

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DETERMINACIÓN DE INTERFERENCIAS EN LA BANDA
CELULAR DE 1900 MHz EN LA FRONTERA PERÚ - CHILE**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JULIO RÓMULO CONTRERAS ORTIZ

PROMOCIÓN

1980 - I

LIMA - PERÚ

**DETERMINACIÓN DE INTERFERENCIAS EN LA BANDA
CELULAR DE 1900 MHz EN LA FRONTERA PERÚ - CHILE**

Este trabajo está dedicado
a mis Padres:
Julia y Rómulo,

SUMARIO

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones, tiene el objetivo entre otros el de proteger los servicios de telecomunicaciones de las interferencias radioeléctricas, estudiar las características técnicas de transmisión, el área de servicio y su compatibilidad con otros servicios de telecomunicaciones. En la actualidad, ha crecido el uso de equipos de telecomunicaciones y como consecuencia también ha crecido la posibilidad de interferencia radioeléctrica entre servicios de telecomunicaciones. En un caso de interferencia radioeléctrica, se tiene que determinar la magnitud de la interferencia radioeléctrica, luego con esta información se tiene que determinar el origen donde nace la interferencia y para cumplir esta labor se necesitará de una gran cantidad de mediciones de Intensidad de Campo Eléctrico, con el fin de ir reduciendo el área donde se encuentra el emisor interferente y una vez que se conoce la magnitud y origen de la interferencia, se podrá dar una solución y verificar luego el cese de la interferencia. El presente trabajo pretende describir el desarrollo del proceso para determinar el origen de la interferencia radioeléctrica en el servicio de telefonía móvil en una zona de frontera.

INDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE INTERFERENCIA RADIOELÉCTRICA	2
1.1 Emisor radioeléctrico	2
1.2 Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF)	2
1.3 Plan de Asignación de Frecuencia	3
1.4 Autorización de un canal radioeléctrico.....	3
1.5 Definición de Interferencia Radioeléctrica	3
1.6 Tipos de Interferencia Radioeléctrica	3
1.7 Calificación de la Interferencia Radioeléctrica.....	5
1.8 Sanción por causar Interferencia radioeléctrica perjudicial.....	6
1.9 Servicios sin protección contra interferencia radioeléctrica	6
CAPÍTULO II	
PARÁMETROS DE UNA INTERFERENCIA RADIOELÉCTRICA	8
2 Parámetros de una Interferencia radioeléctrica	8
2.1 Afectado	8
2.2 Rango de frecuencias	8
2.3 Inicio	9
2.4 Forma	9
2.5 Porcentaje de Tiempo.....	9
2.6 Área interferida	9
2.7 Emisor	9
2.8 Tipo	9
2.9 Calificación.....	9
CAPÍTULO III	
EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DE LA INTERFERENCIA	10
3 Evaluación de los parámetros de la interferencia radioeléctrica.....	10
3.1 Resultado.....	10
a) No hay Interferencia.....	10
b) Si hay Interferencia.	10
3.2 Solución de la Interferencia Radioeléctrica por tipo de interferencia.....	10
CAPÍTULO IV	
EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA ANALIZAR LA INTERFERENCIA	12
4 Característica de los equipos utilizados para atender una queja por interferencia radioeléctrica.....	12
4.1 Medidor de Intensidad de Campo Eléctrico.....	12

4.2	Analizador de espectro radioelctrico.....	12
4.3	Antena de medici3n	12
4.4	Atenuador de radiofrecuencia	14

CAPÍTULO V

INTERFERENCIA RADIOELÉCTRICA EN LA FRONTERA PERÚ CHILE.

5	Parámetros de la Interferencia radioelctrica en el sector del aeropuerto internacional chileno de Chacalluta.....	16
5.1	Afectado.....	16
5.2	Rango de frecuencias.....	16
5.3	Inicio.....	18
5.4	Forma	18
5.5	Porcentaje de Tiempo.....	18
5.6	Área interferida	18
5.7	Emisor	18
5.8	Tipo.....	18
5.9	Calificaci3n.....	19
5.10	Resultado.....	19
5.11	Soluci3n	19

CAPÍTULO VI

REALIZACIÓN DE LAS LABORES PARA ATENDER LA QUEJA POR INTERFERENCIA.....

6	Ejecuci3n de la atenci3n de la queja por interferencia.....	20
6.1	Equipamiento utilizado	20
6.2	LABOR 1 (Rango de frecuencias de trabajo).....	23
6.3	LABOR 2 (Porcentaje de Tiempo)	48
6.4	LABOR 3 (Área interferida).....	48
6.5	LABOR 4 (Emisor).....	49
6.6	LABOR 5 (Tipo).....	49
6.7	LABOR 6 (Calificaci3n).....	49
6.8	LABOR 7 (Resultado)	50
6.9	LABOR 8 (Soluci3n).....	50

	CONCLUSIÓN	51
--	-------------------------	-----------

	BIBLIOGRAFÍA	52
--	---------------------------	-----------

PRÓLOGO

El espectro radioeléctrico es un recurso natural de dimensiones limitadas que forma parte del patrimonio de la Nación. Su utilización y otorgamiento de uso a particulares se efectúa en las condiciones señaladas en la Ley de Telecomunicaciones y su Reglamento. Y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se encarga de la administración, asignación de frecuencias y control del espectro radioeléctrico.

La interferencia radioeléctrica aparece cuando habiéndose establecido un enlace de telecomunicaciones entre dos puntos aparece un ente externo que emite una señal radioeléctrica que modifica el contenido de la comunicación.

Desde el momento en que se inicia un proyecto de instalación de un servicio de telecomunicaciones, aparece también la posibilidad de ser interferido y permanece esta posibilidad durante todo el periodo de vida del servicio de telecomunicaciones.

El primer paso para atender de una interferencia radioeléctrica es conseguir una muestra de la interferencia. El segundo paso es efectuar mediciones radioeléctricas que nos conduzcan a localizar el lugar donde se origina la interferencia. Y el tercer paso es determinar la forma en que se origina la interferencia con el fin de suprimir la interferencia.

El presente caso pretende describir el desarrollo del proceso para determinar el origen de la interferencia radioeléctrica causada por estaciones radioeléctricas peruanas al servicio de telefonía móvil en el aeropuerto chileno de Chacalluta y que se encuentra a 5 kilómetros aproximadamente de la frontera con el Perú.

CAPÍTULO I

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE INTERFERENCIA RADIOELÉCTRICA

En este Capítulo se menciona los conceptos básicos utilizados durante la atención de una queja por interferencia radioeléctrica a un servicio de telecomunicaciones que permitirá una identificación precisa del problema por resolver.

1.1 Emisor Radioeléctrico

Es la fuente donde se generan las ondas radioeléctricas y pueden ser desde máquinas industriales, máquinas utilizadas en medicinas o de equipos utilizados para las telecomunicaciones.

Si el emisor de frecuencias radioeléctricas es una estación radioeléctrica, deberá operar sin afectar la calidad ni interferir otros servicios de radiocomunicaciones autorizados. En caso de interferencia perjudicial, el causante está obligado a suspender de inmediato sus operaciones hasta corregir la interferencia a satisfacción del Ministerio (Artículo 212° Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones).

Si son aparatos telefónicos, equipos terapéuticos o motores o generadores, artefactos eléctricos y otros, deberán estar acondicionados de tal manera de que se evite en lo posible y dentro de los límites de la tecnología vigente, las interferencias radioeléctricas perjudiciales que tales equipos puedan ocasionar (Artículo 220° Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones).

Y en general cualquier persona natural o jurídica que posean equipos de cualquier naturaleza que realice emisiones radioeléctricas, están obligadas a eliminar las interferencias radioeléctricas perjudiciales que tales equipos produzcan, en el plazo que al efecto determine el Ministerio. Vencido dicho plazo, de continuar tales interferencias, se aplicarán las sanciones previstas en la Ley y el Reglamento (Artículo 221° Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones).

1.2 Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF)

Es el documento técnico normativo que contiene los cuadros de atribución de

frecuencias y la clasificación de usos del espectro radioeléctrico, fue creado con Resolución Ministerial N° 250-97-MTC/15.19, fue firmado el 17/06/1997, publicado en el diario El Peruano el 20/06/1997 y el Anexo publicado el 30/06/1997. Periódicamente se realizan modificaciones en dicho Plan debido a las exigencias de los avances tecnológicos.

1.3 Plan de Asignación de Frecuencia

Es una adjudicación de frecuencias dentro de un rango de frecuencias que se hace para optimizar el uso del espectro radioeléctrico en una determinada área de servicio y evitar interferencias radioeléctricas entre áreas de servicios que son vecinas entre sí. Periódicamente el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, crea más planes y también realiza modificaciones de acuerdo al avance tecnológico en las telecomunicaciones.

1.4 Autorización de un canal radioeléctrico

Es la asignación que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico en condiciones específicas.

1.5 Definición de Interferencia Radioeléctrica

Es el efecto de una energía no deseada o emisión radioeléctrica interferente y que existe debido a la aparición de una o varias emisiones radioeléctricas, radiaciones, inducciones o sus combinaciones que actúan sobre la etapa de recepción de un sistema de Radiocomunicación y que se manifiesta como una degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información, comparada con la que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada (Plan Nacional de Atribución de Frecuencia de Perú - PNAF), aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005 –MTC/03).

1.6 Tipos de Interferencia Radioeléctrica

La interferencia radioeléctrica se presenta en cualquiera de los siguientes tipos:

a) Interferencia radioeléctrica cocanal

Este tipo de interferencia se presenta cuando la emisión radioeléctrica interferente se encuentra en el mismo canal de frecuencias que utiliza la frecuencia autorizada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se muestra una gráfica de este tipo de interferencia en la Figura 1.1.

b) Interferencia por emisión fuera de la banda de frecuencias asignada.

Este tipo de interferencia se presenta cuando la emisión radioeléctrica interferente proviene de la modulación de la frecuencia portadora de algún canal vecino al canal de frecuencias interferido. Se muestra una gráfica de este tipo de interferencia Figura 1.2.

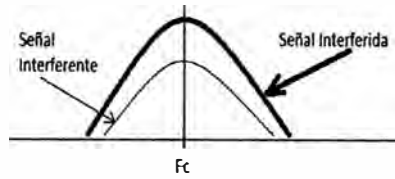
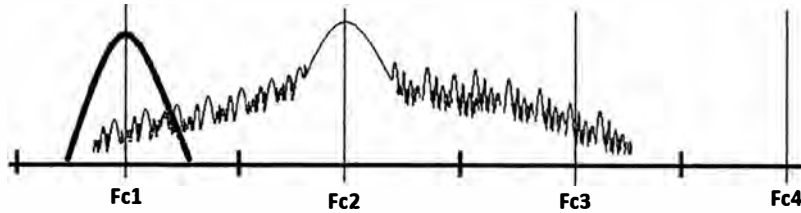


Figura 1.1.- Interferencia cocanal en donde F_c es la frecuencia central de operación.



Fc1: Frecuencia central de operación N° 1 (señal autorizada, interferida)
 Fc2: Frecuencia central de operación N° 2 (señal interferente)
 Fc3: Frecuencia central de operación N° 3
 Fc4: Frecuencia central de operación N° 4

Figura 1.2.- Interferencia por emisión fuera de banda de frecuencias asignadas

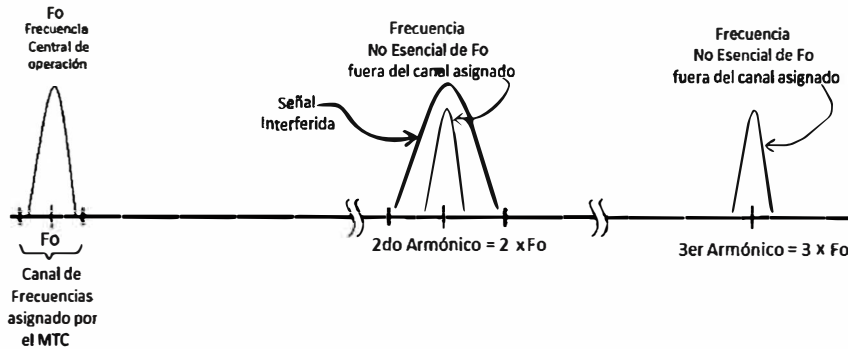


Figura 1.3.- Interferencia por emisión no esencial



Figura 1.4.- Interferencia por invasión masiva de campo eléctrico

c) Interferencia por emisión no esencial

Cuando la emisión radioeléctrica interferente proviene como consecuencia de la intermodulación de dos o más frecuencias portadoras, o proviene de la emisión de frecuencias armónicas de un transmisor, en ambos casos el nivel de emisión se encuentra

regulado en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Se muestra una gráfica de este tipo de interferencia Figura 1.3.

d) Interferencia por invasión masiva de campo eléctrico

Este tipo de interferencia, no es realizada por equipos utilizados para la telecomunicación como en los tres casos mencionados anteriormente, sino por equipos que producen chispas eléctricas debido a la apertura y cierre de contactos de alto voltaje eléctrico o también por equipos diseñados para bloquear las telecomunicaciones por motivos de seguridad. Con respecto al uso de bloqueadores de telecomunicaciones es necesario precisar que actualmente en el Perú no está reglamentado su uso y su internamiento al país de estos equipos no está permitido por la falta de una normatividad.

1.7 Calificación de la Interferencia Radioeléctrica

El Plan Nacional de Atribución de Frecuencia de Perú (PNAF), califica las interferencias radioeléctricas.

a) Interferencia Admisible

Cuando la emisión radioeléctrica interferente, satisface los criterios cuantitativos de interferencia y de compartición que figuran en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT o en las Recomendaciones UIT-R o en acuerdos especiales según lo previsto en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

Un caso de Interferencia Admisible es cuando la interferencia radioeléctrica ocurre fuera de una determinada zona de servicio de telecomunicaciones definida por el valor mínimo de Intensidad de campo eléctrico utilizable o por un valor de Intensidad de campo eléctrico nominal establecida por la UIT o por el Estado.

Otro caso de Interferencia Admisible es cuando la intensidad de campo eléctrico de la señal interferente o señal no deseada es menor que la intensidad de campo eléctrico de la señal interferida o señal deseada de tal manera que la Relación de Protección (señal deseada/señal no deseada) medido en dB es igual o mayor que la establecida por la UIT.

b) Interferencia Aceptada

Cuando la emisión radioeléctrica interferente tiene un nivel más elevado que el definido

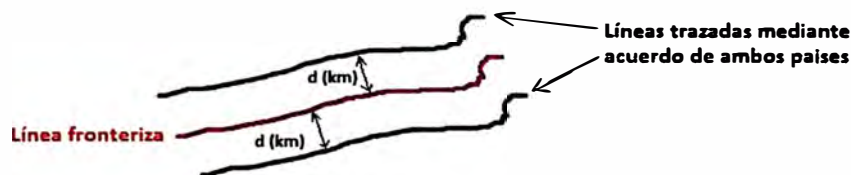


Figura 1.5.- Interferencia aceptada en una zona mediante acuerdo.

como Interferencia Admisible y que ha sido acordada entre dos o más administraciones sin perjuicio para otras administraciones. Se muestra un Gráfico 1.5

Un caso de Interferencia Aceptada, es cuando previa planificación entre las partes, acuerdan aceptar una interferencia radioeléctrica solo si aparece dentro de un intervalo de tiempo acordado, que puede estar comprendido entre el 1% y el 10% del tiempo de observación (Recomendación UIT-R BS.638).

c) Interferencia perjudicial

Cuando la emisión radioeléctrica interferente compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad, o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de Radiocomunicación en la zona de servicio asignado.

1.8 Sanción por causar Interferencia radioeléctrica perjudicial

Las sanciones por causar interferencia perjudicial se encuentran establecidas en la Ley Telecomunicaciones aprobada mediante Decreto Supremo N° 013-93-TCC.

a) Sanción por interferencia radioeléctrica Leve

La producción de interferencias no admisibles definidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Sancionado con multa entre media (0,5) o una (1) UIT (Radiodifusión) y diez (10) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

b) Sanción por interferencia radioeléctrica Grave

La producción de interferencias perjudiciales definidas como tales en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Sancionado con multa entre diez (10) y treinta (30) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

c) Sanción por interferencia radioeléctrica Muy Grave

La producción deliberada de interferencias y definidas como perjudiciales en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Sancionado con multa entre treinta (30) y cincuenta (50) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

1.9 Servicios sin protección contra interferencia radioeléctrica

Existen servicios que carecen de protección contra interferencia debido a la forma como opera y en donde opera.

a) Bandas No Licenciadas

Según el reglamento de La Ley de Telecomunicaciones, aprobado mediante Decreto Supremo N° 020-2007-MTC (Art. 28), declara a ciertas bandas de frecuencias con el nombre de No Licenciadas porque no requiere de una autorización, ni permiso ni Licencia para operar en dichas bandas bajo ciertas condiciones que a continuación se describe.

Equipos que utilizan el espectro radioeléctrico y transmiten con una potencia no superior a diez milivatios (10 mW) en antena (potencia efectiva irradiada – ERP) y no podrán operar en las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios públicos de telecomunicaciones, excepto si operan en las bandas de frecuencias 2400-2483,5 MHz y 5725 - 5850 MHz

Equipos que utilizan el espectro radioeléctrico, en espacio cerrado, en la bandas de 902 - 928 MHz, 2400 - 2483,5 MHz, 5150 - 5250 MHz y 5725 - 5850 MHz y que transmiten con una potencia no superior a cien milivatios (100 mW) en antena (potencia efectiva irradiada – ERP).

Equipos que utilizan el espectro radioeléctrico en espacio abierto, en las bandas de 902-928 MHz, 2400-2483,5 MHz y 5725-5850 MHz, y que transmiten con una potencia no superior a cuatro vatios (4 W) o 36 dBm en antena (potencia efectiva irradiada – ERP).

