



*Universidad Nacional*  
*"Pedro Ruiz Gallo"*



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA PARA  
SUPERVISAR LA RED HIDROMETEOROLÓGICA  
DEL PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES**

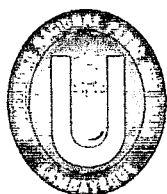
**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:  
CHAPOÑAN GUERRERO CRISTIAN ALEXANDER  
VIDAURRE TUÑOQUE DEYSI LILIANA**

**ASESOR:**  
**Ing. CARLOS OBLITAS VERA**

*Lambayeque - Perú*  
*2016*



**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA PARA SUPERVISAR LA RED  
HIDROMETEOROLÓGICA DEL PROYECTO ESPECIAL OLMOS  
TINAJONES**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero electrónico presentado por  
los bachilleres:

**Chapoñan Guerrero Cristian Alexander**  
**Vidaurre Tuñoque Deysi Liliana**


**ASESOR: Ing. Carlos Oblitas Vera**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**  
**2016**

**TESIS PROFESIONAL SUSTENTADA POR:**  
**Bach. Chapoñan Guerrero Cristian Alexander**  
**Bach. Vidaurre Tuñoque Deysi Liliana**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**ACEPTADA POR LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**ELECTRÓNICA**

---

**Ing. Manuel Ramírez Castro**  
**Presidente**

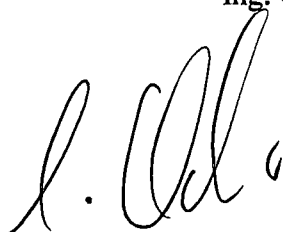
---

**Ing. Francisco Segura Altamirano**  
**Secretario**

---

**Ing. Oscar Romero Cortez**  
**Vocal**

---

**Ing. Carlos Oblitas Vera**  
**Asesor**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**  
**2016**

**AUTORES:**

A stylized, handwritten signature in black ink, featuring a large, sweeping 'C' and 'A' that cross each other multiple times.

---

Chapoñan Guerrero Cristian Alexander  
Bachiller

A handwritten signature in black ink, with a large, elegant 'V' and 'T' that are highly stylized and interconnected.

---

Vidaurre Tuñoque Deysi Liliana  
Bachiller

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Rosa por su abnegado  
e incondicional apoyo a lo largo de mi vida  
y por inculcarme a lo largo de esta, el amor al estudio.

**Cristian.**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y  
guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los  
momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de  
aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mi madre Juana y a mis hermanos, que en cada  
momento de mi vida supieron comprenderme y brindarme  
su apoyo y amor incondicional.

**Liliana.**

A nuestro asesor, Ing. Carlos Oblitas Vera  
quien siempre se mostró dispuesto  
a brindarnos la orientación  
y ayuda que necesitamos.

## ***DEDICATORIA***

A Dios nuestro señor, quien nos guía y  
protege en todo momento de nuestra vida,  
porque ha estado conmigo en cada paso que  
doy, cuidándome y dándome fortaleza para  
continuar adelante.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio  
en todos estos años, gracias a ellos he logrado  
llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

## **RESUMEN**

La Red Hidrometeorológica del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) consta de tres elementos: Estaciones Hidrometeorológicas ubicadas a lo largo de los departamentos de Lambayeque, Piura y Cajamarca; Estaciones de Lagunas por Regular ubicadas a largo y ancho de la cuenca de los ríos Huancabamba, Tabaconas, Manchara y Olmos y la Estación Central de Supervisión en el PEOT-Chiclayo. Estas actualmente no se encuentran interconectadas mediante un sistema que les permita transmitir la información hacia la Estación Central de Supervisión y los datos son obtenidos de manera convencional.

En la presente tesis se diseñó una Red de Telemetría para lograr la interconexión entre las Estaciones de La Red Hidrometeorológica del PEOT.

Se consideró varios factores para el diseño de la Red de Telemetría, se evaluó la alternativa de comunicación más eficiente y se llegó a una solución basada en tecnología UHF y Satelital para la conectividad y se realizó la selección de equipos para permitir el envío automático de la información.

La Red diseñada es capaz de realizar el envío automático de la información comprobado mediante un análisis de ingeniería usando un software de Radio Mobile donde se demostró que es posible la conectividad de la red, el volumen de información a transmitir es de 134.64 K bits.

Se realizó un cálculo del costo total de implementación del sistema de 358 626.90 soles. Concluyendo que la implementación del sistema tiene un costo accesible y es factible la ejecución del presente proyecto.

## ***ABSTRACT***

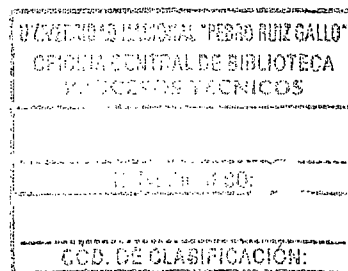
The Hydrometeorological Network Special Project Olmos Tinajones (PEOT) consists of three elements: Hydrometeorological stations located along the departments of Lambayeque, Piura and Cajamarca; Regular Lagunas stations located throughout a basin of Huancabamba, Tabaconas, Manchara and Olmos rivers and Central Station Monitoring in the PEOT - Chiclayo. These are not currently interconnected through a system that allows them to transmit the information to the Central Station Monitoring and data are obtained in conventional manner.

In this thesis he designed a Telemetry Network to achieve the interconnection between network stations Hydrometeorological the PEOT.

Several factors for the design Telemetry Network was considered, evaluated the alternative of more efficient communication and reached a solution based on UHF and satellite technology for connectivity solution and equipment selection was made to allow automatic shipping information.

Network designed is capable of performing he sent automatic information verified by an engineering analysis using software Radio Mobile where it was shown that it is possible to network connectivity, the volume of information to be transmitted is of 134.64 K bits.

A calculation of the total cost of implementing the system was performed 358 626.90 S/. Concluding that the implementation of the system has an affordable and feasible implementation of this project.



## ÍNDICE

RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABLAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Situación Problemática.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Formulación del problema Científico.....	5
1.4. Hipótesis.....	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Justificación e Importancia.....	6
CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO Y ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LA	
RED.....	7
2.1. La banda UHF, comunicaciones móviles y satelitales.....	7
2.1.1. Introducción.....	7
2.1.2. Propagación de ondas.....	8

2.1.3.	Transmisión por ondas de espacio UHF.....	10
2.1.4.	Comunicaciones Satelitales.....	18
2.2.	Procedimiento de Adquisición de la Información.....	20
<b>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE LA RED .....</b>		<b>22</b>
3.1.	Localización de los lugares a Interconectar.....	22
3.2.	Descripción de la zona de influencia.....	22
3.3.	Ubicación Geográfica de las Estaciones.....	27
3.4.	Componentes de las Estaciones.....	30
3.4.1.	Estación Central de Supervisión.....	30
3.4.2.	Estación de Lagunas por Regular.....	32
3.4.3.	Estación de Medición y Supervisión .....	33
3.4.4.	Estación de Medición Hidrometeorológica.....	34
3.4.5.	Estación Repetidora.....	35
3.5.	Medios y transmisión de información.....	36
3.5.1.	Protocolo de comunicación MODBUS.....	38
3.6.	Elementos de Comunicación.....	40
3.7.	Elementos del Sistema SCADA.....	41
3.8.	Aspectos Generales.....	44
<b>CAPÍTULO 4: ANALISIS DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD .....</b>		<b>45</b>
4.1.	Introduccion.....	45
4.2.	Tecnologías para el transporte de datos.....	46

4.3. Alternativas de solucion.....	58
4.3.1. Solucion solo Satelital para las Estaciones .....	60
4.3.2. Solucion solo con radio enlaces UHF .....	62
4.3.3. Solucion combinada Satelital y UHF .....	63
<b>CAPÍTULO 5: DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES.....</b>	<b>65</b>
5.1. Introduccion.....	65
5.2. Elección de Frecuencia de Trabajo.....	65
5.3. Análisis del tráfico producido por el Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico durante la transmisión de datos.....	68
5.4. Topología de la red UHF.....	76
5.4.1. Red UHF para la Cuenca Tabaconas.....	84
5.4.2. Red UHF para la Cuenca Del Pacifico.....	89
5.4.3. Red UHF para la Cuenca Huamcabamba-Chunchuca.....	92
5.4.4. Aporte para Óptimo Enlace.....	94
5.4.5. Opción para posible radioenlace VHF entre estaciones.....	94
5.5. Diseño de la red.....	98
5.5.1. Esquema General.....	98
5.5.2. Enlace entre EMS y ECS.....	102
5.5.3. Enlace entre Est. LPR y ECS.....	103
5.6. Equipos requeridos de telecomunicaciones e hidrometeorológicos y aspectos economicos.....	104

5.6.1 Estación de Lagunas por Regular (LPR).....104

5.6.2 Estación de Medición Hidrometeorológica (EM).....106

5.6.3 Estación de Medición y Supervisión (EMS).....108

5.6.4 Estación Repetidora.....110

5.6.5 Estación Central de Supervisión (ECS).....112

5.6.7 Aspectos económicos.....116

5.7 Impacto Ambiental .....120

*CONCLUSIONES*..... 121

*RECOMENDACIONES* .....122

*BIBLIOGRAFÍA*.....123

*ANEXOS* .....127

## ***LISTA DE FIGURAS***

### ***CAPITULO 2***

FIGURA 1. PROPAGACIÓN DE ONDAS DE ESPACIO

FIGURA 2. PRINCIPIO DE HUYGENS

FIGURA 3. ZONA DE FRESNEL

FIGURA 4. ELIPSOIDES DE FRESNEL

FIGURA 5. ELIPSE DE FRESNEL

FIGURA 6. SUPERPOSICIÓN DE ONDAS SOBRE UNA ANTENA RECEPTORA

### ***CAPITULO 3***

FIGURA 7. ESTACIÓN CENTRAL DE SUPERVISIÓN

FIGURA 8. ESTACIÓN DE LAGUNAS POR REGULAR

FIGURA 9. ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

FIGURA 10. ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

FIGURA 11. ESTACIÓN REPETIDORA

FIGURA 12. REDES INDUSTRIALES

FIGURA 13. MODOS MODBUS

FIGURA 14. BLOQUES DE COMUNICACIÓN

FIGURA 15. CONEXION MTU Y RTU

FIGURA 16. DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA SCADA

## **CAPITULO 4**

FIGURA 17. ACTIVIDADES ESPACIALES GOES

FIGURA 18. UBICACIÓN DEL SATÉLITE GOES 10 Y 12

## **CAPITULO 5**

FIGURA 19. PLAN NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS (PNAF)

FIGURA 20. PNAF- SERVICIO FIJO POR SATÉLITE

FIGURA 21. CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS-Banda 385,000 - 390,000 MHz  
(SERVICIO: FIJO, MOVIL)

FIGURA 22. WEATHERLINK DATA LOGGER

FIGURA 23. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTACIONES A INTERCONECTAR

FIGURA 24. PROPIEDADES DE LAS REDES-PARÁMETROS

FIGURA 25. PROPIEDADES DE LAS REDES-TOPOLOGÍA

FIGURA 26. PROPIEDADES DE LAS REDES-MIEMBROS

FIGURA 27. PROPIEDADES DE LAS REDES-SISTEMAS (Emisor)

FIGURA 28. PROPIEDADES DE LAS REDES-SISTEMAS (Receptor)

FIGURA 29. PROPIEDADES DE LAS REDES-ESTILO

FIGURA 30. RADIOENLACES Y ENLACES SATELITALES HACIA LA ECS  
(EM MANCHARA – EMS BARIZALES)

FIGURA 31. RADIOENLACE RED CUENCA TABACONAS

FIGURA 32. ZONA DE FRESNEL EM MANCHARA – EMS BARIZALES

**FIGURA 33. PATRÓN IDEAL, MODIFICADO PARA SU OPTIMIZACIÓN (EM MANCHARA – EMS BARIZALES)**

**FIGURA 34. ZONA DE FRESNEL REPETIDOR 1 - EMS BARIZALES**

**FIGURA 35. ZONA DE FRESNEL EM LEONERA – EMS BARIZALES**

**FIGURA 36. RADIOENLACE RED CUENCA DEL PACIFICO**

**FIGURA 37. ZONA DE FRESNEL R4 – EMS SUTTÓN**

**FIGURA 38. ZONA DE FRESNEL R5 – EMS SUTTÓN**

**FIGURA 39. ZONA DE FRESNEL R6 – EMS SUTTÓN**

**FIGURA 40. RADIOENLACE RED CUENCA HUANCABAMBA- CHUNCHUCA**

**FIGURA 41. ZONA DE FRESNEL R7 – EMS PUENTE PETRO PERU**

**FIGURA 42. PARÁMETROS PARA RADIOENLACE VHF**

**FIGURA 43. SOLUCIÓN VHF – CUENCA TABACONAS**

**FIGURA 44. SOLUCIÓN VHF – CUENCA PACIFICO**

**FIGURA 45. SOLUCIÓN VHF EM SAUZAL – ES PUENTE PETRO PERÚ**

**FIGURA 46. RED GENERAL DE ENLACES PARA LAS ESTACIONES**

**FIGURA 47. CONFIGURACIÓN DE LA RED**

**FIGURA 48. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES ENTRE EM Y ECS**

**FIGURA 49. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES ENTRE EST.**

**LPR Y ECS**

## ***LISTA DE TABLAS***

### ***CAPITULO 2***

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

TABLA 2. ALTURA DE ANTENAS EN METROS PARA UN ADECUADO EFECTO DE REFLEXIÓN DE ONDA

### ***CAPITULO 3***

TABLA 3. ESTACIÓN CENTRAL DE SUPERVISIÓN (ESC)

TABLA 4. ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS

TABLA 5. ESTACIONES DE LAGUNAS POR REGULAR (LPR)

### ***CAPITULO 4***

TABLA 6. Estándares WIMAX

TABLA 7. Estándares Wi-Fi [3GWI04]

TABLA 8. DIFERENCIA ENTRE EL SATÉLITE GOES 10 Y GOES 12.

TABLA 9. ESTÁNDARES INMARSAT

TABLA 10. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICA

TABLA 11. SOLUCIÓN SATELITAL PARA TODAS LAS ESTACIONES

TABLA 12. SOLUCIÓN SATELITAL Y RADIOENLACES UHF

### ***CAPITULO 5***

TABLA 13. CALCULO DEL VOLUMEN DE DATOS A TRANSMITIRSE REGISTRADO DURANTE 3h

TABLA 14. REPETIDORAS A IMPLEMENTAR

**TABLA 15. CARACTERÍSTICAS DE ESTACIONES A IMPLEMENTAR**

**TABLA 16. COMPARACIÓN DE EQUIPOS A USAR**

**TABLA 17. LISTA DE EQUIPOS DE RADIO**

**TABLA 18. LISTA DE BIENES E INFRAESTRUCTURA**

**TABLA 19. DETALLE DE COSTOS POR INSTALACIÓN**

**TABLA 20. CÁLCULO GENERAL DEL CAPEX**

**TABLA 21. CALCULO GENERAL DEL OPEX**

**TABLA 22. CALCULO GENERAL DE PAGO DE CANON POR USO DEL ESPECTRO  
RADIOELECTRICO**

## ***INTRODUCCIÓN***

La presente tesis se tiene por objetivo el diseño de una Red de Telemetría que nos garantice la transmisión de datos al interconectar estaciones de gran importancia para el PEOT (Proyecto Especial Olmos Tinajones), como son las Estaciones Hidrometeorológicas, Estaciones de lagunas por regular y la Estación Central de Supervisión. Se realizara un previo análisis del número de posibles estaciones a ser interconectadas de acuerdo a la ubicación geográfica y posibilidades de acceso a la tecnología en tales lugares, y un diseño de red en base a algún software para simulación de radioenlaces, para casos necesarios.

Para esto en el segundo capítulo se explicara los conceptos básicos de todo lo referente a la propagación de ondas, tanto en UHF y satelitales; tocando los temas como difracción y zonas de Fresnel, para finalizar con los procedimientos de adquisición de datos (Sistema SCADA).

En el tercer capítulo se explicara detalladamente cuales son los puntos a interconectar, localización, número de estaciones posibles, etc. Y el flujo de información que estas puedan transmitir y de qué manera se transmitirá.

Después de realizar un análisis previo, en el cuarto capítulo ya se verán las opciones de tecnologías a usar, para luego en el quinto capítulo armar un diseño y topología de red en base a las ubicaciones y número de puntos de interconexión y posibles repetidoras que se tendría que usar, mostrando el diseño más óptimo para tal caso, incluyendo costos.

Para finalizar en el quinto capítulo se expresaran las conclusiones y recomendaciones del caso.

## ***CAPÍTULO 1***

### **ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Situación Problemática:**

La Red Hidrometeorológica del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) se encuentra en parte en el litoral del Pacífico (llamado también Costa o zona de pampas), y en parte en dos Cordilleras de los Andes Peruanos. La Cordillera próxima al Pacífico se llama Occidental, la segunda es un ramal de la Cordillera Central. Entre las dos cordilleras se sitúan las cuencas receptoras de los ríos Huancabamba y Chotano, tras la segunda cordillera, las cuencas del Tabaconas y del Chunchuca. Estos ríos son afluentes secundarios del río Marañón. Las cumbres más altas de la Cordillera Occidental forman una divisoria con el flanco occidental bajando hacia el Pacífico y con el flanco oriental formando la vertiente del Atlántico de los Andes peruanos, ocupando así territorio correspondiente a tres departamentos del Norte de la República del Perú: Lambayeque, Piura y Cajamarca ubicándose entre los paralelos 5°10' y 6°30' de latitud Sur y entre los meridianos de 79° y 80° de longitud Oeste.

Estas zonas se caracterizan por ser inhóspitas y de difícil acceso, donde no se puede ingresar haciendo uso de transporte vehicular por lo cual se tiene que caminar llegar al punto de operación de dichas Estaciones. Tampoco se cuenta con servicios de telefonía móvil, razón por la cual hace imposible la instalación de un enlace GPRS o inalámbrico.

La Red Hidrometeorológica del PEOT consta de tres elementos: las Estaciones Hidrometeorológicas, Estaciones de Lagunas por Regular y la Estación Central de Supervisión en el PEOT - Chiclayo. Actualmente carece de un sistema de transmisión de la información que enlace las Estaciones Hidrometeorológicas y las Estaciones de Lagunas por Regular con la Estación Central de Supervisión, obteniéndose los datos de manera convencional, recogiendo cada cierto periodo de tiempo. Las Estaciones Meteorológicas Davis automáticas almacenan la información en un data logger; esta información se recoge con frecuencia de 53 días en las zonas más cercanas y en las más alejadas con frecuencia de 103 días por los límites de capacidad de la memoria. En el caso de las hidrométricas la información se almacena en registros limnigraficos los cuales se recogen con la misma frecuencia.

Por lo mencionado anteriormente el presente proyecto pretende solucionar el modo de la adquisición de los datos de las Estaciones Hidrometeorológicas y de Lagunas por Regular, estas estaciones brindan datos importantes (temperatura, la precipitación, la humedad relativa, velocidad del viento, evaporación y radiación) que son muy útiles para la agricultura, aporte a la caracterización climática, prevención en caso de plagas, emergencias y mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos, sensores e instrumentos utilizados en las estaciones de la red.

## **1.2. Antecedentes:**

Se han encontrado los siguientes trabajos relacionados:

- **JUAN CARLOS HERNANDEZ ESPINOZA (2006)**

AUTOMATIZACION Y CONTROL A DISTANCIA DE LOS RESERVORIOS DE SAN DIEGO, para obtener el título de Ingeniero Electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Este proyecto se realizó en los reservorios de San Diego pertenecientes a la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, haciendo uso del software Grahworks32 versión 6.1 de la marca ICONICS, como SCADA se configuraron las pantallas de operación. Con este proyecto se logró disminuir los viajes del operador a los reservorios, evitando riesgos en los caminos que son considerados de alto riesgo, permitiendo que toda persona autorizada pueda ver la información del reservorio en tiempo real.

- **JAUREGUI HERNANDEZ ADEMIR (2008)**

Diseño de una Red de Telemetría para el complejo Hidroeléctrico del Mantaro, para obtener el título de Ingeniero de las Telecomunicaciones en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Esta tesis tiene por objetivo el diseño de una Red de Telecomunicaciones que brinde Calidad de Servicio para interconectar Estaciones de gran importancia en el sector de generación de energía eléctrica. Haciendo un análisis concienzudo del número de posibles estaciones a ser interconectadas de acuerdo a la ubicación geográfica y posibilidades de acceso a la tecnología en tales lugares, y un diseño de red en base a algún software para simulación de radioenlaces, para casos necesarios.

### **1.3. Formulación del problema científico:**

¿Cómo diseñar una Red de Telemetría para supervisar la Red Hidrometeorológica del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT)?

### **1.4. Hipótesis**

Si se logra diseñar una Red de Telemetría basada en tecnología UHF y Satelital entonces la Red Hidrometeorológica del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) será capaz de realizar el envío automático de la información meteorológica e hidrométrica; con periodos de registro sujetos a las recomendaciones dadas por el SENAMHI y a un costo accesible.

### **1.5. Objetivos:**

#### **1.5.1 Objetivo general:**

Diseñar una Red de Telemetría para supervisar la Red Hidrometeorológica del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT).

#### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar las necesidades para el diseño de la Red Hidrometeorológica del PEOT.
- Realizar un análisis de las tecnologías de conectividad y elegir la más factible para la red.
- Diseñar la Red de Telemetría.
- Seleccionar los equipos adecuados para el sistema.
- Determinar los aspectos económicos de la propuesta de diseño de red.
- Realizar un análisis del impacto ambiental.

## **1.6. Justificación e importancia:**

La Red Hidrometeorológica del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) carece de un sistema de transmisión de información que enlace las Estaciones Hidrometeorológicas y Estaciones de Lagunas por Regular con la Estación Central de Supervisión.

La implementación del sistema de telemetría nos permitirá contar permanentemente con:

- Datos de información meteorológica, manejar esa información lo cual es importante para monitorear el cambio climático, predecir los distintos fenómenos que van a ocurrir, que afectan especialmente a la agricultura. Con esta información se puede promover acciones en bien de los agricultores con el objetivo nacional de contribuir con la seguridad alimentaria del país, por ello es importante conocer el recurso suelo y clima a fin de poder contribuir a la disminución de la degradación de los suelos y mejorar así la productividad de los cultivos.
- Datos hidrométricos, manteniéndose actualizados los datos de captación y la posterior optima distribución del agua hacia las áreas de cultivo de la zona, generando y registrando datos que serían utilizados para una cuantificación del recurso hídrico y así mejorar su uso manteniendo un volumen estable.

Logrando a si él envío automático de la información captada por las Estaciones Hidrometeorológicas y de Lagunas por Regular asimismo para su monitoreo a distancia.

## ***CAPÍTULO 2***

### **Marco teórico y Aspectos Tecnológicos de la Red**

#### **2.1. La banda UHF, comunicaciones móviles y satelitales**

##### **2.1.1. Introducción**

La transmisión punto a punto de ondas de radio se ve afectada por múltiples variables, como la humedad atmosférica, la corriente de partículas del Sol llamada viento solar, y la hora del día en que se lleve a efecto la transmisión de la señal. La energía de la onda de radio es parcialmente absorbida por la humedad atmosférica (moléculas de agua). La absorción atmosférica reduce o atenúa la intensidad de las señales de radio para grandes distancias. Los efectos de la atenuación aumentan de acuerdo a la frecuencia. Usualmente, las bandas de señales de UHF se degradan más por la humedad que bandas de menor frecuencia como la VHF. La capa de la atmósfera denominada ionosfera, puede ser útil en las transmisiones a distancias largas de señales de radio con frecuencias más bajas (VHF, etc.).

La UHF puede ser de más provecho por el ducto troposférico donde la atmósfera se calienta y enfría durante el día. La principal ventaja de la

transmisión UHF es la longitud de onda corta que es debido a la alta frecuencia. El tamaño del equipo de transmisión y recepción (particularmente antenas), está relacionado con el tamaño de la onda.

En este caso microondas. Los equipos más pequeños, y menos aparatosos, se pueden usar con las bandas de alta frecuencia. La UHF es ampliamente usada en sistemas de transmisión y recepción para teléfonos inalámbricos. Las señales UHF viajan a través de trayectorias que son las líneas de vista. Las transmisiones generadas por radios de transmisión y recepción (transceptores) y teléfonos inalámbricos no viajan muy lejos como para interferir con otras transmisiones locales. Para propagar señales UHF a una distancia más allá de la línea de vista se usa un repetidor.

### **2.1.2. Propagación de Ondas**

Cuando hablamos de transmisión o propagación de ondas se tiene que considerar factores que tienen implicancia tales como el suelo, la troposfera y la ionosfera, pues a diferencia del caso ideal que es la propagación de la onda en el vacío estos factores son responsables de introducir pérdidas, teniendo así los casos reales de propagación de onda en espacio libre.

Debido a que la orografía de la tierra y sobretodo de la sierra central de Perú presenta un suelo con características morfológicas las cuales condicionan propiedades eléctricas y afectan la propagación de las ondas electromagnéticas, debemos considerar los factores de pérdidas debido a dichas características. Así se puede mencionar que a bajas frecuencias (en el rango de los 300 – 3000 KHz, MF) la tierra se comporta como un buen conductor, haciendo excitar una onda de superficie que se adapta a la orografía del terreno y transporta los campos electromagnéticos mucho más allá de la zona de visibilidad directa. A más alta frecuencia, la atenuación de este mecanismo es muy elevada y es necesario elevar las antenas respecto al suelo. En este caso, la comunicación se establece

normalmente como suma de una onda directa y otra reflejada al suelo, que interfiere entre sí.

La concentración no uniforme de gases en la troposfera, que típicamente es mayor a menor altura, produce una curvatura de los rayos debido al cambio del índice de refracción del medio con la altura. Por otra parte en las bandas de microondas se produce una atenuación adicional en las moléculas de los gases que constituyen la atmosfera. Además, el agua en forma de vapor, o de hidrometeoros como lluvia, niebla, nieve, etc, producen atenuaciones adicionales en la propagación y cierta despolarización.

Finalmente, la presencia de la ionosfera, capa de la atmosfera entre unos 60 y 400 Km, refleja las ondas de frecuencias bajas (entre rangos de 10-30 khz, VLF y 30 - 300 KHz LF), refracta a frecuencias de MF y HF, y despolariza la onda en las bandas de VHF y UHF. En todos los casos debemos tomar en cuenta la relación existente entre la frecuencia la longitud de onda, debido a que las ondas planas se propagan a la velocidad de la luz, siendo esta una constante para todas las frecuencias, se tiene la siguiente notación:

$$F = C/\lambda$$

Donde F es la frecuencia en Hz, C velocidad de la luz ( 3x10<sup>5</sup> Km/s) y λ la longitud de onda en metros.

NOMBRE	ABREVIATURA	BANDA ITU	FRECUENCIAS	LONGITUD DE ONDA
Extra baja frecuencia	ELF	1	3 – 30 Hz	100.000 - 10.000 Km
Súper baja frecuencia	SLF	2	30 – 300 Hz	10.000 - 1000 Km
Ultra baja frecuencia	ULF	3	300 – 3000 Hz	1000 – 100 Km
Muy baja frecuencia	VLF	4	3 – 30 KHz	100 – 10 Km
Baja frecuencia	LF	5	30 – 300 KHz	10 – 1 Km

Media frecuencia	MF	6	300 – 3000 KHz	1 Km – 100 m
Alta frecuencia	HF	7	3 – 30 MHz	100 – 10 m
Muy Alta Frecuencia	VHF	8	30 – 300 MHz	10 – 1m
Ultra alta frecuencia	UHF	9	300 – 3000 MHz	1m – 100 mm
Super alta frecuencia	SHF	10	3 – 30 GHz	100 – 10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	11	30 – 300 GHz	10 – 1 mm

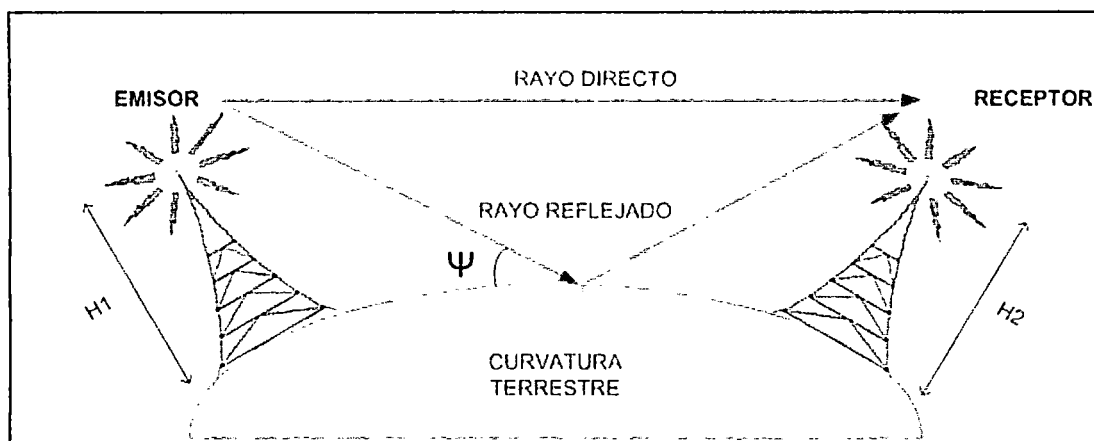
**TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

Fuente: Elaboración Propia

### **2.1.3. Transmisión por ondas de espacio UHF**

En este caso los enlaces deben tener línea de vista, debido a que son frecuencias muy altas la onda no hace un rebote en la ionosfera y tampoco se propaga como onda de superficie, así viaja en forma directa de la antena transmisora a la receptora.

