 100
Label13.Caption = (freqocupada / contfreq) * 100
End Sub
```

4.3.2 Mediciones en los 6 puntos de referencia para Ocupación Espectral

4.3.2.1 Mediciones en la Facultad de Ingeniería 1900 Mhz



4.3.2-1 Ubicación del punto de medición en F. Ingeniería



4.3.2-2 Imagen durante la Medición en F. Ingeniería

Ingeniería 1900 - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Timestamp	Measure Uni	1850000000	1850050000	1850100000	1850150000	1850200000	1850250000	1850300000	1850350000	1850400000	1850450000	1850500000	1850550000	1850600000	1850650000	1850700000
2	2016-07-21T1	dBm	-93.085	-96.746	-97.831	-98.172	-96.945	-97.489	-98.499	-97.636	-97.632	-97.665	-95.843	-97.369	-97.453	-97.683	-9
3	2016-07-21T1	dBm	-93.635	-96.809	-98.493	-96.853	-95.740	-98.659	-98.138	-98.058	-98.550	-97.838	-95.953	-98.190	-98.131	-97.687	-9
4	2016-07-21T1	dBm	-95.283	-97.048	-98.382	-97.946	-95.508	-99.052	-99.008	-96.445	-97.498	-98.540	-97.353	-97.177	-97.217	-97.904	-9
5	2016-07-21T1	dBm	-96.818	-97.101	-96.930	-98.612	-97.203	-97.431	-97.001	-96.636	-97.132	-98.370	-96.474	-97.743	-97.214	-96.566	-9
6	2016-07-21T1	dBm	-97.136	-98.002	-96.646	-96.951	-97.309	-98.705	-98.992	-98.731	-98.197	-97.275	-96.708	-98.482	-97.606	-98.038	-9
7	2016-07-21T1	dBm	-96.193	-98.249	-97.507	-97.869	-96.689	-97.728	-97.758	-98.271	-97.944	-98.717	-97.698	-97.302	-99.495	-96.973	-9
8	2016-07-21T1	dBm	-94.809	-97.542	-99.192	-98.292	-97.046	-97.655	-97.858	-98.053	-97.338	-98.300	-97.045	-97.674	-97.582	-98.297	-9
9	2016-07-21T1	dBm	-92.688	-96.266	-98.227	-97.257	-96.952	-96.429	-99.573	-98.461	-95.980	-96.517	-97.530	-97.743	-97.744	-97.874	-9
10	2016-07-21T1	dBm	-91.391	-95.892	-99.459	-98.257	-96.983	-98.052	-98.836	-98.040	-96.614	-98.244	-96.229	-97.287	-97.691	-96.775	-9
11	2016-07-21T1	dBm	-89.573	-94.869	-97.414	-97.794	-97.199	-97.124	-97.204	-98.379	-96.304	-98.413	-97.294	-97.916	-97.602	-98.439	-9
12	2016-07-21T1	dBm	-91.185	-94.655	-96.972	-98.012	-96.471	-97.595	-98.142	-98.120	-96.415	-97.979	-97.264	-97.038	-98.064	-97.053	-9
13	2016-07-21T1	dBm	-88.484	-95.076	-97.662	-97.332	-96.117	-96.453	-96.104	-97.901	-96.903	-97.231	-96.163	-97.933	-99.028	-97.207	-9
14	2016-07-21T1	dBm	-93.238	-97.460	-97.515	-97.857	-95.862	-98.307	-97.684	-97.033	-96.678	-98.121	-96.634	-99.185	-96.250	-97.776	-9
15	2016-07-21T1	dBm	-95.104	-98.217	-97.768	-96.877	-97.067	-97.811	-97.725	-96.855	-96.145	-97.376	-96.724	-98.028	-99.385	-97.631	-9
16	2016-07-21T1	dBm	-88.488	-94.235	-97.723	-98.200	-96.565	-97.619	-98.075	-97.616	-97.792	-97.685	-96.109	-98.395	-97.903	-97.516	-9
17	2016-07-21T1	dBm	-89.422	-94.561	-97.491	-97.396	-100.722	-97.295	-97.454	-97.871	-96.035	-97.649	-96.989	-96.955	-96.562	-96.026	-9
18	2016-07-21T1	dBm	-90.802	-95.703	-97.123	-96.338	-97.481	-97.651	-98.156	-97.668	-98.308	-97.002	-96.640	-97.822	-98.512	-97.999	-9
19	2016-07-21T1	dBm	-90.189	-95.799	-98.213	-97.415	-96.109	-97.310	-97.333	-97.833	-96.313	-95.464	-95.888	-96.777	-97.976	-99.385	-9
20	2016-07-21T1	dBm	-91.454	-95.297	-99.023	-96.870	-96.653	-97.299	-98.013	-96.798	-97.784	-97.693	-96.505	-97.727	-96.901	-98.478	-9
21	2016-07-21T1	dBm	-94.701	-96.436	-98.109	-98.406	-96.966	-99.200	-98.393	-98.106	-96.041	-97.747	-98.531	-98.226	-97.848	-97.591	-9
22	2016-07-21T1	dBm	-95.009	-96.652	-98.231	-97.933	-98.679	-99.240	-97.277	-96.658	-95.117	-97.541	-96.647	-97.438	-97.280	-97.462	-9
23	2016-07-21T1	dBm	-92.182	-97.101	-97.369	-97.396	-98.373	-97.651	-97.965	-97.307	-96.501	-97.187	-97.784	-97.272	-96.854	-97.707	-9
24	2016-07-21T1	dBm	-91.908	-96.071	-98.176	-98.653	-96.874	-97.583	-98.549	-97.033	-99.727	-99.265	-97.661	-96.441	-96.731	-98.204	-9

4.3.2-3 Imagen de tabla de mediciones en F. Ingeniería

4.3.2.2 Mediciones de Artes y Ciencias 190 Mhz



4.3.2-4 Ubicación del punto de medición en F. Artes y Ciencias



4.3.2-5 Imagen durante la Medición en F. Artes y Ciencias

Artes y Cs 1900 - Microsoft Excel

A1	Timestamp																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	Timestamp	Measure Uni	1850000000	1850050000	1850100000	1850150000	1850200000	1850250000	1850300000	1850350000	1850400000	1850450000	1850500000	1850550000	1850600000	1850650000	1850700000
2	2016-07-21T1	dBm	-88.049	-94.105	-96.984	-97.654	-97.265	-97.024	-98.852	-97.822	-98.308	-97.081	-98.020	-96.980	-98.537	-98.876	-9
3	2016-07-21T1	dBm	-87.904	-94.184	-97.589	-98.072	-97.283	-98.357	-97.564	-97.836	-98.008	-98.290	-98.578	-97.850	-98.442	-97.584	-9
4	2016-07-21T1	dBm	-89.438	-95.763	-97.418	-98.801	-98.006	-99.238	-96.763	-98.793	-97.153	-98.216	-98.112	-96.561	-99.296	-99.704	-9
5	2016-07-21T1	dBm	-87.404	-93.849	-98.301	-98.448	-95.798	-98.099	-97.894	-97.673	-98.175	-99.145	-98.624	-96.918	-99.397	-98.209	-9
6	2016-07-21T1	dBm	-93.722	-96.713	-98.667	-98.536	-98.728	-97.627	-98.255	-97.299	-96.970	-98.424	-98.183	-98.940	-99.069	-100.226	-9
7	2016-07-21T1	dBm	-92.694	-95.990	-97.380	-98.812	-97.206	-98.476	-96.745	-96.900	-99.116	-96.794	-98.089	-97.526	-96.453	-97.111	-9
8	2016-07-21T1	dBm	-86.450	-94.915	-99.625	-98.403	-96.549	-97.909	-98.236	-96.534	-97.745	-97.070	-97.001	-96.875	-98.141	-97.773	-9
9	2016-07-21T1	dBm	-97.955	-96.205	-97.515	-98.835	-96.439	-97.763	-97.954	-97.987	-97.860	-96.995	-97.260	-96.913	-97.742	-96.947	-9
10	2016-07-21T1	dBm	-89.301	-95.039	-97.313	-99.543	-96.470	-101.100	-97.515	-98.078	-96.556	-98.143	-97.213	-97.529	-99.745	-97.945	-9
11	2016-07-21T1	dBm	-97.250	-96.795	-97.803	-97.011	-98.494	-100.018	-100.482	-98.381	-97.127	-96.540	-97.300	-96.896	-97.645	-98.552	-9
12	2016-07-21T1	dBm	-94.238	-96.956	-98.961	-97.463	-96.424	-99.679	-98.710	-98.703	-97.440	-97.926	-96.891	-98.490	-98.543	-97.520	-9
13	2016-07-21T1	dBm	-93.482	-96.587	-99.119	-97.223	-96.766	-98.714	-98.709	-96.898	-97.725	-97.072	-99.032	-99.478	-97.595	-98.244	-9
14	2016-07-21T1	dBm	-94.186	-96.072	-98.157	-99.857	-96.703	-97.957	-99.523	-97.630	-96.340	-98.187	-98.097	-96.807	-99.042	-99.482	-9
15	2016-07-21T1	dBm	-92.777	-95.782	-98.043	-99.169	-96.921	-97.912	-97.805	-97.911	-97.125	-98.573	-98.445	-96.038	-97.948	-99.168	-9
16	2016-07-21T1	dBm	-91.818	-94.995	-98.704	-96.725	-97.600	-99.115	-99.433	-97.503	-97.937	-97.427	-96.825	-100.186	-98.521	-9	-9
17	2016-07-21T1	dBm	-90.920	-96.233	-98.924	-98.519	-95.271	-97.439	-98.120	-97.246	-97.667	-97.196	-97.670	-98.480	-98.748	-98.645	-9
18	2016-07-21T1	dBm	-92.343	-97.425	-98.613	-97.767	-97.287	-98.821	-97.882	-98.791	-97.088	-99.244	-98.044	-97.666	-98.577	-96.973	-9
19	2016-07-21T1	dBm	-93.041	-96.859	-98.452	-98.878	-98.627	-97.206	-98.218	-98.717	-97.856	-97.843	-98.023	-97.973	-99.267	-98.523	-9
20	2016-07-21T1	dBm	-92.112	-97.007	-98.192	-98.305	-97.305	-97.806	-98.142	-99.540	-96.316	-97.741	-99.225	-99.207	-97.680	-98.813	-9