Equipos que utilizan el espectro radioeléctrico en las bandas de 5250 - 5350 MHz transmiten con una potencia no superior a un vatio (1 W) o 30 dBm en antena (potencia efectiva irradiada) Dichos equipos no podrán ser empleados para el establecimiento de servicios privados de telecomunicaciones.

b) Colectivo Familiar

Los equipos que operan esta banda no requieren de una licencia y operan en la banda 462,550 - 462,725 MHz y 467,550 - 467,725 MHz, esta banda también es conocida como Banda FRS o GMRS y transmiten con una potencia no superior a quinientos milivatios (500 mW) en antena (potencia efectiva irradiada – ERP) de acuerdo al reglamento de la Ley de Telecomunicaciones y el PNAF.

c) Canales Ómnibus

Los equipos que operan en esta banda requiere de una Licencia y operan en la banda 26 965 - 27 405 kHz y transmiten con una potencia máxima de 5 W y operan en frecuencias comunes, sin derecho a protección contra interferencias, conforme a lo establecido en el reglamento de La Ley de Telecomunicaciones y el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias – PNAF.

CAPÍTULO II

PARÁMETROS DE UNA INTERFERENCIA RADIOELÉCTRICA.

La característica principal de una interferencia radioeléctrica esta en el daño que causa al contenido de la información que recibe el afectado, sin embargo es necesario cuantificar el daño mediante la toma de información de nueve (9) parámetros que definen una interferencia radioeléctrica y que serán utilizados para dar una solución a la interferencia radioeléctrica.

2 Parámetros de una Interferencia radioeléctrica.

Con el fin de medir la magnitud de una interferencia radioeléctrica es necesario obtener información para nueve (9) parámetros esenciales que describen la interferencia radioeléctrica.

2.1 Afectado

Toda interferencia radioeléctrica tiene un usuario o varios usuarios de un servicio de telecomunicaciones que es interferido. Y dependiendo del servicio de telecomunicaciones interferido se deberá revisar si la frecuencia interferida tiene una autorización otorgado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.2 Rango de frecuencias

Toda interferencia radioeléctrica ocurre en uno o varios rangos de frecuencias del espectro radioeléctrico establecido por la UIT.

Tabla 2.1

Nombre de la Banda	Símbolo	Rango de Frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente
Very Low Frequency	VL F	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas
Low Frequency	L F	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
Medium Frequency	M F	300 a 3 000 kHz	Ondas hectométricas
High Frequency	H F	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
Very High Frequency	V HF	30 a 300 MHz	Ondas métricas

Ultra High Frequency	UHF	300 a 3 000 MHz	Ondas decimétricas
Super High Frequency	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
Extremely High Frequency	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
--	--	300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas

2.3 Inicio

Toda interferencia radioeléctrica tiene una fecha de inicio.

2.4 Forma

Toda interferencia radioeléctrica tiene una forma de presentarse ante el afectado y esta puede ser interferencia al audio recibido o interferencia al video recibido.

2.5 Porcentaje de Tiempo

Toda interferencia radioeléctrica para ser considerada como tal, requiere que el porcentaje de tiempo de presencia durante el tiempo de observación sea mayor al 10%.

2.6 Área interferida

Toda interferencia radioeléctrica ocurre en un lugar y se requiere de una muestra de los efectos de la interferencia radioeléctrica para determinar las dimensiones del área interferida.

2.7 Emisor

Toda interferencia radioeléctrica tiene una frecuencia de operación y un ancho de banda, y debe ser ubicado e identificar al el propietario.

2.8 Tipo

Toda interferencia radioeléctrica tiene un tipo con las características que se mencionaron en el párrafo 1.5 y se presenta en cualquiera de las siguientes formas:

- a) Interferencia Cocanal.
- b) Interferencia por emisión fuera de banda.
- c) Interferencia por emisión no esencial.
- d) Interferencia por invasión masiva de campo eléctrico.

2.9 Calificación

Toda interferencia tiene una calificación y puede ser cualquiera de los tres siguientes niveles:

- a) Interferencia admisible.
- b) Interferencia aceptada.
- c) Interferencia perjudicial.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DE LA INTERFERENCIA

Luego de efectuar las mediciones radioeléctricas y que puede durar varios días, empieza la evaluación de dichas mediciones que darán una calificación a la interferencia radioeléctrica que nos permitirá llegar a una solución.

3 Evaluación de los parámetros de la interferencia radioeléctrica.

La evaluación de los nueve (9) parámetros que definen una interferencia radioeléctrica, nos ayudará a determinar el tipo de solución que requiere.

3.1 Resultado.

La evaluación de las mediciones realizadas, determinará los parámetros de la interferencia radioeléctrica y determinará la existencia o no de interferencia radioeléctrica.

a) No hay Interferencia.

Cuando no existe un afectado o cuando la interferencia radioeléctrica es calificada como admisible o aceptada.

b) Si hay Interferencia.

Cuando la Interferencia radioeléctrica es calificada como perjudicial.

3.2 Solución de la Interferencia Radioeléctrica por tipo de interferencia.

De acuerdo al tipo de interferencia mencionado en el párrafo 2.8 existe una solución que lo caracteriza.

a) Solución Cocanal.

Este tipo de interferencia requiere de una reasignación de frecuencia de operación o un cambio de ubicación de uno de ellos. Normalmente el último en entrar en operación es la que cambia de frecuencia asignada y con autorización del MTC.

b) Solución Emisión fuera de banda.

La solución de este tipo de interferencia requiere de la realización de una reducción de los niveles de voltaje de la señal de audio o de video en la etapa de modulación del transmisor interferente para reducir la sobremodulación de la frecuencia portadora. Si aún persiste la

interferencia y estando el transmisor interferente cumpliendo con las normas técnicas de transmisión entonces la solución requiere de un cambio de ubicación de tal manera que la distancia que separa al transmisor interferente del receptor afectado sea mayor con el fin de que las emisiones de la modulación del transmisor interferente este por debajo del nivel de campo eléctrico de trabajo del receptor afectado.

c) Solución Emisión no esencial.

Revisión de la etapa amplificación RF hasta la antena transmisora o Reubicación del lugar de transmisión o Instalación de filtro RF para evitar la emisión de frecuencias por intermodulación de frecuencias portadoras o emisión de frecuencias armónicas. Si aún persiste la interferencia y estando el transmisor interferente cumpliendo con las normas técnicas de transmisión entonces la solución requiere que la distancia que separa al transmisor interferente del receptor afectado sea mayor de tal manera que las emisiones de la modulación del transmisor interferente este por debajo del nivel de campo eléctrico de trabajo del receptor afectado.

d) Tipo por invasión masiva de campo eléctrico.

Mediante el mantenimiento respectivo del equipo o aparatos telefónicos, equipo terapéutico o motores o generadores, artefactos eléctricos y otros, deberán estar acondicionados de tal manera de que se evite en lo posible y dentro de los límites de la tecnología vigente, las interferencias radioeléctricas perjudiciales que tales equipos puedan ocasionar de acuerdo al Artículo 220° Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones.

CAPÍTULO IV

EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA ANALIZAR LA INTERFERENCIA

Es necesario utilizar equipos de medición tales como el medidor de intensidad de campo eléctrico para identificar las características de la señal interferente como son la frecuencia de operación y el ancho de banda que ocupa en la banda del espectro radioeléctrico para luego proceder a la localización del emisor interferente.

4 Característica de los equipos utilizados para atender una queja por interferencia radioeléctrica.

Los equipos de medición deben tener un rango de frecuencia de trabajo que cubra la frecuencia de operación del equipo que es interferido, debe tener un tamaño tal que permita ser instalado en una unidad de transporte móvil (automóvil, camioneta, embarcación marina o una nave aeronáutica) y si es portátil es mucho mejor porque da mayor libertad para efectuar mediciones desde cualquier sitio.

4.1 Medidor de Intensidad de Campo Eléctrico.

Se utiliza para realizar mediciones en unidades de dBuV/m o en dBuV cuando se mide la Intensidad de campo eléctrico o la Fuerza Electromotriz (EMF) respectivamente. El valor medido luego será graficado en un mapa y el conjunto de mediciones determinará las dimensiones del área interferida.

4.2 Analizador de espectro radioeléctrico

Se utiliza para realizar no solo mediciones de Intensidad de campo eléctrico y Fuerza Electromotriz (EMF) de la señal interferente, sino que permite ver la imagen del espectro de frecuencias que utiliza la señal en observación para luego realizar mediciones de la anchura de banda de frecuencias de transmisión y nivel de emisión radioeléctrica de las frecuencias no esenciales (ver definición en el párrafo 3.2.2).

4.3 Antena de medición

Existen cuatro tipos de antenas utilizadas para realizar las mediciones radioeléctricas con fines de localización del emisor interferente.

a) Antena Monopolo

Este tipo de antena se utiliza cuando las mediciones se realizan dentro de una ciudad o en un medio donde existe demasiada reflexión de la señal radioeléctrica, en polarización vertical con el cual se consigue un patrón de recepción omnidireccional necesario para captar el máximo de radiación recibida en el punto de medición, este tipo polarización es utilizada por los teleservicio móvil terrestre.



Figura 4.1 Antena tipo Monopolo

b) Antena Yagi

Este tipo de antena se utiliza cuando las mediciones se realizan en un lugar abierto cuando no existen reflexiones de la señal radioeléctrica, se utiliza en polarización horizontal con el cual se consigue un patrón de radiación direccional con lóbulo principal de radiación más angosto que el conseguido con polarización vertical. El tipo de polarización horizontal es muy utilizado por las estaciones radioeléctricas del teleservicio fijo terrestre.

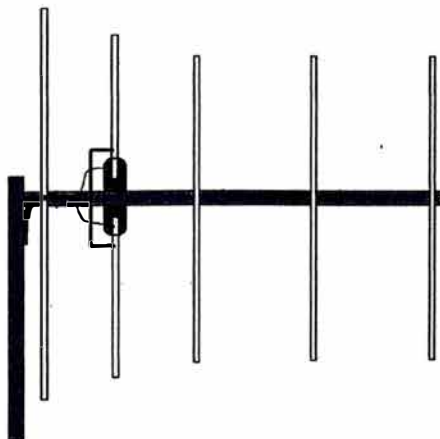


Figura 4.1 Antena tipo Yagi

c) Antena Dipolo

Este tipo de antena se utiliza cuando el emisor esta en polarización horizontal para determinar el ángulo de llegada de la señal interferente a la antena receptora, utilizando el método de la intensidad de campo mínimo recibido, debido a que el patrón de radiación en la parte de menor ganancia de esta antena es bien agudo, en polarización horizontal y permite determinar una mejor direccionalidad.



Figura 4.1 Antena tipo Dipolo

d) Antena de cuadro

Este tipo de antena se utiliza cuando el emisor esta en polarización vertical, para determinar el ángulo de llegada de la señal interferente a la antena receptora, utilizando el método de la intensidad de campo mínimo recibido, debido a que el patrón de radiación en la parte de menor ganancia bien agudo en polarización vertical y permite determinar una mejor direccionalidad.

4.4 Atenuador de radiofrecuencia

El atenuador de frecuencia permite reducir el nivel de campo eléctrico o voltaje eléctrico recibido de la señal interferente, cada vez que nos acercamos a la fuente de emisión interferente. Se instala entre la antena transmisora y el equipo de medición y la

máxima atenuación se consigue cuando el equipo medidor estando sin antena receptora y sin atenuador, continúa recibiendo con buena calidad la comunicación del interferente, indicando de esta manera que el emisor está muy cerca del equipo medidor y es inminente su ubicación.

CAPÍTULO V

INTERFERENCIA RADIOELÉCTRICA EN LA FRONTERA PERÚ CHILE.

Es importante describir la interferencia radioeléctrica, mediante las mediciones radioeléctricas, de acuerdo a los nueve (9) parámetros mencionados anteriormente. En este capítulo se describe la interferencia según la parte afectada y se programa las labores para tomar muestras de la interferencia mediante mediciones radioeléctricas en la zona de frontera.

5 Parámetros de la Interferencia radioeléctrica en el sector del aeropuerto internacional chileno de Chacalluta.

La interferencia radioeléctrica ocurre en el aeropuerto Chileno de Chacalluta a 5 km aproximadamente de la frontera con Perú y se debe medir los parámetros de la interferencia radioeléctrica.

5.1 Afectado.

La queja por interferencia radioeléctrica es presentada durante la VII Reunión de Frontera Perú – Chile, realizado los días 28 y 29 de noviembre de 2006 en la ciudad de Arica. Existen servicios autorizados de telefonía móvil en ambos lados de la frontera.

5.2 Rango de frecuencias.

La interferencia ocurre en el rango de frecuencia de los servicios de telefonía móvil y en la fecha en que presentaron la queja por interferencia, solo existían dos rangos de frecuencia utilizados en el lado peruano, uno en la banda de 850 MHz utilizado por MOVISTAR y la otra en la banda de 1900 MHz utilizado por la empresa CLARO en la banda de UHF. Y en la frontera con Chile se tendrá que efectuar un monitoreo de frecuencias con el fin de determinar las bandas utilizadas por las empresas del servicio móvil de telefonía de Chile y esta será la tarea será denominada **LABOR 1**.

a) Característica del rango de frecuencias de 800 MHz.

El rango de frecuencias de 800 MHz está comprendido por dos bandas, una es de 824 – 849 MHz y la otra banda de 869 – 894 MHz y se encuentra clasificado en el Reglamento

de la Ley de Telecomunicaciones como Teleservicio Público en el Servicio Telefónico Móvil.

Tabla 5.1

Inferior Rango de frecuencia (MHz)	Ancho de banda de operación asignado	Superior Rango de frecuencia (MHz)	Nombre de la banda inicialmente	Nombre de la banda (RVM N° 268-2005-MTC/03)
824 – 825	1 MHz	869 - 870	A"	A
825 - 835	10 MHz	870 - 880	A	
835 - 845	10 MHz	880 - 890	B	B
845 - 846,5	1.5 MHz	890 - 891,5	A'	A
846,5 - 849	2.5 MHz	891,5 - 894	B'	B'

b) Característica del rango de frecuencia de 1900 MHz.

Es el rango de frecuencias de 1900 MHz está compuesto de dos bandas, una es de 1850 – 1910 MHz y la otra banda es de 1930 – 1990 MHz y se encuentra clasificado en el Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones como Teleservicio Público en el Servicio de Comunicaciones Personales (PCS).

Tabla 5.2

Inferior Rango de frecuencia (MHz)	Ancho de banda de operación asignado	Superior Rango de frecuencia (MHz)	Nombre de la banda (RVM N° 268-2005-MTC/03)	Nombre de la banda (RVM N° 436-2008-MTC/03)
1850 - 1865	15 MHz	1930 - 1945	A	
1865 - 1870	5 MHz	1945 - 1950	D	
1870 – 1882.5	12.5 MHz	1950 - 1962.5	B	
1882.5 – 1895	12.5 MHz	1962.5 - 1975	E	
1895 – 1897.5	2.5 MHz	1975 - 1977.5		F
1897.5 - 1910	12.5 MHz	1977.5 - 1990		C

5.3 Inicio.

El Acta de la VII Reunión de Frontera Perú – Chile, no menciona la fecha de inicio de la interferencia radioeléctrica. Por tal motivo se considerará como inicio de la interferencia el 28 de noviembre de 2006.

5.4 Forma

El Acta de la VII Reunión de Frontera Perú – Chile, menciona que la instalación de antenas en el lado peruano está causando interferencia y distorsiones en el área de cobertura de las comunicaciones de los teléfonos celulares en el sector del aeropuerto chileno de CHACALLUTA, no indica si la banda de frecuencias interferida es en la banda de 800 MHz o en la banda de 1900 MHz y tampoco indica a que empresa pertenece el celular de abonado interferido

5.5 Porcentaje de Tiempo

El Acta de la VII Reunión de Frontera Perú – Chile, no menciona si la interferencia es la 24 horas del día o es solo por horas o es solo por minutos. Por tal motivo se tendrá que efectuar un monitoreo en las bandas de frecuencias del servicio de telefonía móvil, en la frontera Perú – Chile, con el fin de determinar el tiempo que dura la interferencia al servicio de telefonía móvil chileno y a esta tarea será denominada **LABOR 2**.

5.6 Área interferida

Para medir el área interferida es necesario efectuar un monitoreo en las bandas de frecuencias del servicio de telefonía móvil y estará dividida en dos partes, una desde la ciudad de Tacna hasta la frontera Perú – Chile y la segunda, desde la frontera en mención hasta el Morro de Arica, con el fin de determinar la dimensión del área interferida y a esta tarea será denominada **LABOR 3**.

5.7 Emisor

Es necesario ubicar el emisor interferente y para ello es necesario efectuar un monitoreo de frecuencias con la unidad móvil de monitoreo del MTC, en las bandas de frecuencias del servicio de telefonía móvil, desde la ciudad de Tacna hasta la frontera Perú – Chile y luego de la frontera hasta el Morro de Arica y a esta tarea será denominada **LABOR 4**.

5.8 Tipo

Luego de localizar el emisor es necesario conocer el tipo de interferencia y se realizan mediciones de las características de la señal interferente y a esta tarea será denominada **LABOR 5**.

5.9 Calificación

Una vez que se conoce el tipo de interferencia, se debe proceder a la calificación y a esta tarea será denominada **LABOR 6**.

5.10 Resultado

De los resultados de las labores 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se podrá determinar si existe o no interferencia y a esta tarea será denominada **LABOR 7**.

5.11 Solución

Si existiera interferencia radioeléctrica se procederá a recomendar la suspensión de las transmisiones hasta que se resuelva la falla, en el caso que sea una estación autorizada por el MTC y en el caso de una estación ilegal que opera sin autorización del MTC se procede a iniciar los trámites para el decomiso de equipos. Y si la interferencia es en territorio chileno se efectuará las gestiones para comunicar al gobierno chileno, sobre la interferencia radioeléctrica para que sea atendida de acuerdo a su competencia. Y esta tarea será denominada **LABOR 8**.

CAPÍTULO VI REALIZACIÓN DE LAS LABORES PARA ATENDER LA QUEJA POR INTERFERENCIA

En este Capítulo se menciona los equipos utilizados y las labores realizadas con el fin de determinar las características de la señal interferente para luego hallar una solución.

6 Ejecución de la atención de la queja por interferencia

Para atender la queja por interferencia radioeléctrica, se utilizó equipos de medición radioeléctrica instalados en una estación móvil y aparatos de abonados del servicio móvil de telefonía para poder realizar las labores seleccionadas para este caso del 1 al 8.