La propagación UHF, está considerada como una propagación por onda de espacio, siendo el inicio de tal propagación desde frecuencias de VHF y superiores. Tales propagaciones provienen de la combinación del rayo de visión directa (propagación en espacio libre), del rayo reflejado en la superficie terrestre y del rayo difractado por las irregularidades del terreno, o por la propia curvatura de la tierra, con lo cual el alcance queda limitado a distancias que no exceden mucho el horizonte. En este caso la altura de las antenas cobra una importancia mayor porque amplía este horizonte. Entonces es de suma importancia la altura de la antena transmisora y receptora, así como también la distancia entre estas.



**FIGURA 1. PROPAGACIÓN DE ONDAS DE ESPACIO**

Fuente: Fernández Pilco, Percy. "Temas de Telecomunicaciones N°1- Radiocomunicaciones"

Por lo tanto los usos de estos tipos de propagaciones y a estas frecuencias, son principalmente para enlaces de microondas, enlaces satelitales, televisión, radiodifusión, telefonía celular y otros.

### **Efectos de reflexión por el suelo**

Este tipo de propagación es típico de las frecuencias más elevadas a la VHF, las señales se reflejan en diferentes superficies pudiendo ser principalmente lisas para la longitud de onda considerada, de esta manera puede alcanzar lugares que podrían estar ocultos para las señales directas. En microondas suele utilizarse esta posibilidad a estableciendo repetidores pasivos en lugares elevados (Cerros, montañas, edificios).

En este caso la tierra produce una onda reflejada, por lo cual se genera un coeficiente de reflexión considerando una tierra plana, unos rayos ideales y una superficie de reflexión, que se caracterizan por su permitividad relativa  $\epsilon_r$  y su conductividad  $\sigma$ .

Los coeficientes de reflexión dependen del tipo de suelo, del ángulo de incidencia de la polarización de la onda. Cuando la distancia entre las antenas es muy grande, comparada con la altura de las mismas el ángulo de incidencia  $\psi$  tiende a 0; en este caso los coeficientes de reflexión para ambas situaciones polarizaciones tiene a -1, que es el valor usual en tierra plana. En situaciones donde no se puede considerar tierra plana, como en

reflexiones de suelos irregulares y rugosos, se aplican factores de corrección que depende de la altura eléctrica de los mismos y los ángulos de incidencia, de manera que estos factores hacen que el modulo del coeficiente de reflexión sea menor que la unidad. Entonces cuando tenemos esto tipos de enlaces siempre tendremos una señal que llega al receptor que será igual al rayo directo más el rayo reflejado como se vio anteriormente en la gráfica, pero también existirá la varianza entre la distancia de la antena transmisora y receptora, siendo esta muy grande comparada con las alturas de las antes transmisoras y receptoras, por lo que el ángulo formado por el rayo reflejado  $\psi$  tiende a cero y la variación entre los caminos recorridos por ambos rayos tanto el incidente como el reflejado va ser muy pequeño. Por ello, la atenuación de ambos caminos va a ser prácticamente la misma, existiendo únicamente una variación en la fase entre las señales que llegan al receptor, de esta manera se puede despreciar la onda de superficie y hacer el cálculo de la intensidad de campo. La onda de superficie será despreciada para la polarización horizontal y frecuencias que pasen los 30 Mhz, y se tendrá en cuenta en polarización vertical y frecuencias menores a 300 Mhz.

En la tabla podemos apreciar alturas mínimas en metros de las antenas para que la onda de espacio este por encima de la onda de superficie en unos 40 dB.

Tipo de Terreno	30 MHz	100 MHz	300 MHz	1000 MHz
Mar	750	125	25	5
Tierra Buena	130	28	9	2.5
Tierra Media	77	19	6	1.9
Tierra Mala	42	10	3.3	1.0

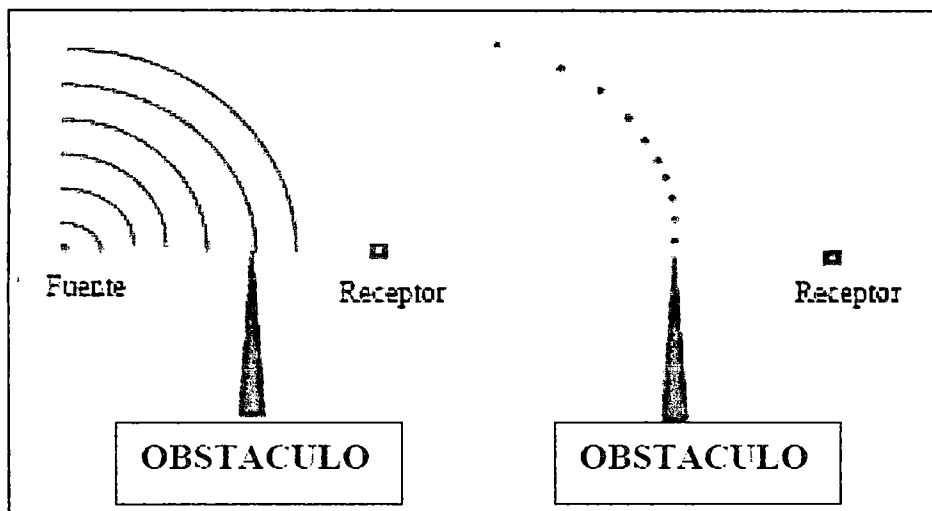
**TABLA 2. ALTURA DE ANTENAS EN METROS PARA UN ADECUADO EFECTO DE REFLEXIÓN DE ONDA**  
 (Elaboración Propia. Fuente: Fernández Pilco, Temas de Telecomunicaciones y Radiocomunicaciones)

### **Efecto de difracción por obstáculos**

Este fenómeno ocurre cuando la onda en propagación encuentra algún obstáculo que interrumpe su paso, es decir no existe visibilidad directa entre transmisor y receptor, entonces varía la dirección de propagación y también la manera en que se propaga la energía, pero este fenómeno permite aun así señal útil.

Estas ondas difractadas al encontrar un obstáculo de por medio, tienden a rodearlo parcialmente, mediante la dirección las señales de VHF, generalmente, pueden tener un efecto doblado hacia abajo en diferentes casos; por ejemplo en los bordes de edificios para que parte de señal llegue a la parte inferior con la suficiente intensidad para el receptor, o en las cimas de los cerros puede producirse una difracción que permite a la señal alcanzar el valle que existe a continuación, etc.

La explicación de estos fenómenos se basa en la teoría ondulatoria de Huygens, en la cual expone que cada punto del espacio atravesado por una onda, puede ser considerado una fuente puntual de ondas en su mismo.



**FIGURA 2. PRINCIPIO DE HUYGENS**

Fuente: Trevino Cortez, Javier Teodoro. Tesis de licenciatura en Ing. Electrónica y Comunicaciones "Mecanismos básicos de Propagación"

Básicamente el principio de Huygens explica que ante un obstáculo en el camino de la propagación de ondas electromagnéticas se produce la difracción, la cual esparce las ondas en el borde del obstáculo, permitiendo

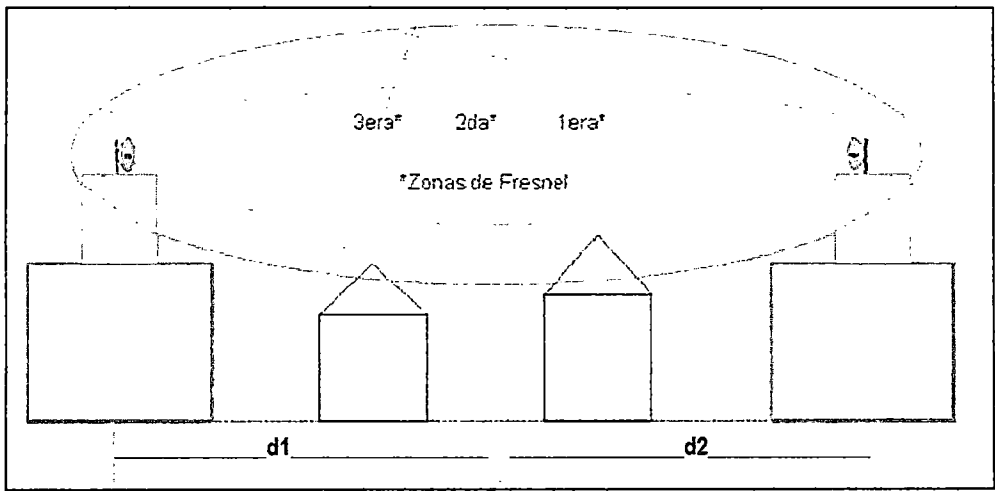
el paso de un porcentaje bajo de ondas que llegaran al otro lado del obstáculo.

Sin embargo, a todo esto las atenuaciones producidas por tal efecto son altas comparadas con la propagación de espacio libre, con lo que la señal que llega al receptor es más débil.

Se puede semejar tal fenómeno de ondas electromagnéticas con el de difracción de la luz. En el análisis de la difracción hay que tener en cuenta el volumen que ocupa la onda, definiendo los elipsoides o zonas de Fresnel.

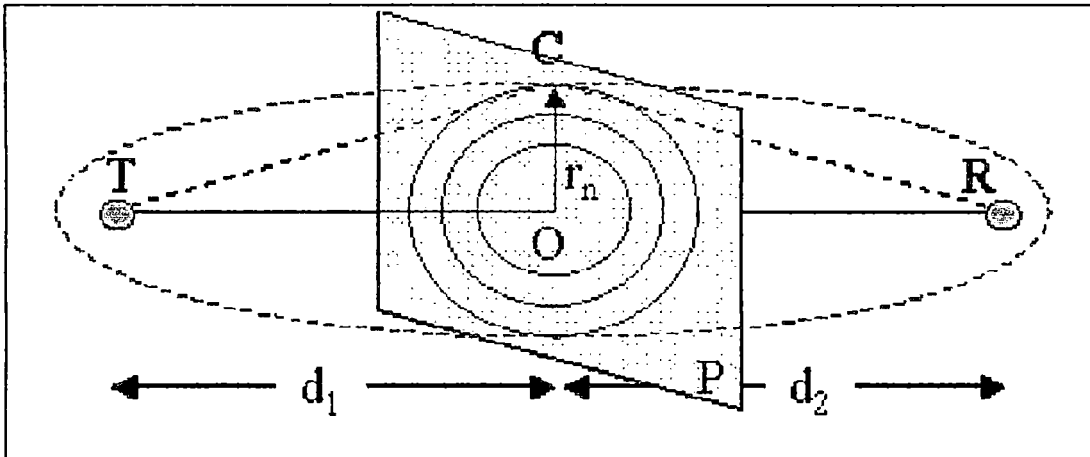
**Las zonas de Fresnel**

Vienen a ser elipsoides que se generan en un enlace entre transmisor y receptor a gran distancia es llamada también región cercana. La primera zona de Fresnel, que es el primer elipsoide, es el que contiene casi la mayor parte de la potencia destinada al receptor y es esta zona la que se debe tomar en cuenta para el caso de interrupción por obstáculos geográficos debidos a la curvatura de la tierra.



**FIGURA 3. ZONA DE FRESNEL**  
Fuente: Elaboración propia

El resto de zonas de Fresnel no tienen mucha importancia pues contienen una baja cantidad de potencia.



**FIGURA 4. ELIPSOIDES DE FRESNEL**

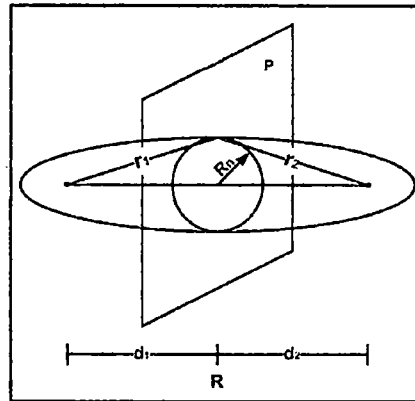
Fuente: Grupo de Radiación. Dpto. SSR. ETSI Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid- J.L. Besada Sanmartín, M. Sierra Castañer  
Tema 3: "Propagación de ondas en medio natural"

"El campo transmitido desde el punto T, genera unos campos eléctricos en el plano transversal. El campo recibido en el punto R se puede describir aplicando el principio de Huygens, como la superposición de los campos provenientes de los puntos C de dicho plano P, es decir, de las fuentes secundarias elementales situadas en dicho plano". [PRO04]

De la gráfica anterior las distancias están dadas en kilómetros y las zonas de Fresnel varían en radio  $R_n$  en el plano, de mayor a menor; siendo que la primera zona de Fresnel es la de mayor implicancia debido a que los campos de las distintas zonas se suman aproximadamente en fase entre sí; además, la contribución de la segunda zona es de amplitud similar a la de la tercera, cancelándose entre sí, por ser las zonas impares positivas y las zonas pares negativas; lo mismo sucede con la cuarta y a quinta, así sucesivamente. De este modo el campo total en R se puede aproximar por la contribución de las fuentes de la primera Zona de Fresnel.

Para explicar mejor los conceptos anteriores se considerara el siguiente caso: tenemos dos antenas isotrópicas que se encuentran separadas a una distancia R, y a la distancia  $d_1$  de la ante transmisora, como en el caso anterior se encuentra un plano infinito que simula un obstáculo, el cual es

perpendicular entre la antena transmisora y receptora como en la siguiente figura.



**FIGURA 5. ELIPSE DE FRESNEL**

Fuente: Escuela Universitaria de Teruel, PDF "Prácticas de Radiocomunicaciones Dimensionamiento de un Radioenlace"

Ahora de esta grafica se definen las zonas de Fresnel como las regiones definidas por los puntos del espacio que cumplen la relación siguiente:

$$(r_1 + r_2) - R = n\lambda/2$$

Con  $n = 1, 2, 3 \dots$

Los elipsoides de revolución de las zonas de Fresnel, presentan el eje mayor con una longitud dada por la formula siguiente:

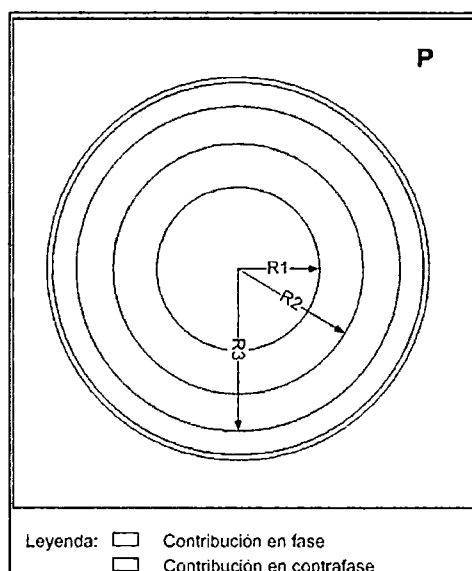
$$R + n\lambda/2$$

Y la intersección de las zonas de Fresnel con el plano P son circunferencias cuyo radio puede calcularse para el caso que dicho radio sea mucho mayor que  $d_1$  y  $d_2$  como:

$$R_n = \sqrt{n\lambda \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

Aplicando el principio de Huygens, el campo sobre la antena receptora puede formarse como la superposición de fuentes elementales de ondas esféricas situadas en el plano P, radiando cada una de estas fuentes con un desfase en función de la distancia  $r_1$ , a estas fuentes equivalentes se les llama fuentes secundarias.

El siguiente grafico muestra la superposición de las ondas sobre una antena receptora



**FIGURA 6. SUPERPOSICIÓN DE ONDAS SOBRE UNA ANTENA RECEPTORA**

Fuente: Escuela Universitaria de Teruel, PDF "Prácticas de Radiocomunicaciones Dimensionamiento de un Radioenlace"

Los campos producidos por las fuentes equivalentes de Huygens situados en la zona 1 que se muestran en la figura se sumaran en la antena receptora con una fase inferior a  $180^\circ$ , es decir, constructivamente. Las fuentes equivalentes de esta primera zona de Fresnel son además las más importantes, debido a la directividad asociada a la antena. Las contribuciones de las fuentes situadas en las zonas 2 y 3 tienden a cancelarse mutuamente, lo mismo que las de las zonas 4 y 5, 6 y 7 y así sucesivamente.

Por tanto, si en la situación del plano P se sitúa un orificio de radio  $R_1$ , esto es dejando solamente las fuentes secundarias comprendidas dentro de la primera zona de Fresnel y anulando el resto, la potencia recibida en el receptor no disminuirá de forma apreciable.

Entonces, el radio de la primera zona de Fresnel permite definir la condición de visibilidad entre antenas, de forma que mientras no exista un obstáculo dentro de la primera zona de Fresnel se considera que la trayectoria no ha sido obstruida. Por el contrario, cuando el obstáculo se encuentra dentro de la primera zona de Fresnel existirá una disminución

apreciable en la potencia recibida, por lo que se considera que la trayectoria ha sido obstruida y deberá considerarse el efecto de la difracción.

De forma práctica, al estar la energía concentrada cerca del rayo directo, si el obstáculo no penetra en más de un 40% del radio de la primera zona de Fresnel se suele considerar que dicho obstáculo no contribuye significativamente a la atenuación por difracción.

En conclusión para el diseño de un enlace punto a punto tenemos que considerar la primera zona de Fresnel libre de obstáculos, además debemos considerar también dos casos de la curvatura a tierra, cuyo factor  $K$  indica: con valores de  $K = 2/3$  tenemos el peor de los casos y con valores de  $K = 4/3$  tenemos el caso óptimo.

#### **2.1.4. Comunicaciones Satelitales**

Otra de las opciones a tomar en cuenta es usar las comunicaciones satelitales, dado que geográficamente hay puntos en los cuales no podremos hacer un enlace con línea de vista, además las distancias hacia la estación de Supervisión son grandes, entonces es así que se presenta esta alternativa satelital como una posible solución, cabe mencionar que hay que tener en cuenta que la potencia de recepción es menor debido a las grandes distancias a las que se encuentran los satélites.

Bandas asignadas:

La ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) estableció las siguientes bandas de frecuencias para las transmisiones satelitales:

- ✓ Banda **C** (3.7 – 4.2 GHz, potencia de emisión débil, parabólica de recepción grande) y banda **Ku** (10.7 – 12.75 GHz, parabólica de recepción pequeña) para aplicaciones civiles.
- ✓ Banda **X** (7.25 – 8.4 GHz) para aplicaciones militares.
- ✓ Banda **Ka** (20 – 30 GHz, usado para Tx de datos) para sistemas experimentales.

Dado que los satélites pueden estar ubicados a diferentes alturas, existe una clasificación ya establecida de la siguiente manera:

### **Satélites GEO (Órbita terrestre Geo síncrona)**

Los satélites GEO orbitan a 35848 Km sobre el ecuador terrestre. A esta altitud, el periodo de rotación del satélite es exactamente 24 horas, así pareciera estar siempre sobre el mismo lugar de la superficie terrestre. Cabe resaltar que la mayoría de los satélites actuales son GEO, los cuales se componen de menos satélites que los otros para cubrir la totalidad de la tierra; de la misma forma los satélites GEO necesitan obtener unas posiciones orbitales específicas alrededor del ecuador para mantenerse lo suficientemente alejados unos de otros (unos 1600 Km a dos grados). La ITU y la FCC (Federal Communications Commission, en los Estados Unidos) administran estas posiciones.

### **Satélites MEO (órbita terrestre media)**

Estos satélites se encuentran a una altura entre 10075 y 20150 Km, a diferencia de los satélites GEO, están a una altura menor, se necesita un número mayor de satélites para obtener cobertura mundial, pero la latencia se reduce significativamente. En la actualidad no existen muchos satélites MEO, y se utilizan para posicionamiento.

### **Satélites LEO (Órbita Terrestre Baja)**

Cuando se está en una órbita terrestre de baja altura, se puede tener un ancho de banda extraordinario y una latencia reducida. Los satélites LEO orbitan generalmente por debajo de los 5035 Km, y la mayoría de ellos se encuentran mucho más abajo, entre los 600 y los 1600 Km. A tan baja altura, la latencia adquiere valores casi despreciables de unas pocas centésimas de segundo.

Existen tres tipos de satélites LEO los cuales manejan diferentes cantidades de ancho de banda.

- ✓ Los LEO pequeños están destinados a aplicaciones de bajo de ancho de banda (de decenas a centenares de Kbps).
- ✓ Los grandes LEO pueden manejar buscapersonas, servicios de telefonía móvil y algo de transmisión de datos (de cientos a miles de Kbps).
- ✓ Los LEO de banda ancha (también denominados megaLEO) operan en la franja de los Mbps.

## **2.2. Procedimiento de Adquisición de la Información**

El sistema de adquisición de datos será el SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Las estaciones base (centro de Supervisión) será la encargada de centralizar todas las comunicaciones de las estaciones remotas de monitoreo, supervisión y control; es aquí donde se recopilara todos los datos que son recogidos por los diferentes sensores de las estaciones remotas, los cuales son ingresados a la base de datos para su posterior procesamiento.

El sistema SCADA se trata de un software especialmente diseñado para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de ampo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla PC.

También el sistema SCADA será el encargado de la administración global de la adquisición de datos, telecomandos y mantenimientos del sistema total; este proveerá de toda la información que se genera en el proceso productivo a los diversos usuarios, así como también control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

El sistema de comunicación de estos tipos de sistemas son mediante redes LAN aproximadamente trabajando a unos 100 Mbps, ejecutándose en tiempo real a medida que todas las estaciones remotas ya mencionadas

anteriormente estén en perfecto funcionamiento, y están diseñados para dar al operador la posibilidad de supervisar y control dichos procesos en una interfaz gráfica amigable.

## ***CAPÍTULO 3***

### **Análisis de las necesidades**

#### **3.1. Localización de los lugares a Interconectar**

La Red propuesta interconectará principalmente Estaciones de Lagunas por Regular que forman parte del Plan Hidráulico Regional y Estaciones Hidrometeorológicas hacia el Centro de Supervisión.

Donde las Estaciones Hidrometeorológicas están agrupadas en cuencas distribuidas a lo largo de los departamentos de Lambayeque, Piura y Cajamarca y las Estaciones de Lagunas por Regular se encuentran ubicadas a lo largo y ancho de la cuenca de los ríos Huamcabamba, Tabaconas, Manchara y Olmos.

#### **3.2. Descripción de la zona de influencia**

La zona del Complejo Olmos ocupa el territorio correspondiente a tres departamentos del Norte de la República del Perú: Lambayeque, Piura y Cajamarca ubicándose entre los paralelos 5°10' y 6°30' de latitud Sur y entre los meridianos de 79° y 80° de longitud Oeste. Se divide en dos

zonas marcadamente diferentes: por sus condiciones naturales de pampas y la de los Andes.

En cuanto a las condiciones naturales, la zona del Proyecto se ubica en parte en el litoral del Pacífico (llamado también Costa o zona de pampas), y en parte en dos Cordilleras de los Andes Peruanos. La Cordillera próxima al Pacífico se llama Occidental, la segunda es un ramal de la Cordillera Central. Entre las dos cordilleras se sitúan las cuencas receptoras de los ríos Huancabamba y Chotano, tras la segunda cordillera, las cuencas del Tabaconas y del Chunchuca. Estos ríos son afluentes secundarios del río Marañón. Las cumbres más altas de la Cordillera Occidental forman una divisoria con el flanco occidental bajando hacia el Pacífico y con el flanco oriental formando la vertiente del Atlántico de los Andes peruanos.

Las áreas principales de las futuras obras hidroenergéticas son:

- ✓ Área de la Vertiente Atlántica, zona del río Tabaconas, desde donde se propone trasvasar parte de la esorrentía hacia el río Huancabamba.
- ✓ Área de la Vertiente Atlántica, situada en los cursos medios del río Huancabamba donde se ubicará el embalse de regulación y el portal de entrada del Túnel Trasandino, el cual será utilizado para el trasvase de caudales a la Costa del Pacífico.
- ✓ Área de la Vertiente del Pacífico, zona del río Olmos, donde se ubicará el portal de salida del Túnel Trasandino, las Centrales Hidroeléctricas y el embalse para la regulación de los caudales luego de su aprovechamiento energético.

Se examinan las cuencas de los ríos Huancabamba, Tabaconas y Olmos; una breve descripción hidrográfica de estos ríos y de sus afluentes se da a continuación.

El río Huancabamba es un río de premontaña. Tiene su origen en la laguna Shimbe ubicada en las vertientes orientales de la sierra Uamani de la Cordillera Central, a la cota 3,300 m.s.n.m; escurriendo sus aguas hacia el SSE. La desembocadura del río Huancabamba es la confluencia del mismo

con el Chotano. La longitud del río es de 151 Km y el área de captación de 3,710 Km<sup>2</sup>. La cuenca del río es asimétrica, de forma alargada siendo el área de drenaje de la margen derecha de 2,010 km<sup>2</sup> y el de la margen izquierda de 1,700 Km<sup>2</sup>. La pendiente media del río es de 0.016. Los afluentes principales de la margen izquierda son los ríos, Shumaya, Piquijaca y Quismache; los de la margen derecha - Yerma, Cañariaco y Chorro. La cuenca del Río Huancabamba es colindante con las de los ríos Manchara, Tabaconas, Piura, Olmos, Chiñama y la Leche.

El valle del río Huancabamba tiene, en general una forma trapezoidal. El ancho del valle medido por el fondo del río junto al pueblo Limón es de 150 a 200 m. Las laderas del valle son abruptas, de escasas hierbas, entrecortadas por numerosas quebradas. La ladera derecha se abre verticalmente hacia el río y a la izquierda forma una alta terraza supranegadiza de 100 m. de ancho por la que pasa una carretera. El valle anegadizo y el cauce del río están constituidos por grava y guijarros conteniendo cantos rodados. Durante avenidas excepcionales, el valle anegadizo en la zona de la estación de aforos de Limón queda inundado por un ancho de hasta 30 m.

El ancho del cauce del río Huancabamba medido en el eje de la presa Limón es de 15 a 20 m con aguas bajas y de 40 m con aguas altas. El ancho del valle anegadizo es de 40 m aproximadamente. La velocidad media de la corriente en estiaje es aproximadamente de 0.4. a 0.5 m/s hasta 1 m/s, mientras que en las crecidas, según las observaciones, llega de 3.5 a 4.0 m/s hasta 5 m/s.

El río Shumaya afluente de la margen izquierda del río Huancabamba confluye con éste a 69 km aguas arriba de su desembocadura. El río Shumaya nace a la cota 2,800 m.s.n.m. en la vertiente occidental de la Cordillera Central, escurriendo hacia el Suroeste hasta la confluencia con el río Huancabamba. Su longitud es de 11.6 Km y su área de captación de 45.2 Km<sup>2</sup>. La cuenca del río Shumaya tiene forma triangular, el ancho promedio de su cuenca es de 4.9 Km, siendo de 8.7 Km en la parte superior y 1.5 Km en la parte inferior. La longitud de la divisoria es de 35 Km. En el Noroeste (curso superior de la cuenca) el río Shumaya limita con la cuenca

de la Quebrada Granadillas. La altitud media de la cuenca del Shumaya está a la cota 2,496 msnm. La pendiente media del río es de 0.06.

El valle del río Shumaya en el área de la boca de salida del túnel tiene forma de un cañón. Las laderas del valle son altas, escarpadas y se abren abruptamente hacia el río. El ancho del cauce es de 4 a 5 m. La velocidad de la corriente durante el estiaje es de 1.2 a 1.5 m/s. El cauce está constituido por cantos, guijarros y fragmentos de rocas. Aguas abajo (aproximadamente a 1 Km de la boca de salida) el valle se ensancha un poco, pero el cauce conserva su forma. Su ancho es de 3.0 a 3.5 m. Las márgenes son abruptas, el cauce es poco deformable y está constituido por cantos, guijarros y gravas; a 1.5 Km de la desembocadura el valle del río cambia su forma de cañón. Las márgenes llegan a ser moderadamente abruptas. En el cauce además de cantos y grava aparecen arenas. A una distancia de 1 Km de la desembocadura, el valle de Shumaya atraviesa el valle del Huancabamba. Sus laderas llegan a ser suaves. Las márgenes, en su mayor parte son escarpadas, pero la altura de la terraza varía desde 1 m hasta 5 -8 m. Las márgenes están formadas por cantos y productos de erosión de granito y son deformables. El cauce es moderadamente sinuoso y está constituido por cantos, guijarros y gravas. La velocidad de la corriente durante, el estiaje es de 1.1 a 1.2 m/s. En el tramo a una distancia de 0.7 Km hasta 0.35 Km de su desembocadura, el río Shumaya entra de nuevo en el desfiladero. Aquí el cauce está cubierto con cantos de un diámetro mayor de 0.50 m; el valle es estrecho y las laderas abruptas. Las márgenes tienen una altura de 1 a 5 m y son escarpadas. A una distancia de 0.2 Km de la desembocadura, el cauce del Shumaya atraviesa la terraza supranegadiza, formada por sedimentos del Shumaya mismo. El río Shumaya desemboca en el río Huancabamba casi bajo un ángulo recto.