21	2016-07-21T1	dBm	-92.826	-96.468	-100.065	-99.445	-95.828	-97.521	-98.620	-97.187	-98.771	-97.833	-98.641	-98.536	-99.549	-98.279	-9
22	2016-07-21T1	dBm	-91.776	-96.910	-97.228	-98.487	-97.299	-98.745	-98.938	-98.284	-96.671	-97.406	-96.662	-97.669	-97.967	-98.988	-9
23	2016-07-21T1	dBm	-91.027	-95.593	-98.246	-98.492	-97.594	-97.896	-98.847	-98.918	-97.044	-97.879	-99.026	-97.686	-97.988	-98.582	-9
24	2016-07-21T1	dBm	-91.844	-96.161	-97.511	-98.012	-98.247	-99.312	-98.720	-98.350	-97.663	-96.794	-97.942	-100.043	-98.525	-97.326	-9

4.3.2-6 Imagen de tabla de mediciones en F. Artes y Ciencias

4.3.2.3 Mediciones en Capilla 1900 Mhz



4.3.2-7 Ubicación del punto de medición en Capilla



4.3.2-8 Imagen durante la Medición en Capilla

Capilla 1900 - Microsoft Excel

A1	Timestamp																	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1	Timestamp	Measure	Unl	1850000000	1850050000	1850100000	1850150000	1850200000	1850250000	1850300000	1850350000	1850400000	1850450000	1850500000	1850550000	1850600000	1850650000	1850700000
2	2016-07-21T1	dBm		-88.295	-94.666	-99.891	-98.752	-97.434	-99.032	-98.146	-98.716	-97.075	-97.876	-97.838	-97.019	-98.502	-96.871	-10
3	2016-07-21T1	dBm		-93.734	-96.364	-97.929	-98.472	-97.143	-99.199	-98.565	-96.225	-97.383	-98.100	-99.084	-97.443	-97.643	-97.659	-9
4	2016-07-21T1	dBm		-89.482	-94.043	-97.153	-98.703	-97.098	-97.424	-97.881	-99.412	-97.584	-98.496	-97.847	-99.150	-97.996	-98.076	-9
5	2016-07-21T1	dBm		-88.988	-95.034	-96.505	-98.553	-96.786	-97.294	-98.139	-98.320	-98.015	-99.101	-99.590	-97.679	-98.118	-98.566	-9
6	2016-07-21T1	dBm		-89.513	-95.189	-98.573	-98.416	-95.935	-97.730	-98.008	-98.218	-96.172	-97.767	-97.222	-98.472	-98.448	-98.379	-9
7	2016-07-21T1	dBm		-91.075	-96.478	-97.201	-96.677	-96.987	-98.583	-97.882	-98.086	-97.335	-97.481	-98.561	-96.941	-99.462	-97.209	-9
8	2016-07-21T1	dBm		-94.649	-97.260	-97.771	-100.359	-96.084	-98.623	-97.417	-96.975	-99.507	-96.940	-97.803	-98.730	-99.023	-97.138	-9
9	2016-07-21T1	dBm		-91.728	-96.698	-98.752	-96.690	-95.722	-97.946	-98.575	-97.651	-97.850	-97.683	-97.388	-98.288	-99.272	-97.450	-9
10	2016-07-21T1	dBm		-92.401	-95.470	-97.709	-96.602	-98.389	-98.121	-99.389	-98.295	-97.172	-97.576	-97.071	-97.431	-98.415	-97.165	-9
11	2016-07-21T1	dBm		-93.843	-96.901	-97.423	-98.122	-99.527	-98.946	-96.988	-97.693	-97.855	-98.117	-98.311	-98.933	-97.857	-98.952	-9
12	2016-07-21T1	dBm		-93.325	-97.361	-98.467	-99.411	-96.807	-98.609	-96.997	-98.258	-97.142	-98.591	-97.715	-98.895	-98.724	-98.824	-9
13	2016-07-21T1	dBm		-93.348	-96.203	-98.361	-99.104	-96.430	-96.640	-98.141	-97.681	-97.205	-97.474	-97.405	-98.335	-97.835	-101.061	-9
14	2016-07-21T1	dBm		-92.802	-97.483	-98.672	-97.090	-96.868	-99.044	-97.217	-97.021	-97.811	-98.385	-97.720	-98.888	-97.956	-97.382	-9
15	2016-07-21T1	dBm		-91.156	-96.285	-100.141	-97.447	-96.108	-99.147	-97.545	-98.938	-96.595	-98.058	-98.237	-98.300	-99.243	-98.079	-9
16	2016-07-21T1	dBm		-90.493	-95.152	-99.148	-98.089	-96.350	-99.598	-98.415	-98.091	-96.277	-98.267	-97.425	-97.500	-96.869	-98.368	-9
17	2016-07-21T1	dBm		-90.368	-96.062	-97.718	-98.970	-96.103	-99.147	-98.572	-97.879	-97.785	-99.580	-97.369	-98.100	-98.477	-98.531	-9
18	2016-07-21T1	dBm		-90.414	-96.461	-96.352	-98.673	-97.216	-99.303	-98.332	-96.968	-97.010	-101.095	-98.267	-98.504	-99.448	-98.170	-9
19	2016-07-21T1	dBm		-89.426	-94.849	-97.284	-99.279	-96.664	-98.707	-98.762	-97.930	-96.546	-98.050	-97.392	-97.829	-98.453	-99.055	-9
20	2016-07-21T1	dBm		-92.043	-96.133	-98.462	-98.850	-96.672	-99.358	-98.895	-97.651	-95.619	-98.971	-97.819	-98.822	-97.874	-98.341	-9
21	2016-07-21T1	dBm		-87.530	-93.505	-99.780	-98.798	-97.728	-98.415	-98.580	-96.758	-98.446	-97.249	-98.212	-98.685	-99.454	-98.655	-9
22	2016-07-21T1	dBm		-88.014	-94.763	-99.726	-97.869	-96.065	-98.164	-98.913	-97.740	-98.133	-97.730	-97.979	-97.915	-99.587	-97.162	-9
23	2016-07-21T1	dBm		-88.207	-94.347	-98.302	-99.244	-99.932	-97.852	-97.831	-97.514	-96.713	-99.520	-97.310	-98.337	-97.638	-97.716	-9
24	2016-07-21T1	dBm		-97.792	-97.563	-98.564	-98.323	-98.460	-99.563	-98.547	-97.862	-98.183	-97.672	-99.716	-97.039	-98.599	-97.334	-9

4.3.2-9 Imagen de tabla de mediciones en Capilla

4.3.2.4 Mediciones en Estacionamiento 850 Mhz



4.3.2-10 Ubicación del punto de medición en Estacionamiento



4.3.2-11 Imagen durante la Medición en Estacionamiento

Estacionamiento 850 - Microsoft Excel

Timestamp	Measure	Unit	820000000	821500000	823000000	824500000	826000000	827500000	829000000	830500000	832000000	833500000	835000000	836500000	838000000	839500000	841000000
2016-07-20T1	dBm		-78.393	-74.488	-75.346	-74.455	-75.301	-74.826	-75.196	-75.476	-74.125	-74.275	-75.171	-74.156	-74.294	-74.989	-7
2016-07-20T1	dBm		-77.988	-74.501	-75.249	-74.585	-75.516	-74.795	-75.298	-73.770	-74.840	-74.528	-74.394	-74.321	-74.128	-75.480	-7
2016-07-20T1	dBm		-77.970	-74.176	-75.443	-74.668	-75.458	-75.005	-75.237	-74.683	-73.861	-73.704	-74.999	-74.234	-73.553	-74.367	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.584	-74.901	-75.248	-74.633	-74.730	-75.131	-75.016	-74.544	-74.496	-73.560	-74.476	-74.273	-73.933	-74.438	-7
2016-07-20T1	dBm		-82.477	-75.239	-76.362	-73.632	-75.824	-75.331	-76.263	-76.414	-74.681	-74.212	-74.951	-75.085	-73.926	-73.772	-7
2016-07-20T1	dBm		-79.150	-75.605	-76.711	-74.770	-76.005	-75.993	-75.929	-75.440	-73.808	-74.374	-74.542	-73.874	-73.875	-75.498	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.981	-75.689	-76.322	-75.169	-75.700	-75.378	-76.026	-74.874	-74.120	-73.725	-74.755	-74.297	-74.027	-73.953	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.763	-75.525	-76.397	-74.955	-76.335	-75.863	-75.902	-77.295	-74.272	-73.735	-74.715	-74.474	-74.709	-73.893	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.950	-75.320	-76.202	-74.961	-75.913	-75.376	-74.942	-76.224	-75.328	-75.203	-79.583	-75.116	-74.747	-76.046	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.392	-75.701	-76.056	-75.360	-76.052	-75.566	-76.924	-76.457	-74.900	-75.012	-79.124	-74.620	-74.815	-75.192	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.956	-75.176	-76.031	-75.242	-76.346	-75.576	-76.862	-74.509	-74.022	-73.702	-74.093	-74.642	-73.934	-74.219	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.674	-75.772	-76.561	-74.555	-76.138	-75.996	-74.633	-75.670	-74.470	-74.685	-73.967	-73.881	-74.288	-73.030	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.324	-75.275	-76.446	-74.827	-76.734	-75.697	-76.143	-76.242	-73.969	-73.635	-74.027	-74.629	-74.620	-73.917	-7
2016-07-20T1	dBm		-82.700	-74.691	-75.118	-73.181	-75.027	-75.123	-75.077	-75.825	-74.170	-73.425	-74.032	-74.472	-74.753	-72.679	-7