6.1 Equipamiento utilizado

Para atender la presente interferencia se utilizó la unidad móvil de monitoreo más cercano al lugar de la interferencia y por este motivo se trasladó la unidad móvil de la Estación de Control del Espectro Radioeléctrico de la ciudad de Arequipa y el nombre de dicha estación móvil es: SM101(Arequipa) hacia la ciudad de Tacna, dicha unidad móvil de comprobación técnica del espectro radioeléctrico fue diseñada y fabricada por la empresa Thomson (ahora Thales) de Francia para realizar mediciones radioeléctricas de acuerdo con las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones en el rango de frecuencias de 9 kHz hasta 3GHz, tales como goniometría, medición de frecuencia, anchura de banda de transmisión y medición de campo eléctrico, dicha unidad móvil es operada por tres personas: Un Conductor (chofer), Un Técnico y un Ingeniero. Utiliza un computador de uso industrial que centraliza todas las funciones de monitoreo y se encuentra instalado en una unidad móvil marca TOYOTA, modelo: LAND CRUISER, con tracción en las cuatro ruedas y que nos permitirá efectuar mediciones radioeléctricas en los lugares más inaccesibles sin embargo para lugares especiales tiene un analizador de espectro portátil que hace fácil su traslado cuando se efectúan mediciones a pie. Tanto la unidad móvil de monitoreo como el analizador de espectro son equipos resistentes a la interferencia y pueden operar en lugares donde el campo eléctrico está por encima de los 100 dBuV/m hasta 110 dBuV/m.



Figura 6.1.- Estación móvil camino a la frontera Perú – Chile



Figura 6.2.- Estación Móvil efectuando Monitoreo en la frontera



Figura 6.3.- Estación Móvil en la Línea de la Concordia frontera con Chile

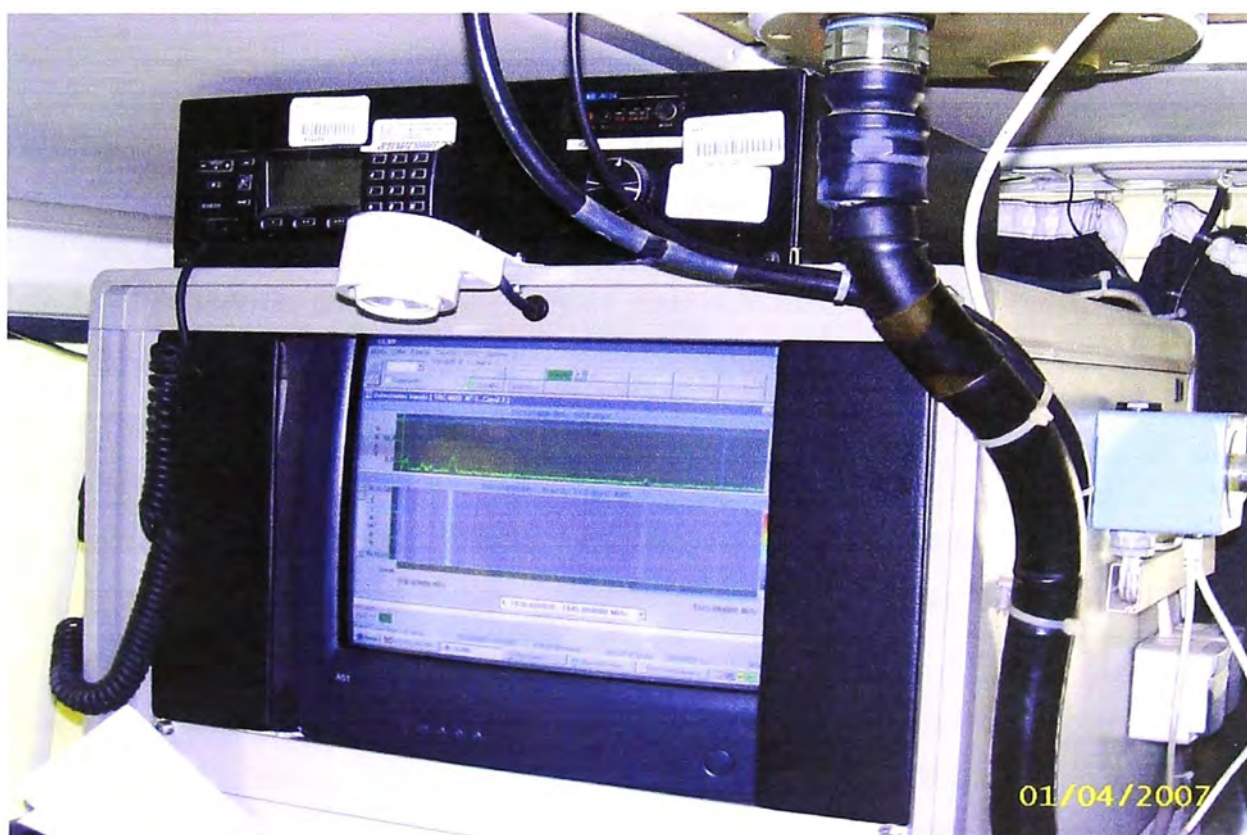


Figura 6.4.- Computadora de la Estación Móvil haciendo un barrido frecuencia con registro en el tiempo

La unidad móvil posee adicionalmente un Analizador de Espectro portátil desde 100 kHz hasta 3GHz. para mediciones a pie, tal como se muestra en la figura 6.5.

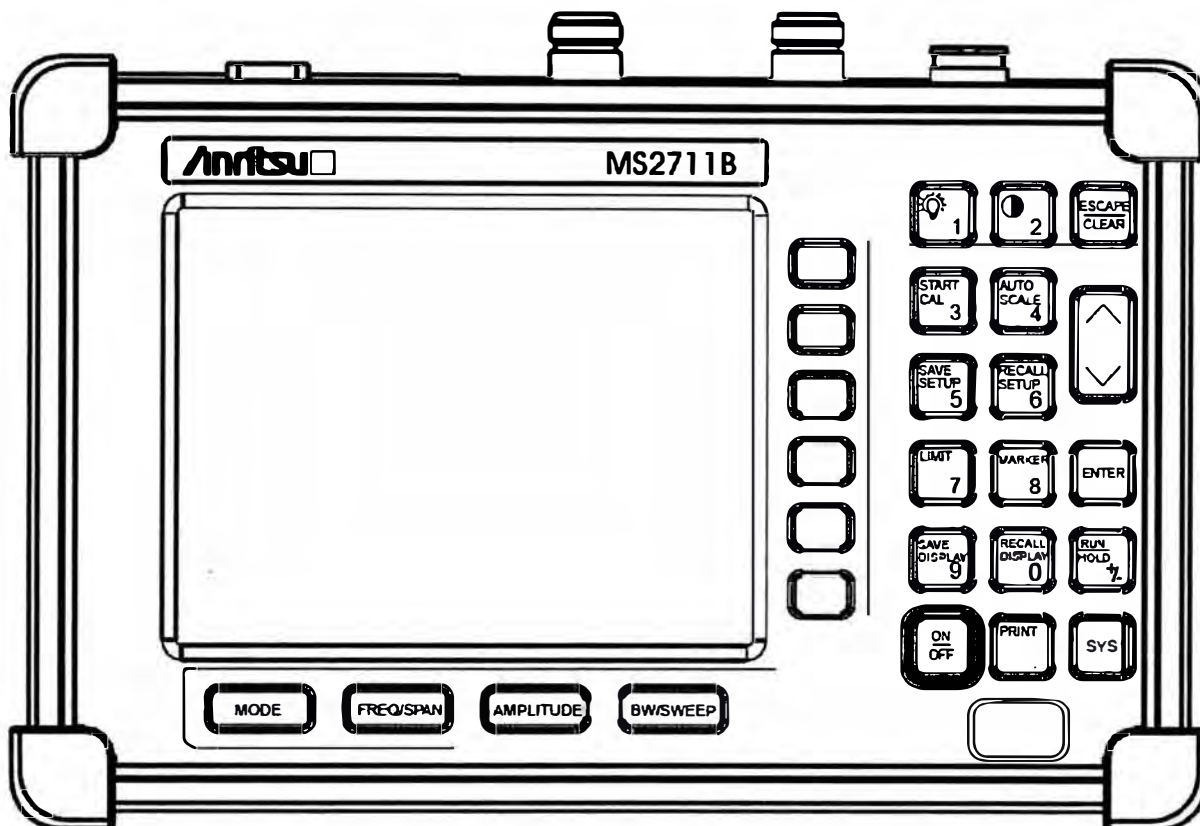


Figura 6.5.- Analizador Espectro Portátil.

Y por último se emplearon tres (3) aparatos de abonados del servicio de telefonía móvil de empresas peruanas de servicio público de telecomunicaciones, para ser utilizado como detectores de servicio público, dos (2) de ellos de la Marca: Motorola, Modelo: Motofone F3 de la empresa CLARO y modelo: V171 de la empresa TELEFÓNICA, y uno (1) marca: Nokia 6230 de la empresa CLARO.

6.2 LABOR 1 (Rango de frecuencias de trabajo)

Es la Labor que más recursos tecnológicos utiliza al realizar las mediciones radioeléctricas desde distintos lugares con el fin de identificar la zona de trabajo.

a) Material Previo

Es necesario tener un mapa del terreno donde sucede la interferencia radioeléctrica, en este caso se consiguió mapas de la zona de frontera y de varios tipos de mapa, uno de ellos es el mapa de carreteras, importante para trazar el recorrido de la unidad móvil, también se consiguió un mapa topográfico del sistema de gestión del espectro radioeléctrico ELLIPSE que posee el MTC, con el fin de saber los niveles en unidades de metros y

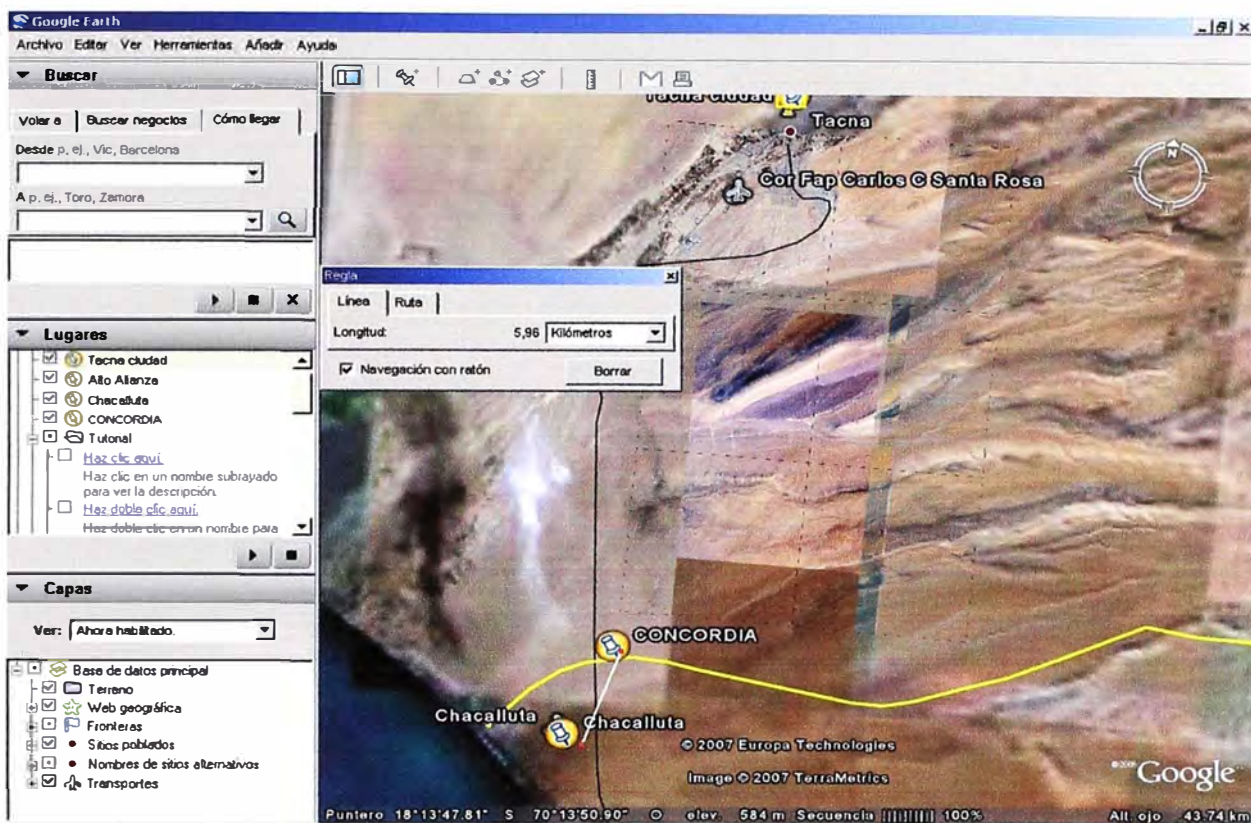


Figura 6.8.- Distancia del aeropuerto Chacalluta hasta la Línea de la Concordia.

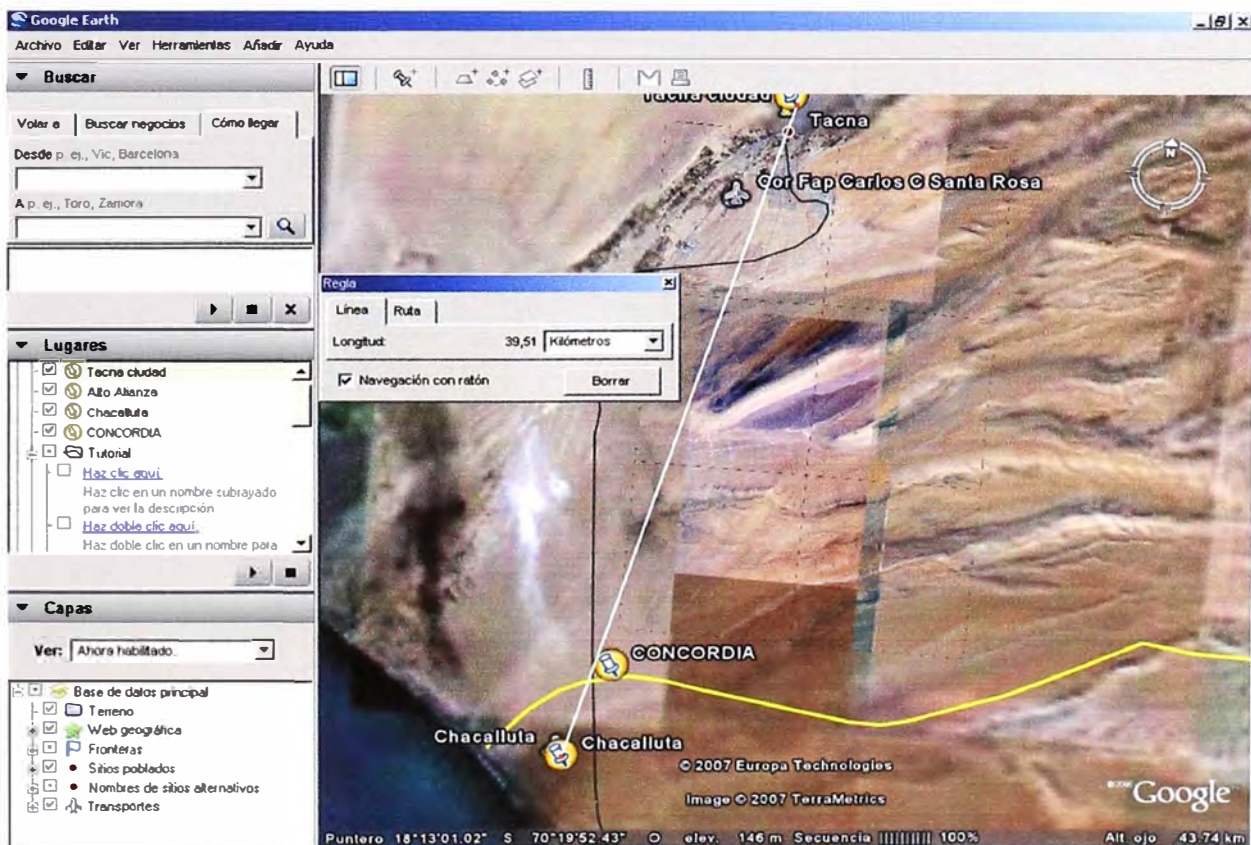


Figura 6.9.- Distancia entre aeropuerto de Chacalluta y la ciudad de Tacna.

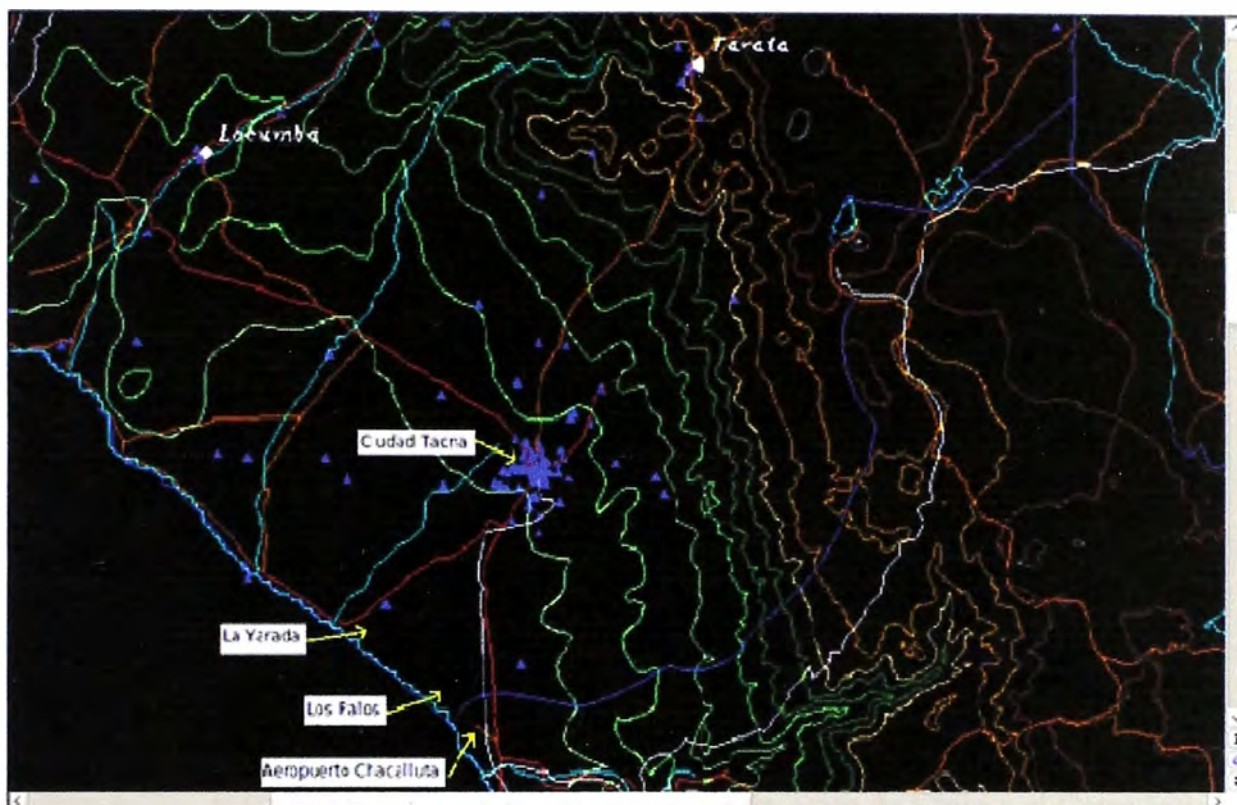


Figura 6.10.- Mapa Topográfico del Sistema Ellipse Técnico – aeropuerto Chacalluta de Chile, Los Palos poblado peruano y la ciudad de Tacna.