El río Tabaconas es un río típicamente montañoso que toma su origen en las montañas Llorón de la Cordillera Central a una altitud de 3,300 m y corre hacia Suroeste. La pendiente media del río es de 0.07. La desembocadura del río Tabaconas está en la confluencia del mismo con el río Chinchipe. La longitud del río hasta el eje de la presa escogido es de 22 Km, el área de captación de 130 Km<sup>2</sup>. En ambas márgenes del río

Tabaconas hay numerosos afluentes caudalosos siendo los más grandes: Coyona, Chorro, Cachanga, Granadillas, Manchara y Culebra.

El valle del río Tabaconas en sus cursos superiores tiene forma en V ensanchándose paulatinamente aguas abajo. En el sitio de la obra, el ancho del valle es de 150 a 200 m, las laderas son abruptas, cubiertas por matas y árboles. El cauce está constituido por cantos rodados de 10 a 20 cm de diámetro, grava guijarros y arena de grano irregular. Su ancho en el período de estiaje es de 10 a 15 m. Los bordes son estables, el cauce es poco deformable. Las velocidades medias de la corriente durante el período de aforos de 1977 fluctuaron en el eje de la presa entre 0.85 m/s en estiaje y 2.37 m/s en crecidas. La velocidad máxima es igual a 3.78 m/s.

Todos los afluentes del río Tabaconas mencionados arriba tienen mucha semejanza orográfica. Nacen en alta montaña, a una altitud mayor a 3,000 m. Los valles fluviales se encuentran bien labrados; con laderas abruptas y cubiertas de vegetación tropical. Los cauces de los ríos consisten en cantos rodados y guijarros.

El río Manchara es uno de los más grandes afluentes del río Tabaconas tanto por el área de captación como por el caudal. El río comienza en la vertiente oriental de la Cordillera Central a una altitud de 3,200 m y corre rumbo al NE, desembocando en el río Tabaconas a 64 Km aguas arriba de su desembocadura. La longitud del río Manchara es de 13.5 Km y el área de captación de 136 Km<sup>2</sup>. La cuenca del río está cubierta en 80 % por una selva pantanosa de difícil acceso.

El valle del río se encuentra bien labrado y tiene una forma trapezoidal con laderas abruptas. Los bordes son escarpados, el cauce consiste en bloques (40-50 %), cantos rodados y guijarros rellenos con arena. La pendiente media del río es de 0.13. En la zona de ubicación de la obra, el ancho del río en estiaje es de 20 m y la pendiente cerca de 0.05. Las velocidades promedias de la corriente, medidas durante el período de aforos en la estación El Alto, fluctuaron entre 0.5 m/s, en estiaje, y 1.4 m/s durante las

crecidas. Los afluentes principales del río Manchara son Azimán y Cortadera.

El Río Olmos nace en la Cordillera Occidental a una altitud de 2.100 m discurrendo en dirección occidental hacia el Océano Pacífico. La longitud del río medida hasta el cruce con la carretera Panamericana es de 41.1 Km, siendo su cuenca colectora de 306 Km<sup>2</sup>.

La cuenca del río tiene la forma de una hoja de 29.3 Km de largo y 10 Km de ancho. La red hidrográfica de la cuenca está bien desarrollada. Los afluentes más importantes son las quebradas Salitre, Lajas, Remato, Blanco, Boliches, El Cruce, Naranja, Overal y otros. Las pendientes del río varían entre 0.05 en cursos superiores, 0.025 en cursos medios y 0.01 en cursos bajos. La pendiente media del río es de 0.05, la altitud media de su cuenca es de 1,260 m. La Cuenca de Olmos limita al Norte con el río Cascajal y al Sur con el río Olós, al Este con el Huancabamba.

La velocidad de la corriente en el período de estiaje es de 0.2 a 0.5 m/s, en el de las avenidas de 1.7 a 2.0 m/s, aumentando a veces hasta 2.7 m/s. El ancho del río es de 1.5 a 3.5 m.

El cauce labrado en roca de basamento, es bastante estable, tiene su ancho en el estiaje de 1.0 a 1.5 m y en las crecidas, de 6 a 8 m. La pendiente media en el tramo es de aproximadamente 0.032. La velocidad media de la corriente en estiaje es del orden de 0.20 m/s. Periódicamente, en estiaje, la quebrada no tiene escorrentía constante. Durante las crecidas torrenciales la velocidad de la corriente, según las mediciones, alcanza 3 m/s. [SENA13]

### **3.3. Ubicación Geográfica de las Estaciones**

A continuación se presentan los 18 puntos geográficos escogidos, *ver Anexo I*, los cuales se quieren interconectar mediante una red de telecomunicaciones óptima, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- 1 Estación Central de Supervisión (ECS), físicamente establecida en tierra firme y con personal constante en tal ambiente.
- 10 Estaciones de Medición Hidrometeorológicas (EM), las cuales pueden ser Meteorológicas (M), Hidrométricas (H) o de Precipitación (P), establecidos a lo largo de los departamentos de Lambayeque, Piura y Cajamarca.
- 4 Estaciones de Medición y Supervisión (EMS), son también estaciones Hidrometeorológicas las cuales se encuentran en tierra firme cercanas a las EM, agrupándolas por cuencas; teniendo estas personales constantes a cargo.
- 3 Lagunas por Regular, establecidas en forma de casetas de monitoreo en la parte extrema de caída de agua de la laguna, sin personal constante a cargo.

Siendo así serán parte de ésta Red de telecomunicaciones las siguientes Estaciones de Medición Hidrometeorológicas, Estaciones de Lagunas por Regular, Estaciones de Medición y Supervisión y Estación Central de Supervisión, distribuidas de la siguiente manera:

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de la estación Central de Supervisión la cual recibirá toda la información del resto de estaciones por medio de su sistema SCADA.

Nº	Estación	Tipo	Cota(msnm)	Latitud S	Longitud W
1	PEOT	ESC	25	6° 46' 11.26"	79° 51' 27.353"

**TABLA 3. ESTACIÓN CENTRAL DE SUPERVISIÓN (ECS)**

Fuente: Elaboración propia

Estación Central de Supervisión PEOT (Proyecto Especial Olmos Tinajones)

**Dirección:** Calle Las Violetas Nº 148 Urb. Los Libertadores - Chiclayo - Lambayeque - Perú. 074 480860

En la siguiente tabla se presenta las ubicaciones geográficas de las estaciones componentes de la Red de Supervisión Hidrometeorológica de la cuenca del Tabaconas, del Pacífico y Huamcabamba-Chunchuca, las cuales transmitirán información automáticamente en tiempo casi real para su empleo en el modelo de pronóstico hidrológico, el cual se actualiza aproximadamente con una frecuencia de 3 horas en operación normal y cada 30 minutos en casos especiales. Estos tipos de estaciones transmitirán información pluviométrica (indica la medida de la cantidad de agua precipitada en un lugar), hidrométrica (indica la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida dependiendo la pendiente del terreno, esorrentía) y meteorológica (datos de precipitación, humedad, temperatura, viento, radiación solar, evaporación, etc.).

No	Estación	M	H	P	Nivel (msnm)	Latitud S	Longitud W
1	Barizales		X	X	2070	05º 23'00"	79º 17'
2	Tabaconas		X		1750	05º 18' 59"	79º 17' 06"
3	Manchara		X	X	1800	05º 25' 17"	79º 15' 31"
4	Leonera	X			1870	05º 23' 14"	79º 17' 24"
5	La Florida			X	1000	05º 19' 30"	79º 06' 17"
6	Puente Petro Perú		X		1167	05º 49' 17"	79º 22' 31"
7	Sauzal			X	1200	05º 46' 23"	79º 23' 37"
8	Suttón	X			64	06º 06' 49"	80º 01' 54"
9	La Misteriosa	X			72	06º 02' 14"	80º 03' 41"
10	Cerro de Arena	X			46	05º 55' 16"	80º 12' 08"
11	Cutirrape	X			104	06º 07' 18"	79º 54' 19"
12	La viña	X			75	06º 18' 49"	79º 45' 22"

13	Lidero Oeste	X			56	06º 14' 57"	80º 03' 42"
14	Laguna Shimbe	X			3340	05º 04' 26"	79º 28' 02"

**TABLA 4. ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS**  
Fuente: Elaboración propia

No	Estación	Tipo	Nivel (msnm)	Latitud S	Longitud W
1	Ampliación Tinajones	LPR	193	06º 38' 48"	79º 27' 43"
2	Presa Chaparri	LPR	122	06º 31' 39"	79º 35' 53"
3	Presa Papayo	LPR	403	06º 06' 23"	79º 16' 39"

**TABLA 5. ESTACIONES DE LAGUNAS POR REGULAR (LPR)**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Componentes de las Estaciones

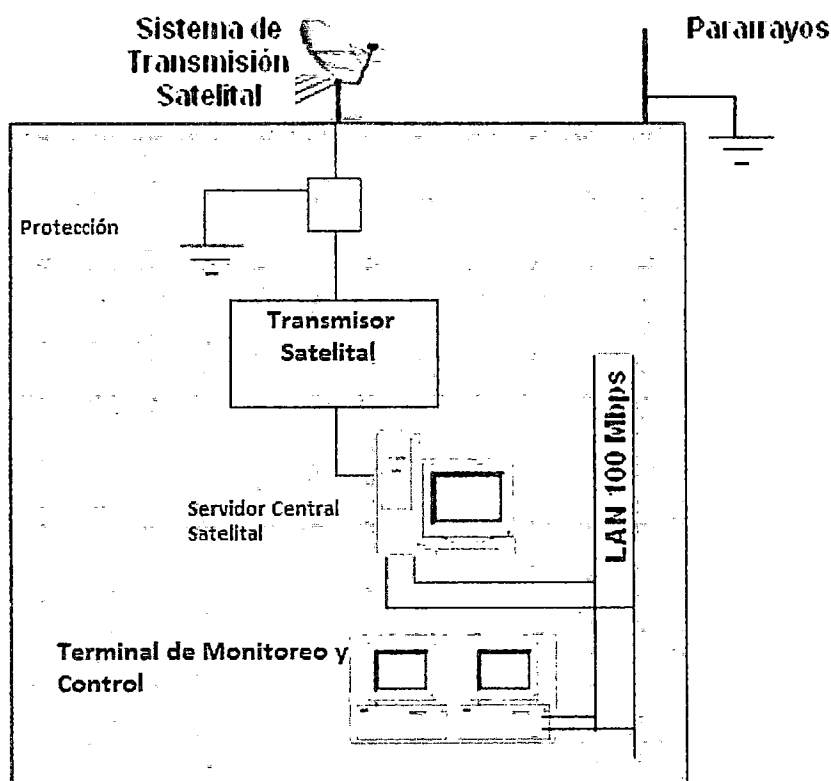
En este punto se presenta los componentes principales de las estaciones en el sistema de Red.

#### 3.4.1 Estación Central de Supervisión (ECS)

Esta es la estación más importante de todo el sistema pues su función es recibir información de todas las remotas y a la vez enviar mensajes de regulación o alerta para la generación de mayor flujo de agua y por ende un mayor caudal de acuerdo al análisis previo de la información recibida, o cambiar baterías de consolas de estaciones meteorológicas cuando se esté perdiendo la información recibida y así evitar pérdidas de información, compuesta básicamente del HUB satelital (tanto de Tx y Rx GOES para las hidrometeorológicas e INMARSAT o similar para las EMS), el SCADA en el servidor central redundante, servidor de comunicaciones redundante, PCs de monitoreo y control, un reloj GPS que será conectado al servidor central encargándose de mantener sincronizado el tiempo de las estaciones

remotas y servidores, este a su vez sincronizado con un GPS receiver de la estación satelital, además cuenta con una red LAN con interfaz física Ethernet soportando el protocolo de ruteo TCP/IP, etc.

Es el servidor de comunicaciones el que monitoreará la transferencia de datos, registrando los errores para luego hacer una corrección de errores, siendo estos procesados por un sistema de alarmas del sistema de monitoreo y control. Esta estación puede enviar instrucciones a las remotas como por ejemplo: pedir medición inmediata de la estación remota, ajustar el retardo entre 2 mediciones consecutivas en una estación remota, etc. siendo estas informaciones tipos de mediciones de las variables meteorológicas, nivel de agua, alarma de baja temperatura, bajo voltaje de batería, los parámetros de su configuración, entre otras; en la siguiente figura se presenta el modelo de una ECS e interconexión de sus componentes con su respectiva protección de puesta a tierra.



**FIGURA 7. ESTACIÓN CENTRAL DE SUPERVISIÓN**

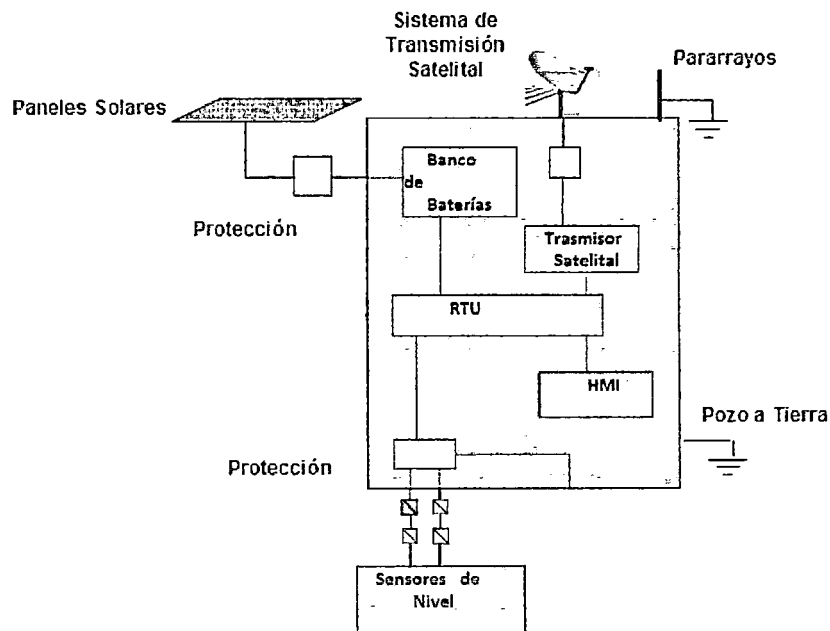
Fuente: Jáuregui Hernández. Tesis de licenciatura en Ing. Telecomunicaciones. "DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA "

### 3.4.2 Estación de Lagunas por Regular (LPR)

Son estaciones que se instalarán a un extremo de la laguna, donde esta tienda a desembocar, tales permitirán la captación de información principalmente de nivel de agua acumulada en dicha laguna; ubicación de la estación y al ser autónomas bajo una orden de la ECS accionarán la compuerta para una posible descarga de un cierto nivel de agua en épocas de estiaje; está compuesta básicamente de los sensores de nivel de agua y posición llamados piezómetros junto con el Limnigrafo el cual es observado de manera constante por personal del PEOT.

Cuenta con un transceptor satelital INMARSAT la cual soporta datos enviados por la estación terrena a la estación de control punto a punto, teniendo una comunicación en dos vías, es decir transmisión y recepción; por lo cual contará con una antena o plato satelital; y por último su respectivo sistema de protección a tierra.

El siguiente gráfico muestra el esquema de dicha estación teniendo opciones de comunicaciones como teléfono satelital, PC de programación, HMI (Interfaz Hombre Máquina), etc. por los equipos usados.

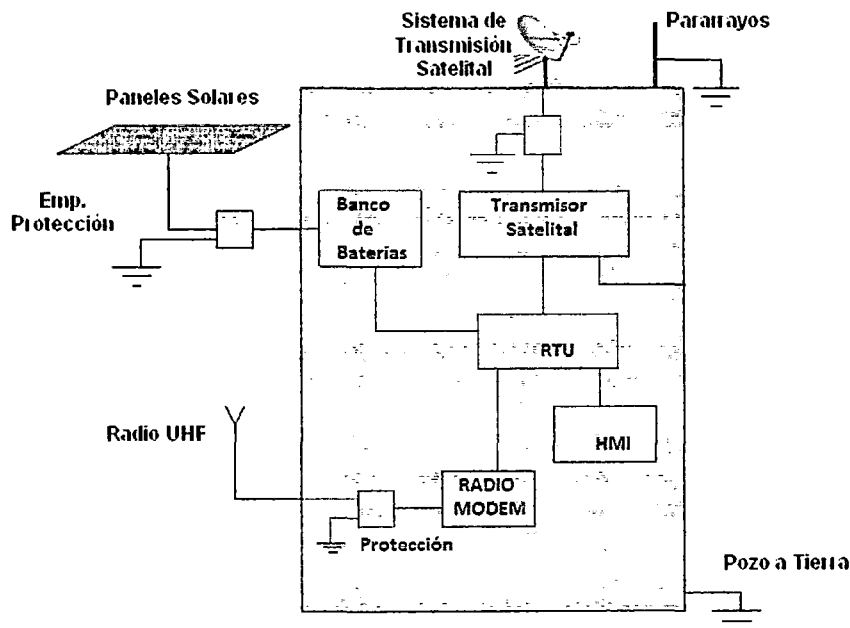


### FIGURA 8. ESTACIÓN DE LAGUNAS POR REGULAR

Fuente: Jáuregui Hernández. Tesis de licenciatura en Ing. Telecomunicaciones. "DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA "

### 3.4.3 Estación de Medición y Supervisión (EMS)

Están compuestas de manera similar a las anteriores teniendo: un sistema de radio UHF, como ya mencionamos de preferencia antenas Yagi para emisión al satélite GOES y omnidireccionales para recepción del sistema de telecomunicaciones UHF, el módem respectivo para digitalizar la señal, el sistema de energía provisto de paneles solares, baterías, controladores fotovoltaicos, etc, el adquisidor de datos el cual engloba al RTU (Unidad Terminal Remota es un microprocesador electrónico), datalogger (que es un dispositivo electrónico que registra mediciones ordenadas en el tiempo, provenientes de diferentes sensores), estos son módulos de medición de sensores que manejan en forma directa las comunicaciones y telecomunicaciones reduciendo la data, equipos de control externo y almacena la data adquirida en memorias no volátiles. Esta estación también dispondrá un transceptor satelital pues este enviará y recibirá información a través del sistema satelital GOES que es usado para este tipo de informaciones meteorológicas, sistema de energía por paneles solares y su respectivo pozo a tierra.



**FIGURA 9. ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN Y CONTROL**

Fuente: Jáuregui Hernández. Tesis de licenciatura en Ing. Telecomunicaciones. "DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA "

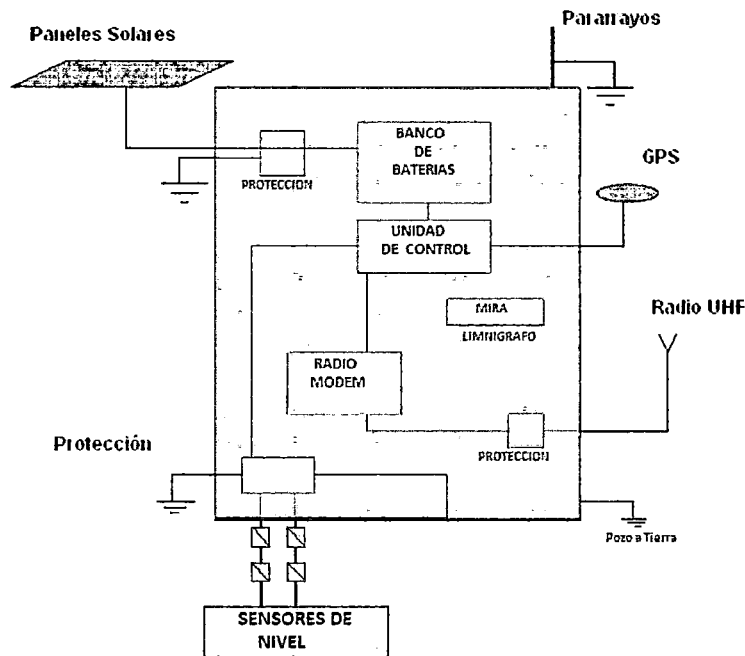
### **3.4.4 Estación de Medición Hidrometeorológica (EM)**

Son estaciones que tienen como función medir parámetros físicos que ocurren en una cuenca hidrográfica tales como humedad relativa, temperatura, velocidad y dirección del viento, radiación solar, precipitación, evaporación, etc. en el caso de las meteorológicas y medición de altura de agua de ríos para el cálculo del caudal en el caso de las hidrométricas.

Se podría decir tal vez que su equipamiento es una combinación de las dos estaciones mencionadas anteriormente, teniendo equipos como pluviómetros, medidores de evaporación, medidores de temperatura, medidores de radiación solar, de viento y adquisidor de datos.

Esta estación presenta una antena para transmisión y otra para recepción en frecuencia UHF, en este caso se considera para el emisor una antena tipo Yagi para tener mayor direccionalidad en el envío de la data, y para la recepción una antena omnidireccional para poder captar la señal en un área mayor y de diferentes partes, también presenta un GPS para la sincronización del tiempo con la estación maestra ECS, luego dado que esta estación está ubicada en lugares donde no existe población alguna el sistema de energía tendrá que ser compuesto por paneles solares los cuales capten la energía solar y almacenen tal en el banco de baterías, bajo un controlador de carga; además también debe contar con un sistema de puesta a tierra para evitar daños por las descargas eléctricas posibles causadas por los rayos dado que es una zona lluviosa de la sierra de Lambayeque.

Estos son los equipos básicos componentes de tal estación existiendo demás equipos y especificaciones de importancia para el funcionamiento pero solo se quiere resaltar el básico equipamiento para su correcta función. Todos los equipos estarán en una caseta de protección como la mostrada en la figura siguiente.

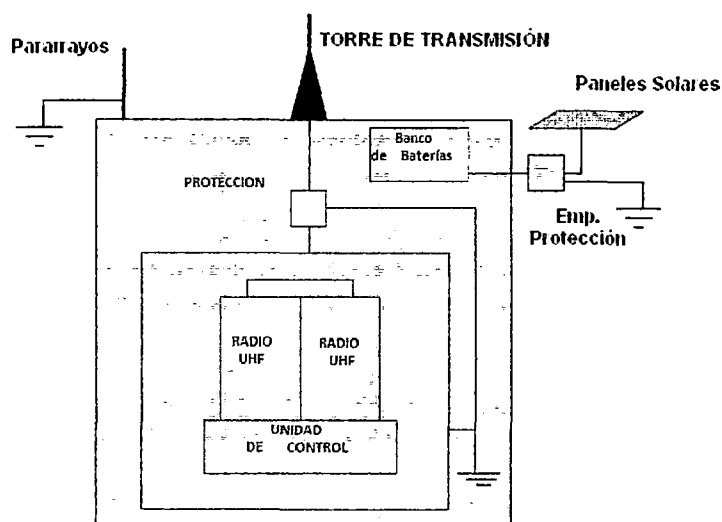


**FIGURA 10. ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA**

Fuente: Jáuregui Hernández. Tesis de licenciatura en Ing. Telecomunicaciones. "DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA "

### 3.4.5 Estación Repetidora

Parte también inevitable de un tipo de Red como estas son las repetidoras las cuales permitirán la interconexión de tales ante el inevitable problema en algunos casos como es la línea de vista. Conformadas por equipos de radio UHF de recepción y emisión de la data transmitida desde la EM hasta la EMS y viceversa, contando con paneles solares, baterías, controlador de carga, sistema de pozo a tierra, antena omnidireccional para recepción y direccional para emisión y todos los equipos complementarios para tal estación, la figura siguiente muestra un esquema de ella.



**FIGURA 11. ESTACIÓN REPETIDORA**

Fuente: Jáuregui Hernández. Tesis de licenciatura en Ing. Telecomunicaciones. "DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA "

### 3.5. Medios y transmisión de información

Dado que se usará un sistema de telemetría SCADA, este sistema de monitoreo y control de lagunas obligará a contar con computadoras remotas que realicen el envío de datos hacia una computadora central, la cual formará parte de un centro de control y gestión de información.

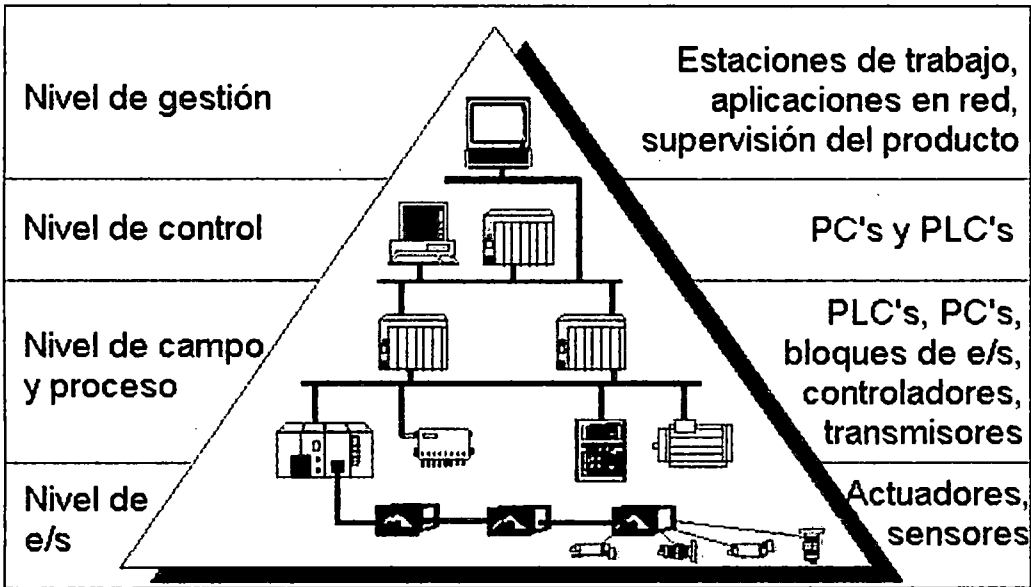
Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere de un medio de comunicación; existen diversos medios que pueden ser cableados (cable coaxial, fibra óptica, cable telefónico) o no cableados (microondas, ondas de radio, comunicación satelital); para ello se debe tener muy en cuenta la geografía que presenta la zona de trabajo, en este caso la sierra central del Perú, de esta forma la solución que más se apega a este modelo será la de un medio no cableado.

Cabe resaltar que cada fabricante de equipos para sistemas SCADA emplean diferentes protocolos de comunicación y por ello no existe estándar alguno para la estructura de los mensajes, sin embargo existen estándares internacionales que regulan el diseño de las interfaces de

comunicación entre los equipos del sistema SCADA y equipos de transmisión de datos.

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas y procedimientos que permite a las unidades remotas y central, el intercambio de información. Los sistemas SCADA hacen uso de los protocolos de las redes industriales.

De esta forma los niveles que se tendrían para el proceso de supervisión y adquisición de datos serían similares a los de una Red Industrial, como muestra la figura siguiente.



**FIGURA 12. REDES INDUSTRIALES**

Fuente: Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería "Introducción a la tecnología de redes"- Lección 2.5.25.1- UNAD

Siendo la comunicación del tipo radio la propuesta para usar; se requerirá de un módem para cada estación, el cual modulará y demodulará la señal. Además debido a que la información que se transmitirá sobre el sistema SCADA es pequeña en su mayoría, entonces también la velocidad de transmisión de los módem tendrá que ser pequeña (aproximadamente entre 300 bps y 2.4 Kbps).

### **3.5.1. Protocolo de comunicación MODBUS**

El protocolo MODBUS permite el control de una red de dispositivos, ya sea a través del PLC, HMI, RTU, drivers, sensores y actuadores remotos mencionados anteriormente como parte de cada una de las estaciones componentes de la Red. Los controladores de este protocolo se comunican usando una técnica Maestro – Esclavo, en la cual solo un dispositivo maestro puede iniciar transacciones llamadas peticiones, para que los dispositivos esclavos respondan suministrando al maestro el dato solicitado, o realizando la acción solicitada en la petición.

Este protocolo especifica el control de trama, secuencias y control de errores dependiendo del modo de configuración del controlador, ya sea del modo ASCII O RTU, siendo este último el recomendado para este proyecto de tesis. De esta forma los usuarios seleccionan el modo deseado, junto con los parámetros de comunicación del puerto serial (velocidad, paridad, etc.) durante la configuración de cada controlador (PLC ó RTU); cabe resaltar que el modo y los parámetros del puerto serial deben ser los mismos para todos los dispositivos conectados a la Red MODBUS.