2016-07-20T1	dBm		-77.846	-75.255	-75.212	-74.174	-75.227	-74.627	-75.307	-73.673	-73.871	-73.775	-74.021	-74.695	-74.102	-74.301	-7
2016-07-20T1	dBm		-83.064	-76.535	-75.876	-73.411	-76.079	-75.840	-76.224	-75.369	-75.314	-75.233	-76.037	-75.511	-75.922	-76.643	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.690	-75.913	-76.745	-75.299	-75.953	-75.964	-76.227	-77.179	-75.626	-76.147	-75.447	-75.122	-76.304	-76.455	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.874	-75.853	-76.224	-75.258	-77.411	-76.111	-77.328	-75.716	-74.887	-74.601	-79.766	-74.663	-74.510	-75.547	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.198	-75.033	-76.478	-75.005	-76.316	-75.412	-75.868	-75.427	-74.162	-75.130	-79.038	-75.233	-75.240	-75.157	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.418	-75.765	-76.365	-75.723	-75.702	-75.918	-76.811	-76.552	-73.951	-74.848	-78.450	-75.103	-75.036	-74.516	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.616	-75.696	-75.886	-75.101	-75.745	-75.931	-76.337	-74.822	-74.063	-74.588	-78.615	-74.598	-74.560	-74.882	-7
2016-07-20T1	dBm		-78.535	-75.456	-75.594	-75.026	-75.386	-76.136	-75.857	-76.940	-74.260	-74.775	-79.028	-74.531	-74.613	-76.818	-7
2016-07-20T1	dBm		-83.395	-75.052	-74.662	-73.406	-75.343	-75.040	-75.410	-74.009	-74.198	-74.291	-78.698	-74.677	-74.660	-74.969	-7

4.3.2-12 Imagen de tabla de mediciones en Estacionamiento

4.3.2.5 *Mediciones en Confitería 850 Mhz*



4.3.2-13 Ubicación del punto de medición en Confitería



4.3.2-14 Imagen durante la Medición en Confitería

4.3.2.6 Mediciones en Cancha 850 Mhz



4.3.2-15 Ubicación del punto de medición en Cancha



4.3.2-16 Imagen durante la Medición en Cancha

Cancha 850 - Microsoft Excel

A1	Timestamp																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Timestamp	Measure Uni	820000000	821500000	823000000	824500000	826000000	827500000	829000000	830500000	832000000	833500000	835000000	836500000	838000000	839500000	841000000
2	2016-07-21T1	dBm	-76.703	-73.942	-74.548	-74.425	-74.134	-73.820	-74.538	-75.615	-73.253	-73.792	-73.889	-73.340	-73.530	-73.510	-7
3	2016-07-21T1	dBm	-74.837	-73.415	-74.501	-73.418	-73.566	-73.875	-74.159	-73.550	-73.423	-73.445	-74.072	-73.763	-73.658	-74.950	-7
4	2016-07-21T1	dBm	-75.749	-73.273	-73.871	-73.218	-73.809	-73.666	-73.846	-72.167	-73.427	-73.026	-73.922	-73.269	-73.270	-72.583	-7
5	2016-07-21T1	dBm	-76.757	-73.507	-74.649	-73.338	-74.302	-73.656	-74.150	-73.417	-73.180	-73.623	-73.966	-73.319	-72.433	-73.939	-7
6	2016-07-21T1	dBm	-76.073	-73.913	-73.982	-73.288	-73.449	-73.722	-74.731	-72.429	-73.252	-73.491	-73.703	-73.132	-73.897	-74.280	-7
7	2016-07-21T1	dBm	-76.603	-73.438	-74.190	-73.610	-74.441	-74.262	-74.445	-72.845	-73.609	-73.447	-73.602	-73.534	-73.213	-74.808	-7
8	2016-07-21T1	dBm	-76.330	-73.578	-74.380	-73.313	-73.881	-73.772	-73.648	-74.413	-73.150	-72.978	-74.167	-74.180	-73.620	-72.536	-7
9	2016-07-21T1	dBm	-76.158	-73.858	-74.701	-73.838	-73.827	-73.861	-74.382	-73.969	-73.101	-72.932	-73.554	-73.040	-74.217	-73.487	-7
10	2016-07-21T1	dBm	-76.802	-73.825	-74.512	-73.572	-73.980	-73.451	-74.144	-75.083	-72.544	-73.030	-73.020	-73.176	-73.121	-73.224	-7
11	2016-07-21T1	dBm	-76.573	-73.384	-73.999	-74.600	-73.662	-74.040	-74.366	-72.716	-73.074	-73.705	-73.496	-73.381	-73.322	-74.614	-7
12	2016-07-21T1	dBm	-76.354	-73.148	-73.990	-73.383	-73.275	-74.063	-73.825	-73.689	-73.072	-73.852	-73.699	-73.075	-73.699	-73.735	-7
13	2016-07-21T1	dBm	-76.366	-73.022	-74.463	-73.691	-74.005	-73.457	-73.758	-72.518	-73.439	-73.922	-73.710	-73.071	-73.699	-74.845	-7
14	2016-07-21T1	dBm	-76.132	-73.889	-74.344	-72.877	-74.083	-73.314	-73.853	-74.305	-73.622	-73.112	-73.362	-73.424	-73.333	-73.508	-7
15	2016-07-21T1	dBm	-76.119	-73.406	-74.677	-73.672	-73.573	-74.232	-74.097	-73.728	-73.397	-73.466	-73.705	-73.297	-72.707	-73.765	-7
16	2016-07-21T1	dBm	-76.354	-73.351	-74.381	-73.126	-73.989	-73.792	-74.615	-72.660	-73.439	-73.377	-73.347	-73.530	-73.285	-74.145	-7
17	2016-07-21T1	dBm	-76.323	-72.922	-74.426	-73.460	-74.300	-73.806	-75.099	-74.997	-73.062	-73.280	-73.422	-73.483	-73.177	-72.525	-7
18	2016-07-21T1	dBm	-76.316	-73.159	-74.520	-73.915	-74.213	-73.661	-72.701	-75.306	-73.350	-73.759	-73.240	-73.083	-73.373	-72.152	-7
19	2016-07-21T1	dBm	-76.436	-73.693	-74.656	-73.779	-74.137	-73.634	-74.091	-72.965	-73.520	-73.708	-73.024	-73.278	-72.995	-74.286	-7
20	2016-07-21T1	dBm	-76.639	-72.644	-74.550	-73.991	-73.596	-74.591	-73.810	-74.532	-73.430	-72.944	-73.216	-74.059	-73.127	-73.275	-7
21	2016-07-21T1	dBm	-66.802	-73.244	-74.441	-73.245	-73.415	-73.630	-74.028	-74.801	-73.397	-73.214	-73.419	-73.592	-73.513	-74.429	-7
22	2016-07-21T1	dBm	-68.167	-73.213	-74.204	-73.526	-73.547	-73.168	-74.202	-73.812	-74.058	-73.219	-74.433	-73.146	-73.469	-74.342	-7
23	2016-07-21T1	dBm	-67.946	-74.435	-74.141	-73.800	-73.457	-73.775	-73.802	-74.209	-73.960	-73.269	-73.846	-73.373	-72.947	-74.631	-7
24	2016-07-21T1	dBm	-67.419	-73.427	-74.389	-73.870	-73.847	-73.658	-75.329	-75.028	-73.580	-72.919	-73.845	-73.616	-73.369	-72.622	-7

4.3.2-17 Imagen de tabla de mediciones en Cancha

4.4 Procesamiento y Análisis de Datos para Ocupación Espectral

Los valores limites para la evaluación del espectro serán -93 dBm y -73 dBm.

4.4.1 Procesamiento y Análisis Espectral en F. Ingeniería



Tesis 1900 MHz

Información

Fecha: 2016-07-21T19:29:26.999

Banda: 1900

Umbral de Vacio [dbm]: -93

Umbral de Receción [dbm]: -73

Espectro: Frecuencia Portadora

Desde: 1851

Hasta: 1989

Calcular

Análisis del Espectro

Cantidad de Muestras: 723060

Vacio [%]: 35,6346637900036

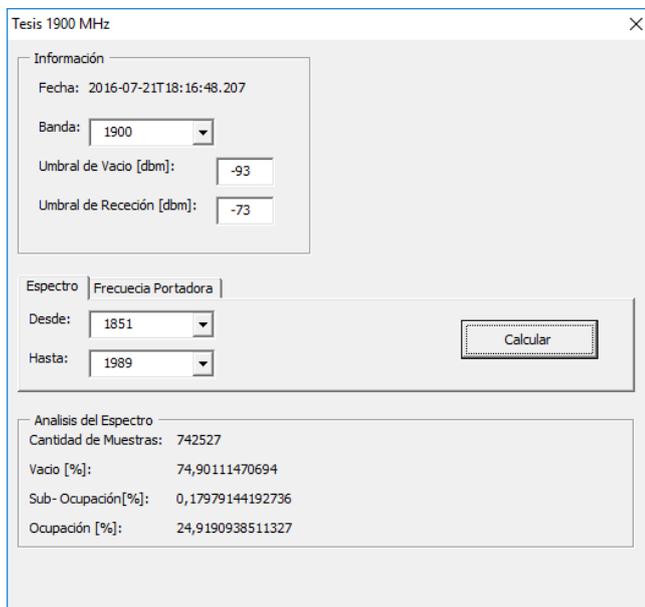
Sub-Ocupación[%]: 15,6418554476807

Ocupación [%]: 48,7234807623157

Como se puede ver en la gráfica, se ve una porción de la banda que está ocupada (1930 MHz a 1975 MHz), mientras que otra presenta una fuerte elevación del piso de ruido que va en crecimiento (desde 1860 MHz a 1930MHz), basado en lo visual la banda no está siendo utilizada correctamente para el servicio de telefonía móvil, puesto que desde 1850 MHz a 1930 Mhz no se aprecia ninguna transmisión de telefonía móvil tal como se ve desde 1930 MHz a 1960 MHz.

Con los resultados obtenidos desde el software, podemos decir que la banda tiene más porcentaje de frecuencias ocupadas, aunque esto no es tan así debido al crecimiento atípico del ruido en toda la banda, cuyo fenómeno lo compararemos con las mediciones en los demás lugares en la misma banda para saber si el fenómeno persiste o solo se da en este punto de medición, de ser un fenómeno puntual podría iniciar un estudio futuro para dicho fenómeno, puesto que el estudio de dicho fenómeno no es parte de la línea de estudio de esta Tesis.