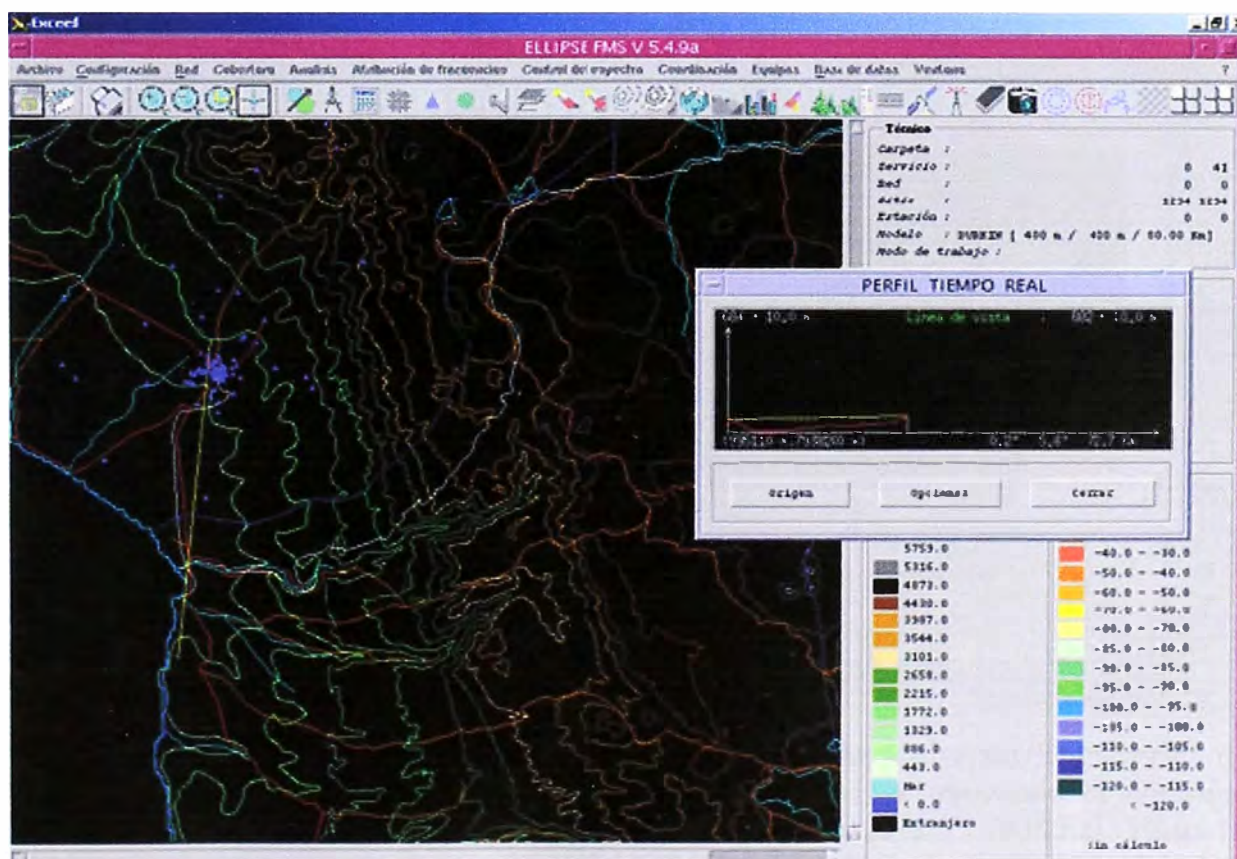


Figura 6.11.- Mapa Topográfico (Ellipse Técnico) frontera Perú - Chile

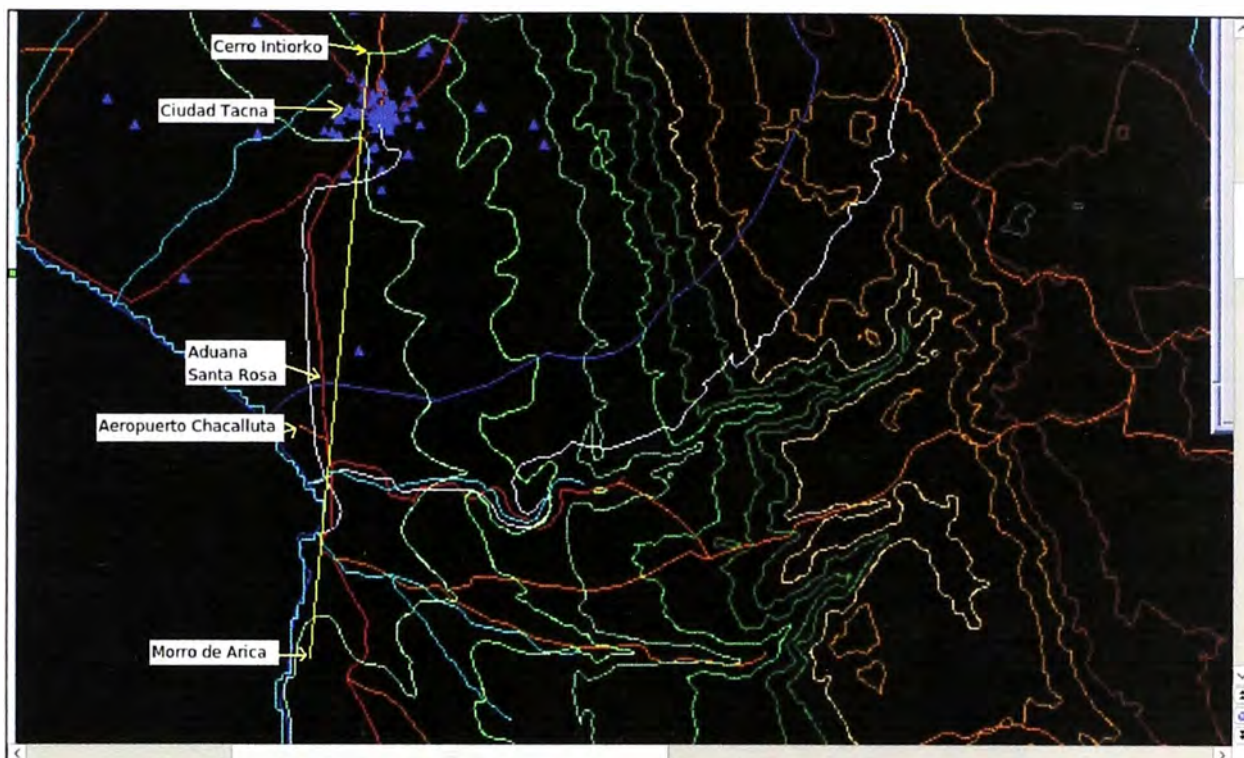


Figura 6.12.- Mapa Topográfico y Línea del Morro de Arica de Chile y el Cerro Intiorko de la ciudad de Tacna.



Figura 6.13.- Perfil terreno en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés Universal Transverse Mercator, UTM) y utilizando el elipsoide WGS84: Morro de Arica, ubicación a 684 m.s.n.m. X: 995110 e Y: 7938200 Huso 18 UTM) equivalente a: Latitud Sur $18^{\circ}35'19.7484''$ y Longitud Oeste $70^{\circ}18'41.2914''$ tiene línea de vista con el Cerro Intiorko 882 m.s.n.m.

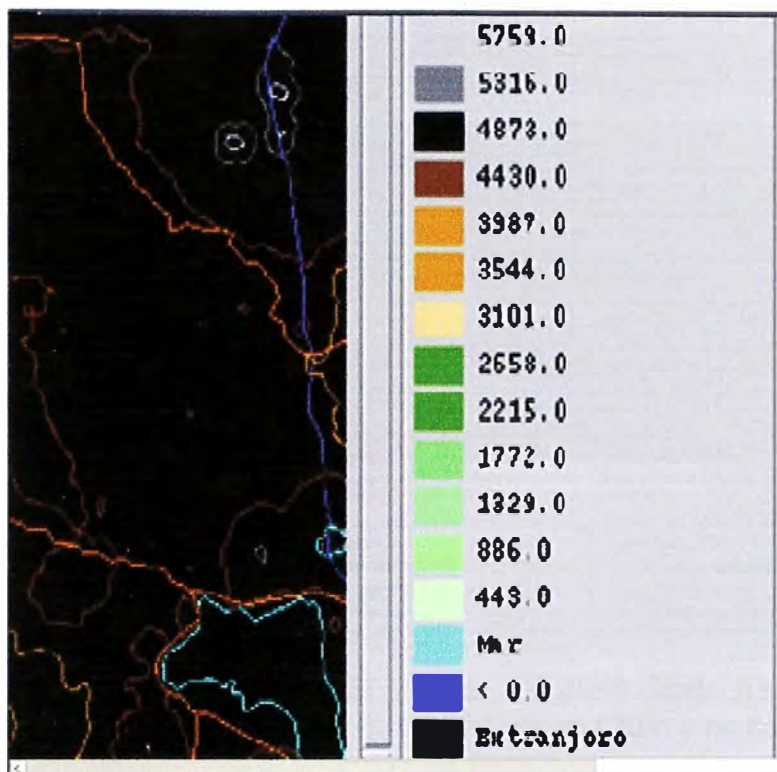


Figura 6.14.- Leyenda de alturas por colores

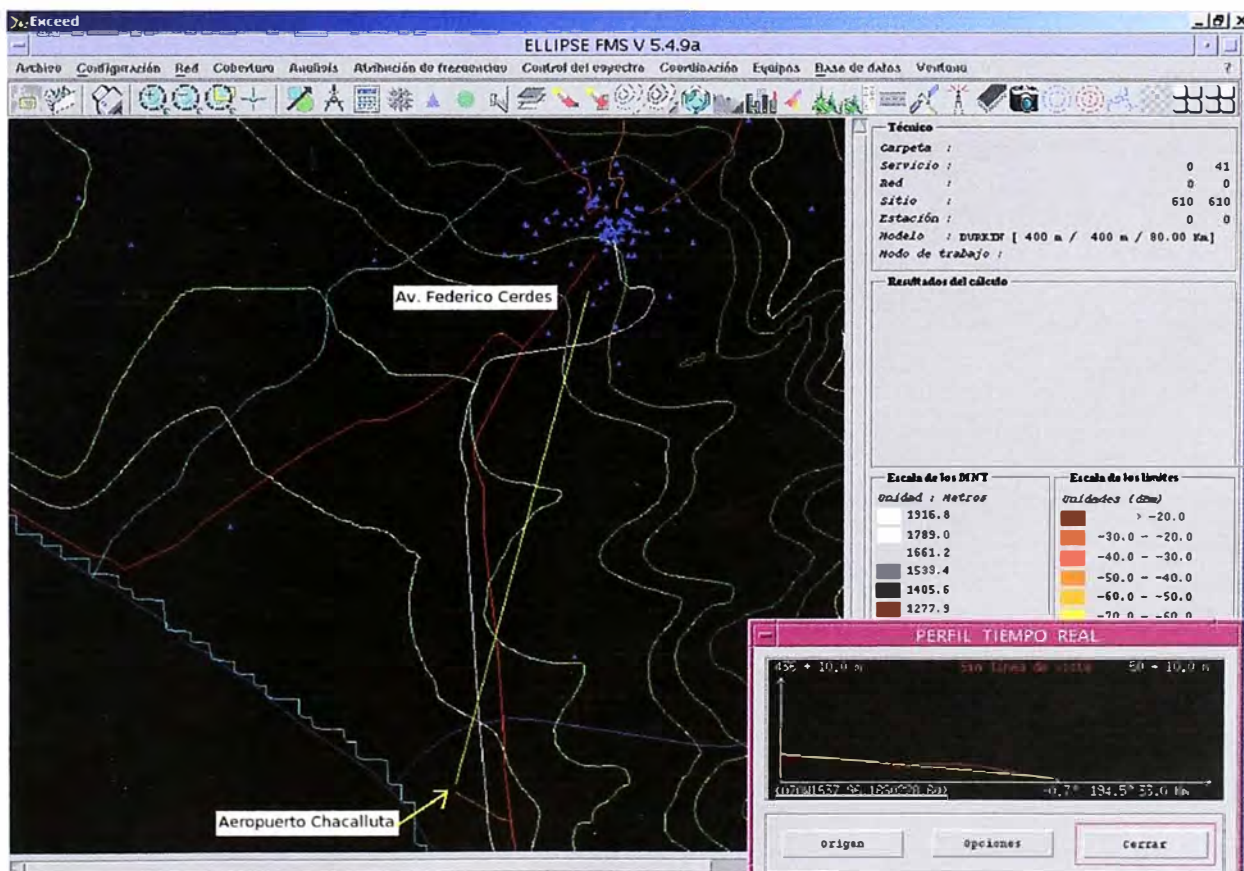


Figura 6.15.- Perfil (Ellipse Técnico) desde Av. Federico Cerdes en la ciudad de Tacna hasta el Aeropuerto de Chacalluta en Chile y se observa que no hay línea de vista.



Figura 6.16.- Amplificación imagen Perfil (Ellipse Técnico) desde Av. Federico Cerdes en la ciudad de Tacna hasta el Aeropuerto de Chacalluta en Chile y no hay línea de vista.

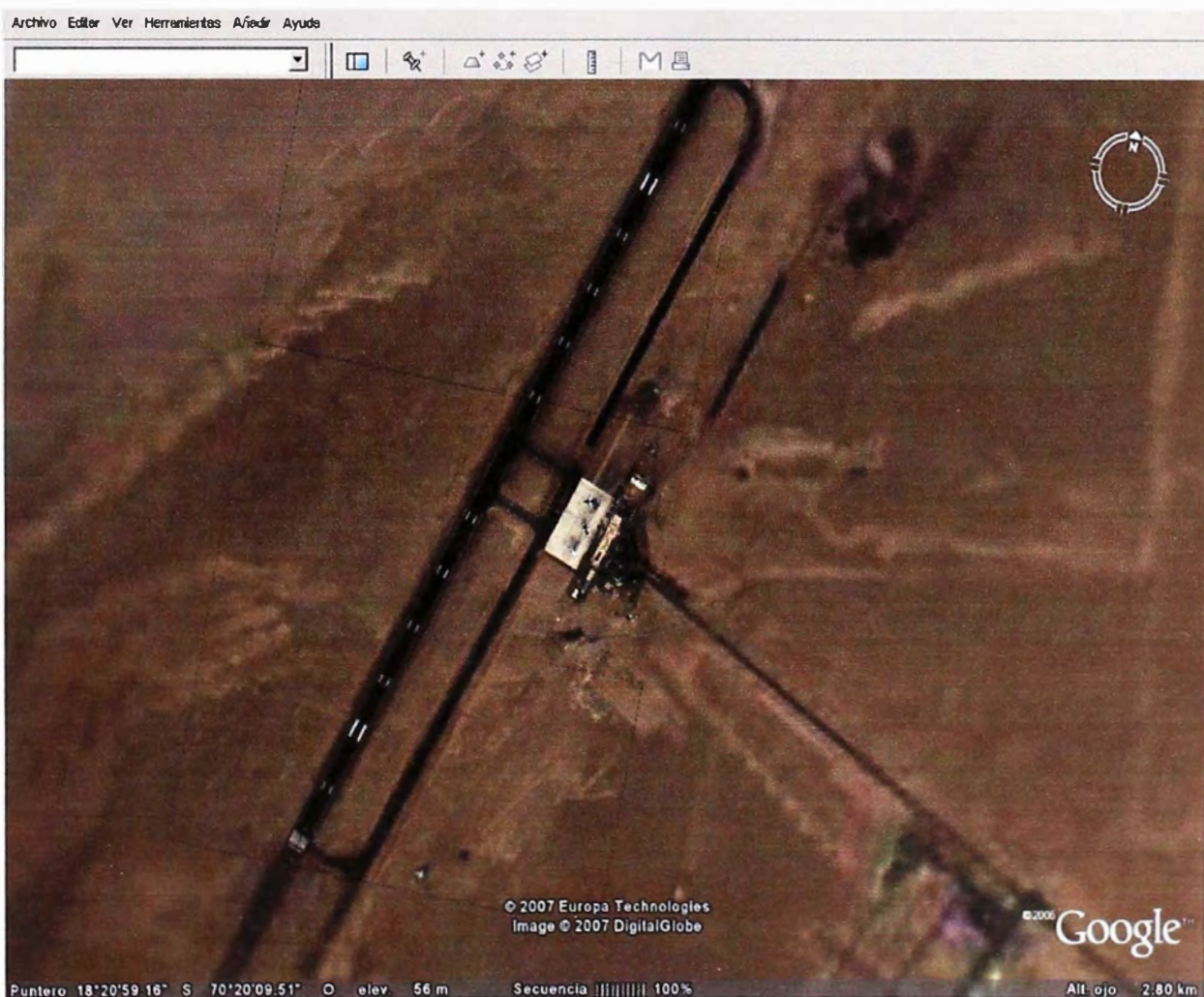


Figura 6.17.- Aeropuerto de Chacalluta de Chile (Mapa Google Earth).