**[SCAD07 ]**

#### **Modo ASCII**

Cuando los controladores son configurados en este modo, cada byte (8 bits) en un mensaje se envía como dos caracteres ASCII, además este modo usa para el control de errores una suma de control de redundancia longitudinal (LRC) y la principal ventaja de este modo es que permite intervalos de tiempo de hasta un segundo entre caracteres sin dar lugar a error. **[SCAD07 ]**

#### **Modo RTU**

Cuando los controladores están configurados en este modo, cada byte (8 bits) en un mensaje contiene dos dígitos hexadecimales de 4 bits, a diferencia del modo ASCII, este modo finaliza la trama con un suma de control de redundancia cíclica (CRC) y su principal ventaja es que su

mayor densidad de carácter permite mejor rendimiento que el modo ASCII para la misma velocidad. Como dato extra es que existe una versión MODBUS/TCP que es muy semejante al modo RTU, pero establece la transmisión mediante paquetes TCP/IP. [SCAD07 ]

Modo ASCII					
Comienzo de Trama	Dirección	Función	Datos	Control de Errores	Fin de Trama
:	2 bytes	2 bytes	N x 2 bytes	2 bytes	CR + LF

Modo RTU					
Comienzo de Trama	Dirección	Función	Datos	Control de Errores	Fin de Trama
Tiempo de 3 bytes	1 bytes	1 bytes	N x 1 bytes	2 bytes	

**FIGURA 13. MODOS MODBUS**  
Fuente: Parra Quispe, Arturo: “Comunicación Industrial”

En cualquiera de los modos de transmisión serial (ASCII o RTU), un mensaje MODBUS es situado por el dispositivo que transmite en una trama que tiene un comienzo y un final conocido, los mensajes parciales pueden ser detectados y luego establecer errores como resultado. Los maestros tienen la capacidad de direccionar esclavos individualmente o puede generar un mensaje en modo difusión a todos los esclavos (hasta 63 esclavos, 00H broadcast y 01H – 3FH) y estos devuelven el mensaje respuesta a las peticiones que les son direccionadas individualmente. Este protocolo establece el formato para petición del maestro de la siguiente forma:

- ✓ Primero coloca en la trama la dirección del dispositivo esclavo (0 en la mayoría de los casos).
- ✓ Un código de función que define la acción solicitada.
- ✓ Luego cualquier dato para enviarse.
- ✓ Finalmente un campo de comprobación de error.

Resumiendo, en una Red MODBUS el código de función en la petición indica al dispositivo esclavo direccionado el tipo de acción a realizar y los

bytes de datos contienen cualquier información adicional que el esclavo necesitará para llevar a cabo la función; y el código de función contenido en la respuesta es una réplica del código de función enviado en la petición, los bytes de datos contienen los datos recolectados por el esclavo, tales como valores de registros o estados y si ocurre un error, el código de función contenido en la respuesta es diferente al código de función enviado en la petición.

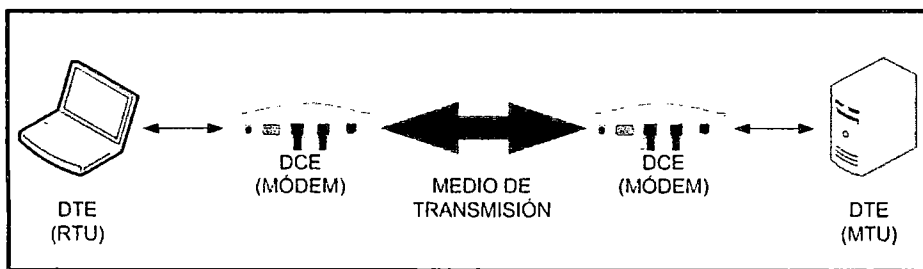
### **3.6. Elementos de Comunicación**

De manera básica y general para este sistema de telemetría SCADA se necesita de lo siguiente:

- ✓ Medio de transmisión (aire)
- ✓ Equipo emisor que puede ser el MTU
- ✓ Equipo receptor que se puede asociar al RTU

En el cual tanto el MTU y el RTU serán los equipos terminales de datos DTE, los módems serán los equipos de comunicación de datos DCE18 y el aire el medio de transmisión; con lo cual se requiere formar el esquema de conexión y comunicación siguiente:

En el caso de los DTE, son posibles de generar la señal que contenga la información a ser enviada, de la misma forma recibir, descifrar y extraerla, pero necesitan de una interfaz con el medio de comunicación, es por ello que se requiere de los DCE, los cuales son capaces de recibir la información de los DTE, hacer los cambios necesarios en la forma de la información, y enviarla por el medio de comunicación hacia el otro DCE, el cual recibe la información y la vuelve a transformar para que pueda ser leído por el DTE. **[SCAD07 ]**



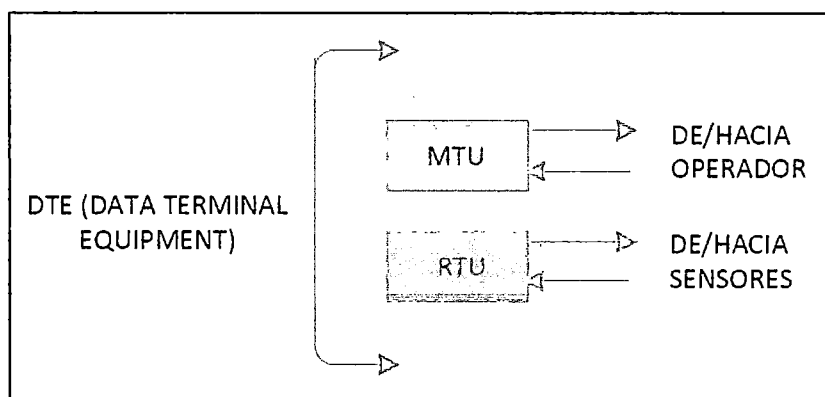
**FIGURA 14.BLOQUES DE COMUNICACION**

Fuente: Parra Quispe, Arturo: "Comunicación Industrial"

### 3.7. Elementos del Sistema SCADA

- ✓ Interfaz Hombre-Máquina: Es el entorno visual que permitirá la interacción del ser humano con los equipos implementados y por ello que se adapte de forma rápida y sencilla a tales procesos.
- ✓ Unidad Central (MTU): Es la unidad maestra que se encargará de realizar la supervisión y control, programada, en base a los valores actuales de las variables. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- ✓ Unidad Remota (RTU): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central.
- ✓ Sistema de Comunicaciones: Será el encargado de transferir la información desde el punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso, por ello estará compuesto de transmisores, receptores y medios de comunicación.
- ✓ Transductores: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa).

**[INTHM]**



**FIGURA 15.CONEXION MTU Y RTU**

Fuente: Elaboración propia

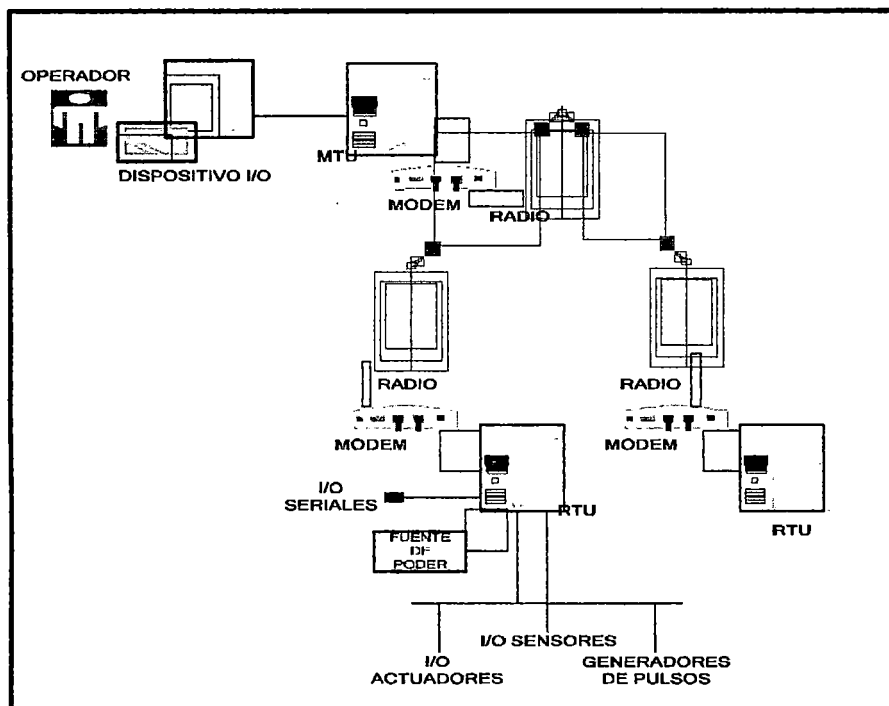
La RTU es un sistema que cuenta con un microprocesador e interfaces de entrada y salida tanto analógicas como digitales que permiten tomar la información del proceso mediante los dispositivos de instrumentación y control en una localidad remota, para posteriormente utilizando técnicas de transmisión de datos, enviarla al sistema central. Un sistema puede contener varios RTU de tal forma es capaz de captar un mensaje direccionado hacia él, decodificarlo y responderlo si es necesario.

La MTU, bajo un software de control, permite la adquisición de la data a través de todas las RTU ubicadas remotamente y brinda la capacidad de ejecutar comandos

de control remoto cuando es requerido por el operador. La MTU también cuenta con equipos auxiliares como impresoras y memorias de almacenamiento, las cuales son también de este conjunto. En muchos casos la MTU debe enviar información a otros sistemas o computadoras. Estas conexiones pueden ser directas y dedicadas o en la forma de una red LAN.

La conexión entre la RTU y los dispositivos de campo es muchas veces realizada vía conductor eléctrico. Usualmente, la RTU provee la potencia para los actuadores y sensores, y algunas veces éstos vienen con un equipo de soporte ante falla en la alimentación de energía UPS (Uninterruptible Power Supply).

**[INTHM]**



**FIGURA 16. DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA SCADA**

Fuente: Elaboración propia

### **3.8. Aspectos Generales**

Es importante tomar en cuenta la seguridad de las estaciones para estos tipos de proyectos, pues dada la ubicación tanto de las remotas como repetidoras sería fácil el robo de los equipos o demás componentes de las estaciones, por eso a continuación se muestran algunos requerimientos básicos para seguridad de las mismas y por ende de la empresa, tratando de evitar interrupciones en el monitoreo de información útil y por lo cual se hablaría también de pérdida de dinero:

- ✓ Los equipos deben estar en una caseta para ser protegidos de los diferentes cambios climatológicos de la zona.
- ✓ Cercar las estaciones con paredes malladas y con una alarma de apertura de puerta para ser también monitoreado desde la ECS.
- ✓ Para evitar el robo de los paneles solares se debe considerar asegurarlos ya sea con refuerzos metálicos o embebidos en concreto, tomando en cuenta ventajas y desventajas.

## ***CAPÍTULO 4***

### **Análisis de las tecnologías de conectividad**

#### **4.1. Introducción**

Con el presente tema de tesis se busca desarrollar un sistema de red que permita satisfacer las necesidades de adquisición de los datos, los cuales podrían ser utilizados en diferentes actividades como agricultura, prevención en caso de amenazas de origen atmosférico, hidrológico y los que se desencadenan como son los geológicos y mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos, sensores e instrumentos utilizados en las estaciones de la red.

Actualmente la Red Hidrometeorológica del PEOT carece de un sistema de transmisión de la información.

Para lo cual, se han planteado seis tecnologías que podrían solucionar los problemas de adquisición de los datos para la Red Hidrometeorológica del PEOT. Estas son WiMAX, WIFI, UHF, VHF, Fibra Óptica y Satelital. En este capítulo se muestra la descripción de estas, luego se hará un cuadro comparativo para analizar y comprender las diferentes alternativas tecnológicas que se podrían usar; y luego en base a ello escoger las que mejor se apegan a los requerimientos y necesidades del diseño de Red.

## **4.2. Tecnologías para el transporte de datos**

### **4.2.1. WIMAX (Estándar IEEE802.16)**

Este es un estándar de transmisión de datos que utiliza, entre otras, las bandas de radio en las frecuencias de 2.3 a 6 GHz. Una de sus aplicaciones más comunes es la de brindar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra no existe, como por ejemplo en las zonas rurales. [IEEE12]

#### **Estándares:**

##### **Estándar 802.16**

Especifica dos capas convergentes de servicio que forman la base del protocolo, estas dos capas son ATM y Packet (IP). Este estándar se refiere a un sistema BWA (Broadband Wireless Access) de alta tasa de transmisión de datos y largo alcance (hasta 50 km), que permite trabajar en bandas del espectro tanto "licenciado" como "no licenciado". Las antenas sectoriales que se utilizan son adaptativas y permiten intercambiar ancho de banda por alcance. [RWL]

##### **Estándar 802.16a**

Este estándar se enfoca en el espectro alrededor de los 10GHz. En Estados Unidos el espectro clave para 802.16 está en la banda MMDS, mayormente de 2.5 a 2.7GHz. Alrededor del mundo el estándar 802.16a es para la banda de 2 a 11 GHz desde que son vistos como un buen prospecto para servicios pequeños y residenciales. Se aplica en redes MAN con acceso inalámbrico de banda ancha. Es una ampliación del 802.16 con sistemas NLOS y LOS y protocolo PTP y PTMP. [WIM06]

##### **Estándar 802.16e**

El propósito de este estándar es adicionar movilidad, portabilidad y capacidad para clientes móviles IEEE. Usa Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM). [SMITH04]

**TABLA 6. Estándares WIMAX**

Fuente: [RWL]

<b>Estándar</b>	<b>802.16</b>	<b>802.16a</b>	<b>802.16e</b>
<b>Organismo</b>	IEEE	IEEE	IEEE
<b>Publicación</b>	2002	2003	2005
<b>Banda de frecuencias</b>	10-66GHz	2-11GHz	5-6GHz
<b>Tasa máxima</b>	32-134 Mbit/s con canales de 28Mhz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15Mbit/s con canales de 5 MHz
<b>Modulacion</b>	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
<b>Anchos de Banda</b>	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1, 25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
<b>Rango Alcance</b>	2-5 km	5-10 km	2-5 km
<b>Funcionamiento</b>	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)

Esta tecnología provee capacidad suficiente en Ancho de Banda para su uso en servicios multimedia y transmisión de voz, puede funcionar sin línea de vista y tiene alta eficiencia. [SEGWIFI] Las ventajas que tiene esta tecnología sobre Wi-Fi son mayor cobertura y velocidad de conexión, el protocolo de acceso es de concesión lo que evita colisiones, el uso del ancho de banda es más eficiente. [WIM06]

Ha sido identificada por diferentes autores como la tecnología que podría cubrir la falta de acceso a infraestructura de telecomunicaciones de grandes sectores de la población que habita las zonas rurales del planeta. Esta idea fue apoyada por el gran interés inicial mostrado por los operadores de países desarrollados, los cuales vieron en esta nueva tecnología la posibilidad de acceder a un mercado, que hasta ese momento era improbable darle servicio a un coste razonable. Dichos operadores han extendido gran cantidad de redes en los últimos años, las cuales están proporcionando servicios de datos a precios asequibles en zonas rurales de forma exitosa. Sin embargo, este éxito no se ha visto reflejado en zonas rurales de países en vías de desarrollo, dado que los operadores ven difícil la posibilidad de recibir algún retorno de inversión sobre los elevados gastos que implica el despliegue de redes de telecomunicaciones en estas áreas. **[CYTED13]**

Así como ventajas también se presentan algunas desventajas entre ellas el costo elevado de los equipos, el requerimiento de licencias para el uso del espectro que son costosas y difíciles de obtener. **[WIM06]**

Otro aspecto que no debemos olvidar es el alto consumo de energía. Las soluciones que usan WiMAX requieren mucha más energía que las basadas en WiFi. Una estación típica que opera seis sectores necesita una potencia de 1500 W. Los clientes actuales necesitan entre 15 y 30 W.

Ya que los equipos deberán ser alimentados mediante sistemas autónomos, lo cual encarece los costos de inversión del proyecto.

El mercado de las MAN (Metropolitan Area Network) es un mercado urbano con gran densidad de población que permite rápidos retornos de la inversión en infraestructura. Los equipos son más caros pero el mercado también es más grande.

En zonas rurales, las inversiones en WiMAX van a estar fuera del alcance de la mayoría por bastante tiempo. Los precios de las estaciones base rondan los 10,000 USD para un solo sector y pueden alcanzar los 30,000 USD por una solución multisector. Al precio de la estación base se debe

añadir los equipos de alimentación energética, la torre, seguridad física etc. [WIM08]

#### **4.2.2. WIFI**

Wi-Fi es el acrónimo de Wireless Fidelity (fidelidad inalámbrica), también se le llama IEEE 802.11b este término fue dado por la WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) que es una organización que reagrupa a los principales proveedores de equipos y software inalámbricos con la finalidad de garantizar la interoperabilidad de productos Wi-Fi y para difundir Wi-Fi como estándar global para redes locales inalámbricas en todos los mercados.

Los productos certificados Wi-Fi por WECA operan entre sí sin importar que fabricante sea. Un usuario con un producto Wi-Fi puede utilizar un punto de acceso de cualquier marca con un cliente hardware de cualquier otra marca, que haya sido diseñado para funcionar como Wi-Fi.

##### **[WI-FI03]**

Esta tecnología es una de las más usadas, ya que permite el fácil acceso seguro a Internet sin cables a una alta velocidad.

Las ventajas de utilizar esta tecnología es que funciona en regiones del espectro sin licencia, lo cual, facilita enormemente su puesta en marcha. Otra visible ventaja es que permite a las redes LAN ser desplegadas sin cables para mayor movilidad y comodidad. Al igual que ventajas también se presentan desventajas como el rango limitado de alcance, la limitación de conexión o las reducciones de velocidad de transmisión ocasionada por las desviaciones en los estándares.

Existen tres principales variantes del estándar 802.11 que son comunes en las WLAN. Estas son 802.11b, 802.11g y 802.11a, los dos primeros tienen características compatibles, el tercero opera en una diferente banda de frecuencia y mientras puede existir en una WLAN sus componentes no lo harán con los estándares 802.11b y 802.11g. [3GWI04]

## **Estándares**

### **Estándar 802.11**

Corresponde a las LAN inalámbricas y ofrece la transmisión a 1Mbps o 2Mbps en la banda de 2.4GHz mediante expansión de espectro por salto de frecuencia (FHSS) o expansión de espectro por secuencia directa (DSSS). **[WI-FI03]**

### **Estándar 802.11b**

El 802.11 WiFi de alto rendimiento es una extensión de 802.11 para LAN inalámbricas y permite conexiones con tasas de transmisión de hasta 11Mbps en la banda de los 2.4GHz, además sólo usa DSSS. Este estándar fue publicado en 1999 y ha sido ampliamente adaptado por manufacturas e infraestructuras como los “access point”, “routers” y “bridges”, al igual que proveedores de laptops, desktops y PDA’s. Cabe señalar que 802.11b fue al inicio una mejora del 802.11 que se hizo para permitir que la funcionalidad inalámbrica fuera análoga a las conexiones Ethernet cableadas. **[3GWI04]**

### **Estándar 802.11g**

Este estándar provee altas tasas de transferencia hasta 54Mbps en la banda de 2.4GHz y utiliza DSSS/FSSS además de multiplexado por división ortogonal de frecuencia OFDM. Éste estándar es compatible con 802.11b, esto quiere decir que cualquier dispositivo 802.11g está habilitado para coexistir con dispositivos 802.11b. **[WI-FI03]**

### **Estándar 802.11a**

Es una extensión del 802.11 específica para LAN inalámbricas, alcanza velocidad de transmisión de hasta 54Mbps en la banda de 5GHz, el método de codificación que utiliza es OFDM. A pesar de que 802.11a y 802.11b no son compatibles, es usual usar ambos en una Red de Empresa. La mayoría de usuarios usan 802.11b mientras que a usuarios con poder son

asignados a 802.11a, estas redes podrían cruzarse, pero aun así no podrían interoperar. [3GWI04]

A continuación un resumen de estándares para Wi-Fi.

**TABLA 7. Estándares Wi-Fi [3GWI04]**

Fuente: [3GWI04]

Estándar	802.11b	802.11a	802.11g
Organismo	IEEE	IEEE	IEEE
Finalización	1999	2002	2003
Banda de frecuencias	2,4 GHz (Posibles Interferencias por microondas o teléfonos Inalámbricos)	5 GHz (Baja posibilidad de interferencia, podría darse con redes de 2,4GHz)	2,4 GHz (Posibles Interferencias por microondas o teléfonos inalámbricos)
Tasa máxima	11 Mbit/s	54 Mbit/s	54 Mbit/s
Costo	Barato	Relativamente caro	Relativamente barato
Rango Alcance	Buen rango de alcance. Típicamente de 30 a 40 metros en interiores, dependiendo del material y la forma de construcción.	Menor alcance que 802.11b y 802.11g.  Típicamente de 10 a 15 metros en interiores.	Buen rango de alcance. Típicamente de 30 a 40 metros en interiores, dependiendo del material y la forma de construcción.
Compatibilidad	Ampliamente Adoptado.	Incompatible con 802.11b y 802.11g	Compatible con 802.11b. Incompatible con 802.11 <sup>a</sup> .

### **4.2.3. VHF (Muy altas frecuencias)**

Frecuencia VHF en inglés Very High Frequency es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz. La banda de televisión en VHF suele ser la más importante, estando relegada la banda de UHF para las pequeñas televisoras y las repetidoras. Cuando las comunicaciones entre las aeronaves y los controladores de los aeropuertos son de corta distancia, especialmente en las maniobras de despegue y aterrizaje se realizan en la Banda Aérea de VHF. Esta banda está comprendida entre los 118 y 136 MHz. Las comunicaciones en esta banda son en AM.

- ✓ Gama de Frecuencia: de 30 MHz a 300 MHz.
- ✓ Longitud de Onda: de 10 a 1 metros.
- ✓ Características: prevalentemente propagación directa, esporádicamente propagación Ionosférica o Troposférica.
- ✓ Uso Típico: Enlaces de radio a corta distancia, Televisión, Radiodifusión en Frecuencia Modulada.

#### **Sistemas que funcionan en VHF**

La Televisión, radiodifusión en FM, Banda Aérea, satélites, comunicaciones entre buques y control de tráfico marítimo. A partir de los 50 MHz encontramos frecuencias asignadas, según los países, a la televisión comercial; son los canales llamados "bajos" del 2 al 13. También hay canales de televisión en UHF. Entre los 88 y los 108 MHz encontramos frecuencias asignadas a las radios comerciales en Frecuencia Modulada o FM. Se la llama "FM de banda ancha" porque para que el sonido tenga buena calidad, es preciso aumentar el ancho de banda. Entre los 108 y 136,975 Mhz se encuentra la banda aérea usada en aviación. Los radiofaros utilizan las frecuencias entre 108,7 Mhz y 117,9 Mhz. Las comunicaciones por voz se realizan por arriba de los 118 Mhz, utilizando la amplitud modulada. En 137 MHz encontramos señales de satélites meteorológicos. Entre 144 y 146 MHz, incluso 148 MHz en la Región 2,

encontramos las frecuencias de la banda de 2m de radioaficionados. Entre 156 MHz y 162 MHz, se encuentra la banda de frecuencias VHF internacional reservada al servicio radiomarítimo. Por encima de esa frecuencia encontramos otros servicios como bomberos, ambulancias y radio-taxis etc.

**[UHF/VHF08]**

#### **4.2.4. UHF (Ultra altas frecuencias)**

Banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. En esta banda se produce la propagación por onda espacial.

Tiene una atenuación adicional máxima de 1 dB si existe despejamiento de la primera zona de Fresnel. Sus siglas en Inglés son Ultra High Frequency.

- ✓ Gama de Frecuencia: de 300 MHz a 3 000 MHz.
- ✓ Longitud de Onda: de 1 metro a 10 centímetros.
- ✓ Características: Exclusivamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.
- ✓ Uso Típico: Enlaces de radio, Radar, Ayuda a la navegación aérea, Televisión. **[UHF/VHF08]**

#### **4.2.5. FIBRA OPTICA**

Es un medio de red que utiliza luz modulada para la transmisión de datos a través de hilos de vidrio. Existen dos tipos básicos de fibra óptica, multimodo y monomodo.

Muchas de las características de los medios de fibra óptica son superiores a las de cobre, por lo cual su precio es elevado. Algunas características a continuación:

Velocidad de transferencia: Más de 1Gbps

Longitud máxima del cable: Más de 10Km para el monomodo, hasta 2 Km. para el multimodo.

#### **4.2.6. SATELITE (GOES E INMARSAT)**

Para una mejor información en cuanto a la elección del satélite GOES se cita una presentación realizada por la Dirección General de Meteorología del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en la cual se explica las ventajas y aplicaciones del satélite meteorológico GOES 10 teniendo:

##### **SATÉLITE METEOROLÓGICO GOES:**

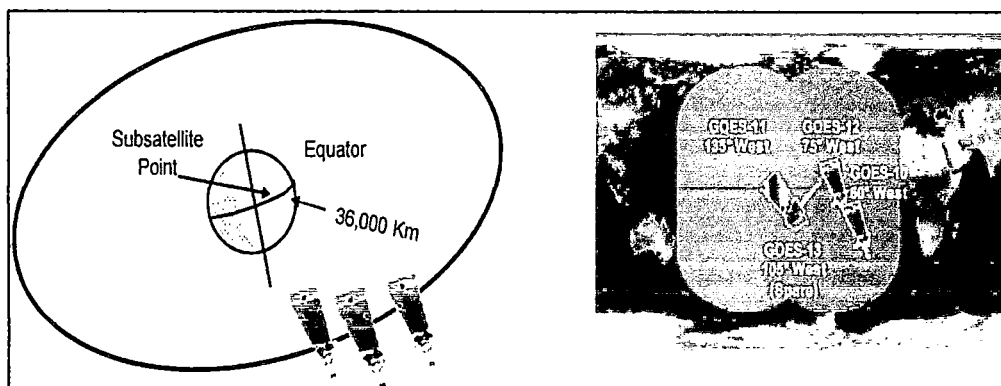
“El Satélite Geoestacionario Operacional Ambiental (GOES), es una de las claves del programa estadounidense del National Weather Service "NWS" de la NOAA. Los datos de imágenes y de sonda del GOES son continuos y proveen una corriente de información ambiental para apoyar el pronóstico del tiempo, el seguimiento de tormentas severas, y para investigación en meteorología.”

##### **[SENGOES]**

##### **Actividades Espaciales GOES:**

Es importante saber cuál es la reseña histórica de la puesta en marcha de cada satélite GOES, de esta manera se tiene lo siguiente, según la presentación mencionada hecha por el SENAMHI:

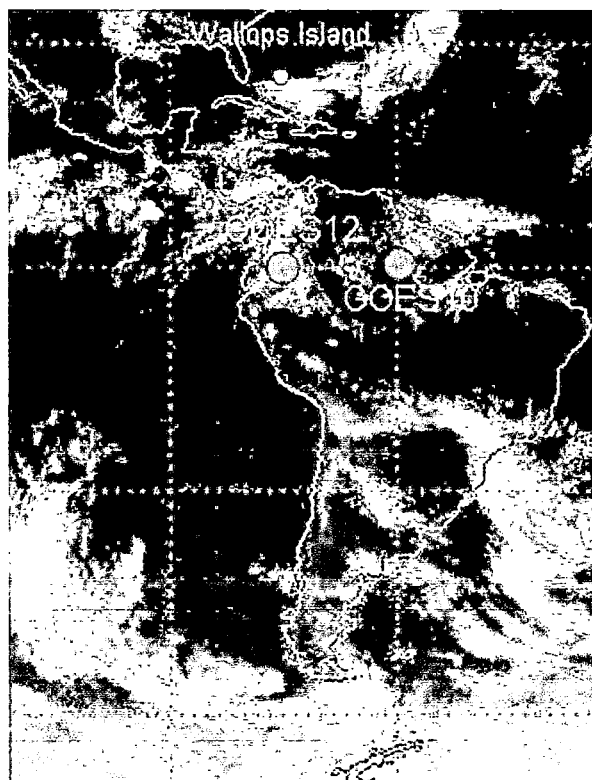
- GOES-10, lanzado el 25 de Abril, 1997. Movido a 60° W en apoyo al programa Earth Observation Partnership of the Americas (EOPA): 2 de Diciembre, 2006.
- GOES-11, lanzado el 3 de Mayo, 2000. Reemplaza al GOES-10 que enfocaba al Asia y USA. Convertido a GOES-West el 21 de Junio 2006.
- GOES-12, lanzado el 23 de Julio de 2001. Continúa operaciones desde 1 Abril de 2003.
- GOES-13, lanzado el 24 de Mayo de 2006.



**FIGURA 17. ACTIVIDADES ESPACIALES GOES**

Fuente: PDF Estudios-GOES, SENAMHI

De estos satélites se ha hecho una diferencia entre GOES 10 y GOES 12 (ambos cubren todo el territorio sudamericano) para la recepción de una mejor información meteorológica aparte de la que se obtendrá desde la misma posición de la estación remota, sin embargo se debe tener en cuenta el precio de todo el sistema. [SENGOES]



**FIGURA 18. UBICACIÓN DEL SATÉLITE GOES 10 Y 12**

Fuente: PDF Estudios-GOES, SENAMHI

A pesar de ello el presente proyecto de tesis brinda estas opciones a tomar en cuenta, algunas de estas diferencias las podemos ver en el cuadro siguiente:

GOES 10	GOES 12
Imágenes cada 15 minutos. Sensor de sondaje. Mayor número de aplicaciones para pronóstico. Satélite antiguo. Inclinación (corregida por NOAA 60° W). Apoyo de NOAA para uso del satélite.	Imágenes cada media hora. No tiene sensor de sondaje. Menor número de aplicaciones de pronóstico. Satélite más nuevo. No se tiene apoyo para su utilización.