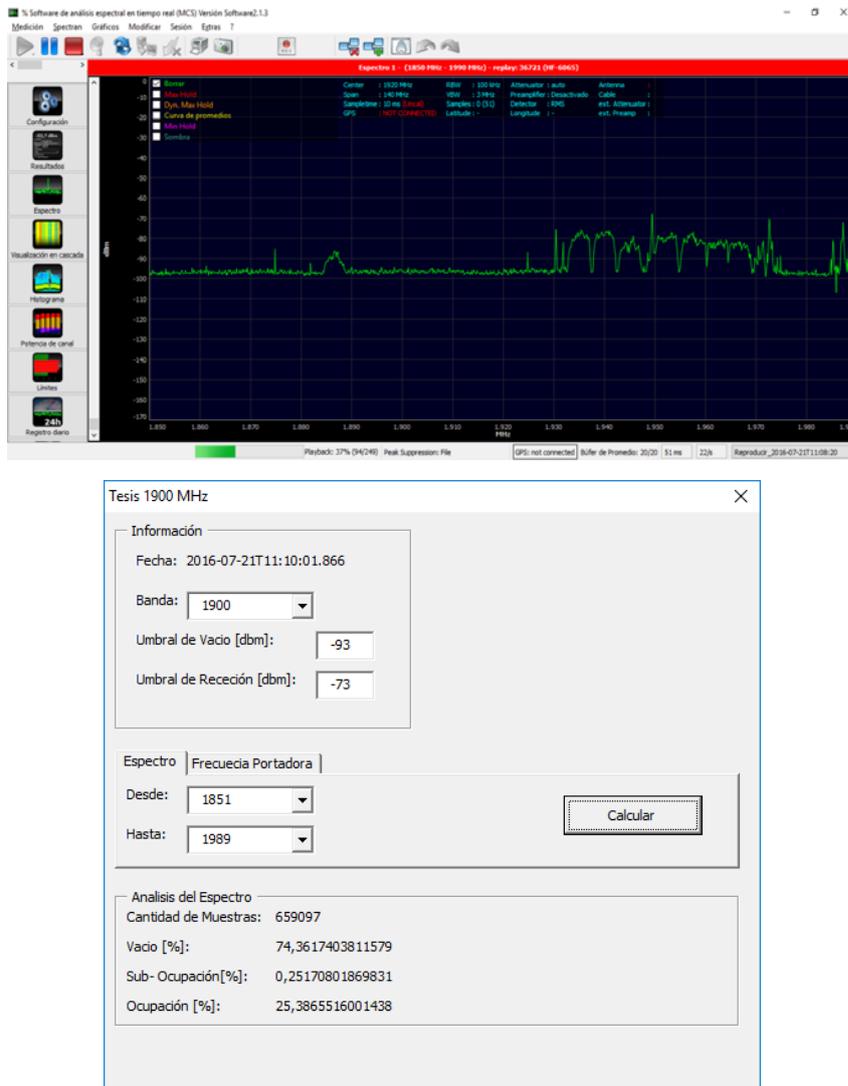
4.4.2 *Procesamiento y Análisis Espectral en F. Artes y Ciencias*



En la grafica se puede notar al igual que en la medición de la Facultad de Ingeniería que desde 1850 Mhz hasta 1930 Mhz el uso es mínimo, excepto por una banda en particular desde 1860 hasta 1890 Mhz, el crecimiento que se daba en la anterior medición desaparece por lo que podemos decir que el fenómeno es particular del punto de medición.

Con los valores analizados en Visual Basic podemos corroborar que la banda permanece sin ser utilizada en un 100% utilizando solo un 25% de la banda asignada a Telefonía Móvil.

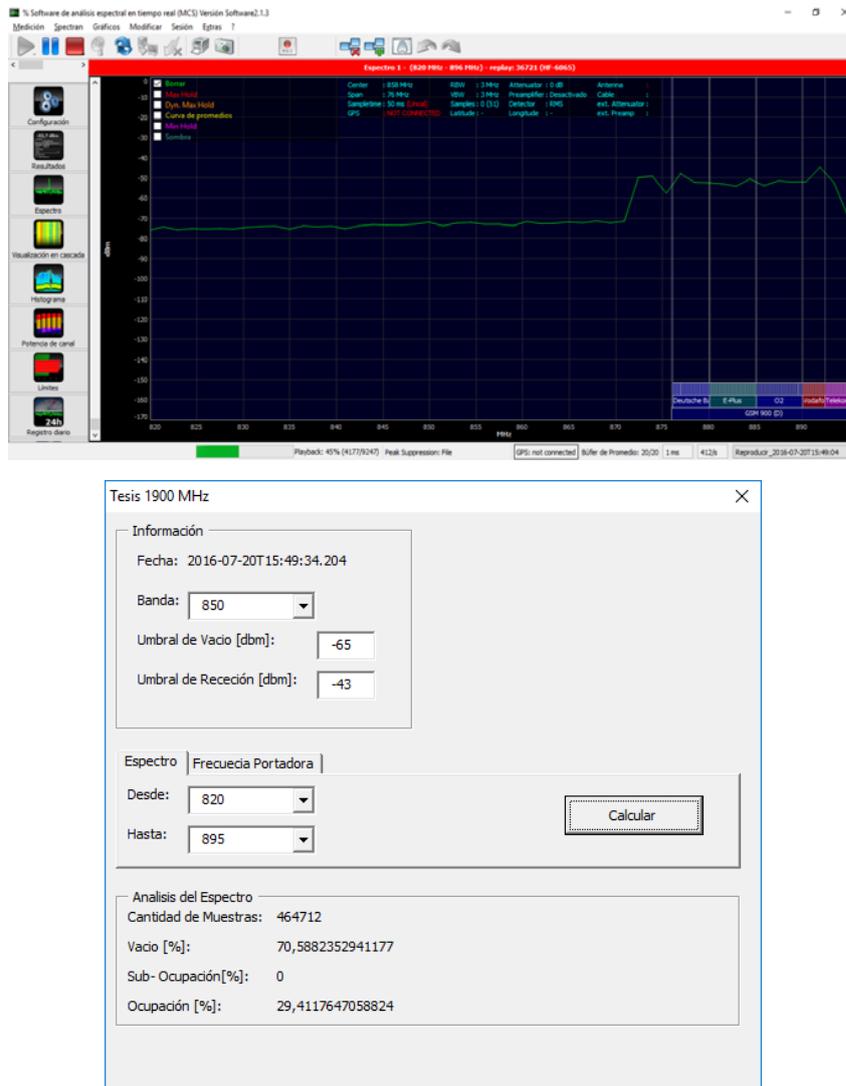
4.4.3 *Procesamiento y Análisis Espectral en Capilla*



En la medición grafica podemos notar que a diferencia de las dos anteriores, el ruido es mas estable y no presenta fluctuaciones, lo más destacado son las variaciones temporales presentes en 1875 Mhz y en la banda de 1885 Mhz hasta 1890 Mhz.

Como era de esperarse, los cálculos de porcentaje coinciden con lo gráfico, apoyando la teoría de que el espectro se ocupa solo en un 25 % de la asignación.

4.4.4 Procesamiento y Análisis Espectral en Estacionamiento



Para que se adapten mejor los resultados a la realidad, debido al cambio de banda en este caso, el límite de vacío se tomara en -65 dbm y el de recepción a -43 dbm, valores que se obtienen de observar las muestras en el analizador de espectro.

En la grafica se puede ver que la utilización de la banda comienza en 870 Mhz hasta 896 Mhz, patrón que se repite con la banda de 1900 Mhz analizada anteriormente. La parte de la banda superior es utilizada y la parte inferior de la banda no.

Con los cálculos de Visual Basic podemos ver que la ocupación de frecuencia aumenta en un 5%, siendo la ocupación de un 30%.

4.4.5 Procesamiento y Análisis Espectral en Confeitería



Tesis 1900 MHz

Información

Fecha: 2016-08-04T18:42:52.509

Banda: 850

Umbral de Vacío [dbm]: -74

Umbral de Recepción [dbm]: -60

Espectro | Frecuencia Portadora

Desde: 820

Hasta: 895

Calcular

Análisis del Espectro

Cantidad de Muestras: 295698

Vacio [%]: 66,6666666666667

Sub- Ocupación[%]: 0

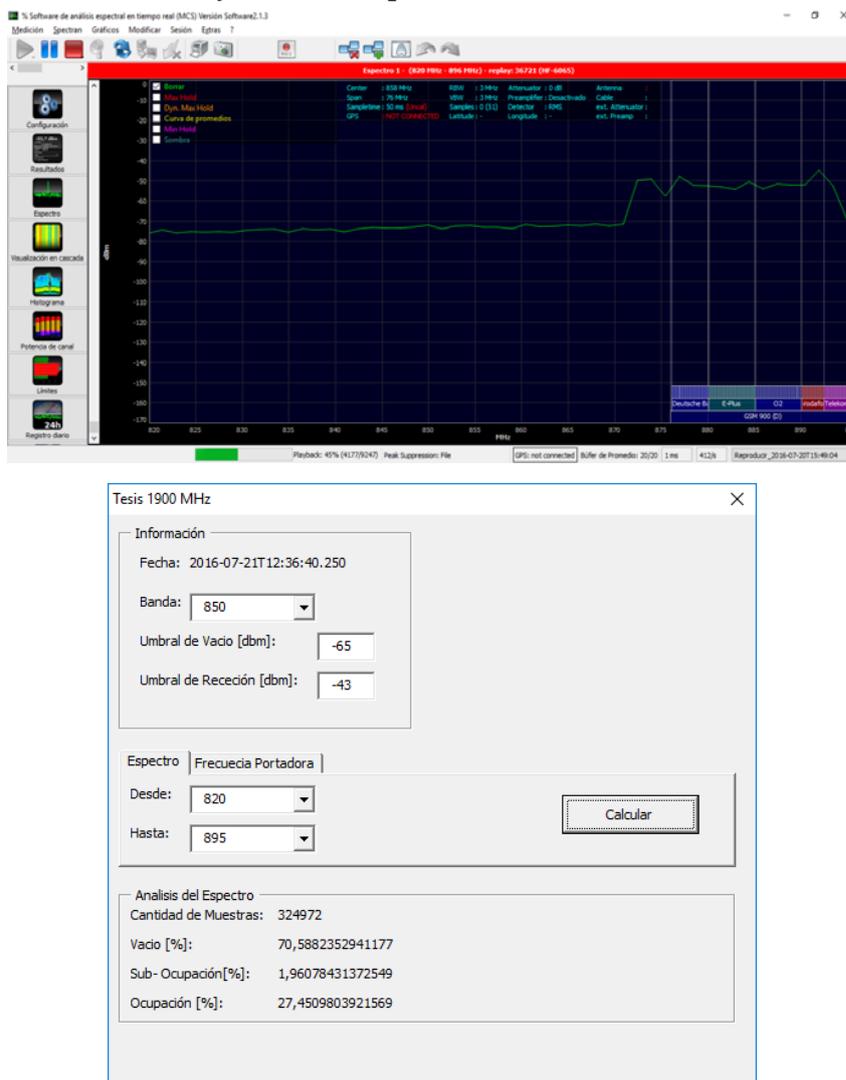
Ocupación [%]: 33,3333333333333

Para que se adapten mejor los resultados a la realidad, debido al cambio de banda en este caso, el límite de vacío se tomara en -74 dbm y el de recepción a -60 dbm, valores que se obtienen de observar las muestras en el analizador de espectro.