Figura 6.18.- Puesto Aduanas peruano Santa Rosa (Mapa Google Earth).

b) Mediciones para Verificación si en territorio peruano existe interferencia por parte de BTS de Chile

Se efectuaron mediciones de campo eléctrico desde el 01 al 04 de abril del año 2007, tanto en el rango 800MHz (Telefónica del Perú) como en 1900MHz (empresa Claro - Perú) utilizando para ello la unidad móvil de monitoreo y tres celulares como detectores de servicio y fueron los siguientes:

Tabla 6.1 Celulares peruanos utilizados como detectores de servicios

N°	Marca	Modelo	Banda	Sistema celular	Empresa
1	Motorola	Motofone F3	800MHz o 1900MHz	GSM	CLARO - Perú
2		V171	800MHz o 1900MHz	GSM	MOVISTAR - Perú
3	Nokia	6230	900MHz	EGSM	CLARO - Perú
			1800MHz o 1900MHz	GSM	

Del monitoreo se observó que solo el operador de la empresa CLARO de Perú opera una BTS (Base Transceiver Station) muy cerca a la frontera $70^{\circ}19'11.00''W$ y $18^{\circ}17'57.60''S$ a solo 600 metros aproximadamente del puesto de Control peruano Santa Rosa ver Figura 6.19 y a 6 Km aproximadamente del aeropuerto de Chacalluta ver figura 6.20.

También existe otra BTS operativa de CLARO de Perú en $70^{\circ}26'32.7''W$ $18^{\circ}16'59.8''S$ en el distrito de los Palos a 13.4 km, la segunda en distancia a la línea fronteriza de la línea de la Concordia, en este distrito recién se detecta la operación de Telefónica del Perú y solo en el rango de 800MHz.

De lo mencionado anteriormente se deduce que la única empresa de celular que podría perturbar las comunicaciones de celular en el aeropuerto chileno de Chacalluta es la empresa Claro – Perú y la banda de transmisión de trabajo es 1930 a 1960 MHz



Figura 6.19.- Distancia entre la BTS de Claro - Perú y el Puesto peruano de Aduanas Santa Rosa.

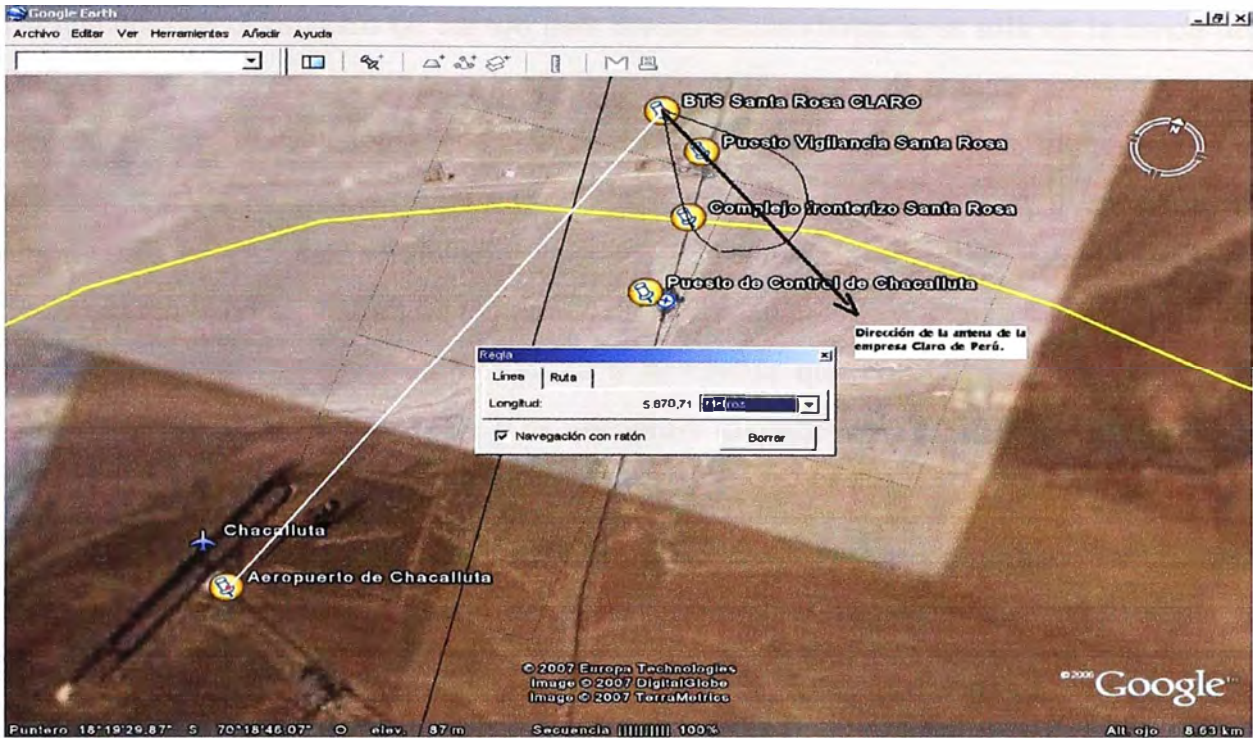


Figura 6.20.- Distancia aeropuerto chileno Chacalluta y la BTS Claro-Perú.

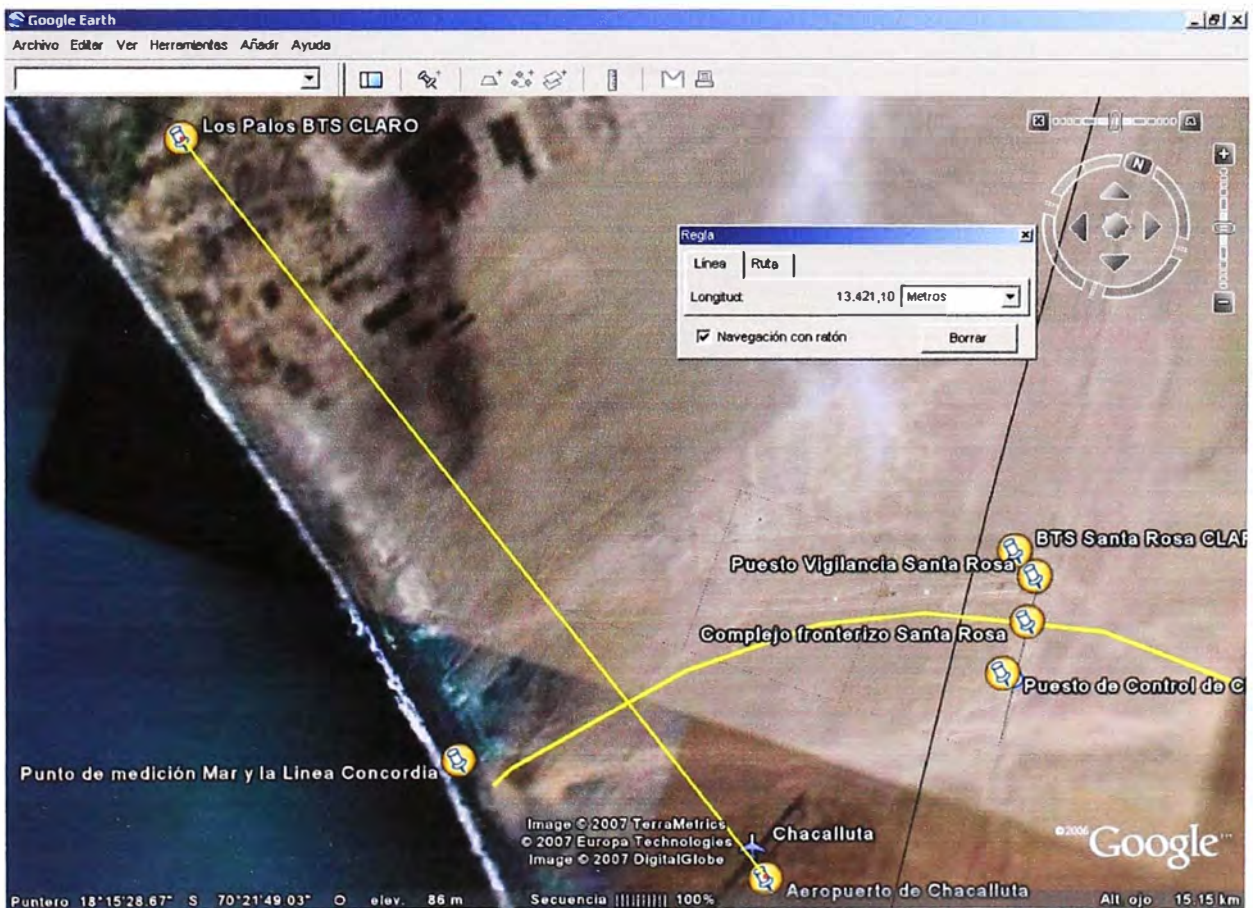


Figura 6.21.- Distancia entre la BTS Los Palos de Claro-Perú y el aeropuerto chileno de Chacalluta.

De manera que el espectro de trabajo para definir la interferencia es solo en la banda del PCS (Personal Communications Service) banda 1900, específicamente en el rango de frecuencias de transmisión de las BTS (Estación Base Terminal) a monitorear que empieza en 1930MHz y termina en 1990MHz esta una banda que esta asignada en el ámbito mundial para este servicio.

Se programó la computadora de monitoreo de la unidad móvil para que efectúe un barrido de frecuencia del espectro de 1930MHz a 1990MHz que corresponde a un rango de frecuencia de trabajo de 60 MHz y se encuentra dividido en 12 partes de 5 MHz cada sección. La imagen que genera la computadora es la que se muestra en la Figura 6.22. El eje horizontal se encuentra en unidades de MHz, el eje vertical en unidades de tiempo (hora minuto y segundo) y el color del rastro que deja la emisión radioeléctrica, indica el nivel de voltaje eléctrico en dBuV. También indica las coordenadas geográficas en que se inicia las mediciones

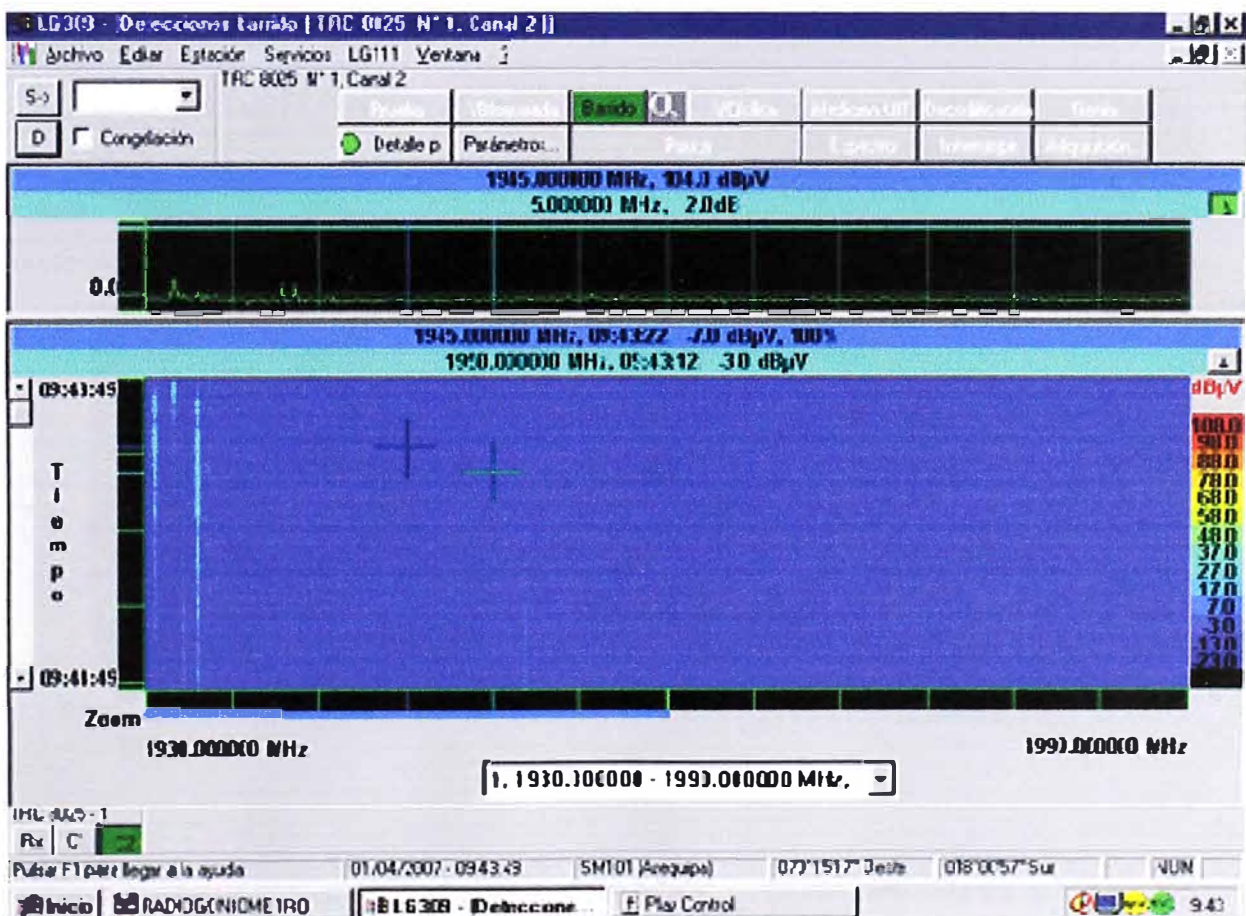


Figura 6.22.- La imagen registra mediciones en movimiento dentro de la ciudad de Tacna y solo se observa que las frecuencias utilizadas por Claro-Perú solo ocupan los primeros 3 MHz o sea 5% del total de la banda asignada para PCS a nivel mundial.

Luego se fueron haciendo más mediciones en ruta con el fin de llegar a la misma Línea de la Frontera con el país de Chile llamada Línea de la Concordia. En la Figura 6.23 se muestra la imagen del registro de las mediciones efectuado por la computadora de monitoreo móvil medido y en la parte inferior se observa pocas líneas (rastros de señal en el tiempo) por que las mediciones son dentro de la ciudad de Tacna y pertenecen a la empresa Claro Perú (5% del espectro de 1930 a 1960 MHz), sin embargo en la curva que mira hacia la frontera se empieza observar que el espectro se llena de líneas en la parte superior del espectro radioeléctrico y que pertenecen a BTS chilenas y que se encuentra ocupando 57 MHz del espectro asignado para PCS, de tal manera que las empresas de servicio público de Chile ocupan el 95% del espectro asignado de 60 MHz asignado para PCS (1930 a 1960 MHz).

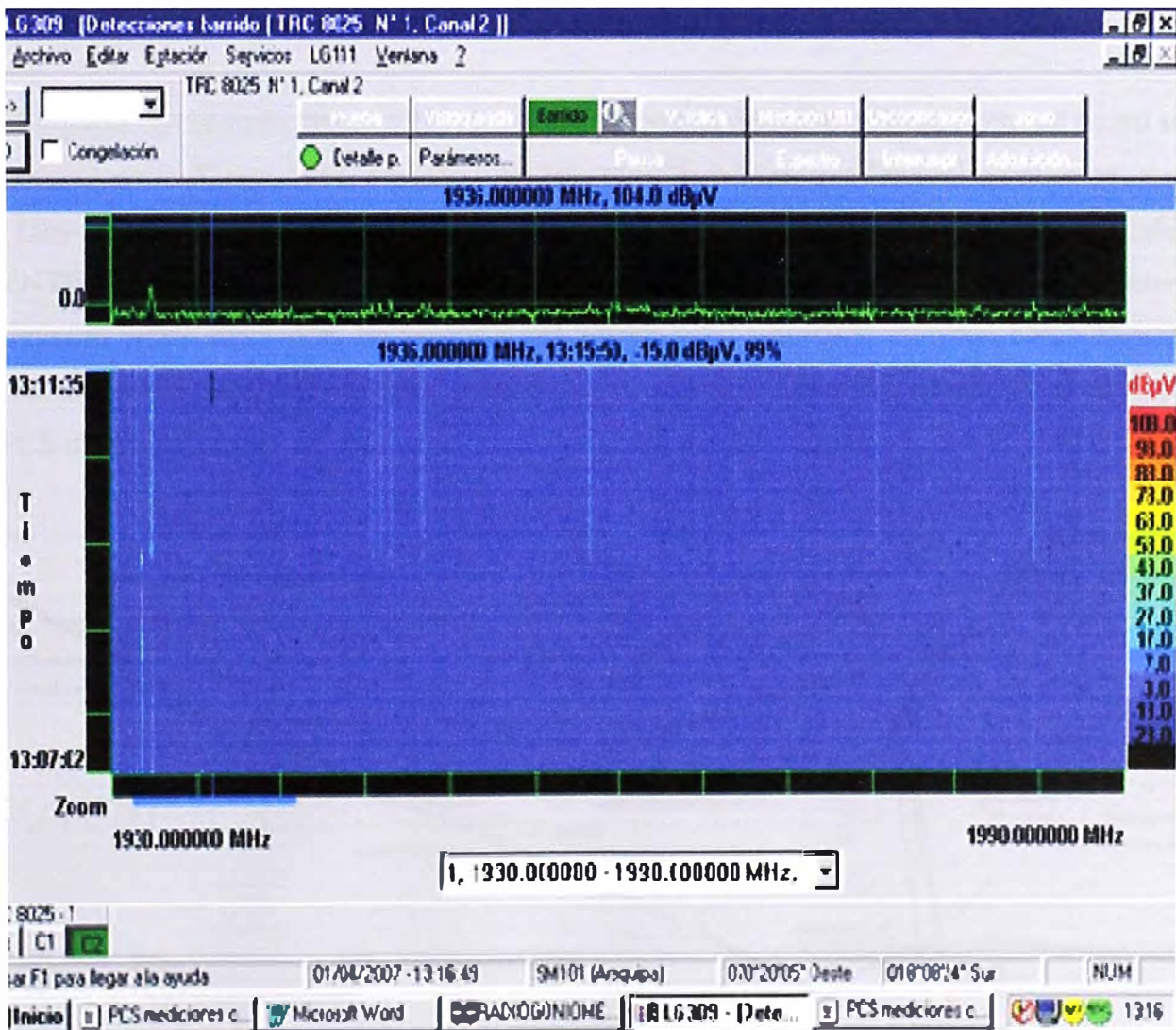


Figura 6.23. - Registro de mediciones que muestra la ocupación del espectro radioeléctrico peruano por BTS Chilenas.