**TABLA 8. DIFERENCIA ENTRE EL SATÉLITE GOES 10 Y GOES 12.**  
Fuente: PDF Estudios-GOES, SENAMHI

**SISTEMA SATELITAL INMARSAT:**

En cuanto a la elección del satélite INMARSAT D+ el cual permite transmitir paquetes de información a un bajo costo, y justamente empleado para soluciones que contengan un sistema SCADA, como sistema de adquisición de datos, se podrá enviar y recibir información desde los lugares remotos en los cuales se encuentran las Est. LPR.

INMARSAT D ofrece un servicio global de comunicaciones de datos utilizando equipos pequeños. El estándar D se divide en INMARSAT D e INMARSAT D+, ofreciendo el primero un servicio unidireccional mientras que el segundo ya un servicio bidireccional.

Además INMARSAT D+, integrado con GPS es ideal para seguimiento, búsqueda, intercambio de pequeños mensajes como recojo de datos medioambientales de lugares remotos y aplicaciones SCADA que es justamente lo que se usará en este caso.

Para mayor información sobre los estándares que presenta INMARSAT se muestra la siguiente tabla.

**TABLA 9. ESTÁNDARES INMARSAT**

ESTÁNDAR	SERVICIOS OFRECIDOS	VERSIONES
Inmarsat-A	Telefonía, fax, télex y datos a 9.6 Kbps datos hasta 64 Kbps – High Speed Data (HSD); servicio analógico.	Marítima Terrestre
Inmarsat-B	Telefonía, fax grupo 3, télex datos hasta 64 Kbps - High Speed Data (HSD); servicio digital	Marítima Terrestre
Inmarsat-C	Datos a baja velocidad	Marítima Terrestre

Inmarsat-D/D+	Mensajería unidireccional (Estándar D) y bidireccional (Estándar D+)	Global
Inmarsat-E	Emergencia	Global
Inmarsat-M	Telefonía, fax grupo 3, datos	Marítima Terrestre
Inmarsat-P/Mini-M	Telefonía, fax grupo 3, datos	Global
Inmarsat-Aéreo	Telefonía, fax, datos	Aéreo

Fuente: Villaverde Gúlias, Manuel y Gonzales Pérez, Carolina: Curso “Sistemas de Comunicación Vía Satélite”

### 4.3. Alternativas de Solución

En muchos casos la decisión de usar una tecnología u otra depende de decenas de aspectos como el uso eficiente del espectro, la legislación, el acceso a la tecnología o la capacidad de inversión.

Es importante que la discusión no sea puramente tecno-céntrica, sino que otros aspectos se valoren a la hora de tomar una decisión. Es aconsejable por tanto no discutir si una tecnología “es mejor que otra” sino si una solución es más apropiada que otra en cierto contexto local y para ciertas aplicaciones.

Primero se hará un cuadro comparativo para analizar y comprender las diferentes alternativas tecnológicas que se podrían usar; y luego en base a ello escoger las que mejor se apegan a los requerimientos y necesidades del diseño de Red.

**TABLA 10. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICA**

Fuente: [ALB09]

Parámetros	WIMAX	WIFI	UHF	VHF
Estándar	802.16 /a/e	802.11b/a/g		
Frecuencia	10-66GHz / 2-11GHz/ 5-6 GHz	2.4 y 5 GHZ	300 - 3000 MHz	30 - 300 MHz
Velocidad pico de subida	6.1 - 9.4 Mbps	54 Mbps usando 802.11a/g y más de 100 Mbps usando 802.11g	9600 bps	4800 bps
Velocidad pico de bajada	3.3 - 6.5 Mbps		4800 bps	2400 bps
BW canal	10 MHz (9 MHz reales) Mayor número de canales disponibles	20 MHz (16, 25 MHz reales)	25 MHz	20 MHz
Modulación	BPSK, QPSK1/2, QPSK 2/3, 16QAM1/2 , 16QAM3/4, 64QAM2/3, 64-QAM3/4	BPSK, QPSK1/2, QPSK 2/3, 16QAM1/2, 16QAM3/4, 64QAM 2/3, 64QAM3/4	MSK, GMSK, DRCMSK	FM, 4FSK

PARÁMETROS	SATELITAL			FIBRA ÓPTICA
	VSAT	INMARSAT	GOES	
Capacidad	BW limitado	BW limitado	BW limitado	Gran capacidad, orden de Gbps por hilo y Tbps en total

Tamaño de antena	pequeño, mediano	pequeño	pequeño	NA (Cableado)
Transferencia	datos, voz y Video	datos, voz	datos meteorológicos	datos, voz y video
Velocidad	56 a 64 Kbps	64 Kbps	2.048 Mbps	10 Gbps por fibra
Costo	Bajo y mediano	Bajo y mediano	libre	alto

Tomando en cuenta el cuadro anterior se propone a continuación tres alternativas de solución para el presente proyecto, teniendo así:

#### 4.4. Solución solo Satelital para las Estaciones

Como primera opción se puede pensar en usar solo sistemas satelitales los cuales permitan interconectar los puntos establecidos teniendo en cada estación remota el respectivo sistema satelital que le correspondería.

Para esto de acuerdo a las investigaciones realizadas y tomando en cuenta soluciones online de casos de envió de información meteorológica como es el caso puntual de estaciones del SENAMHI<sup>1</sup> o del envió de data de remotas petroleras hacia un sistema de adquisición SCADA, etc., se ha considerado conveniente usar para el caso de la Red de Estaciones Hidrometeorológicas el sistema satelital GOES, con el satélite GOES 10 y no con el GOES 12, ambos para la zona sudamericana, que a pesar de ser este último más moderno que su predecesor , no brinda algunas informaciones o características como el otro mencionado y para el caso de las Est. LPR se usaría el sistema satelital INMARSAT D+2 debido a que se quiere una comunicación bidireccional, además el equipamiento a usar es de menor tamaño si se compara con una posible opción VSAT<sup>3</sup> para este caso el cual

<sup>1</sup> SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

<sup>2</sup> INMARSAT: International Maritime Satellite Organization

<sup>3</sup> VSAT: Very Small Aperture Terminals

requiere de una antena parabólica pequeña pero mayor a la de la solución INMARSAT, además siendo la solución VSAT más usada para telefonía satelital rural la cual no se considera primordial en este caso.

Entonces siendo este caso de solución solo satelital, las Estaciones de medición y supervisión (EMS) pasarían hacer solo Estaciones de medición (EM) y se enviaría y recibiría información desde el mismo punto de adquisición de la data en el caso de las estaciones remotas.

De lo explicado anteriormente, dada la solución solo satelital se tendría la siguiente distribución en toda la Red de telecomunicaciones mostrada en la tabla siguiente:

**TABLA 11. SOLUCIÓN SATELITAL PARA TODAS LAS ESTACIONES**

<b>Nº</b>	<b>ESTACION</b>	<b>TIPO</b>	<b>SOLUCION SATELITAL</b>
<b>1</b>	PEOT	<b>ECS</b>	GOES e INMARSAT
<b>2</b>	Ampliación Tinajones	<b>LPR</b>	INMARSAT
<b>3</b>	Presa Chaparri	<b>LPR</b>	INMARSAT
<b>4</b>	Presa Papayo	<b>LPR</b>	INMARSAT
<b>5</b>	Barizales	<b>EMS</b>	GOES
<b>6</b>	Tabaconas	<b>EM</b>	GOES
<b>7</b>	Manchara	<b>EM</b>	GOES
<b>8</b>	Leonera	<b>EM</b>	GOES
<b>9</b>	La Florida	<b>EM</b>	GOES
<b>10</b>	Puente Petro Perú	<b>EMS</b>	GOES
<b>11</b>	Sauzal	<b>EM</b>	GOES
<b>12</b>	Suttón	<b>EMS</b>	GOES
<b>13</b>	La Misteriosa	<b>EM</b>	GOES
<b>14</b>	Cerro de Arena	<b>EM</b>	GOES

<b>15</b>	Cutirrape	<b>EM</b>	GOES
<b>16</b>	La viña	<b>EM</b>	GOES
<b>17</b>	Lidero Oeste	<b>EM</b>	GOES
<b>18</b>	Laguna Shimbe	<b>EMS</b>	GOES

Fuente: Elaboración propia

A pesar de ser una solución factible el costo que demandaría el tener un sistema satelital por cada estación y en general por toda la Red, calculada aproximadamente en varios millones de dólares, supera las expectativas de cualquier empresa; por ello el proyecto no sería rentable, por ende esta opción no viene a ser una solución ideal.

#### 4.5. Solución solo con radio enlaces UHF

Otra de las opciones para poder solucionar el problema es establecer un sistema de telecomunicaciones basado solo en radioenlaces UHF para cada estación, lo cual implicaría la instalación de varias estaciones repetidoras en lugares estratégicos para hacer posible la comunicación, distribuidos a lo largo y ancho de toda la cuenca hidrográfica hasta poder llegar al objetivo que sería la estación Central de Supervisión. De ser este el caso implicaría en primer lugar una inversión económica demasiado alta sin contar con los costos de operación y mantenimiento para cada caso y lo dificultoso que sería emplear capital humano en tales zonas, ya que se conoce de la dificultad del terreno y el clima peruano, además habría la posibilidad de perder información en el camino o un retardo enorme pues como se sabe el hecho de que hayan más repetidoras en el transcurso de la señal de un extremo a otro, provocara que esta sea cada vez más débil, con lo cual se tendría que recurrir a equipos más potentes de transmisión; entonces esta tampoco sería una opción óptima para poder resolver tal necesidad o problema.

#### **4.6. Solución combinada Satelital y UHF**

Expuestas las soluciones anteriores, se puede recurrir a una tercera solución la cual vendría a ser la combinación de ambos sistemas de comunicación de tal manera que se logre una distribución conveniente y por ende una solución ideal para el proyecto.

Ahora cabe la posibilidad también de desarrollar un sistema de radioenlaces en VHF en vez de UHF, pues como se sabe las ondas que viajan en VHF pueden difractarse y pasar obstáculos sin la necesidad de tener completamente línea de vista además de saber que a menor frecuencia mayor distancia de alcance, a diferencia de UHF la cual usa más el multicamino o rebote y el cual si requiere tener línea de vista. Pero así como presenta “ciertas ventajas” esta también presenta la desventaja de requerir equipos de transmisión y recepción más potentes y por ende antenas de mayor tamaño y peso, lo cual no es recomendable pues se busca minimizar el esfuerzo humano y dar una solución más practica dadas las condiciones geográficas y climatológicas en las cuales serán establecidas las estaciones, por eso buscar antenas pequeñas es lo más idóneo; además se ha encontrado en su mayoría por no decir en su totalidad antenas en frecuencias UHF tanto como para transmisión y recepción exclusivas para el uso en un sistema de telemetría y telecontrol SCADA , el cual es el sistema de adquisición de datos de la ECS; mas no en VHF.

A pesar de ello se cree considerable hacer el análisis de ingeniería en el software Radio Mobile tanto en UHF como en VHF, para poder ver cuáles son las variaciones en estos casos.

De esta manera se tendría la siguiente distribución dadas las estaciones y sus ubicaciones correspondientes:

**TABLA 12. SOLUCIÓN SATELITAL Y RADIOENLACES UHF**

<b>Nº</b>	<b>ESTACIÓN</b>	<b>TIPO</b>	<b>SOLUCION SATELITAL</b>	<b>SOLUCION UHF</b>
<b>1</b>	PEOT	<b>ECS</b>	GOES e INMARSAT	
<b>2</b>	Ampliación Tinajones	<b>LPR</b>	INMARSAT	
<b>3</b>	Presa Chaparri	<b>LPR</b>	INMARSAT	
<b>4</b>	Presa Papagayo	<b>LPR</b>	INMARSAT	
<b>5</b>	Barizales	<b>EMS</b>	GOES	
<b>6</b>	Tabaconas	<b>EM</b>		UHF
<b>7</b>	Manchara	<b>EM</b>		UHF
<b>8</b>	Leonera	<b>EM</b>		UHF
<b>9</b>	La Florida	<b>EM</b>		UHF
<b>10</b>	Puente Petro Perú	<b>EMS</b>	GOES	
<b>11</b>	Sauzal	<b>EM</b>		UHF
<b>12</b>	Suttón	<b>EMS</b>	GOES	
<b>13</b>	La Misteriosa	<b>EM</b>		UHF
<b>14</b>	Cerro de Arena	<b>EM</b>		UHF
<b>15</b>	Cutirrape	<b>EM</b>		UHF
<b>16</b>	La viña	<b>EM</b>		UHF
<b>17</b>	Lidero Oeste	<b>EM</b>		UHF
<b>18</b>	Laguna Shimbe	<b>EMS</b>	GOES	

Fuente: Elaboración propia

## ***CAPÍTULO 5***

### **Diseño de la red de Telecomunicaciones**

#### **5.1. Introducción**

En este capítulo se presentara el diseño propuesto, en base a las necesidades presentado en el tercer capítulo. Asimismo, la selección de equipos y la calidad de servicio en base al análisis realizado en el cuarto capítulo. Finalmente, se muestra la propuesta económica considerando el costo de equipos y mantenimiento de los mismos.

#### **5.2. Elección de Frecuencia de Trabajo**

Para la elección de frecuencia de trabajo nos basaremos en el reglamento de Servicios Privados en Telecomunicaciones (MTC).

##### **5.2.1. Las Modalidades de Servicio Privado en Telecomunicaciones:**

Según el Ministerio de Transporte y comunicaciones los Servicios Privados son aquellos que han sido establecidos por una persona natural o

jurídica para satisfacer, estrictamente, sus propias necesidades de comunicación interna y dentro del territorio nacional, salvo los casos previstos en los artículos 17º y 18º del Decreto Supremo Nº 020-2007-MTC.

- ✓ Servicio Fijo Terrestre: Es aquel servicio conformado sólo por estaciones fijas, las cuales se comunican entre sí.
- ✓ Servicio Fijo por Satélite
- ✓ Servicio Móvil Terrestre
- ✓ Servicio Móvil Marítimo
- ✓ Servicio móvil aeronáutico

**SERVICIO FIJO TERRESTRE**

De los cuales el *Servicio Fijo Terrestre* se utilizara para el diseño de la red UHF. [MTC-MOD]

Por el uso del espectro radioeléctrico en los servicios privados de telecomunicaciones utiliza bandas licenciadas en las cuales se requiere un pago (PAGO DE CANON) anual:

- ✓ Terrestre por estación fija, fija de base y por frecuencia de transmisión y por bloque horario S/. 154.00. [CAN015]

**FIGURA 19. PLAN NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS (PNAF)**

Fuente: [MTC08]

MHz 335,4 - 410		
REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
335,4 - 387 FIJO MOVIL	335,4 - 387 FIJO MOVIL	P41, P42
387- 390 FIJO MOVIL Móvil por Satélite (espacio-Tierra)	387- 390 FIJO MOVIL Móvil por satélite (espacio-Tierra)	P41, P42
390- 399,9 FIJO MOVIL	390- 399,9 FIJO MOVIL	P41, P42
399,9 - 400,05 RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	399,9 - 400,05 RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	P37, P42
400,05 - 400,15 FRECUENCIA PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz)	400,05 - 400,15 FRECUENCIA PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz)	P43

Según el PNAF las bandas 335.4-387 Mhz, 387-390 Mhz, 390-399.9 Mhz, 401 – 430 Mhz, 440 - 470 Mhz, pueden utilizarse para el servicio FIJO (Servicio de Radiocomunicación entre puntos fijos determinados.)

P41 La banda 380 – 400 MHz puede ser utilizada para fines de seguridad pública. Las bandas 385 – 386 MHz y 395 – 396 MHz están atribuidas para prestar servicios públicos de telecomunicaciones a título secundario a entidades públicas, con fines de seguridad pública o de atención en situaciones de emergencia o de socorro; en aras de salvaguardar la vida y/o los bienes de las personas.

P42 Las bandas 382-400 MHz pueden ser utilizadas para servicios de telecomunicaciones públicos y privados en áreas rurales.

[MTC08]

**SERVICIO FIJO POR SATELITE**

Para la transmisión satelital se utilizara el *Servicio Fijo por Satélite*.

El pago del canon anual para este servicio:

- ✓ Por estación transmisora y frecuencia de transmisión S/. 3,850.00.

[CAN015]

**FIGURA 20. PNAF- SERVICIO FIJO POR SATÉLITE.**

Fuente: [MTC08]

400,15 - 401 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	400,15 - 401 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	
401 - 402 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	401 - 402 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	
402 - 403 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	402 - 403 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	

13,75 - 14 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIOLOCALIZACION Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial Exploración de la Tierra por satélite	13,75 - 14 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIOLOCALIZACION Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial Exploración de la Tierra por satélite	P100, P105
14 - 14,25 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	14 - 14,25 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	P100

GHz 14,25 – 17,2		
REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
14,25 - 14,3 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	14,25 – 14,3 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	P100
14,3 - 14,4 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil por satélite (Tierra-espacio) Radionavegación por satélite	14,3 - 14,4 FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil por satélite (Tierra-espacio) Radionavegación por satélite	P100
14,4 - 14,47 FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial (espacio-Tierra)	14,4 - 14,47 FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial (espacio-Tierra)	P92, P100
14,47 - 14,5 FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil por satélite (Tierra-espacio) Radioastronomía	14,47 - 14,5 FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil por satélite (Tierra-espacio) Radioastronomía	P92, P100
14,5 - 14,8 FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL Investigación espacial	14,5 - 14,8 FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL Investigación espacial	P92

5.2.2. Elección de Frecuencia de Trabajo

SERVICIO FIJO TERRESTRE (Diseño UHF)

Se elegirá la banda 380-512 MHz de la cual utilizaremos desde 386MHz, Una de sus atribuciones de esta banda es para servicio FIJO (Servicio de Radiocomunicación entre puntos fijos determinados). Los equipos encontrados, posibles a usar, para este caso trabajan en tales frecuencias.

SERVICIO FIJO POR SATELITE (Diseño Satelital)

- ✓ Para Sistema de telecomunicación satelital GOES utilizaremos 401 – 403 MHz, una de sus atribuciones de esta banda es para servicio de Meteorología por satélite (Tierra-espacio).
- ✓ Para Sistema de telecomunicación satelital INMARSAT utilizaremos 14 – 14.5 GHz, una de sus atribuciones de esta banda es para servicio Fijo por satélite (Tierra-espacio).
- ✓ Los equipos encontrados, posibles a usar, para este caso trabajan en tales frecuencias.

**5.2.3. Canalización de frecuencias**

Para los servicios de telecomunicaciones considerados en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias se elaboran planes de canalización de frecuencias.

Según la resolución viceministerial N° 890-2007-MTC/03 se aprobó la canalización de bandas para servicios con sistemas de radioenlaces analógicos y digitales y para enlaces fijos y móviles auxiliares a la radiodifusión por televisión.

**FIGURA 21. CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS-Banda 385,000 - 390,000 MHz  
(SERVICIO: FIJO, MOVIL)**

Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz
41	386,025
42	386,050
43	386,075
44	386,100
45	386,125

Fuente: [MTC07]

**5.3. Análisis del tráfico producido por el Sistema de Monitoreo  
Hidrometeorológico durante la transmisión de datos.**

En esta sección se realizara un análisis del tráfico promedio producido en cada una de las estaciones remotas, tomando en cuenta el número de sensores utilizados. Cada estación cuenta con dos sensores de humedad, un pluviómetro, un anemómetro con veleta para la dirección del viento, un barómetro, un sensor de temperatura y un sensor de radiación solar UV.

Considerando que se tienen varias estaciones, estas se pueden agrupar para un mejor entendimiento como un sistema que consta de varias estaciones remotas y una estación de central de supervisión, viéndolo de manera general. Siendo que esta última se encargará de recoger la información de las estaciones remotas, procesarla y almacenarla, las

estaciones remotas enviarán la información de manera automática o bajo orden de la estación de central de supervisión.

**5.3.1. Calculo del volumen de datos capturados**

Obtener los datos de todas las estaciones remotas al mismo tiempo resulta una tarea bastante complicada, teniendo en cuenta la gran influencia de las bajas y altas temperaturas de la zona sobre el medio ambiente que pueden provocar fluctuaciones en los enlaces inalámbricos. Por otro lado se debe considerar las capacidades de los sistemas de adquisición de datos de las estaciones, versus la importancia de conocer en tiempo real las medidas registradas. Buscando recopilar datos para tomar decisiones, un primer paso es determinar el volumen de datos que serán transmitidos.

El software de control de las estaciones remotas permite configurar el periodo de tiempo que se usara para capturar los datos desde los sensores. Este puede ir desde 1min a 120 min, de acuerdo a la importancia meteorológica con que se necesite un dato en la estación central.

**FIGURA 22: Weatherlink Data Logger**

- **Weatherlink® para Vantage Pro® Data Logger y Software (#6510C)**  
Almacena los datos registrados por la Vantage Pro y los descarga en su PC. genera informes y muestra gráficos. El intervalo de descarga (1, 5, 10, 15, 30, 60, 120 minutos) es fijado por el usuario. El cargador de datos puede almacenar aproximadamente 2, 9, 18, 27, 53, 107, 213 días, la capacidad de almacenamiento dependerá del intervalo de descarga seleccionado. El software compatible con Windows le permite analizar, hacer diagramas, imprimir, clasificar y resumir los datos.  
  
El Weatherlink para Vantage Pro incluye cargador de datos, cable de dos metros y medio, software y manual. Requiere PC con Windows 95, 98, 2000, ME o NT y un puerto serie libre.

Fuente: [MCV]

Se registran los promedios de datos hidrometeorológicos en un intervalo de 30 minutos debido a la solicitud de los investigadores. A continuación se calculara el volumen de información a transmitir para intervalos de medida de 15 y 30 minutos.

### 5.3.2. Cálculo del volumen de tráfico para el tiempo de muestreo de 15 y 30 minutos.

El número de muestras  $N_m$ , para un parámetro, durante 24 horas, se calcula en función del tiempo a partir de la siguiente ecuación:

$$N_m = \frac{(24h * 60min)}{t} = \frac{1440}{t} \left[ \frac{medidas}{dia} \right]$$

Siendo:  $t = 15 \text{ min}$   $N_m = 96 \left[ \frac{medidas}{dia} \right]$

Siendo:  $t = 30 \text{ min}$   $N_m = 48 \left[ \frac{medidas}{dia} \right]$

### 5.3.3. Cálculo de la cantidad de datos almacenados en el Datalogger

Durante la recepción de datos el datalogger almacena cada variable (temperatura, humedad, precipitación, etc ) en 2 Bytes. Además los datos registrados incluyen información extra como:

Fecha: De acuerdo al formato (dd/mes/año) ocuparía 10 Bytes

Hora: Indica la hora, minutos y segundos de acuerdo al formato (00:00:00) por lo que ocuparía 8 Bytes.

Esta información forma un string o cadena de datos constituido por 2 Bytes de datos más 10 Bytes de la fecha y 8 Bytes de la hora, dando un total de 20 Bytes por cada medida.

Consecuentemente, el cálculo de la cantidad de datos almacenados en el datalogger  $Cd'$ , en Bytes, para un parámetro se realiza utilizando la siguiente expresión.

$$Cd' = N_m * 20 \text{ Bytes}$$

$$Cd' = \frac{1440}{t} \left[ \frac{\text{medidas}}{\text{dia}} \right] * 20\text{Bytes} = \frac{28800}{t} \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right]$$

$$\text{Siendo: } t = 15 \text{ min } Cd' = 1920 \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right]$$

$$\text{Siendo: } t = 30 \text{ min } Cd' = 960 \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right]$$

#### 5.3.4. Cantidad de Datos de acuerdo al Número de Parámetros

El datalogger registra 6 parametros como máximo 8, y para obtener la cantidad de datos medidos se utiliza la siguiente expresión:

$$Cd = Cd' * \#Parametros$$

$$Cd = Cd' * 6 \text{ Parametros} = \frac{28800}{t} \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right] * 6\text{Parametros} = \frac{172800}{t} \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right]$$

$$\text{Siendo: } t = 15 \text{ min } Cd = 11520 \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right]$$

$$\text{Siendo: } t = 30 \text{ min } Cd = 5760 \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right]$$

Los archivos son almacenados en una memoria no volátil de 128KB.

#### [Anexo VI]

Esto quiere decir que se podría almacenar información, para el peor de los casos (15 m), aproximadamente por 11 días.

$$\frac{128\text{KBytes}}{11520 \text{ Bytes/dia}} = 11 \text{ dias}$$

En 30 min se podría almacenar información por 22 días.

$$\frac{128\text{KBytes}}{5760 \text{ Bytes/dia}} = 22 \text{ dias}$$

Dependiendo de los intervalos a seleccionar y la cantidad de información a transmitir, con un registro de 52 bytes por intervalo de acuerdo a la hoja

de especificaciones del datalogger se podrá almacenar hasta 6 meses antes de que se sature la memoria.

De acuerdo a los cálculos realizados anteriormente, se concluye que la cantidad de datos obtenidos no sobrepasa la capacidad de almacenamiento del sistema de adquisición de datos. Si la memoria del datalogger se llegara a llenar, este equipo cuenta con la característica FIFO (primero en entrar, primero en salir), lo que significa que los primeros datos almacenados serán los primeros datos en ser borrados o reemplazados por nuevos datos; por lo que nunca se perderán los nuevos datos registrados por los sensores.

Si se trabaja en un modo asíncrono los bytes son transmitidos en el siguiente formato: 1 bit de inicio, 8 bits (1byte) de información, 1 bit de parada y 1 bit de paridad; es decir, tramas de datos de 11 bits. En total se transmite:

$$20 \text{ Bytes} * 11 \frac{\text{bits}}{\text{Bytes}} = 220 \text{ bits por evento}$$

Por lo tanto la cantidad de datos que llegaría a salir del datalogger Cd, representados en bits, será:

$$Ct = Cd * 11 \text{bits} = \frac{172800}{t} \left[ \frac{\text{Bytes}}{\text{dia}} \right] * 11 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{Bytes}} \right] = \frac{1900800}{t} \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right]$$

$$t= 15\text{min} \quad Ct = 126720 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right]$$

$$t= 30\text{min} \quad Ct = 63360 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right]$$

### **5.3.5. Calculo del volumen de datos a transmitirse registrado durante 3 h.**

La totalidad de información almacenada en un día en cada estación remota no se enviara en una sola transmisión hacia la estación central. De acuerdo a los procedimientos del SENHAMI y considerando la cantidad de datos

que se almacena en cada estación remota, se recomienda que la transmisión de los datos almacenados se realice cada 3 horas; es decir, se tendrá 8 transmisiones cada 24 horas por cada por cada estación remota. De esta forma se contara con datos cada tres horas, pero que fueron capturados de acuerdo al tiempo de muestreo (30 min) con lo que se lograra un mejor procesamiento de la información y se disminuirá el tiempo de transmisión de los datos.

El volumen de datos acumulados en 3 horas será:

$$t=15\text{min} \quad Ct = \frac{1900800}{t} \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right] = \frac{1900800}{15} \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right] = 126720 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right]$$

$$Ct = 126720 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right] * \frac{1 \text{ dia}}{24\text{horas}} * 3\text{horas} = \mathbf{15840 \text{ bits}}$$

$$T=30\text{min} \quad Ct = \frac{1900800}{30} \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right] = 63360 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right]$$

$$Ct = 63360 \left[ \frac{\text{bits}}{\text{dia}} \right] * \frac{1 \text{ dia}}{24\text{horas}} * 3\text{horas} = \mathbf{7920 \text{ bits}}$$

Esto es, el volumen de datos almacenados en una estación remota es de 7.920 k bits, para un tiempo de muestreo de 30 min por 3 horas.

La velocidad de subida en UHF es de 9.6 Kbps. Esto demuestra que la Red UHF no tendrá ningún problema en transportar 7.920 k bits.

Teniendo en cuenta que la red de Estaciones Remotas está formada por 17 estaciones hidrometeorológicas y considerando el caso hipotético más crítico, en el que la totalidad de estaciones transmiten al mismo tiempo, todo el volumen de información registrado durante 3 horas; entonces el volumen de datos a trasmitirse desde las estaciones remotas hacia la estación central se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$T=15\text{min} \quad C17 = 17\text{estaciones} * Ct = 17 * 15840 \text{ bits} = 269280 \text{ bits}$

$T=30\text{min} \quad C17 = 17\text{estaciones} * Ct = 17 * 7920 \text{ bits} = 134640\text{bits}$

Los valores analizados anteriormente son para el caso hipotético más crítico, cuando todas las estaciones remotas intentan transmitir al mismo tiempo hacia la estación central.