En la grafica se sigue observando que la parte superior de la banda esta utilizada pero la mayor parte se encuentra desocupada, factor que llama mucho la atención y de la que se hablara en la conclusión.

Los valores obtenidos de la Macro del Excel apoya la teoría de que la banda se encuentra desocupada con un 66,6 % y un 33,3% de ocupación.

4.4.6 Procesamiento y Análisis Espectral en Cancha



Para que se adapten mejor los resultados a la realidad, debido al cambio de banda en este caso, el límite de vacío se tomara en -65 dbm y el de recepción a -43 dbm, valores que se obtienen de observar las muestras en el analizador de espectro.

En la grafica podemos ver que la ocupación es a partir de los 870 Mhz como en los casos anteriores, desaprovechando 50 Mhz de ancho de banda.

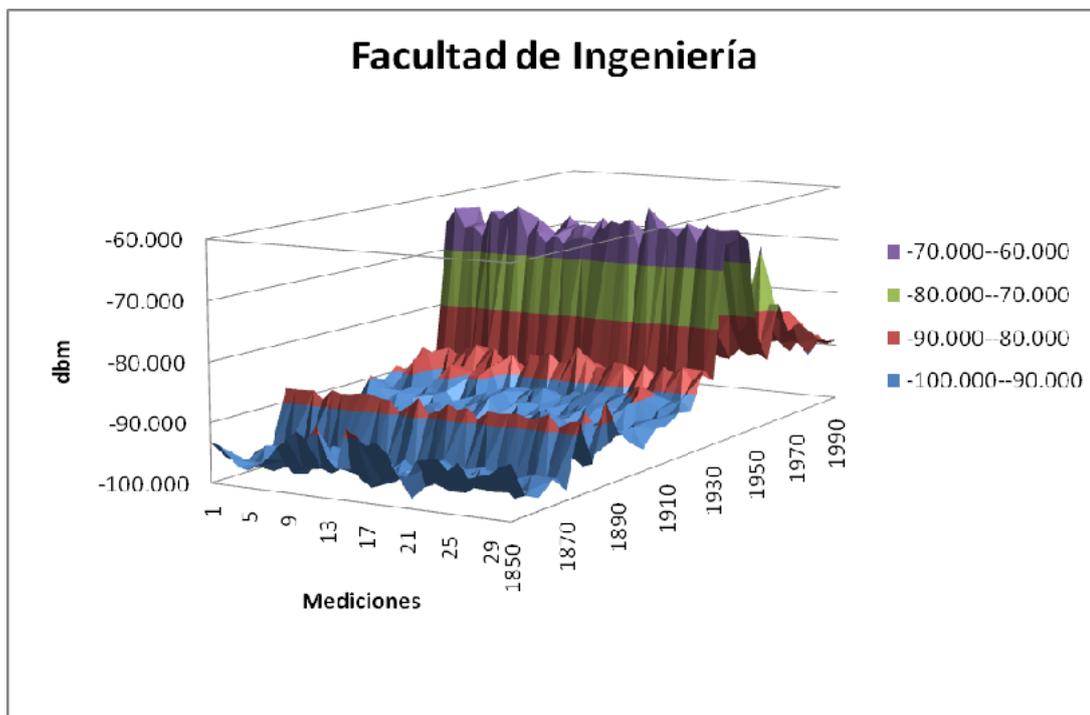
Según los cálculos realizados un 70,5 % de la banda se encuentra sin uso, siendo la banda utilizada un 27,4 %.

4.5 Ocupación Espectral 3D

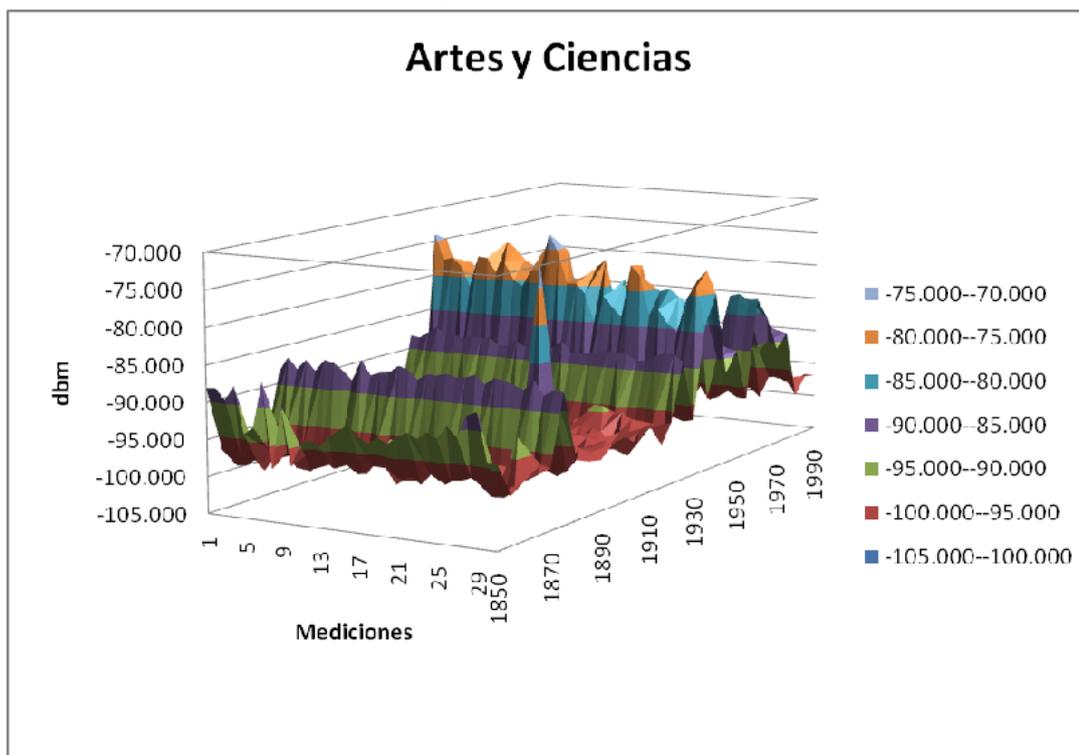
4.5.1 Graficas 3D

Debido que en las mediciones se encontró un gran porcentaje de frecuencias que no son utilizadas, se realizaron graficas en 3D, teniendo en cuenta un rango de 30 muestras en cada una de las frecuencias para tener mejor claridad del espectro y las mediciones.