Figura 6.24.- Equipo de abonado utilizado como detector de servicio

El equipo de abonado Nokia 6230 detectó en el puesto de aduana Santa Rosa, tal como se observa en la Figura 6.24, no solo a la empresa Claro-Perú que lleva el nombre antiguo (TIM-PERÚ), sino que detectó a tres (3) redes más de origen chileno: Movistar de Chile, ENTEL PCS y CHL 03. Los celulares peruanos mencionados en la Tabla 6.1 y que fueron llevados como detectores de servicio registraron a las empresas chilenas como nuevas redes a la cual podríamos acceder si hubiéramos estado abonados: al servicio PCS chileno.



Figura 6.25.- Saliendo de la ciudad de Tacna hasta antes de la curva no se observa señales de BTS chilenas. Después de la curva a la altura de la Estación El Hospicio, recién se observan las señales de las BTS chilenas.



Figura 6.26.- Horizonte hacia la frontera muestra una zona plana.

En la Figura 6.27 se muestra la ubicación del Complejo Peruano Fronterizo Santa Rosa ubicado $70^{\circ}18'52.62''W$ y $18^{\circ}18'26.73''S$ muy cerca a la línea de la frontera llamada Línea de la Concordia y la distancia entre el Puesto de Aduanas Santa Rosa o puesto de vigilancia fronterizo y la línea antes mencionada es de 700 metros aproximadamente.

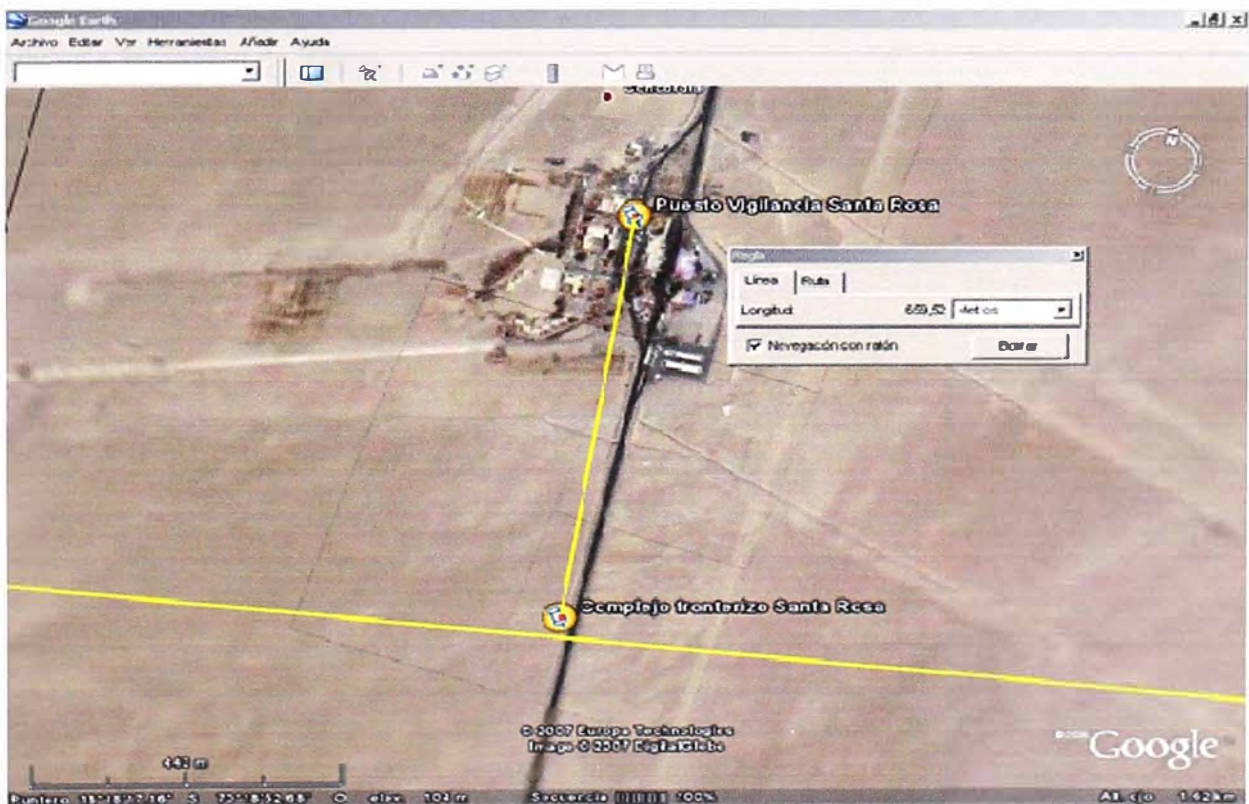


Figura 6.27.- Distancia entre el puesto de aduanas Santa Rosa y la Línea de la Concordia (línea fronteriza Perú – Chile).



Figura 6.28.- Al fondo se observa el Complejo Fronterizo de Santa Rosa. También se muestra a la unidad móvil del MTC efectuando mediciones.

Luego se revisó la posición de las antenas de la BTS de la empresa CLARO DE PERU y se observó que las antenas no están dirigidas al territorio chileno sino dirigido al puesto de aduanas vigilancia peruano Santa Rosa y las otras antena están dirigido hacia la carretera que va a la ciudad de Tacna.

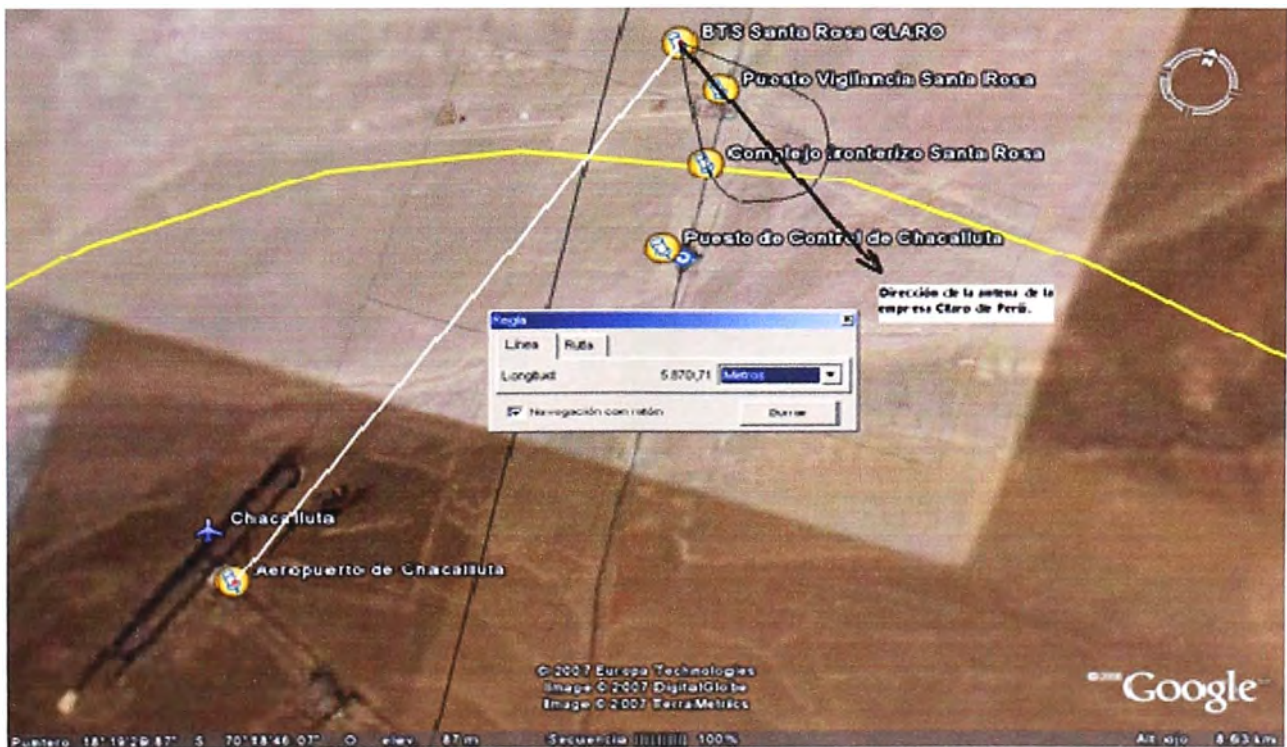


Figura 6.29.- Direccionalidad de la antena de la empresa Claro – Perú.



Figura 6.30.- Antenas tipo panel con un ancho de haz de 60° aproximadamente y con un apuntamiento hacia el puesto de aduana y vigilancia Santa Rosa



Figura 6.31.- Antenas que apuntan hacia la carretera que va a la ciudad de Tacna.

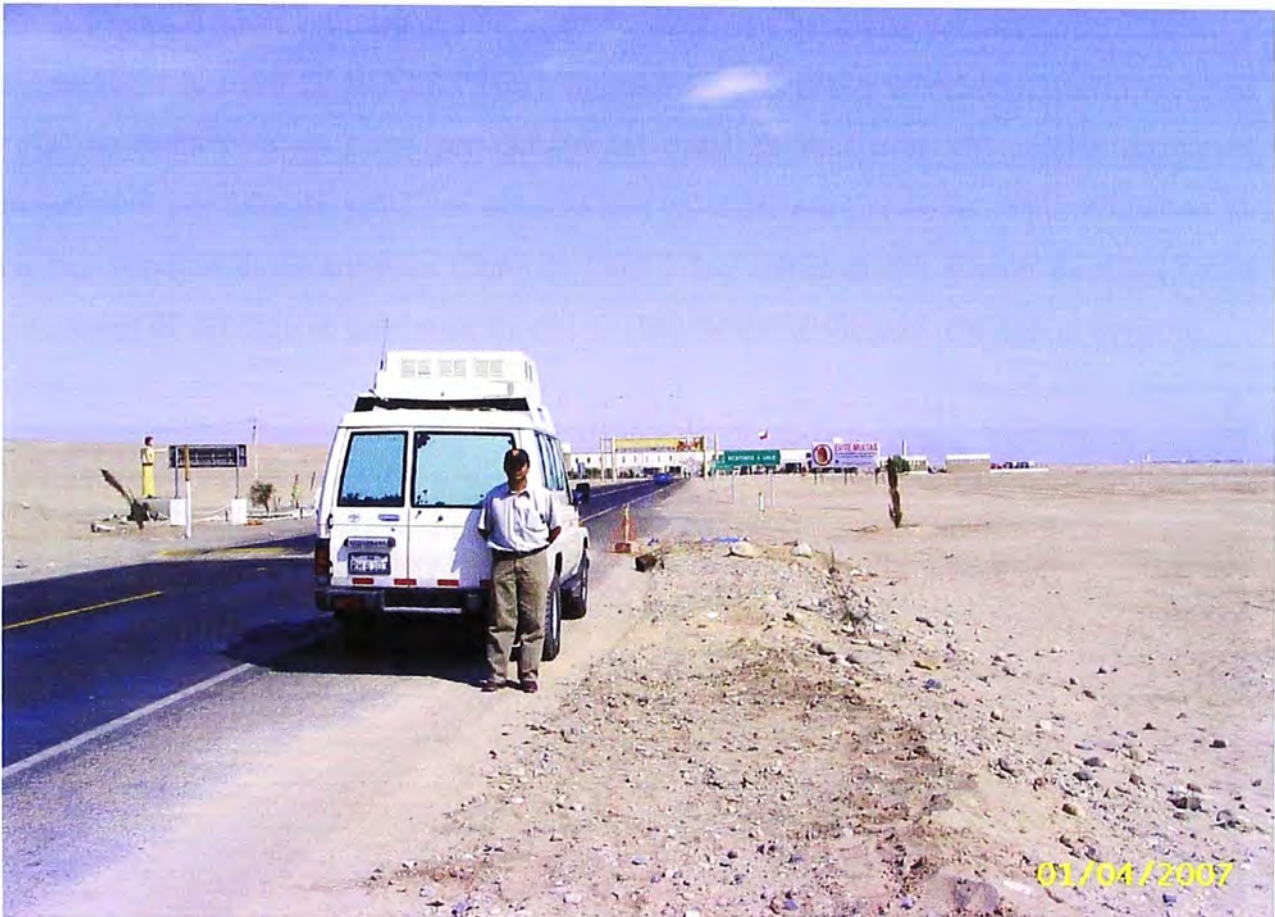


Figura 6.32.- Mediciones en la Línea de la Concordia y al fondo se observa el Puesto de Control chileno de Chacalluta.



Figura 6.33.- Al fondo se observa el puesto de control aduanero chileno de Chacalluta

En la Figura 6.33 se muestra el Puesto de Control de Chacalluta del Gobierno Chileno y en ese lugar la señal de la BTS Claro - Santa Rosa de Perú, y se observa que el nivel de señal se reduce a un nivel por debajo del nivel de recepción del celular quedando inoperativo por falta de señal, se observa que en el mismo puesto de control chileno ya no hay servicio de la empresa Claro de Perú y los celulares que fueron llevados como detectores de servicio se quedaron sin red no detectaban servicio ni chileno ni peruano.

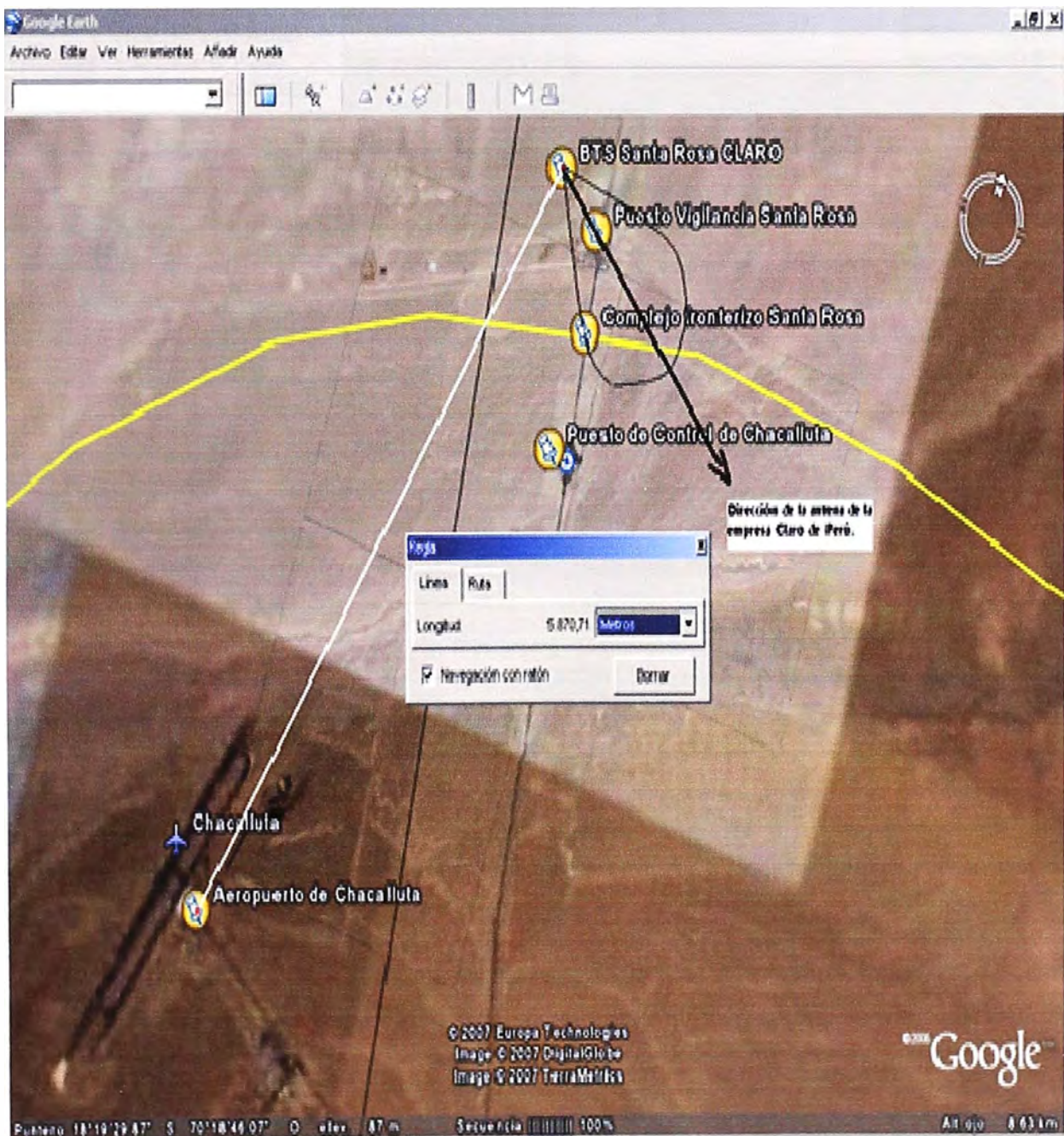


Figura 6.34.- Distancia entre la BTS Santa Rosa y el Aeropuerto Chacalluta: 6Km aproximadamente.

En la Figura 6.35 se muestra las mediciones en la Línea de la Concordia y el Complejo fronterizo Santa Rosa en la banda de 1930MHz a 1990MHz en la cual se observa la gran cantidad de emisiones chilenas que se encuentran operando en la banda del sistema PCS.