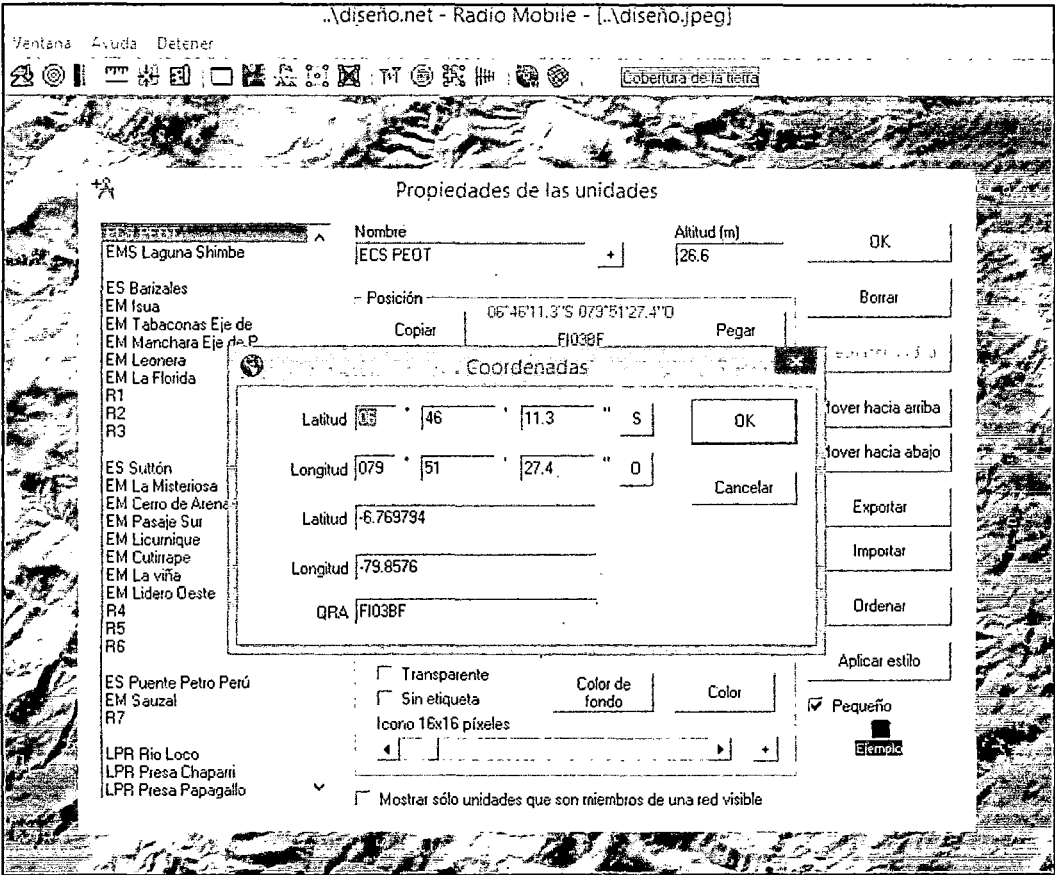
**TABLA 13. CALCULO DEL VOLUMEN DE DATOS A TRANSMITIRSE REGISTRADO DURANTE 3h**  
Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN	DATA POR ESTACIÓN (bits)	DATA POR EMS (Kb)	NÚMERO DE ESTACIONES	VOLUMEN TOTAL (Kb)
<b>Est. Lagunas por regular</b>				
LPR	7,920		3	23.76
<b>Est. Hidrometeorológicas</b>				
EMS L.Shimbe	7,920	7.920	1	7.920
<b>Est. Hidrometeorológicas (Cuenca Tabaconas)</b>				
EM Tabaconas	7,920			
EM Manchara	7,920			
EM Leonera	7,920			
EM La Florida	7,920			
EMS Barizales	7,920	39.6	1	39.6
<b>Est. Hidrometeorológicas (Cuenca del Pacifico)</b>				
EM La Misteriosa	7,920			
EM Cerro de Arena	7,920			
EM Cutiparre	7,920			
EM La viña	7,920			
EM Lidero Oeste	7,920			
EMS Suttón	7,920	47.52	1	47.52
<b>Est. Hidrometeorológicas (Cuenca Huamcabamba - Chunchuca)</b>				
EM Sauzal	7,920			
EMS Puente P.P.	7,920	15.84	1	15.84
<b>VOLUMEN TOTAL DE INFOMACIÓN A TRANSMITIR</b>				<b>134.64</b>

### 5.4. Topología de la Red UHF

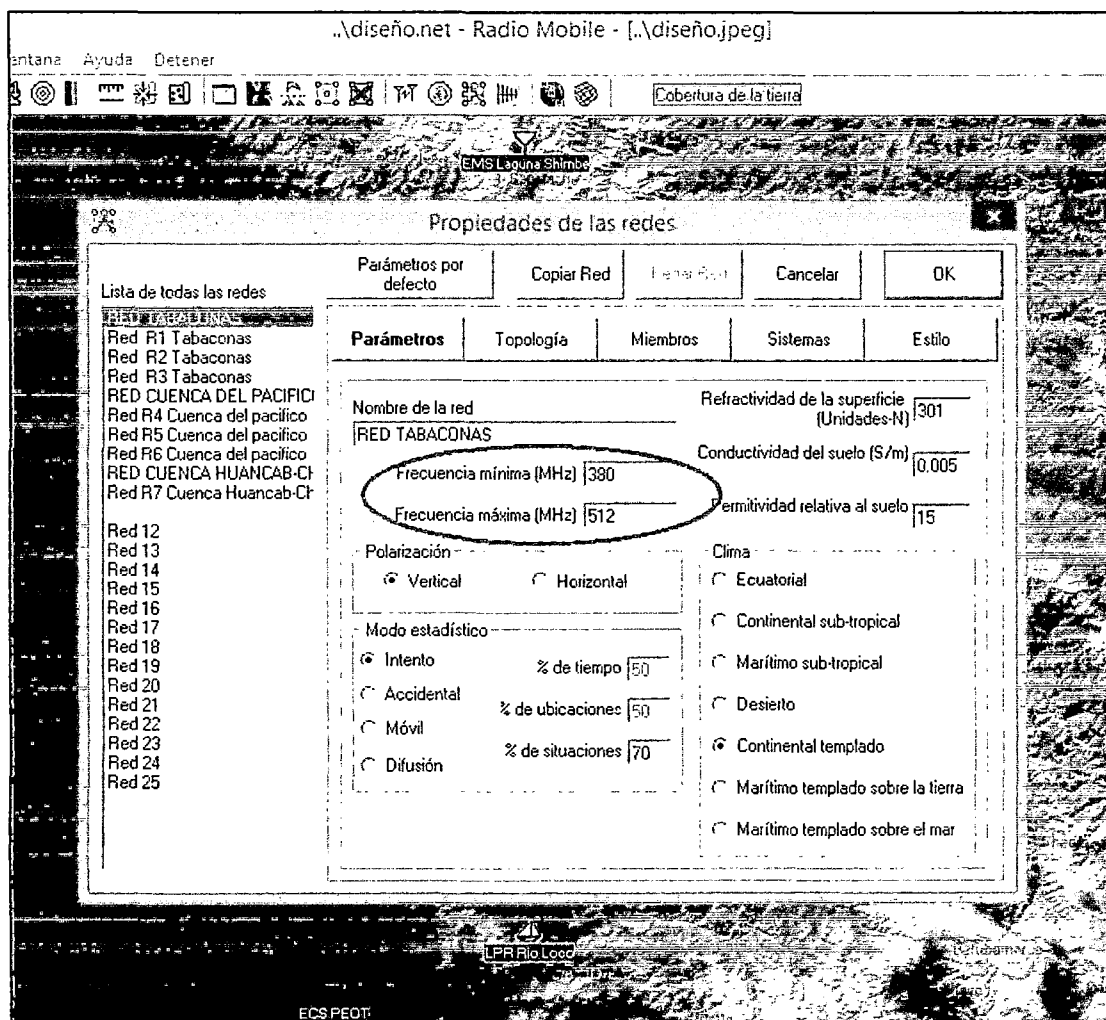
A continuación se mostraran los pasos seguidos para poder desarrollar el sistema de radioenlaces en este caso en UHF; para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Primero que nada se establece las ubicaciones geográficas de las estaciones (latitud sur y longitud oeste), como se muestra en la siguiente figura.



**FIGURA 23. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTACIONES A INTERCONECTAR**  
Fuente: Elaboración propia

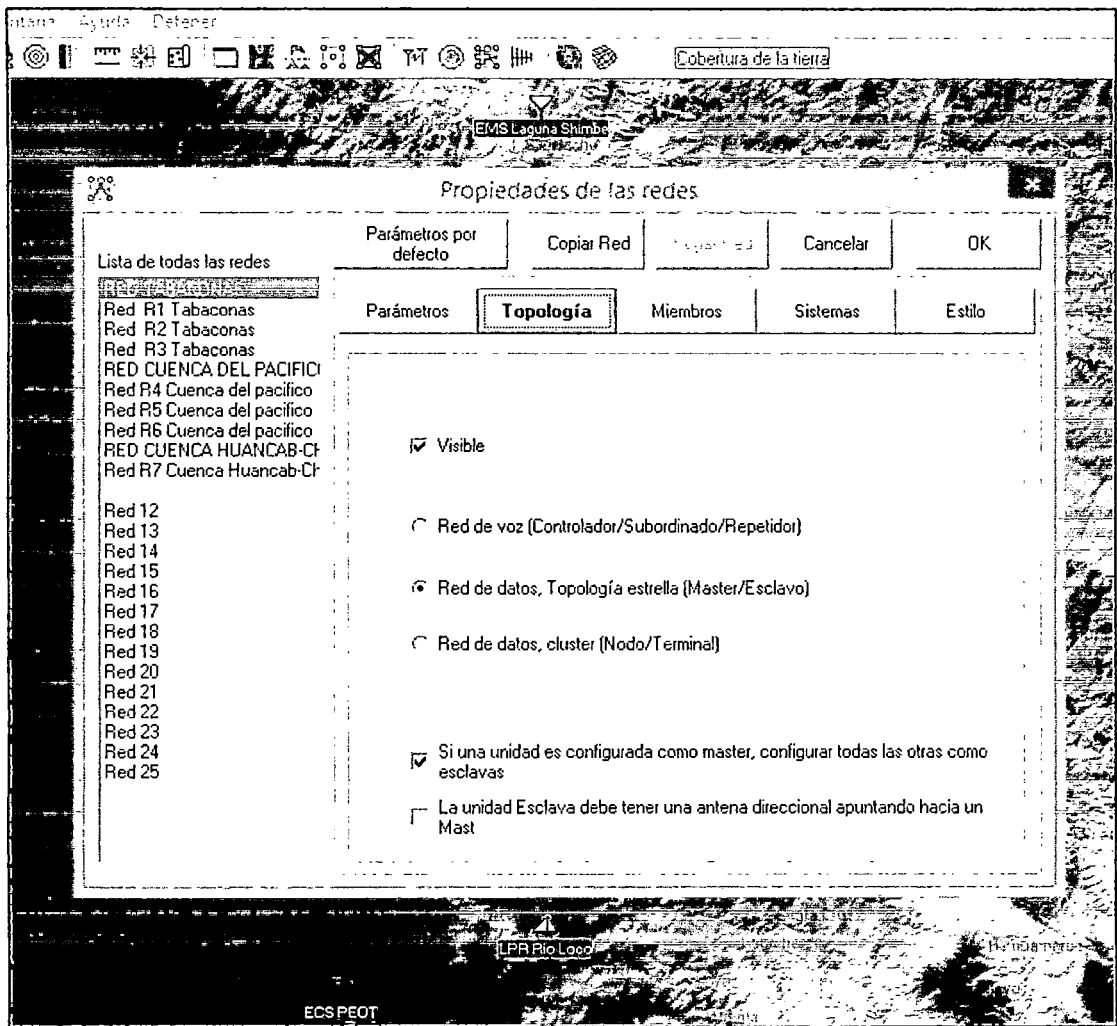
- Luego se establecen las redes, en este caso se agrupo por cuencas, considerando el rango de frecuencias UHF entre 380 y 512 MHz ya que los equipos encontrados, posibles a usar, para este caso trabajan en tales frecuencias; además de los demás parámetros ya establecidos por el software para un caso óptimo e ideal.



**FIGURA 24. PROPIEDADES DE LAS REDES-PARÁMETROS**

Fuente: Elaboración propia

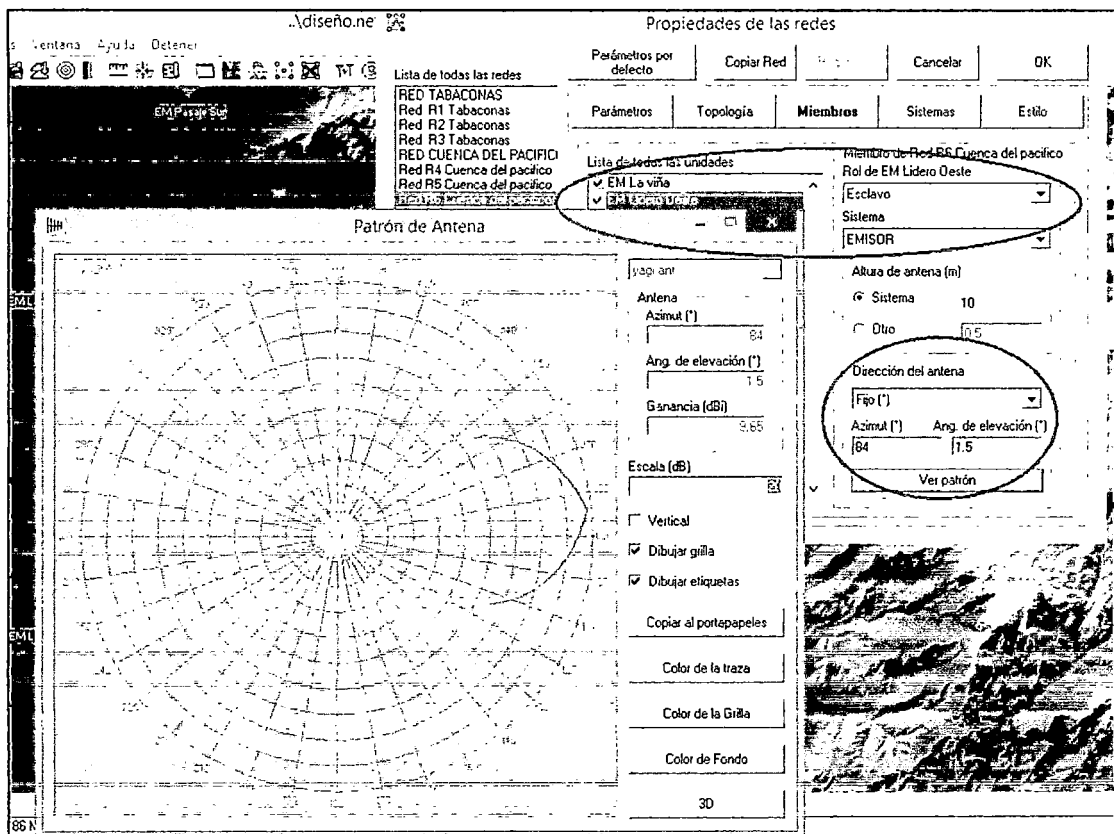
- La topología a usar es del tipo estrella pues toda la data de la EM será dirigida hacia la EMS respectiva, por lo cual se estableció como lo mostrado en la siguiente figura.



**FIGURA 25. PROPIEDADES DE LAS REDES-TPOLOGÍA**

Fuente: Elaboración propia

- Luego se selecciona a los miembros los cuales conformaran esa red, diferenciándolos entre MAESTRO (estación a la cual se dirigirán todos los datos en un sentido) y ESCLAVO (estación de la cual salen los datos hacia la estación maestra), también se varia por cada miembro que tenga antena direccional el azimut del patrón de la antena según sea el caso, para de esta forma optimizar el radioenlace y hacer ideal la red.



**FIGURA 26. PROPIEDADES DE LAS REDES-MIEMBROS**

Fuente: Elaboración propia

- A continuación se establecieron dos tipos de sistemas uno EMISOR, el cual será en caso de que la estación sea la que envíe en ese momento la data , y el otro RECEPTOR, el cual será el caso en que la estación reciba la data en ese momento. Una estación puede ser emisor y receptor a la vez; y para este tipo se ha considerado en el caso de que la estación sea emisora una antena direcciva tipo Yagi específicamente la YAGI UHF 5000-0030 de la compañía proveedora SUTRON, y para el caso de que la estación sea receptora una antena omnidireccional específicamente OMNI UHF 5000-0040 de la misma compañía (las hojas técnicas de ambas antenas son mostradas en el ANEXO VI). Con lo cual se ha considerado para este siguiente punto los datos de frecuencia, ganancia, potencia de transmisión, etc. de las antenas mencionadas para el análisis de ingeniería.

**Propiedades de las redes**

Lista de todos los sistemas: RECEPTOR, Sistema 3, Sistema 4, Sistema 5, Sistema 6, Sistema 7, Sistema 8, Sistema 9, Sistema 10, Sistema 11, Sistema 12, Sistema 13, Sistema 14, Sistema 15, Sistema 16, Sistema 17, Sistema 18, Sistema 19, Sistema 20, Sistema 21, Sistema 22, Sistema 23, Sistema 24, Sistema 25

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros **Sistemas** Estilo

00 Selecionar desde VHF ... UHF ...

Nombre del sistema: EMISOR

Potencia del Transmisor (Watt): 1 (dBm): 30

Umbral del receptor (µV): 10 (dBm): -87

Pérdida de la línea (dB): 0.5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena: yagi.ant Ver

Ganancia de antena (dBi): 9.65 (dBd): 7.5

Altura de antena (m): 10 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m): 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a Radiosys.dat Remover del Radiosys.dat

**FIGURA 27. PROPIEDADES DE LAS REDES-SISTEMAS (Emisor)**  
Fuente: Elaboración propia

**Propiedades de las redes**

Lista de todos los sistemas: EMISOR, Sistema 3, Sistema 4, Sistema 5, Sistema 6, Sistema 7, Sistema 8, Sistema 9, Sistema 10, Sistema 11, Sistema 12, Sistema 13, Sistema 14, Sistema 15, Sistema 16, Sistema 17, Sistema 18, Sistema 19, Sistema 20, Sistema 21, Sistema 22, Sistema 23, Sistema 24, Sistema 25

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros **Sistemas** Estilo

00 Selecionar desde VHF ... UHF ...

Nombre del sistema: RECEPTOR

Potencia del Transmisor (Watt): 150 (dBm): 51.8

Umbral del receptor (µV): 1 (dBm): -107

Pérdida de la línea (dB): 0.5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena: omni.ant Ver

Ganancia de antena (dBi): 7.15 (dBd): 5

Altura de antena (m): 2 (Sobre el suelo)

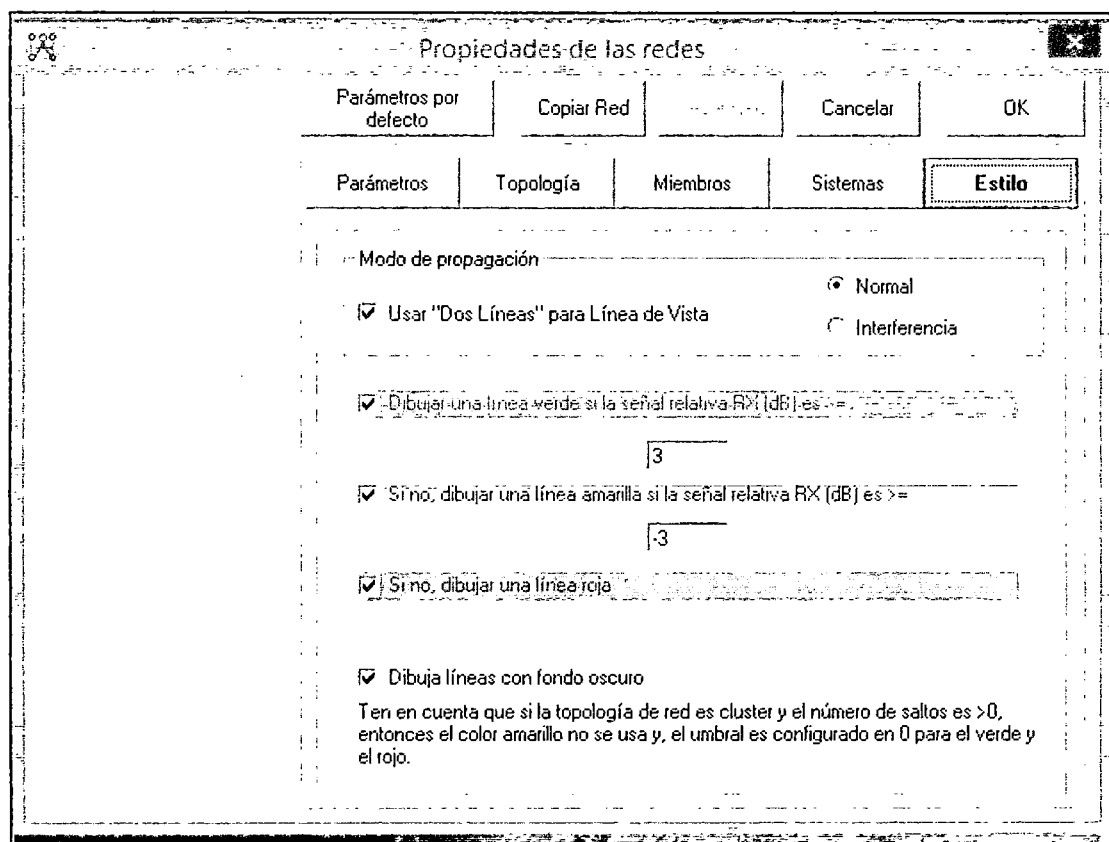
Pérdida adicional cable (dB/m): 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a Radiosys.dat Remover del Radiosys.dat

**FIGURA 28. PROPIEDADES DE LAS REDES-SISTEMAS (Receptor)**  
Fuente: Elaboración propia

- Por último se seleccionó los tipos de enlaces, el color verde indicara que se estableció el radioenlace correctamente y la señal llega de un extremo a otro, el color amarillo indica que se estableció el radioenlace pero la señal llega débil de un extremo a otro por causa

de algún obstáculo interrumpiendo, y por último el color rojo indica que no existe línea de vista por ende no llega la señal al receptor.

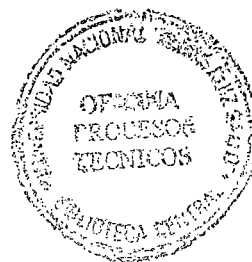


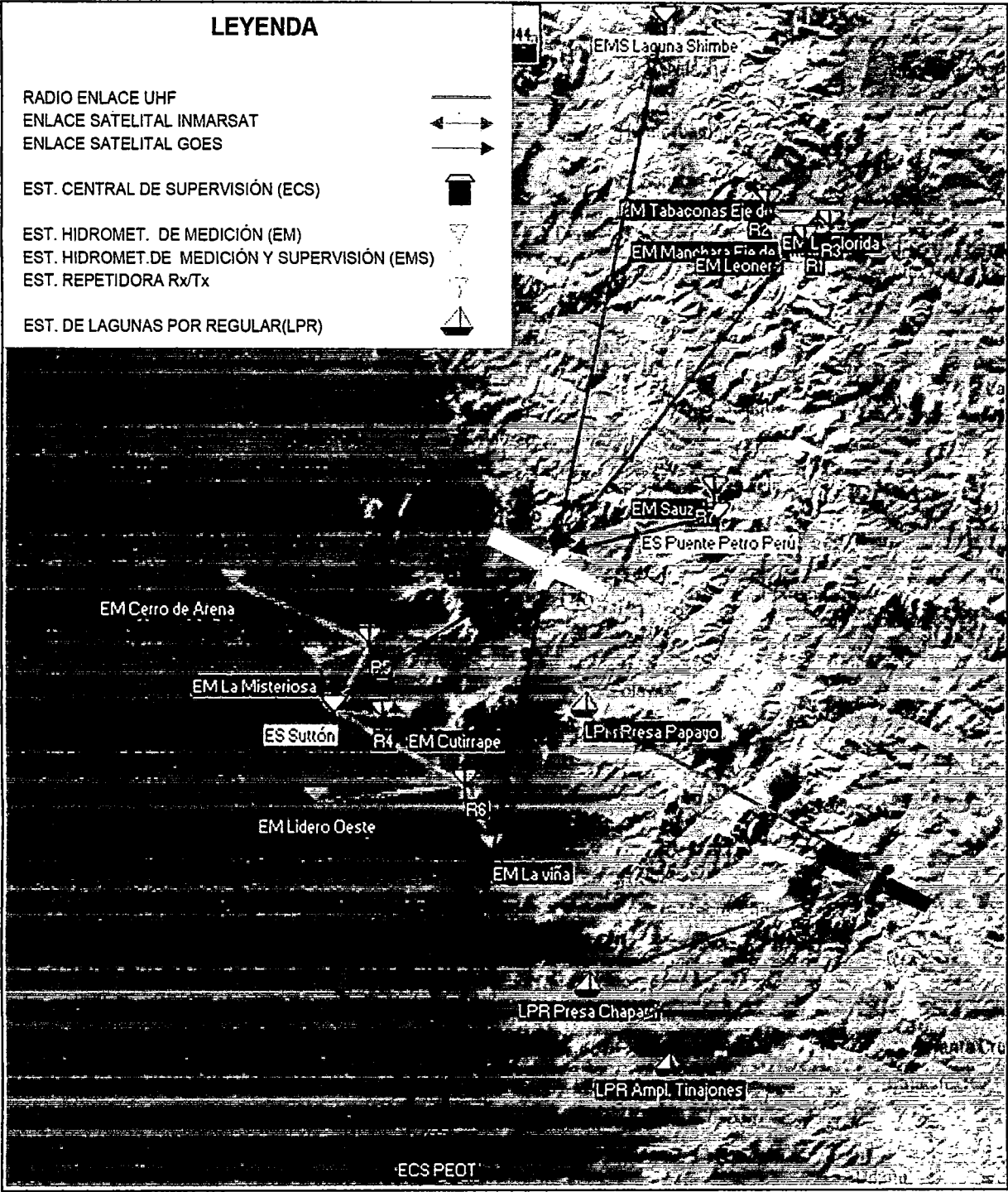
**FIGURA 29. PROPIEDADES DE LAS REDES-ESTILO**

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se establecieron las redes una por una y se buscó puntos geográficos claves en los cuales se establecerán las repetidoras respectivas para poder lograr la conectividad en algunos lugares; dado que en la mayoría de casos se ha encontrado que no existe línea de vista directa por lo cual se tiene que recurrir a usar estos tipos de estaciones entre ambos extremos; pues lo que se quiere lograr en primera instancia es dirigir toda la información de un grupo de EM a su respectiva EMS en cada cuenca geográfica para luego por medio de un sistema satelital ya establecido y mencionado anteriormente dirigir esta información a la ECS.

La nueva Red de telecomunicaciones que se mostrara a continuación se ha hecho optimizándola al máximo es decir usando el menor número de repetidoras posibles para así generar una menor inversión y teniendo en cuenta parámetros ideales como perdida por interferencias adicionales igual a cero (0), o perdida por el cable si la altura de la antena es mayor igual a cero(0), permitividad del suelo 15 que es el promedio en este tipo de software, clima continental templado, etc. dado que este es un prototipo de proyecto y cuyo objetivo es lograr un radioenlace ideal, con lo dicho se logró a establecer la siguiente red.

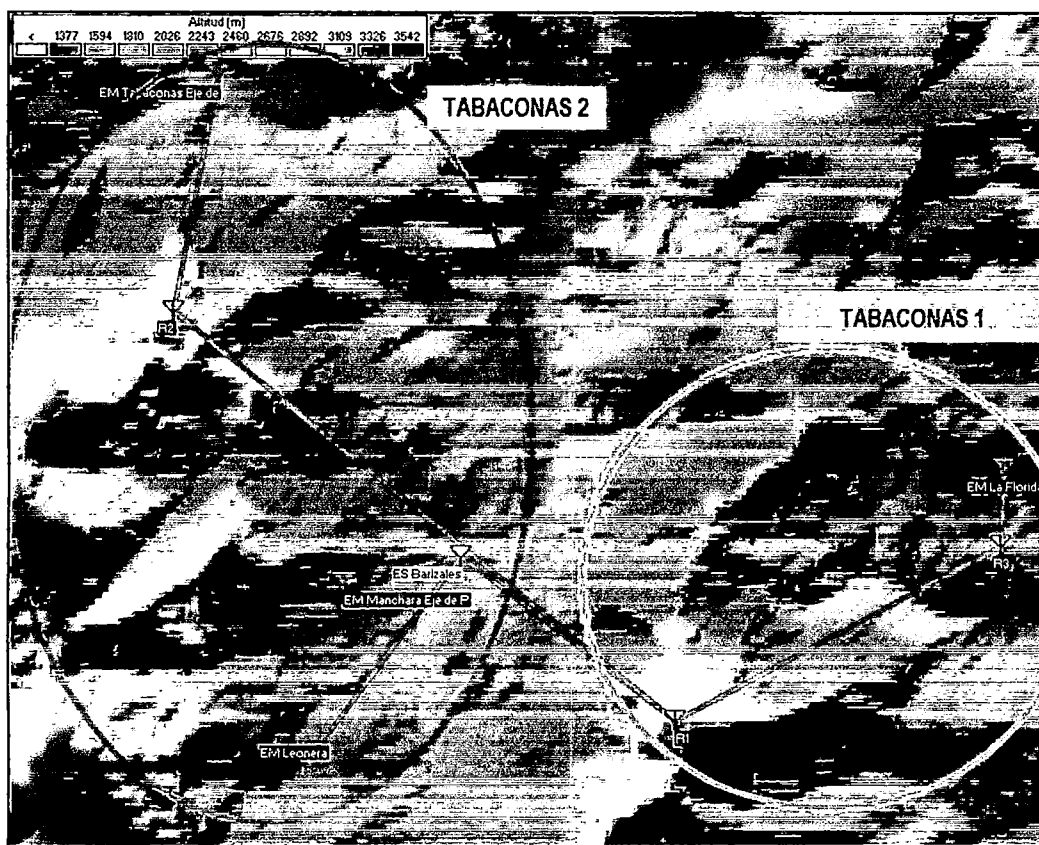




**FIGURA 30. RADIOENLACES Y ENLACES SATELITALES HACIA LA ECS**  
Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.1. Red UHF para la cuenca Tabaconas

Ahora en la siguiente figura se muestra el sistema de telecomunicaciones UHF logrado para este grupo de estaciones en la cuenca Tabaconas con la ubicación de dos repetidores en el caso de la cuenca Tabaconas 1 y de un repetidor en el caso de la cuenca Tabaconas 2, para este caso se ha considerado como única EMS para ambas subcuencas a la estación Barizales dado la cercanía a las remotas para cada caso.