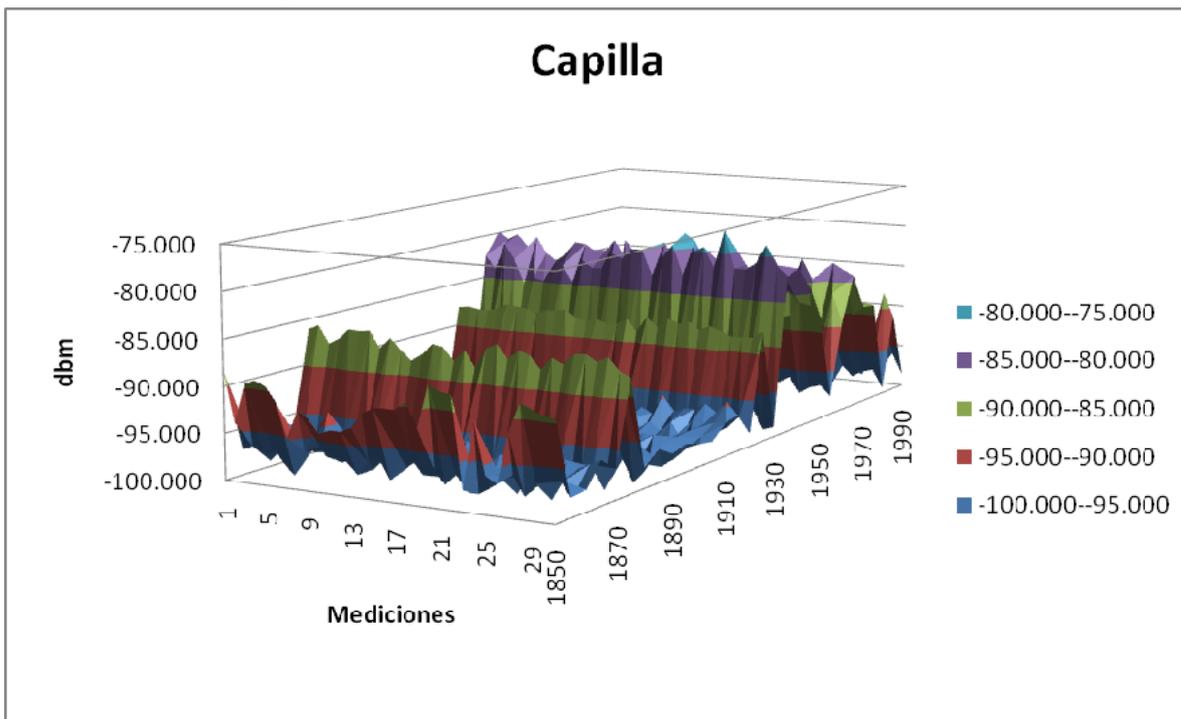
4.5.1.1 Facultad de Ingeniería



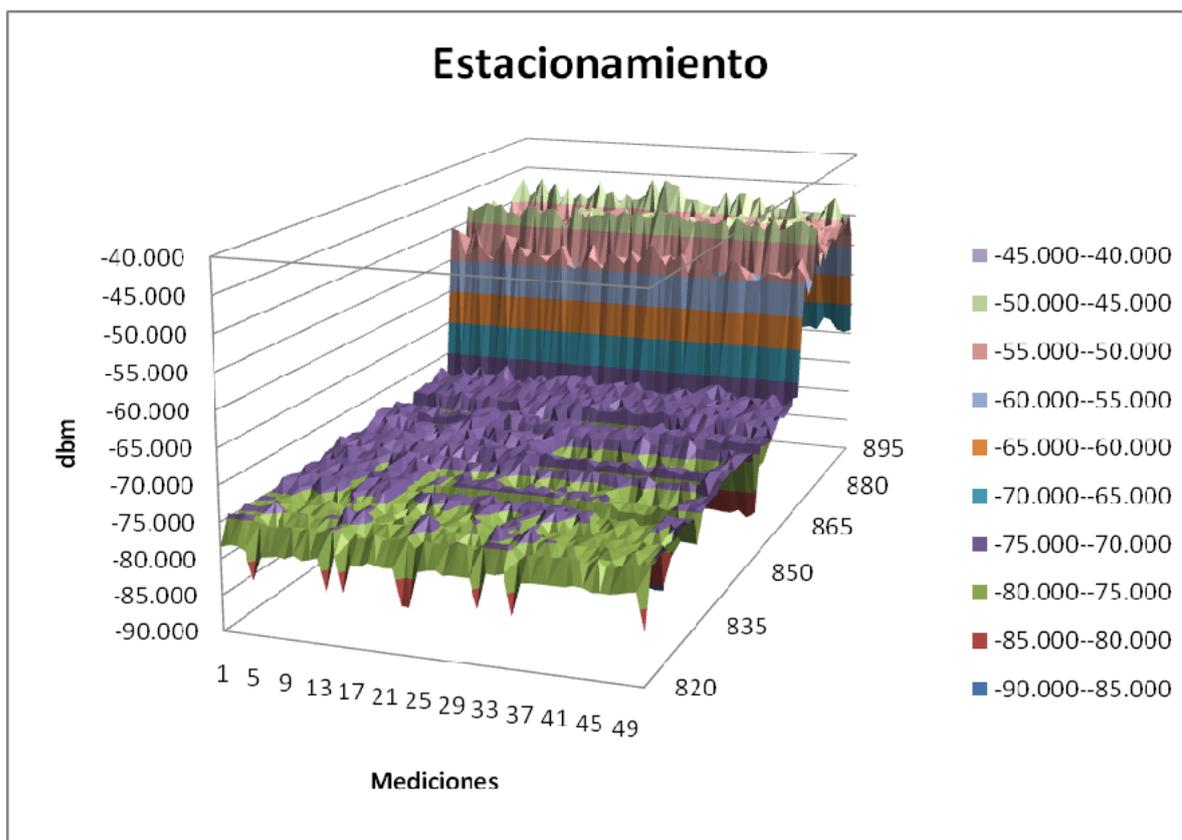
4.5.1.2 Facultad de Artes y Ciencias



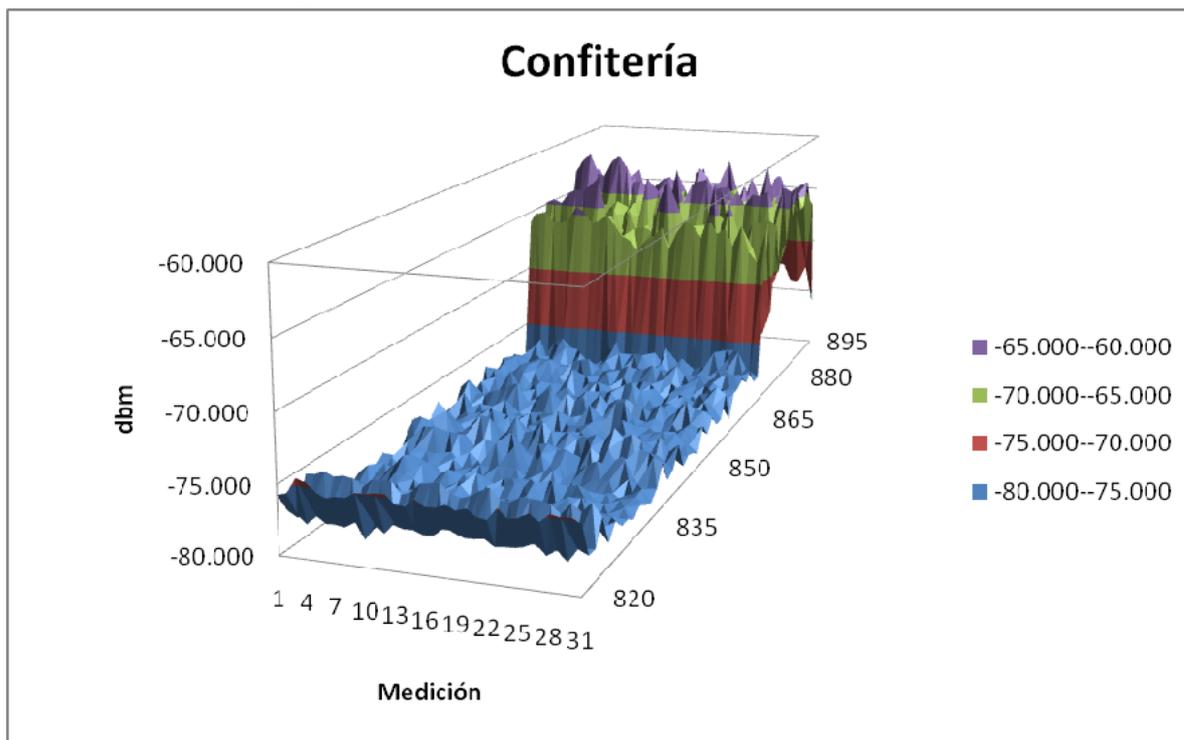
4.5.1.3 Capilla



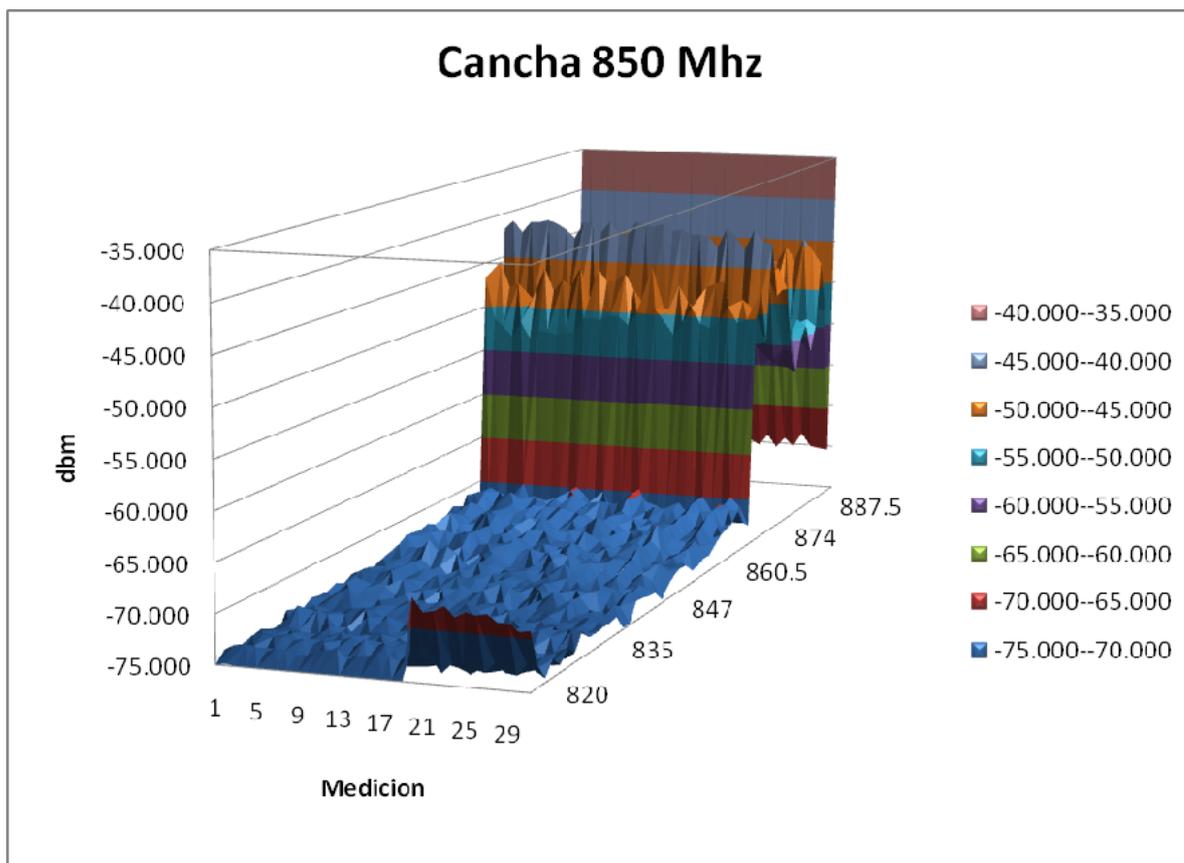
4.5.1.4 Estacionamiento



4.5.1.5 Confitería



4.5.1.6 Cancha

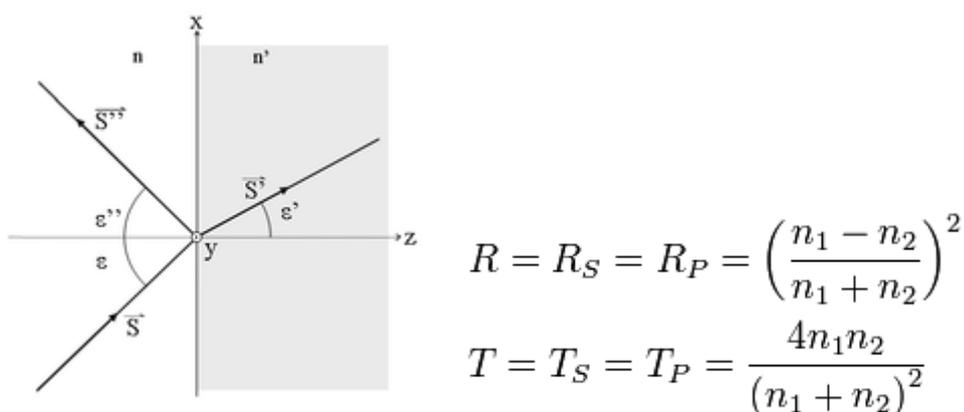


CAPITULO N° 5: “CONCLUSIONES”

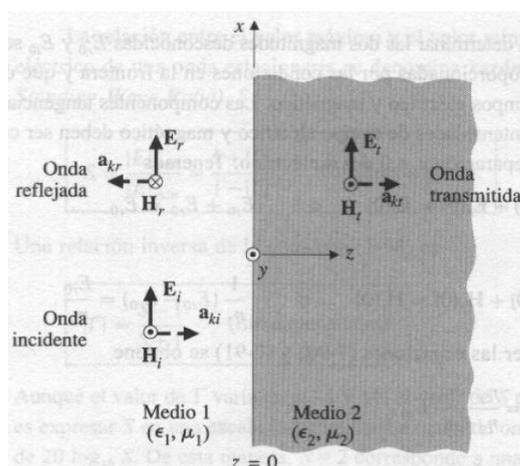
5.1 Hipótesis

5.1.1 Estudio de Radiaciones No Ionizantes

Algunas mediciones que dieron valores elevados pueden haber sufrido alteraciones por presentar cercanías de plantas lo puede explicarse como efecto de **campo re-irradiado** sustentado en las “**Ecuaciones de Fresnel**” las cuales nos dicen que cuando una onda electromagnética que se desplaza por un medio caracterizado por un índice de refracción “n1”, índice sobre la interfaz con otro medio que posee un índice de refracción “n2”, una parte de la onda se refleja y otra porción se transmite a otro medio. Para lo cual se sugiere un estudio detallado del tema y centrado particularmente en la influencia de plantas, debido a que se buscó información del tema pero no se encontró estudios serios del mismo.