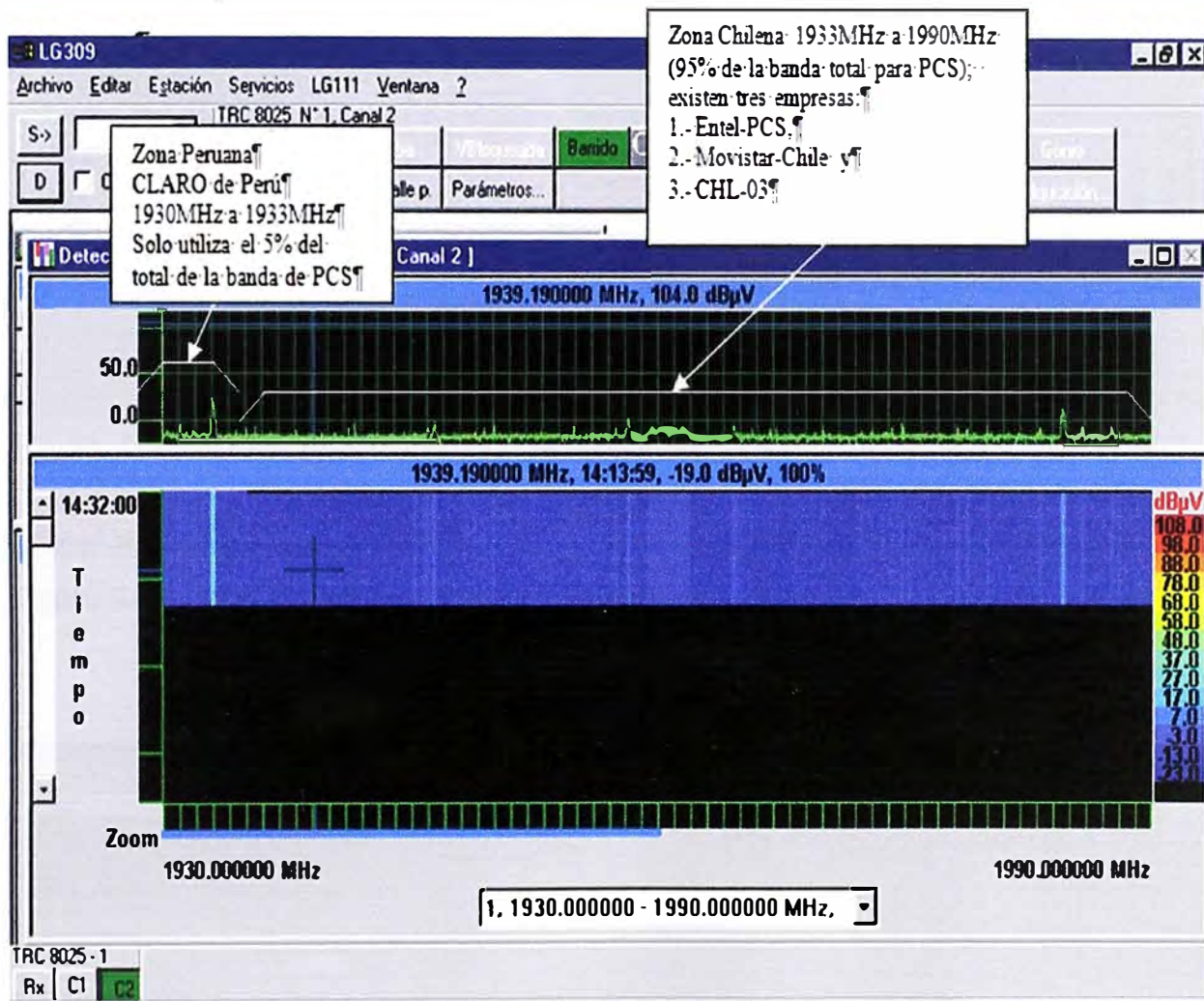


Figura 6.35.- Mediciones en la Línea de La Concordia.

La banda total asignada a nivel mundial para sistema PCS es de 60 MHz y empieza en 1930MHz y termina en 1990MHz. En esta gráfica se observa que solo el 5% de la banda de PCS está operando la empresa CLARO de Perú y el 95% de la banda de PCS se encuentra utilizada por tres empresas de Chile: Entel-PCS, Movistar de Chile y CHL-03

En la Figura 6.36 se muestra las mediciones a lo largo de la Línea de la Concordia hacia el mar nivel de voltaje eléctrico medido cerca al mar y la Línea de la Concordia y se observa que el voltaje en esta zona es muy bajo y este punto de medición dista 4.5 Km del aeropuerto de Chacalluta y no hay servicio PCS ni chileno ni peruano

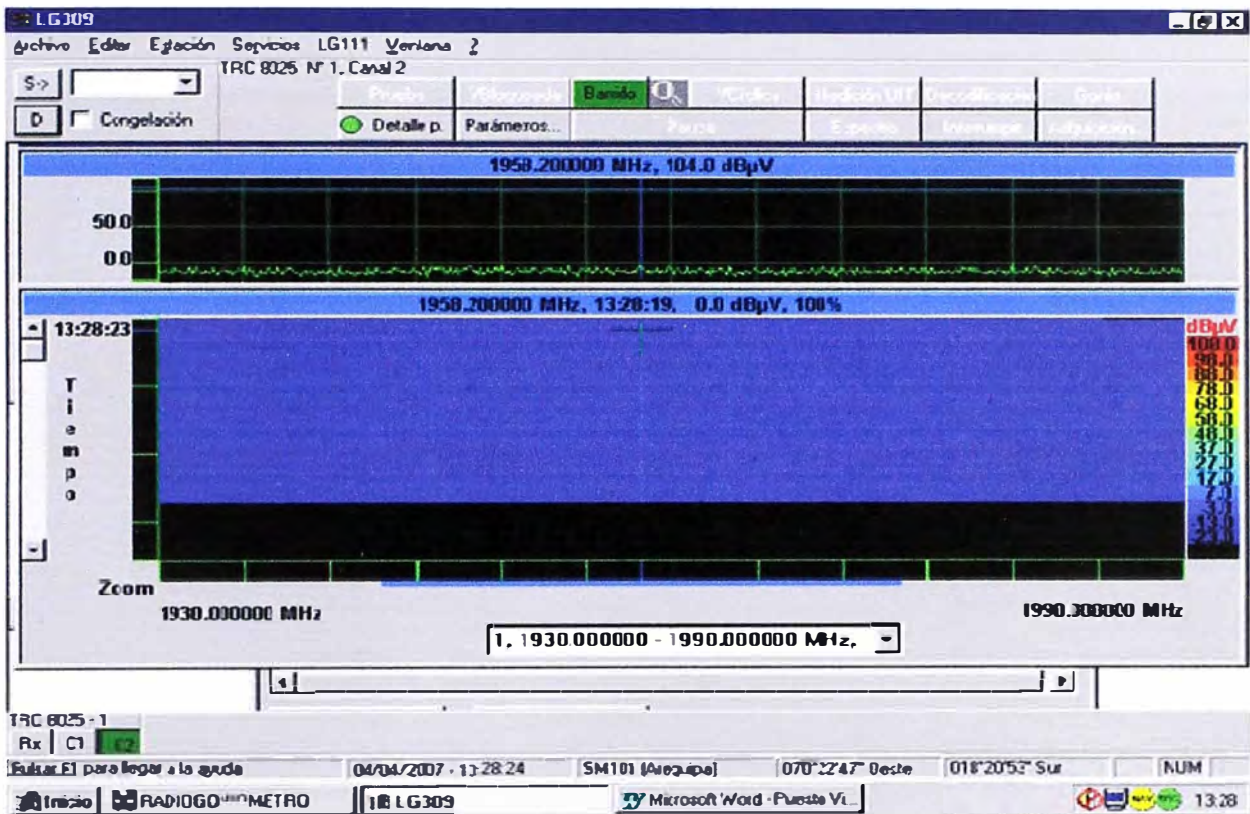


Figura 6.36.- Mediciones de señales RF en dBuV en la Línea de la Concordia y la playa.

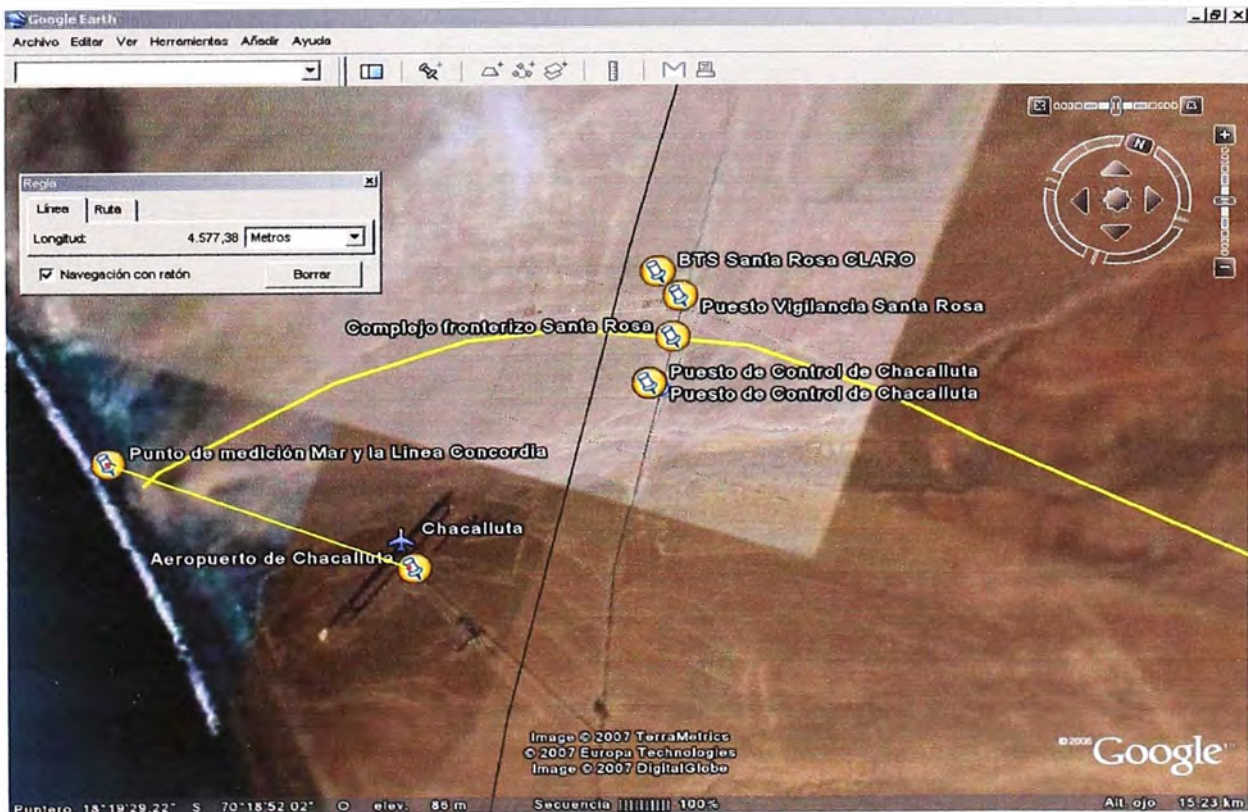


Figura 6.37.- Distancia entre el aeropuerto de Chacalluta y el punto de medición.

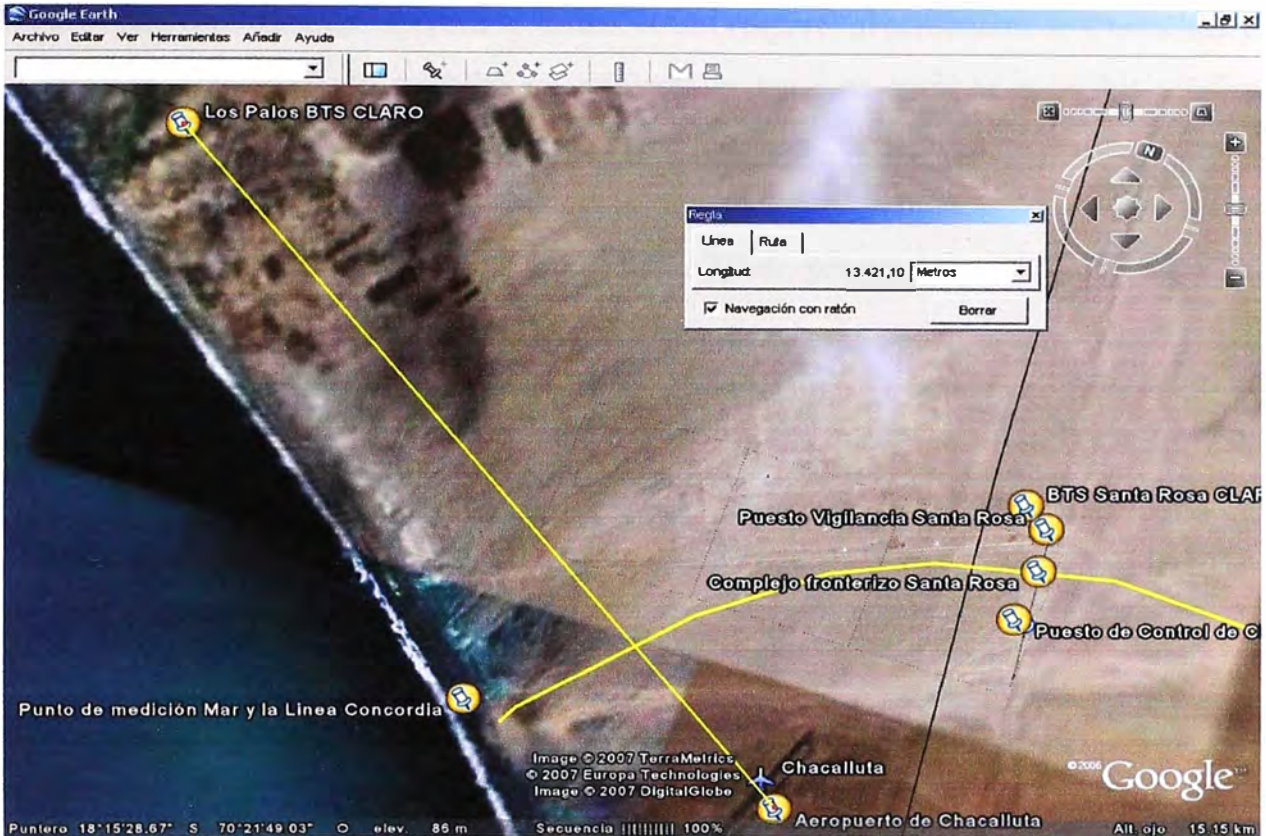


Figura 6.38.-- Distancia entre la BTS Los Palos de la empresa CLARO y el aeropuerto de Chacalluta.

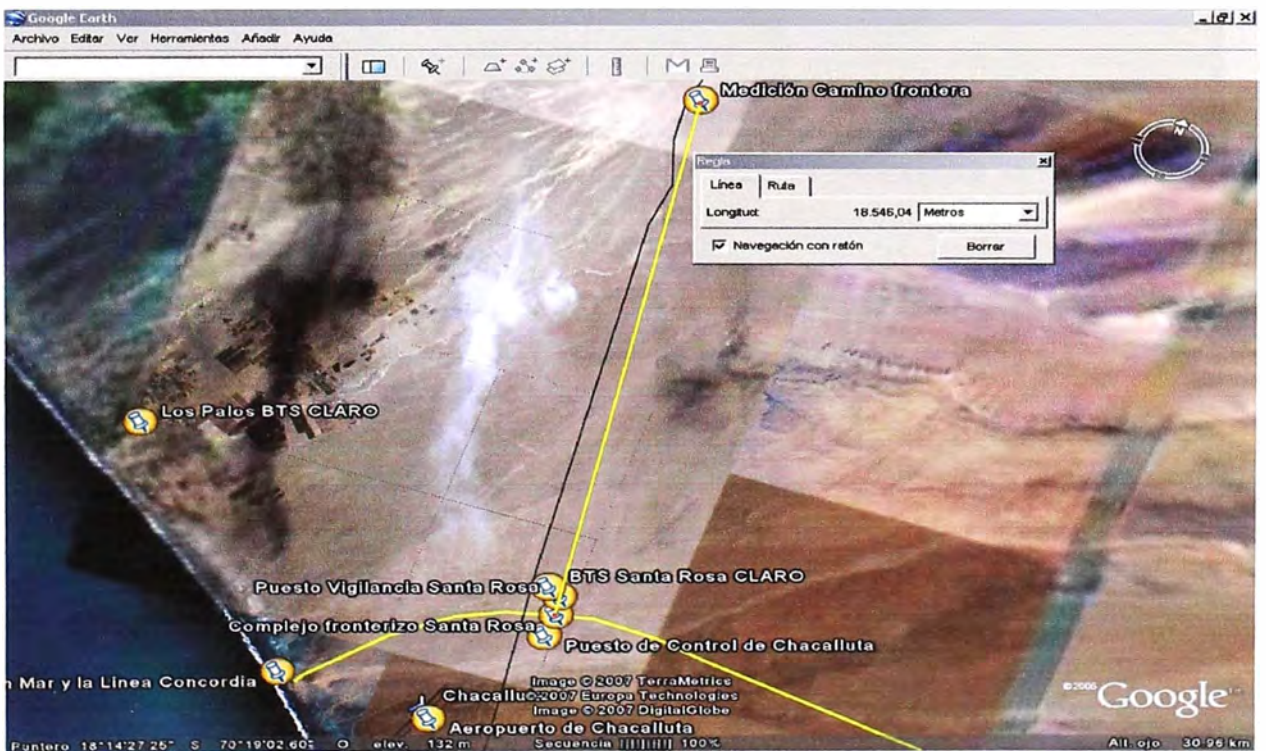


Figura 6.39.-- Distancia al punto de medición donde se detectan señales de BTS chilenas y que son detectadas por los celulares a los cuales pueden darle servicio si estuvieran abonados.

En la Figura 6.38 se puede apreciar la distancia con respecto al aeropuerto de Chacalluta y el poblado Los Palos sin embargo en este último lugar se empieza a recibir señales chilenas y que estarían disponibles para acceder al servicio PCS de Chile si estuviéramos abonados.

En la Figura 6.39 se muestra la distancia hasta donde penetran las BTS chilenas y es alrededor de 18 km de la línea fronteriza

Se hicieron mediciones con los detectores de servicio en territorio chileno para medir la cobertura de la BTS Santa Rosa de la empresa CLARO de Perú y el día 06/Abril/2007 se efectuaron más mediciones en el lado Chileno y se observó que a partir del Puesto de Control Chileno de Chacalluta los celulares peruanos Motofone F3, el V171 y el 6230 se quedan sin servicio porque la señal de CLARO de Perú no ingresa a territorio chileno a 800 metros de la línea fronteriza.