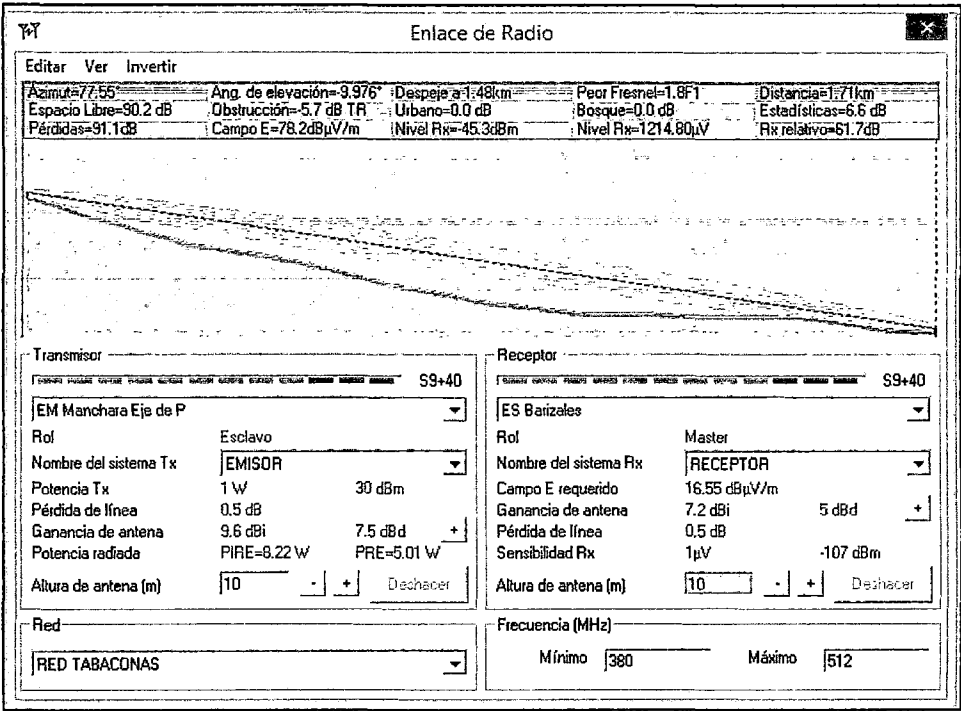


**FIGURA 31. RADIOENLACE RED CUENCA TABACONAS**

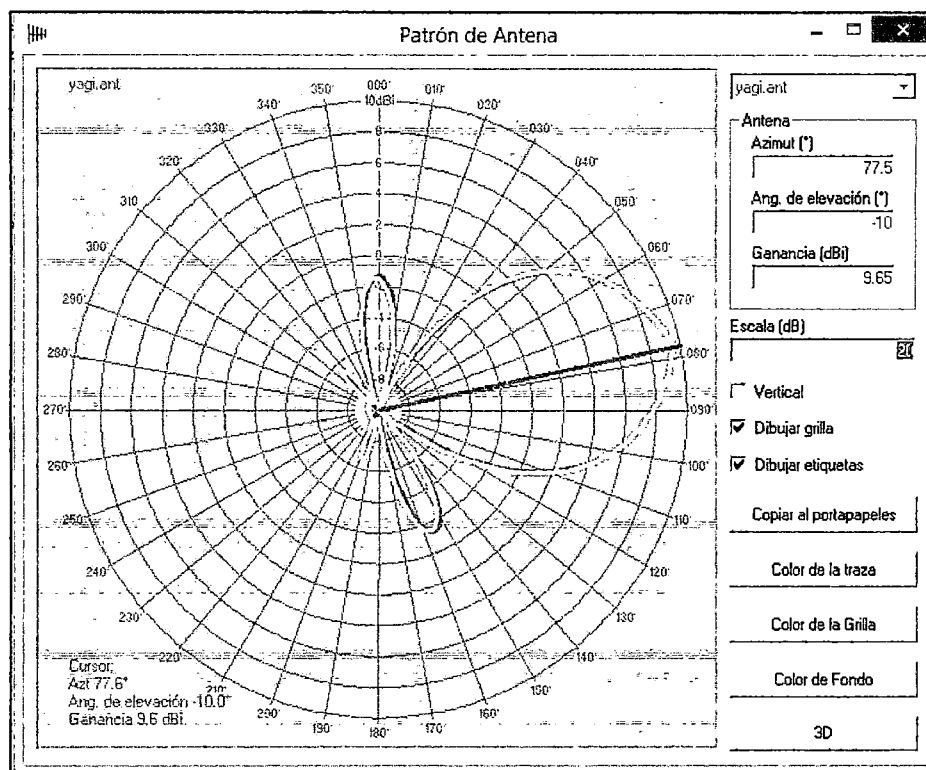
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los radioenlaces se han dado correctamente, pero debemos tener en cuenta el análisis de la zona de Fresnel para tener la certeza de que se está llegando correctamente de extremo a extremo, siendo este parámetro proporcionado por este software y que a

continuación se mostrarán los obtenidos de cuatro remotas hacia la EMS Barizales.



**FIGURA 32. ZONA DE FRESNEL EM MANCHARA – EMS BARIZALES**  
Fuente: Elaboración propia



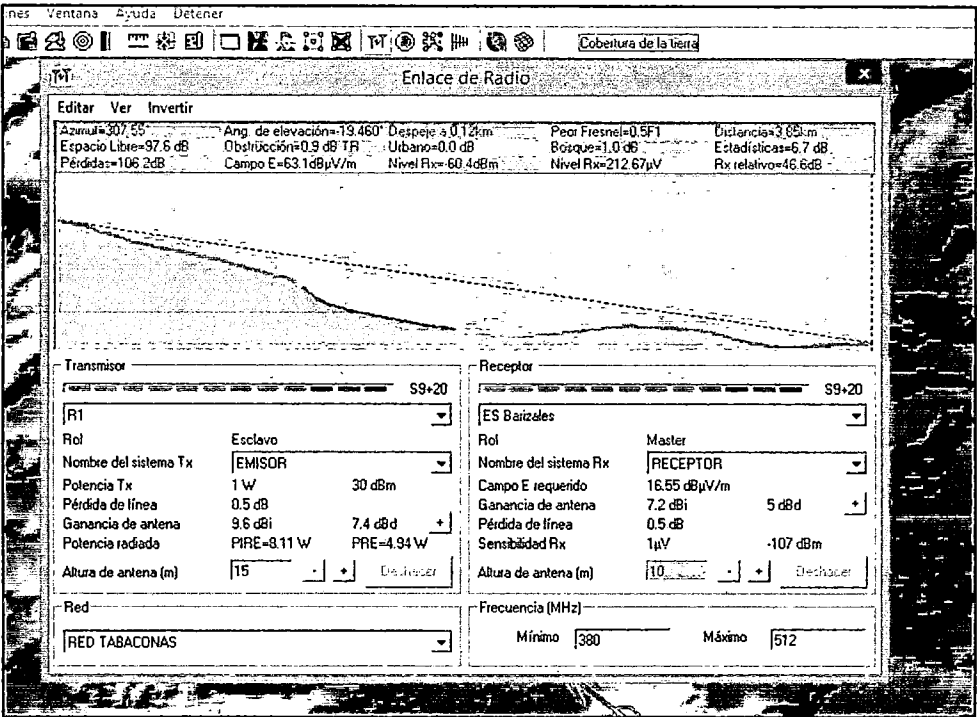
**FIGURA 33. PATRÓN IDEAL, MODIFICADO PARA SU OPTIMIZACIÓN  
(EM MANCHARA – EMS BARIZALES)**

Fuente: Elaboración propia

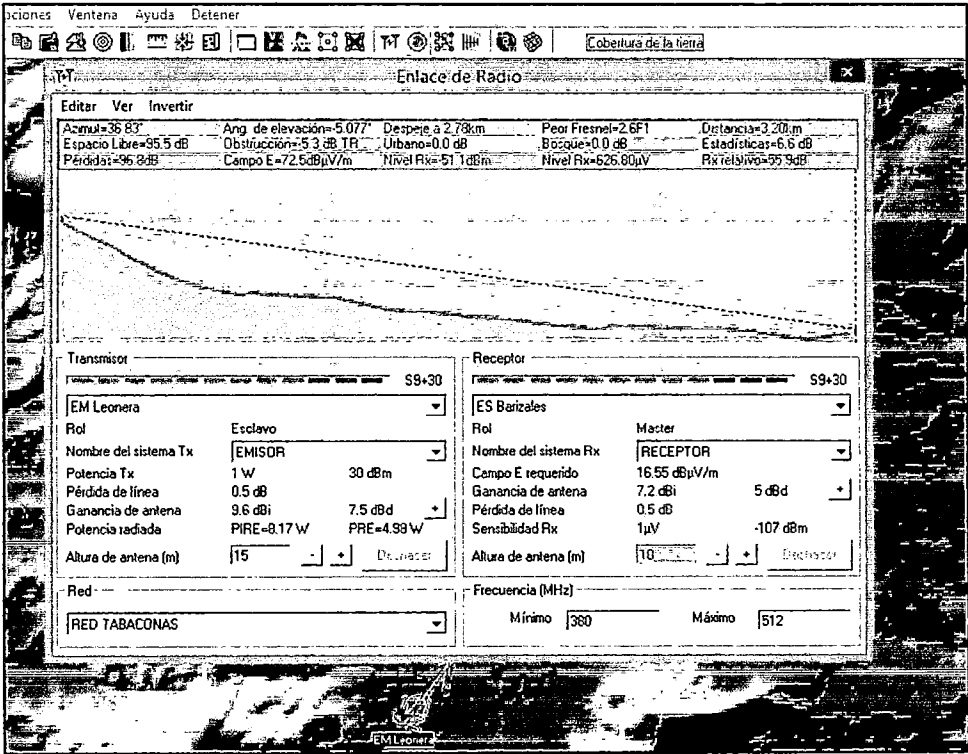
De lo mostrado en la anterior figura, se puede observar que el elipsoide formado por la primera zona de Fresnel no presenta casi ningún obstáculo para interrumpirla por lo cual la onda viajara limpia y se dará una mejor transmisión, lo ideal es no tener obstáculos dentro de esta elipsoide formada en el viaje de la onda de extremo a extremo. También se ha direccionado el patrón como se muestra en la figura anterior, de tal manera que el radioenlace sea optimo e ideal y que obtenga la ganancia máxima mostrada en la hoja de datos de la antena respectiva; de la misma forma se observan los demás parámetros con los cuales estaría trabajando el sistema en caso de que sea real y estuviese con las condiciones dadas como:

- Potencia de transmisión, que es la potencia en Watts a la cual emite la antena la señal.

- Pérdida de Línea, que en este caso sería la pérdida por conectores y cables (siendo 0.5 dB un valor bajo ideal).
- Ganancia de la antena, que es la ganancia de transmisión esperada en este caso por las antenas seleccionadas en dBd Dipolo (que es una medida de ganancia inferior a dBi)
- PIRE (Potencia isotrópica radiada efectiva), que simplemente es la potencia de transmisión más la ganancia menos la pérdida de línea.
- Sensibilidad del receptor, etc.
- Y un dato importante es que nos muestra cuanto puede ser la altura de la torre en la que ira la antena, en este caso se vio que es variable en la mayoría de radioenlaces, por lo cual se ha considerado un promedio general de aproximadamente 15 metros para asegurar una buena altura y evitar obstáculos para la zona de Fresnel.
- En las figuras siguientes se muestran los demás enlaces obtenidos hacia la EMS para esta cuenca.



**FIGURA 34. ZONA DE FRESNEL REPETIDOR 1 - EMS BARIZALES**  
Fuente: Elaboración propia

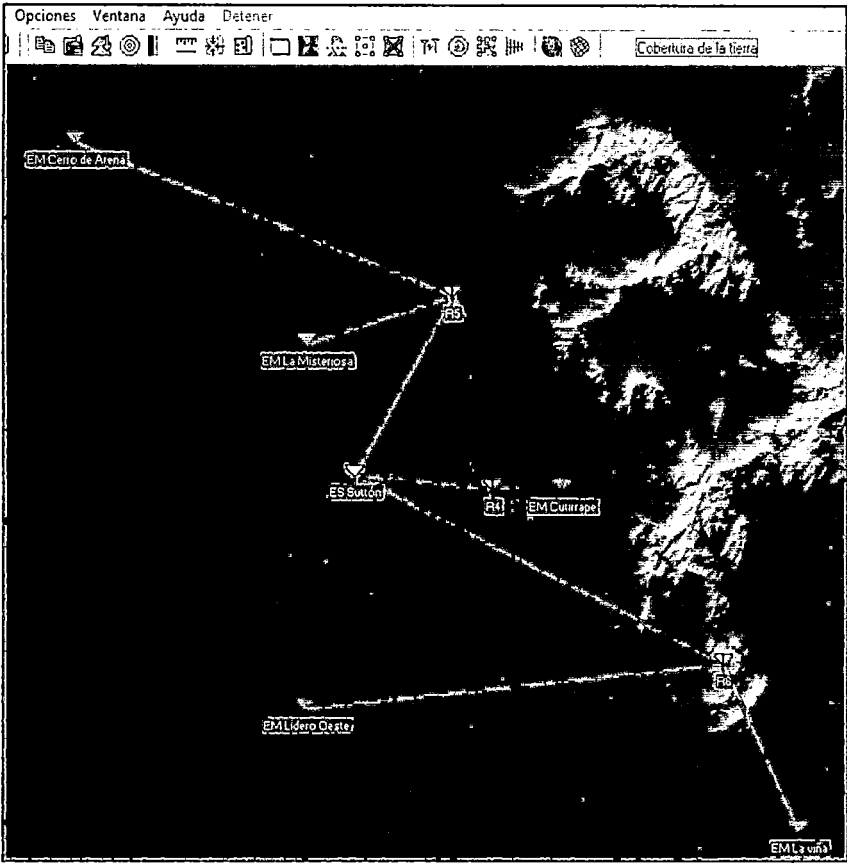


**FIGURA 35. ZONA DE FRESNEL EM LEONERA - EMS BARIZALES**  
Fuente: Elaboración propia

### 5.4.2. Red UHF Cuenca del Pacifico

Siendo esta una de las cuencas con más estaciones, se ha necesitado de tres repetidoras dispuestas de tal manera que logren el radioenlace respectivo hacia la ES SUTTÓN, las cuales se pueden ver en la siguiente figura.

De la misma forma que en el caso anterior, en las siguientes figuras se mostraran las zonas de Fresnel respectivas hacia la EMS Suttón.

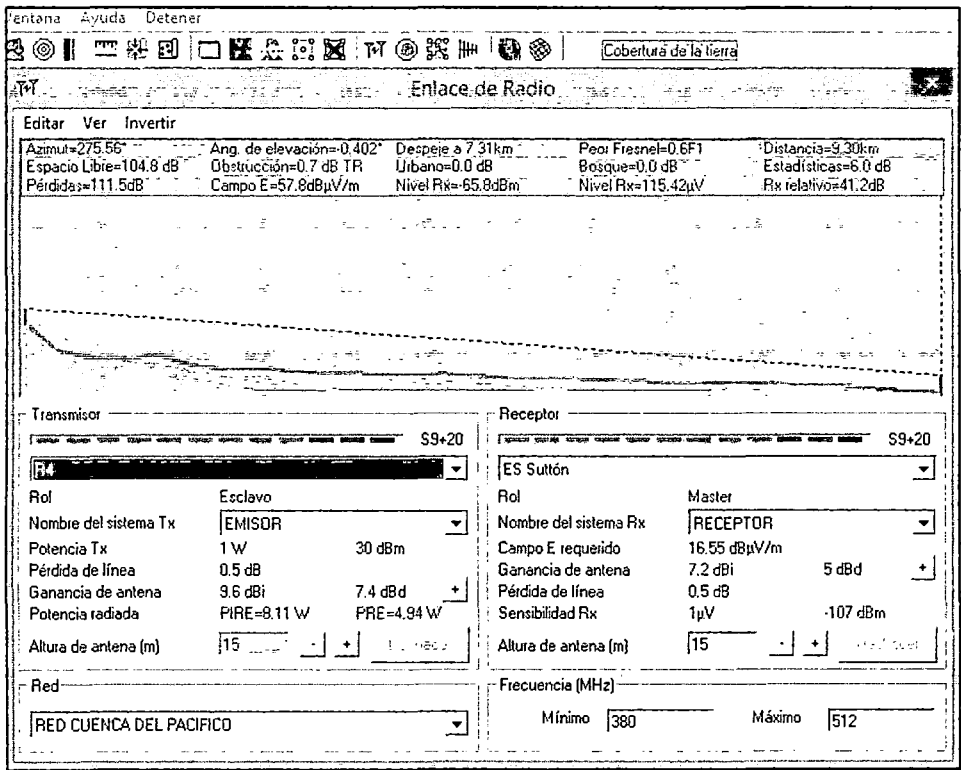


**FIGURA 36. RADIOENLACE RED CUENCA DEL PACIFICO**

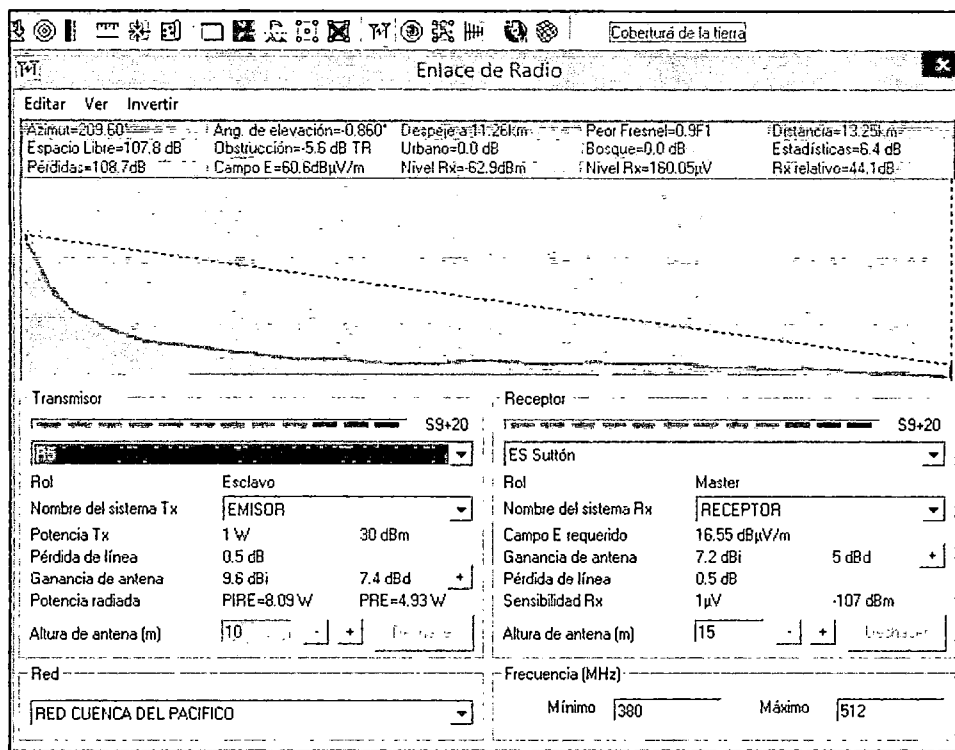
Fuente: Elaboración propia

Es importante ver y tomar siempre en cuenta los datos que van saliendo al realizar estos radioenlaces, lo cual lo veremos como una especie de resumen en la gráfica capturada de las distintas zonas de Fresnel de cada punto a punto, dado que el software Radio Mobile permite optimizar el radioenlace, tenemos que variar así el azimut, tamaño de torre para la antena, etc. y de la misma forma

luego poder ver datos como distancia de separación, ángulo de elevación de la antena y demás; sobre todo de redes relativamente grandes como este caso.

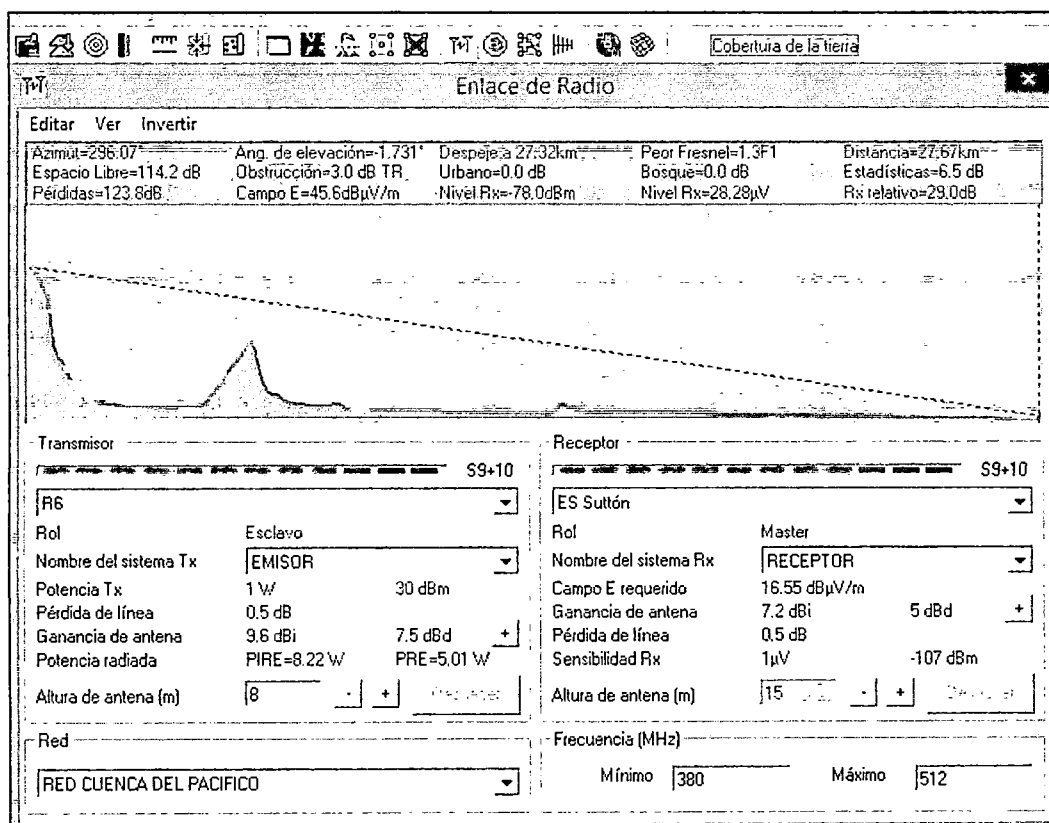


**FIGURA 37. ZONA DE FRESNEL R4 – EMS SUTTÓN**  
Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 38. ZONA DE FRESNEL R5 - EMS SUTTÓN**

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 39. ZONA DE FRESNEL R6 - EMS SUTTÓN**

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3. Red UHF Cuenca Huancabamba-Chunchuca

Por último se tienen los radioenlaces en la cuenca Huancabamba-Chunchuca solo se ha considerado necesario una estación repetidora, la cual permitirá enlazar a las EM Sauzal con la EMS Puente Petro Perú como se puede ver en la siguiente figura.

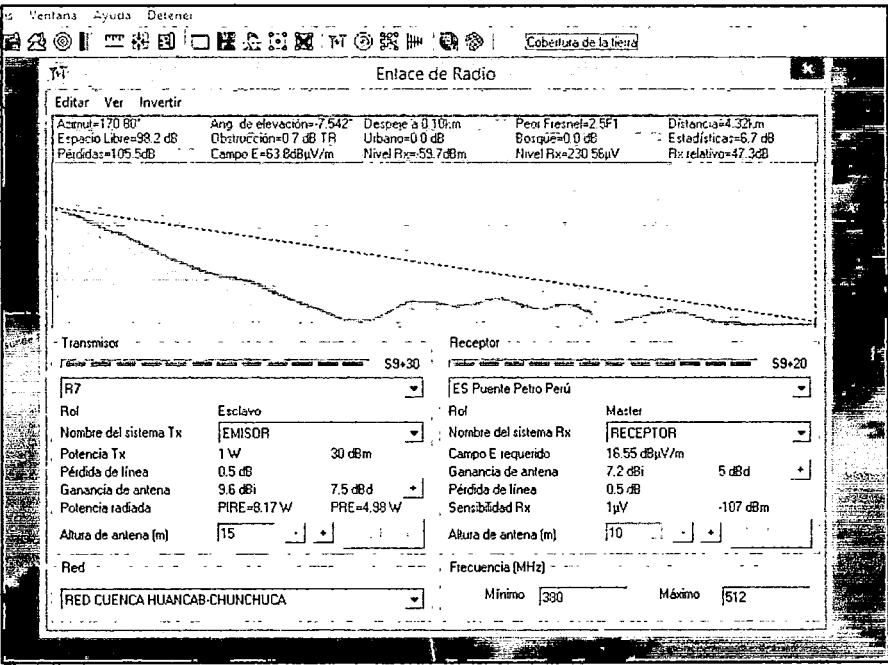
También en las posteriores figuras se muestran las Zonas de Fresnel respectivas dado que es importante tener siempre en cuenta tal parámetro, además de modificar siempre la directividad del patrón de la antena con tal de obtener siempre enlaces óptimos con mayores ganancias y bajas pérdidas.



**FIGURA 40. RADIOENLACE RED CUENCA HUANCABAMBA-CHUNCHUCA**

Fuente: Elaboración propia

Esquemas y parámetros logrados para estos enlaces vistos desde las respectivas zonas de Fresnel:



**FIGURA 41. ZONA DE FRESNEL R7 – EMS PUENTE PETRO PERU**  
Fuente: Elaboración propia

En resumen, lo obtenido en cuanto a número y ubicaciones geográficas de las repetidoras, para hacer posible la Red de telecomunicaciones de cada cuenca es lo mostrado en la tabla siguiente como un aporte para un óptimo radioenlace UHF.

**5.4.4. APOORTE PARA ÓPTIMO ENLACE**

**TABLA 14. REPETIDORAS A IMPLEMENTAR**

Nº	Estación	Tipo	Cota(msnm)	Latitud S	Latitud W	Cuenca
1	Repetidor 1	R	3183.4	05° 24' 11.1"	79° 13' 33.3"	TABACONAS
2	Repetidor 2	R	3064.6	05° 21' 01.7"	79° 17' 26.2"	TABACONAS
3	Repetidor 3	R	1853.2	05° 22' 50.1"	79° 11' 01.6"	TABACONAS
4	Repetidor 4	R	115.1	06° 07' 18.4"	79° 56' 52.4"	PACIFICO
5	Repetidor 5	R	238.1	06° 00' 36.1"	79° 58' 20.7"	PACIFICO
6	Repetidor 6	R	848.7	06° 13' 23.3"	79° 48' 24.3"	PACIFICO
7	Repetidor 7	R	1731.5	05° 46' 59.1"	79° 22' 54.3"	HUANCAB- CHUNCHUC A

Fuente: Elaboración propia

**5.4.5. Opción para posible radioenlace VHF entre estaciones**

Se dijo que cabía la posibilidad también de realizar los radioenlaces en VHF, pero por las razones mencionadas al principio no se escogerá tal opción, más si se mostrara el resultado de haber hecho tales radioenlaces VHF.

- Primero que nada se procedió con los mismos pasos y redes del caso UHF, variando la frecuencia a un rango de 166 – 174 MHz (de acuerdo a la frecuencia de uso de equipos VHF para tales casos), llegando a obtener radioenlaces correctos en VHF(enlaces de color verde), como se muestra en las siguientes figuras.