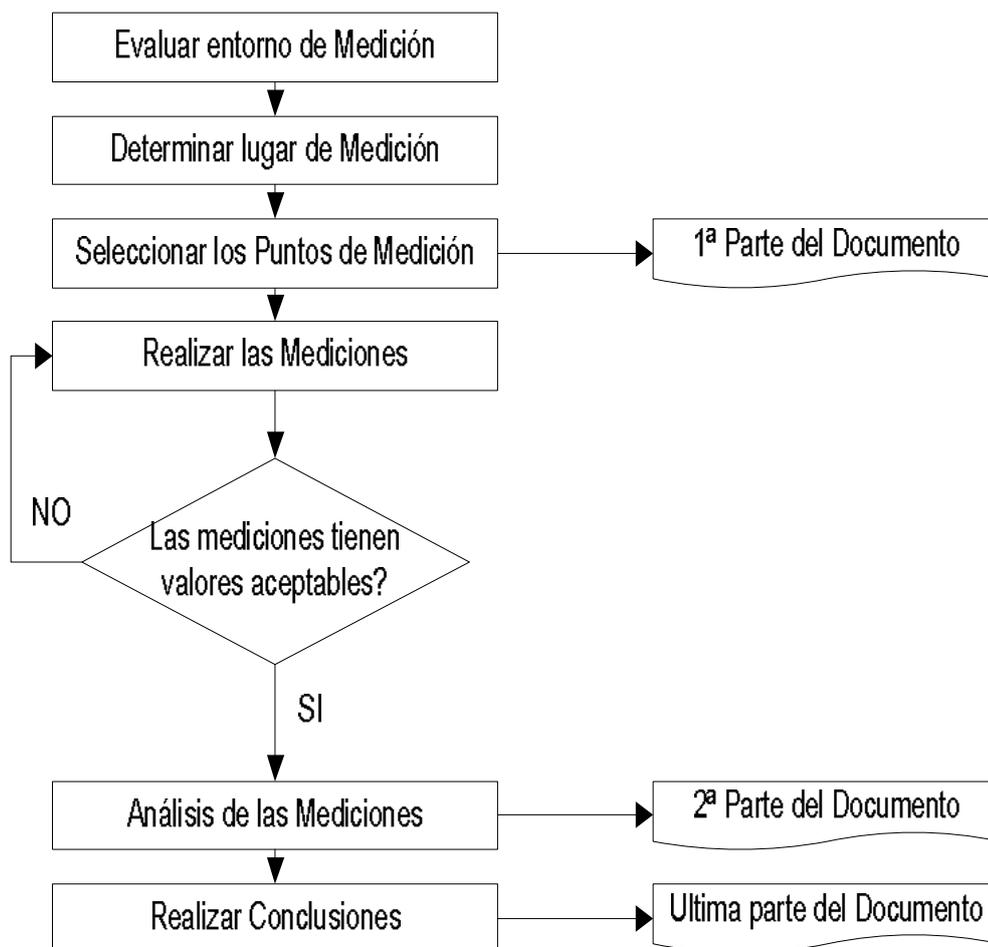
El Campo re-irradiado o teóricamente Incidencia normal de Ondas Planas Sobre Planos Discontinuos, se dice de la onda electromagnética que se propaga en un medio con parámetros discontinuos (por ejemplo elementos metálicos) en donde se experimenta una reflexión cuando llega a otro medio con impedancia intrínseca diferente y otra parte de la onda es absorbida por el hecho de ser conductor.



5.2 Algoritmo para el desarrollo de las mediciones

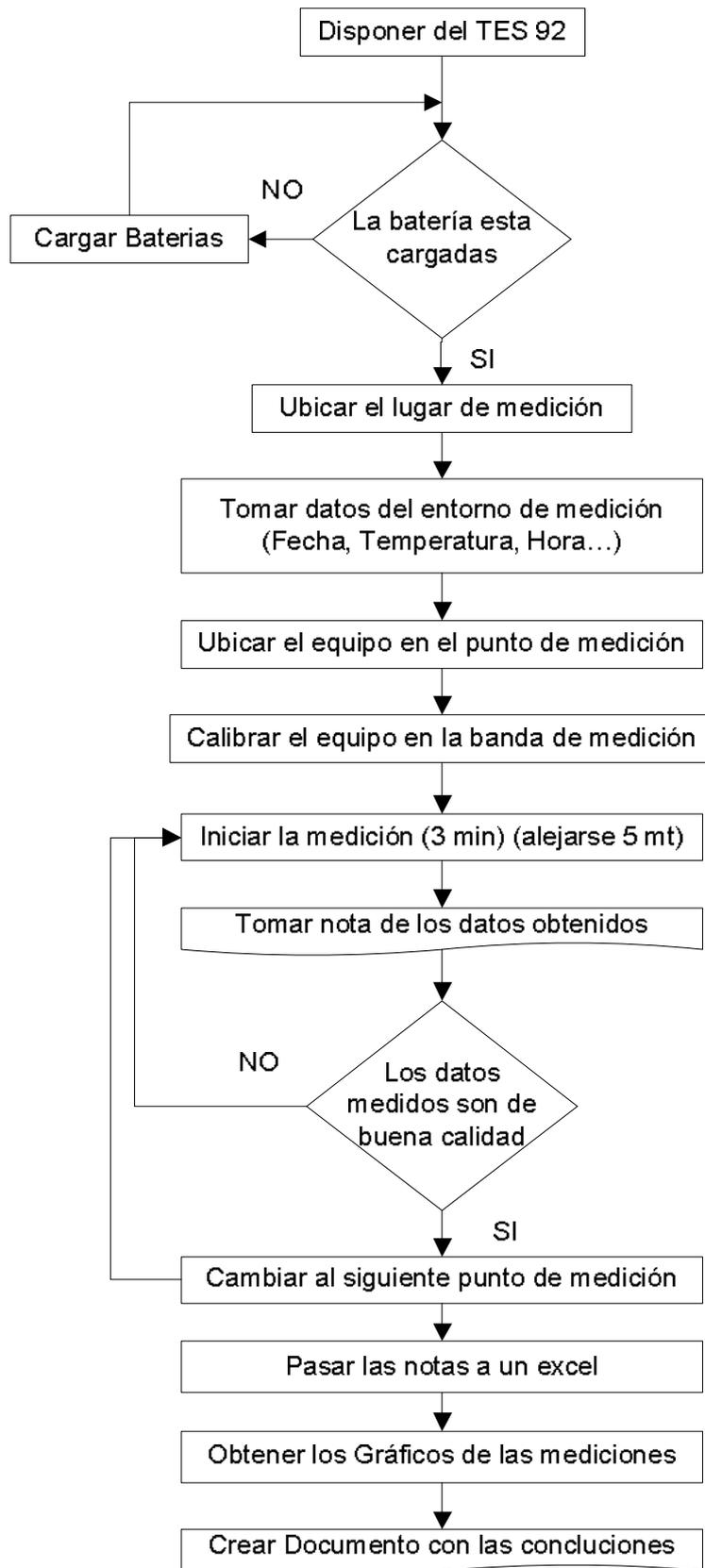
Debido a que las mediciones debían ser tomadas de manera similar, desarrolle un diagrama de flujo como protocolo de medición que muestra la forma en que realice mediciones, ubicando los documentos que se generan permitiendo así lograr un orden y un control de calidad de las mediciones.