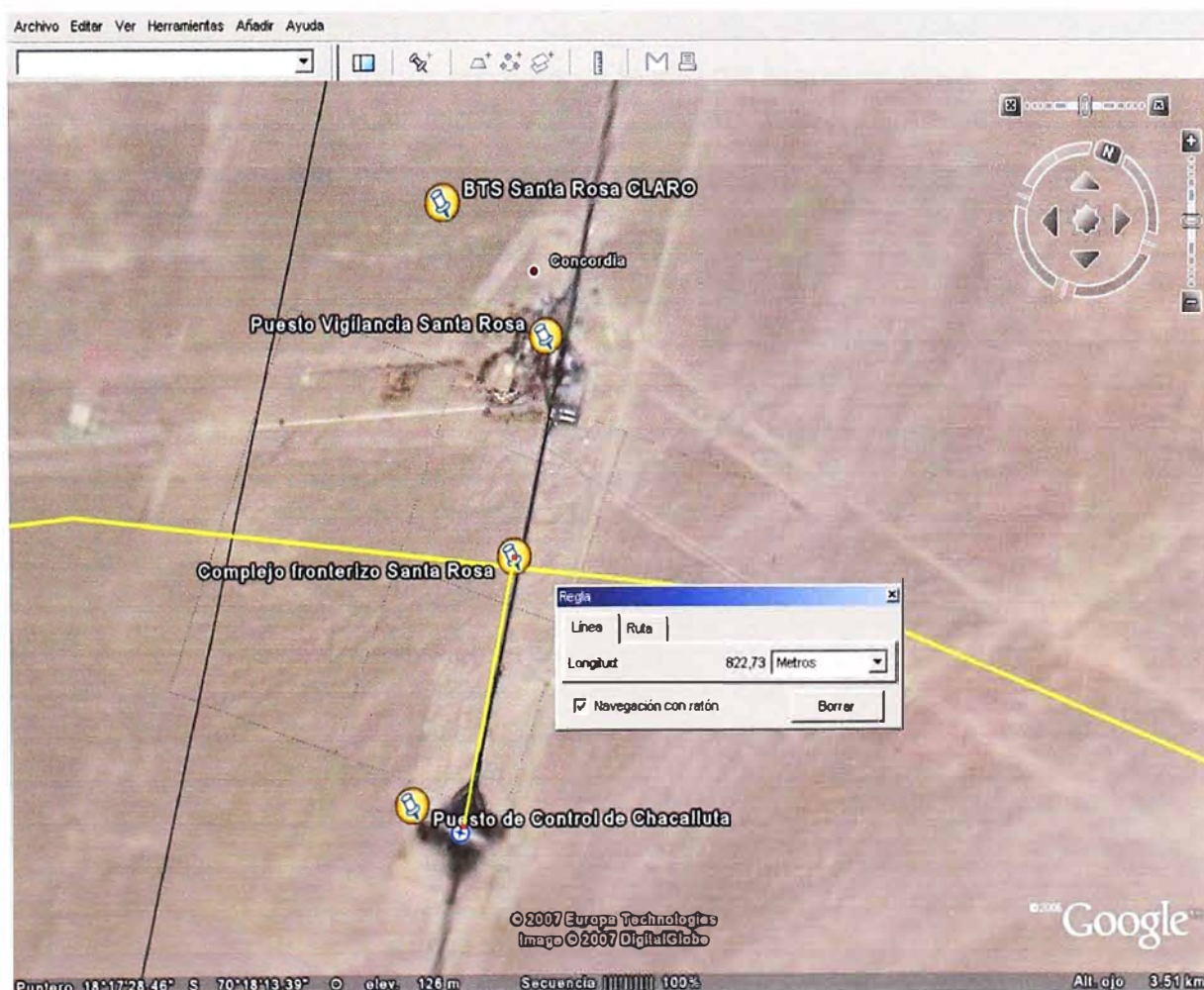


Figura 6.40.- En esta imagen se muestra la distancia La línea fronteriza de La Concordia y el Puesto de Control de Chacalluta.



Figura 6.41.-Antenas de varios servicios en lo alto del Morro de Arica.



Figura 6.42.-Vista desde el Morro de Arica, al fondo detrás de la colina se encuentra la ciudad de Tacna.

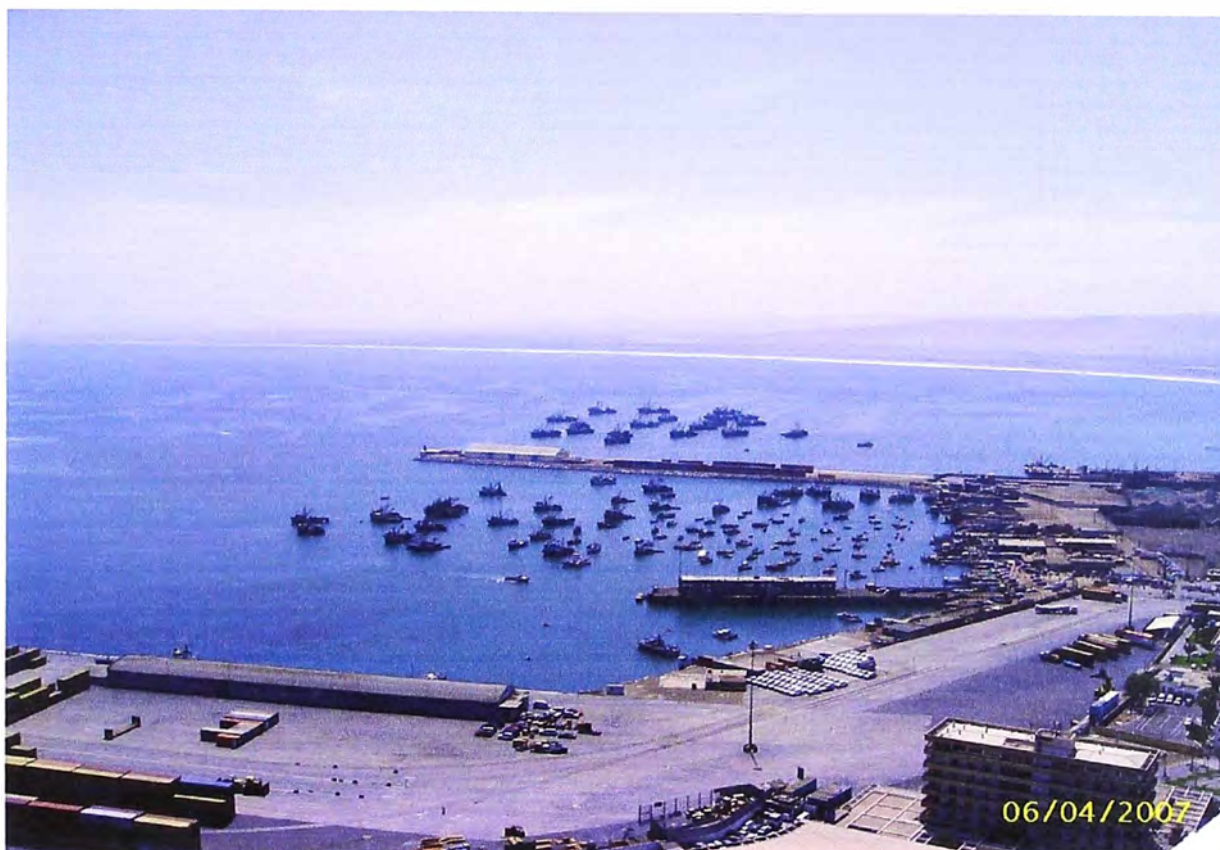


Figura 6.43.- Vista desde el Morro de Arica, al fondo y hacia la izquierda está la parte de playa de Tacna, tales como Los Palos y la Yarada.



Figura 6.44.- Vista superior del Morro de Arica, se observa antenas de distintos servicios de telecomunicaciones.



Figura 6.45.- Vista superior del Morro de Arica, se observa la instalación de antenas de varios servicios de telecomunicaciones.



Figura 6.46.- Vista desde el Morro de Arica se observa que no solo hay línea de vista a las playas de Tacna sino hasta el puerto de Ilo en el Departamento de Moquegua.



Figura 6.47.-Vista del Morro de Arica.

El Resultado de Labor 1 y de acuerdo a las mediciones efectuadas, se ha observado que el 95% del espectro asignado para las BTS del servicio PCS de 1930MHz a 1990MHz, está siendo utilizado por empresas chilenas y solo el 5% por la empresa CLARO de Perú.

6.3 LABOR 2 (Porcentaje de Tiempo)

Estando en el Puesto de Aduana Santa Rosa, se procedió a verificar el tipo de red a la cual se conectan los celulares y todo ellos se engancharon a las celdas chilenas esto fue observado en cada equipo al revisar la red a la cual se había conectado. Resultado: 0%

6.4 LABOR 3 (Área interferida)

En la zona fronteriza se observa que el 95% del rango de frecuencia 1930 a 1990 MHz, es utilizado por las estaciones chilenas y el 5% utilizado por Perú. También se observó que mientras la señal de las BTS de empresas chilenas ingresa a territorio peruano hasta 18 km más allá de la frontera. La BTS Santa Rosa de Perú no pone campo eléctrico a 800 metros en el puesto de control chileno de aduana de Chacalluta. El sistema de transmisión de la empresa CLARO no está diseñado para ingresar a territorio chileno debido a que la BTS Santa Rosa de Claro, porque sus antenas solo apuntan al puesto aduanero peruano de Santa Rosa y la BTS de los Palos a 14 km de la frontera (ver Figura 6.48) apunta hacia la

carretera Panamericana Sur en territorio peruano. Resultado: No existe un área interferida en territorio chileno.

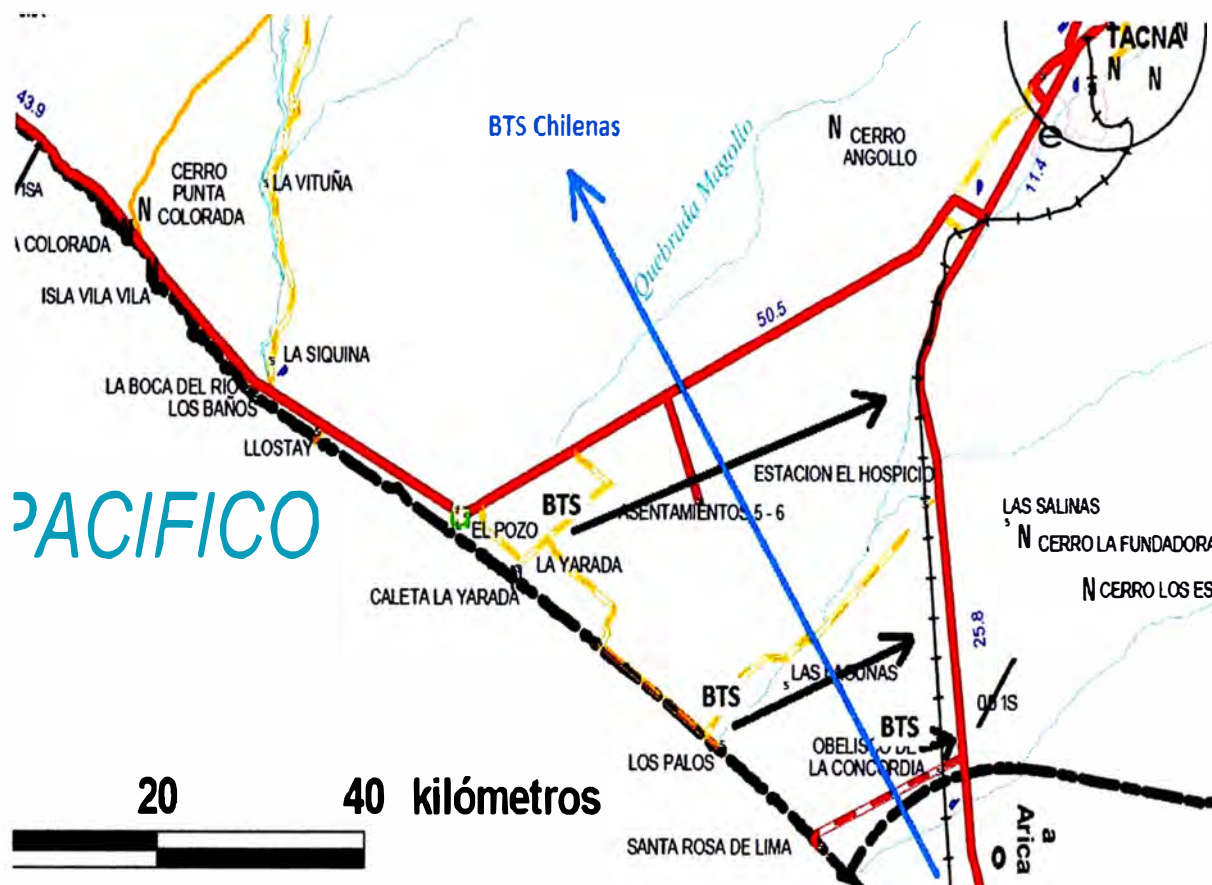


Figura 6.48 Muestra la dirección en que apuntan las antenas chilenas (flecha de color celeste) y peruanas (flecha color negro)

6.5 LABOR 4 (Emisor)

Con el monitoreo realizado desde el Puesto de Aduanas de Santa Rosa hasta el Morro de Arica, no se detectó interferencia a los celulares chilenos. Resultado: No existe transmisor peruano interferente.

6.6 LABOR 5 (Tipo)

Con el monitoreo realizado desde el Puesto de Aduanas de Santa Rosa hasta el Morro de Arica, no se detectó interferencia a los celulares. Resultado: No existe ningún tipo de interferencia.

6.7 LABOR 6 (Calificación)

Con el monitoreo realizado desde el Puesto de Aduanas de Santa Rosa hasta el Morro de Arica, no se detectó interferencia a los celulares. Resultado: No existe señal RF interferente al cual se pueda calificar.

6.8 LABOR 7 (Resultado)

Con el monitoreo realizado desde el Puesto de Aduanas de Santa Rosa hasta el Morro de Arica, no se detectó interferencia a los celulares. También se realizó monitoreo en el lado peruano y se observó que existe una invasión de señales chilenas con servicio hasta 18 km en y bajo ciertas condiciones puede llegar hasta 60 km en territorio peruano. Resultado: No existe interferencia a los celulares chilenos. Por el contrario existe una invasión en el territorio peruano del servicio de telefonía chileno.

6.9 LABOR 8 (Solución)

Debido a que no se encontró interferencia a los celulares chilenos, no existe un problema al cual se deba dar una solución. Sin embargo se observó una invasión de señales chilenas en territorio peruano. Actualmente no existe una norma o acuerdo que regule el nivel máximo de campo eléctrico que puede ingresar al país vecino y se hace necesario se realicen los estudios que conduzca a un acuerdo internacional con respecto al nivel máximo de campo eléctrico y distancia de la frontera que puede ingresar una señal radioeléctrica del país vecino.

CONCLUSIÓN

Se ejecutaron todos los parámetros para atender una interferencia radioeléctrica mencionada en el Capítulo V, determinándose que no existe interferencia a equipos de abonado del Teleservicio Público en el Servicio de Comunicaciones Personales (PCS), ubicados en el aeropuerto de Chacalluta por parte de BTS (Base Transceiver Station) peruanas y el único transmisor más cercano a la frontera proviene de la BTS peruana Santa Rosa de la empresa Claro, sin embargo debido a que utiliza antenas direccionales, el nivel de campo eléctrico solo está dirigido a territorio peruano y no invade territorio chileno.

De las mediciones efectuadas se observa que las señales del Teleservicio Público en el Servicio de Comunicaciones Personales (PCS), proveniente de las BTS chilenas, ingresan hasta 18 km en territorio peruano. Este problema está en estudio en el MTC con el fin de efectuar un acuerdo binacional que regule el campo eléctrico en la zona de frontera.

Si persistiera problemas de comunicación de los celulares de abonado en territorio chileno, entonces la queja es por mal servicio y debería estar dirigido a la empresa al cual pertenece el equipo de abonado (celular) y también al organismo que regula el funcionamiento de las empresas de servicio público de telefonía móvil de Chile, como es la SUBSECRETARIA DE TELECOMUNICACIONES del Gobierno de Chile y que tiene página web: <http://www.subtel.cl>, además en la sección CONSUMIDORES de dicha página web se encuentra todo el proceso para efectuar un reclamo al cual tiene derecho todo ciudadano chileno por ser abonado a un servicio de telecomunicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Oficina de Radiocomunicaciones, “Manual Comprobación Técnica de Espectro”,
- [2]. Unión Internacional de Telecomunicaciones, Edición 2002.
<http://www.itu.int/publ/R-HDB-23/es>
- [3]. Oficina de Radiocomunicaciones, “Manual Gestión Nacional del Espectro”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, Edición 1995.
<http://www.itu.int/publ/R-HDB-21/es>
- [4]. Oficina de Radiocomunicaciones “Recomendaciones de la UIT-R” Edición 2004
<http://www.itu.int/publ/R-REC/es>
- [5]. Oficina de Radiocomunicaciones, “Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT” - <http://www.itu.int/publ/R-REG-RR-2004/es>
- [6]. Normas Legales del sector comunicaciones del MTC
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/normaslegales2.html>
- [7]. Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones
http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/basicadetelecomuni/TUO_Ley_de_Telecomunicaciones.pdf
- [8]. Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones
http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/DS_020_2007_MTC_Nuevo_TUO_Telecomunicaciones0001.pdf
- [9]. Plan Nacional de Atribución de Frecuencia de Perú - PNAF), aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005 –MTC/03
http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/pnaf_act_feb08.pdf
- [10]. Thales Communications:
<http://www.thalesgroup.com/>
- [11]. <http://www.thales-c4isr-solutions.com/subdomain-Spectrum+monitoring-29.php>
- [12]. Ministerio de Transportes y Comunicaciones:
<http://www.mtc.gob.pe/portal/inicio.html>
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/control/sistemanacional.htm>

- [13]. Unión Internacional de Telecomunicaciones:
<http://www.itu.int/en/pages/default.aspx>

- [14]. Rohde & Schwarz:
<http://www2.rohde-schwarz.com/>
http://www.rohde-schwarz.com/spectrum_monitoring_management/

- [15]. TADIRAN Electronic Systems Ltd.:
<http://www.tadsys.com/>
http://www.tadsys.com/spectr_s.htm

- [16]. TCI International, Inc. (TCI):
<http://www.tcibr.com/>
<http://www.tcibr.com/spectrum-monitoring-systems.html>

- [17]. Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) 2001