Este modelo puede ser utilizado como guía para estudios similares de líneas futuras de este trabajo o para trabajos prácticos sobre la realización de mediciones de la banda de telefonía u otra banda.



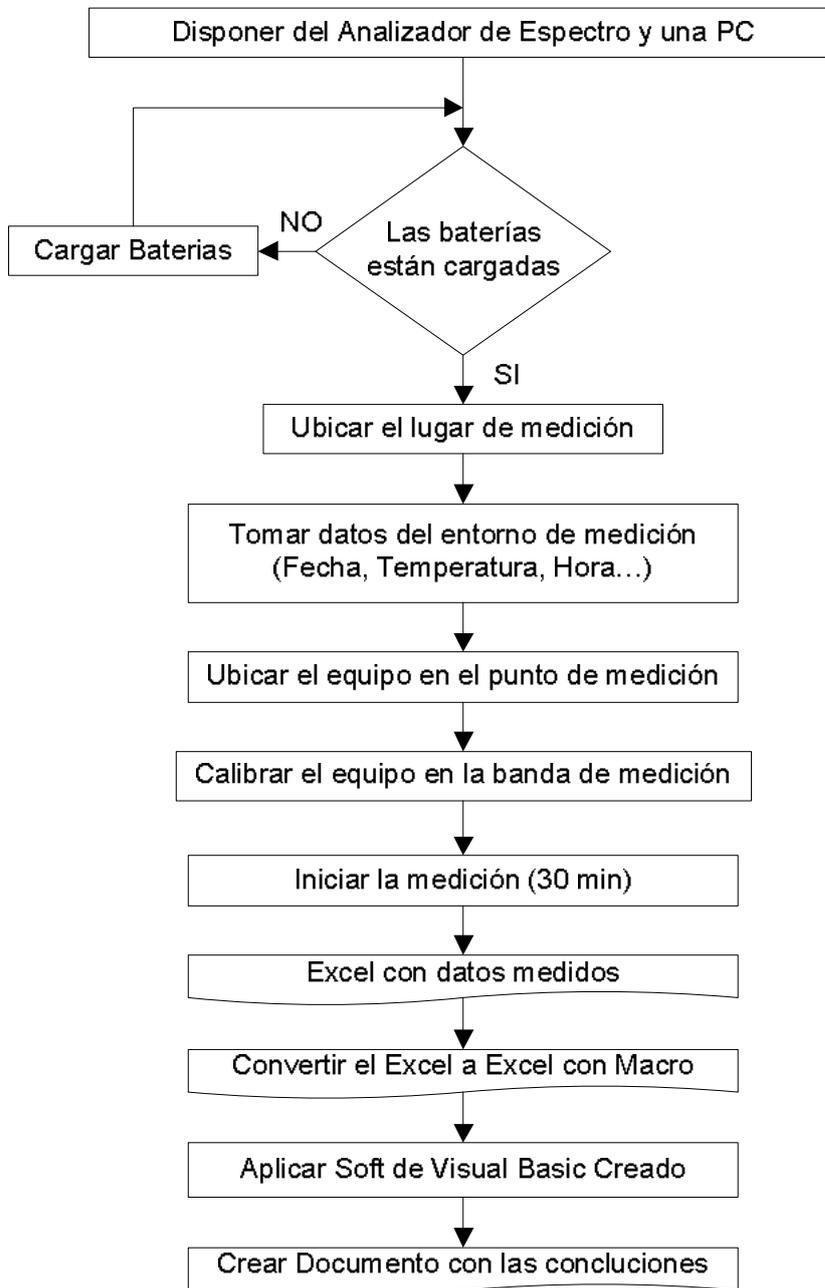
5.3 Protocolo de medición con TES 92

Para realizar las mediciones con el TES 92, desarrolle un protocolo que permite establecer un orden, controlar la calidad y evitar posibles alteraciones en las mediciones por causa de tomar datos de maneras diferentes.



5.4 Protocolo de medición con HF 6065

Al igual que con el TES 92, arme un protocolo de medición para evitar inconveniente a la hora de realizar las mediciones y así optimizar el tiempo evitando problemas durante las mediciones, no solo durante las mediciones sino también durante su procesamiento.



5.5 Conclusiones Generales

En cuanto a las mediciones sobre “Radiaciones no Ionizantes” puedo llegar a la conclusión que a pesar de que algunas gráficas tenían formas y valores para analizar puntualmente en líneas futuras de investigación, los valores obtenidos se encuentran por debajo de las normas establecidas por entes reguladores como la ITU, la OMG y ENACOM.

Algunas de las irregularidades de los que no influyen en la conclusión, pero si son llamativas en las comparaciones, en donde los valores tomados con el TES 92 estaban por debajo de las del HF 6065 son consecuencia de que el TES 92 realiza mediciones el rango de 50 MHz a 3,5 Ghz y el valor a tener en cuenta sale de aplicarle una constante para obtener un valor puntual en la frecuencia de 850 Mhz y de 1870 Mhz; en cambio en el HF 6065 el valor obtenido no es de una frecuencia específica sino de toda la banda de telefonía de 820 Mhz a 896 MHz y de 1850 Mhz y 1990 Mhz.

“En pocas palabras, la medición del TES 92 es puntual mientras que la del HF 6065 es de un rango de frecuencias.”

Es destacable que las empresas de telefonía cumplan con las normas, con respecto a una conclusión general puedo decir que: *“en la UNIVERSIDAD CATOLICA DE SALTA los valores de radiaciones no presentan ninguna alteración ni irregularidad que puedan afectar en lo más mínimo la salud de las personas porque los valores medidos se encuentran por debajo de las reglamentaciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud y controlada por la ENACOM en Argentina.”*

Como conclusiones puedo decir que ambas bandas de telefonía móvil de 850 Mhz y 1900 Mhz se encuentran en gran porcentaje sin una utilización a pesar de estar asignadas, los motivos de esta situación no es clara lo que me llevo a generar varias hipótesis sobre el tema.

En cuanto a los valores de límites de vacío, piso de ruido y niveles de recepción, en Argentina no hay por el momento valores en las resoluciones emitidas por la CNC, puesto que no es un campo que se regule, este tipo de mediciones son realizadas por las empresas prestadoras del servicio, lo que permite realizar cálculos de expansión o mejoras de calidad en sus redes internas, como por ejemplo agregar una micro celda a un sector por su alta densidad de abonados.

Puedo afirmar según el estudio realizado que: *“La banda de telefonía medida en la UNIVERSIDAD CATOLICA DE SALTA se encuentra desaprovechada en un gran porcentaje de la misma”*

CAPITULO N° 6: Bibliografía

ERC TG11999 *Acceptable interference level from third generation systems into a UMTS MS receiver* New York - USA

3Gpp2012 *G4-00103* Francia

AARONIA AG2013 *Manual de uso SPECTRAN V4*

Aaronia AG2012 *Manual del Usuario MCS* Alemania

2015 *Análisis del Cumplimiento de la resolución 119-08 del INDOTEL* San Cristobal - Republica Dominicana Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola

2012 *Cognitive Radio Performance Optimisation through spectrum availability prediction* Pretoria

Comisión Nacional de Comunicaciones1995 *Resolución 202/95* Argentina

Comisión Nacional de Comunicaciones2004 *Resolución 3690/04 (Boletín Oficial N° 30542, 10/11/04)* Argentina

Comisión Nacional de Comunicaciones2000/2012 *Resolución 530/2000 (Boletín Oficial N° 29556, 29/12/12)* Argentina

ENACOM2016 *Enacom*

2011 *Estudio para mejorar la administración del Espectro Radioelectrico en el Perú* Lima - Perú

Facultad de Informatica - Universidad Nacional de La Plata2008 *Radio enlaces digitales en un entorno urbano y suburbano* La Plata

Gregorio, Fernando; Figueroa, Mario De la Cruz; Breslin, Roberto; Narvaez, Pablo2015 *Mediciones de Radiaciones No Ionizantes* Salta - Argentina

1988 *Manual de estándares de seguridad para la exposición a radiofrecuencias comprendidas entre 100 KHz y 300 GHz*

1988 *Radiaciones de radiofrecuencias: Consideraciones biofisicas, biomedicas y criterios para el establecimiento de estándares de exposicion* Argentina

Scheitler *Scheitler Instrumentos de Medicion*

Secretaria de Comunicaciones1998 *Resolución 302/98 (Boletín Oficial N° 28834, 11/2/98)* Buenos Aires - Argentina

Secretaría de Comunicaciones2014 *Resolución N° 11/2014 (Boletín Oficial N° 32857, 01/04/14)* Buenos Aires - Argentina

Sistemas Movil-Celular *Introduccion a la variedad de sistemas de telefonia celular, sus principales características y una clasificacion por aplicaciones*

SMAR2011

Unión Internacional de Telecomunicaciones - Oficina de Radiocomunicaciones2011 *Manual de Comprobación Técnica del Espectro* Suiza

Unión Internacional de Telecomunicaciones2001 *Recomendación UIT-R SM.1536 - Medición de la ocupación de canales de frecuencias*

“UCS – Fac. de Ing. e Informática” – “Análisis Espectral de la Radio Frecuencia en Universidad Católica de Salta desarrollando un modelo teórico predictivo”

Unión Internacional de Telecomunicaciones2002*Recomendación UIT-R SM.1599 - Determinación de la distribución geográfica y de las frecuencias del factor de utilización del espectro a efectos de planificación de frecuencias*

Unión Internacional de Telecomunicaciones2002-2007*Recomendación UIT-R SM.1599-1 - Determinación de la distribución geográfica y de las frecuencias del factor de utilización del espectro de planificación de frecuencias*

Union Internacional de Telecomunicaciones1956-1966-1982-1986-1992-2007*Recomendación UIT-R SM.182-5 - Comprobación automática de la ocupación del espectro de frecuencias radioelectricas*

Unión Internacional de Telecomunicaciones2002-2011*Recomendacion UIT-R SM.1880 - Mediciones de la ocupación del espectro*

Universidad Nacional de La PLata - Facultad de Informatica2004*Telemedicina sobre movil IPLa Plata*