Propiedades de las redes

Parámetros por defecto

Copiar Red

Pegar Red

Cancelar

OK

Lista de todas las redes

RED TABACONAS

Red R1 Tabaconas

Red R2 Tabaconas

Red R3 Tabaconas

RED CUENCA DEL PACIFICO

Red R4 Cuenca del pacifico

Red R5 Cuenca del pacifico

Red R6 Cuenca del pacifico

RED CUENCA HUANCAB-CI

Red R7 Cuenca Huancab-CI

Red 12

Red 13

Red 14

Red 15

Red 16

Red 17

Red 18

Red 19

Red 20

Red 21

Red 22

Red 23

Red 24

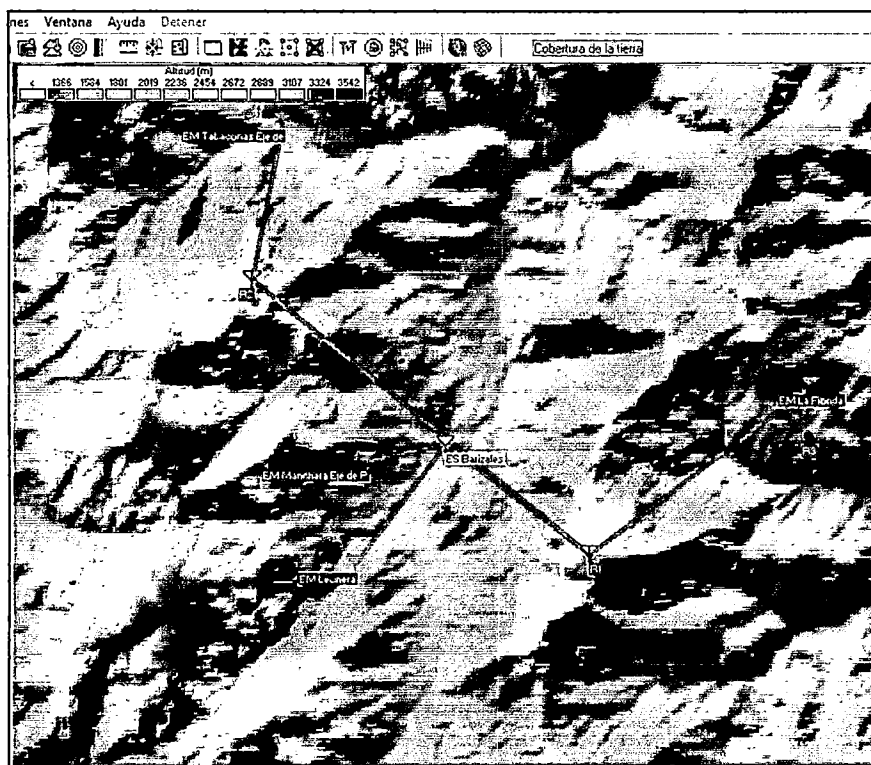
Red 25

Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
<div> <div>Nombre de la red</div> <div>RED TABACONAS</div> </div> <div> <div>Refractividad de la superficie (Unidades-N)</div> <div>301</div> </div> <div> <div>Frecuencia mínima (MHz)</div> <div>166</div> </div> <div> <div>Conductividad del suelo (S/m)</div> <div>0.005</div> </div> <div> <div>Frecuencia máxima (MHz)</div> <div>174</div> </div> <div> <div>Permitividad relativa al suelo</div> <div>15</div> </div> <div> <div>Polarización</div> <div> <input checked="" type="radio"/> Vertical           <input type="radio"/> Horizontal         </div> </div> <div> <div>Clima</div> <div> <input type="radio"/> Ecuatorial           <input type="radio"/> Continental sub-tropical           <input type="radio"/> Marítimo sub-tropical           <input type="radio"/> Desierto           <input checked="" type="radio"/> Continental templado           <input type="radio"/> Marítimo templado sobre la tierra           <input type="radio"/> Marítimo templado sobre el mar         </div> </div> <div> <div>Modo estadístico</div> <div> <input checked="" type="radio"/> Intento           <div>% de tiempo</div> <div>50</div> </div> <div> <input type="radio"/> Accidental           <div>% de ubicaciones</div> <div>50</div> </div> <div> <input type="radio"/> Móvil           <div>% de situaciones</div> <div>70</div> </div> <div> <input type="radio"/> Difusión           <div>% de situaciones</div> <div>70</div> </div> </div>				

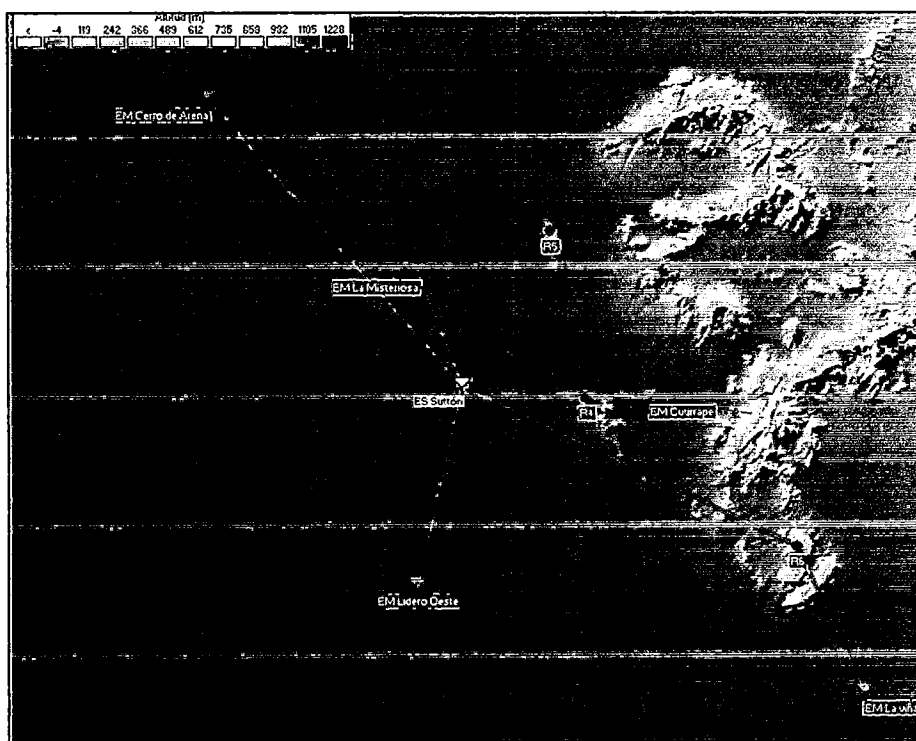
**FIGURA 42. PARÁMETROS PARA RADIOENLACE VHF**

Fuente: Elaboración propia

- Luego de ello se procedió a buscar eliminar la mayoría de repetidoras encontradas en el caso de UHF y ver la posibilidad de desarrollar el radioenlace sin ellas dado que en VHF se cuenta con difracción de onda; quedando tres repetidoras en general, dado que estas son imprescindibles para la existencia de la Red de telecomunicaciones. Las repetidoras eliminadas son: R3, R4, R5 y R7; y por ello se hizo el cambio respectivo y factible de radioenlaces para poder llegar a las respectivas ESC como se muestra en la siguiente figura, en la cual los puntos azules representan las repetidoras eliminadas.

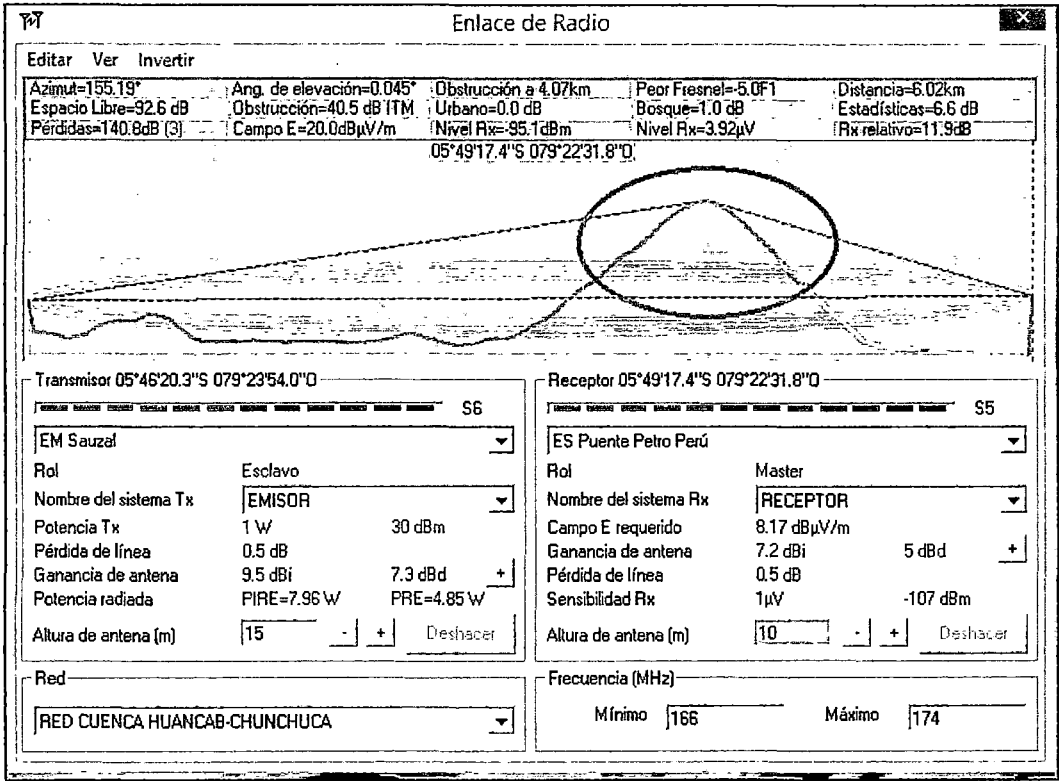


**FIGURA 43. SOLUCIÓN VHF – CUENCA TABACONAS**  
Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 44. SOLUCIÓN VHF – CUENCA PACIFICO**  
Fuente: Elaboración propia

- De la misma forma se puede ver en el gráfico de las zonas de Fresnel radio enlaces de ondas difractadas y menores ganancias, un ejemplo es el siguiente.

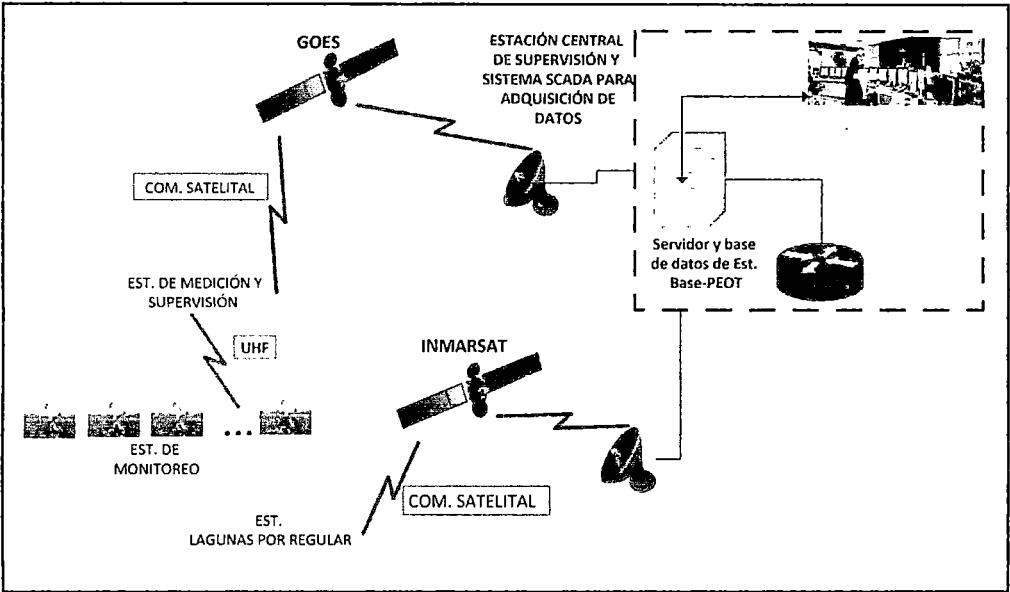


**FIGURA 45. SOLUCIÓN VHF EM SAUZAL – ES PUENTE PETRO PERÚ**  
Fuente: Elaboración propia

- En el cual se ve en el círculo rojo la onda difractada y a pesar de ello un posible enlace factible, en el resto de casos que se ha variado es similar el esquema con algunas ganancias de antenas emisoras disminuidas en 1 dBd aproximadamente.
- En conclusión se han logrado eliminar 4 repetidoras obteniendo así radioenlaces VHF en las cuencas, por lo cual se prefiere usar UHF dado que es la base a la red lograda en VHF, además de encontrar antenas para telemetría SCADA en su mayoría en UHF, tener mayor certeza de que la información llegara en su totalidad y no alterada ni perdida por causa de obstáculos o fading (perdida de señal por causas climatológicas), etc.

**5.5. Diseño de la RED**  
**5.5.1. Esquema general**

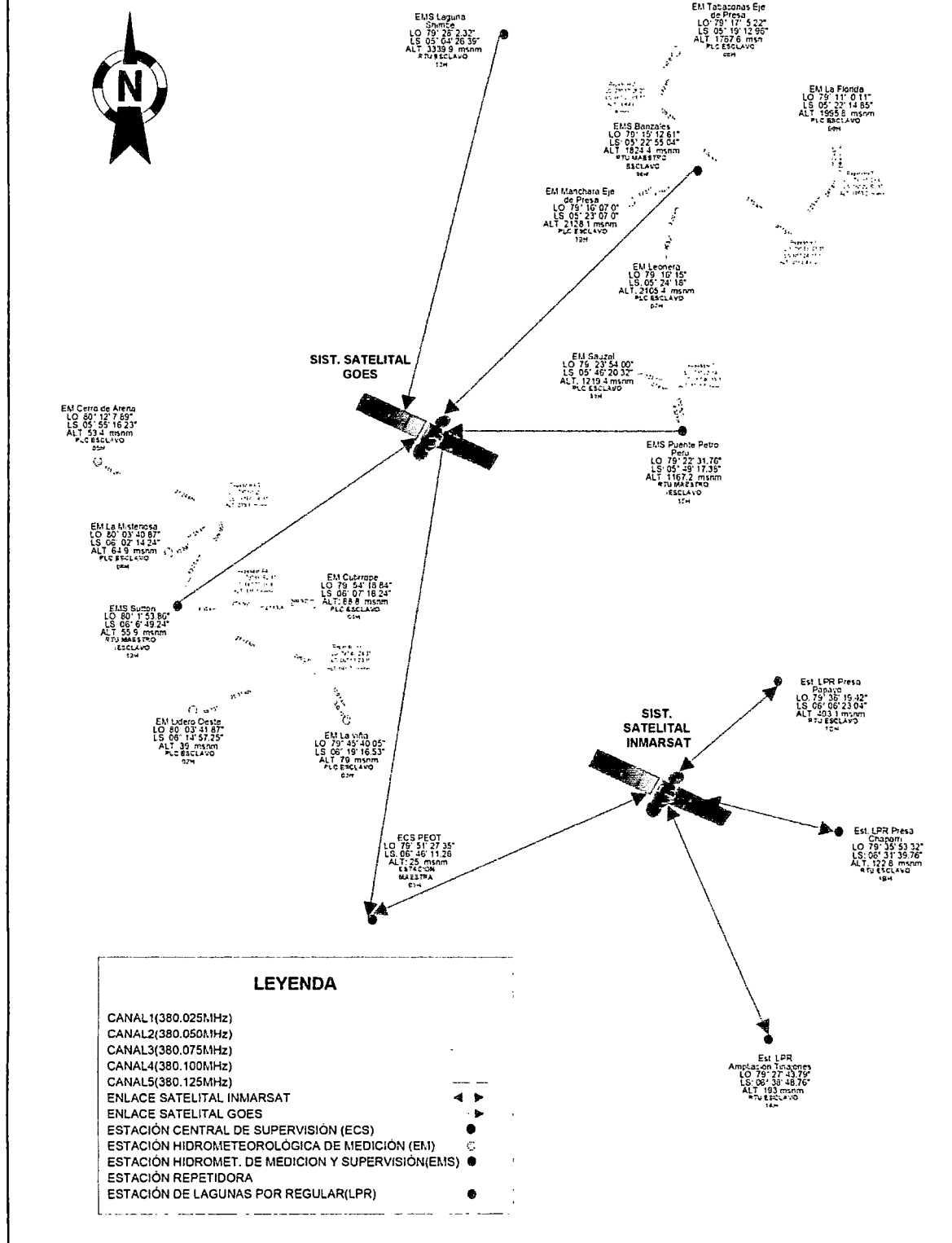
Ahora que ya se tiene la topología de Red lograda en su totalidad en UHF aparte de los enlaces satelitales, se llegara entonces al siguiente diseño optimo de Red.



**FIGURA 46. RED GENERAL DE ENLACES PARA LAS ESTACIONES**  
Fuente: Elaboración propia

En el cual se muestran todos los enlaces que se tendrán tanto en UHF y satelitales para lograr llegar hacia la ECS, teniendo en cuenta lo explicado y desarrollado en los puntos anteriores de la tesis para lograr un óptimo y efectivo sistema de telecomunicaciones para estos tipos de estaciones. De este esquema general, se pasa a un esquema más detallado de la configuración de Red, el cual es mostrado en la siguiente gráfica.

# CONFIGURACIÓN DEL DISEÑO DE RED DE TELEMETRÍA PARA LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DEL PEOT



**FIGURA 47. CONFIGURACIÓN DE LA RED**  
Fuente: Elaboración propia

Además se tiene que lograr el diseño que se plasma en las figuras posteriores para básicamente los dos tipos de remotas que se tienen; las cuales son las estaciones de medición (estaciones hidrometeorológicas) y estaciones de Lagunas por Regular. A continuación se presenta una tabla que resume algunos datos de importancia los cuales servirán para realizar y tener en cuenta un mejor diseño de red, teniendo así lo siguiente:

**TABLA 15. CARACTERÍSTICAS DE ESTACIONES A IMPLEMENTAR**

<b>ESTACIÓN 1</b>	<b>ESTACIÓN 2</b>	<b>TORRE EST. 1 (m)</b>	<b>TORRE EST. 2 (m)</b>	<b>AZIMUT</b>	<b>NIVEL RX (dBm)</b>	<b>DISTANCIA (Km)</b>
LPR Ampliación Tinajones	ECS PEOT	5	5	-	-	45.78
LPR Presa Papayo	ECS PEOT	5	5	-	-	78.81
LPR Presa Chaparri	ECS PEOT	5	5	-	-	39.31
EMS Barizales	ECS PEOT	10	5	-	-	168.05
EMS Puente Petro Perú	ECS PEOT	10	5	-	-	118.08
EMS Suttón	ECS PEOT	15	5	-	-	75.40
EMS Laguna Shimbe	ECS PEOT	5	5	-	-	193.32
EM Manchara Eje de P	EMS Barizales	10	10	77.55°	-45.3	1.71

EM Leonera	EMS Barizales	15	10	36.83°	-51.1	3.20
R1	EMS Barizales	10	10	307.55°	-60.4	3.85
R2	R1	10	10	129.23°	-66.4	9.24
R3	R1	15	10	241.81°	-61.6	5.28
EM Tabaconas Eje de	R2	10	10	190.89°	-58.7	3.42
EM La Florida	R3	15	15	182.44°	-47.9	1.09
R7	EMS Puente Petro Perú	15	10	170.80°	-59.7	4.32
EM Sauzal	R7	15	15	123.11°	-55.6	2.19
R4	EMS Suttón	10	15	275.56°	-65.8	9.30
R5	EMS Suttón	10	15	209.60°	-62.9	13.24
R6	EMS Suttón	10	15	296.07°	-78.0	27.66
EM Cutirrape	R4	15	10	269.93°	-56.7	4.71
EM Cerro de Arena	R5	15	10	111.26°	-75.9	27.24
EM La Misteriosa	R5	10	10	72.88°	-60.4	10.28
EM La viña	R6	8	10	335.19°	-67.6	12.01

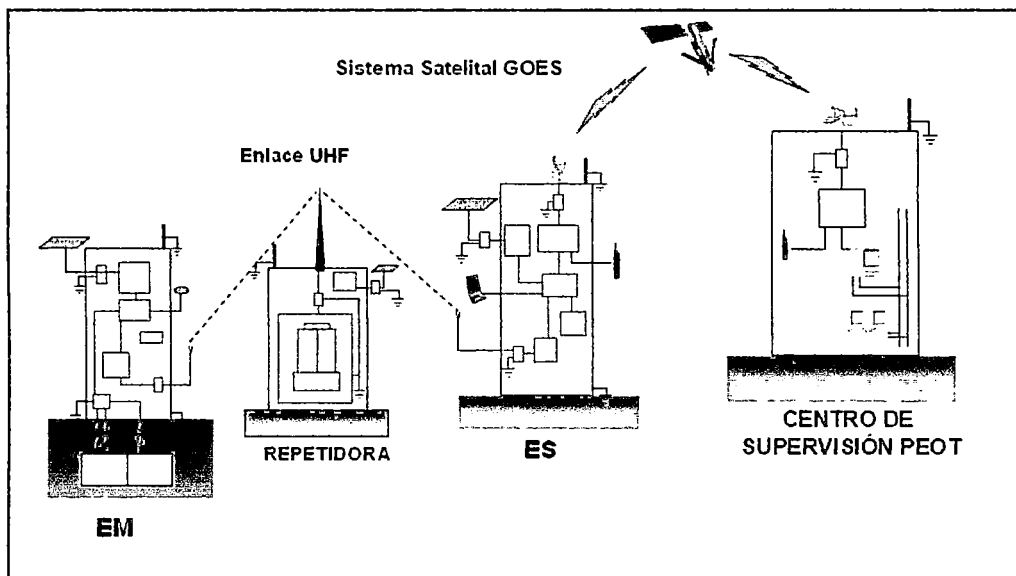
EM Lidero Oeste	R6	10	10	84.13°	-69.9	28.31
--------------------	----	----	----	--------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al Plan de Frecuencias, se deberá transmitir a una frecuencia dada y recibir a otra frecuencia diferente, dado que se quiere una comunicación del tipo half duplex; de este modo evitaremos interferencia en las señales.

### 5.5.2. Enlace entre EMS y ECS

En este caso como ya se ha visto, en la mayoría de cuencas fue necesario utilizar una estación repetidora aparte de las ya existentes remotas, por lo cual se espera el siguiente diseño de radioenlace UHF, con topología tipo estrella hacia la EMS, pues todas las EM tendrán que dirigir sus datos hacia tal; y un enlace satelital usando el sistema GOES dado que este es un tipo de satélite especialmente encargado de captar y recibir informaciones del tipo ambiental, entre ellas las hidrometeorológicas, meteorológicas, etc.; además se consideró tal pues este es el sistema satelital utilizado por el SENAMHI para sus diferentes estaciones a lo largo y ancho del territorio peruano, y que vienen a ser estaciones similares a estas usadas en este proyecto de tesis. Así se espera lograr el diseño siguiente.



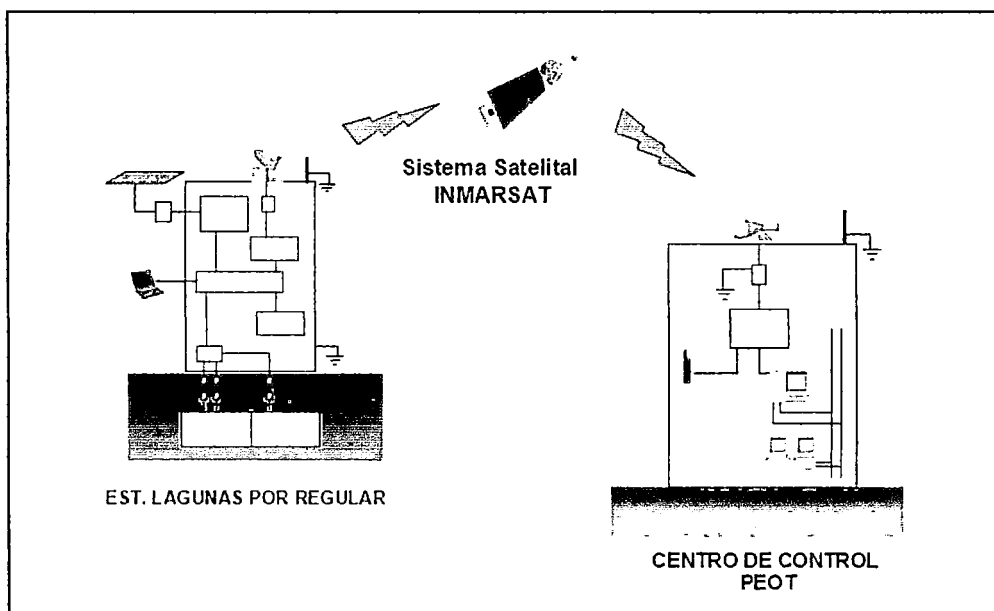
**FIGURA 48. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES ENTRE EM Y ECS**

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.3. Enlace entre Est. LPR y ECS

Para el caso de las estaciones LPR, dado que son menores en número que las EM, además que están localizadas a mayor distancia entre ellas; ya no se requiere de un radioenlace del tipo UHF, sino simplemente uno satelital para enviar y recibir la data directamente a la ECS.

Es por eso que se escogió la solución satelital del sistema INMARSAT, que es el que brinda y/o permite soluciones del tipo telemetría SCADA para este y diversos esquemas (telemetría marítima, aérea, terrestre) y el cual se considera como más conveniente para este caso dada la facilidad de manejo de equipos y usos de este tipo de solución en casos de similar índole. Por lo cual la figura siguiente representaría el diseño a lograr en las diversas cuencas.



**FIGURA 49. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES ENTRE EST. LPR Y ECS**

Fuente: Elaboración propia

## **5.6. Equipos requeridos de telecomunicaciones e hidrometeorológicos y aspectos económicos**

En cuanto respecta a este punto se mostraran los equipos de telecomunicaciones e hidrometeorológicos principales a ser requeridos para hacer posible todo el sistema planteado anteriormente; Luego se mostraran costos referenciales en base a lo brindado por los diversos fabricantes y empresas proveedoras de tales equipos, teniendo lo siguiente:

### **5.6.1. Estación de LPR (Lagunas por regular)**

Instrumentación ideal requerida:

- **Sistema de Telecomunicación Satelital**
  - **Transceptor satelital Inmarsat**
  - Comunicación Full Duplex,

Frecuencia de Tx: 14.0-14.5 GHz

Frecuencia de Rx: 10.95-11.45 /11.7-12.2 / 12.25-12.75 GHz

→ **Antena para transceptor satelital**

- **Sistema de Energía**

- **Paneles Solares**

- Factor Típico de aislamiento: 74%

- Eficiencia Mínima: 15%-20%

- Potencia: De acuerdo a diseño

- Voltaje Pico: 17.2V o menor

- Corriente Pico: 2.2 A

- **Baterías**

- Ciclo de vida: 720 h

- Tipo: Plomo acido-cálcico

- Voltaje Nominal: 12V

- Capacidad 220 A-h

- Descarga Profunda: 80%

- **Controlador Fotovoltaico**

- Corriente máxima de pico: 3 A

- Configuración: 12 V

- Tipo de baterías: Plomo acido

- **Pararrayos:** Franklin tetra puntales

- **Sistema de Pozo a Tierra:** Electrodo vertical y cemento conductivo

- **Piezómetro**

- **Controlador Lógico Programable (PLC):** Poseen funciones de supervisión y auto prueba para detectar fallas en el equipo, para evitar operaciones erróneas y para suministrar información sobre el tipo de falla por medio de indicaciones.
- **Panel de diálogo o HMI:** Se comunica con el PLC para poder ingresar datos de consigna de caudal y poder visualizar los datos de alarmas y lecturas de nivel y posición de compuerta.
- **Unidad Hidráulica de Poder UHP:** Sera la encargada de transmitir la potencia hidráulica necesaria para la apertura o cierre de la compuerta de regulación

### 5.6.2. Estaciones de Medición Hidrometeorológicas (EM )

En este caso el requerimiento de equipos será de acuerdo a la función que realizara cada estación. Por ejemplo en el caso de las estaciones meteorológicas, estas tendrán por finalidad medir parámetros físicos que ocurren en alguna cuenca hidrográfica a la que pertenezcan tales como humedad relativa y temperatura, velocidad y dirección del viento, radiación solar, precipitación y evaporación del agua. Ahora para el caso de las estaciones hidrométricas, estas tienen por objeto medir la altura de agua para calcular el caudal del río.

Instrumentación ideal requerida:

- **Sistema de Telecomunicación UHF**

→ **Radio Módem**

Modo de Operación continuo,

Rango de Frecuencias UHF 380 – 512 MHz

Potencia de salida RF 1-4W

Impedancia de Salida 50 Ohm

Impedancia de entrada 50 Ohm

Sensibilidad < -116 dBm

Temperatura de Operación -20°C a 50°C

→ **Antena (Est. de Radio UHF: ESM, EM y Estaciones Repetidoras)**

Antena Direccional de alta ganancia aprox. 7.1 dB

Antena Omnidireccional de ganancia aprox. 3 Db

- **Sistema de energía**

→ **Paneles solares**

Factor Típico de aislamiento: 74%

Eficiencia Mínima: 15%-20%

Potencia: De acuerdo a diseño

Voltaje Pico: 17.2V o menor

Corriente Pico: 2.2 A

→ **Baterías**

Ciclo de vida: 720 h

Tipo: Plomo acido-cálcico

Voltaje Nominal: 12V

Capacidad 160 A-h

Descarga Profunda: 80%

→ **Controlador Fotovoltaico**

Corriente máxima de pico: 3 A

Configuración: 12 V

Tipo de baterías: Plomo acido

- **Pararrayos:** Franklin Tetra puntales

- **Sistema de Pozo a Tierra:** Electrodo Vertical y cemento conductivo

- **Piezómetro**

- **Medidor de Posición**
- **Adquisidor de datos RTU/DATALOGGER/PLC:** Son módulos de medición de sensores, que manejan directamente el intercambio de información reduciendo la data, manejan equipos de control externo y almacenan datos en memoria.
- **Pluviómetro:** Usado para medir precipitaciones
- **Medidor de Viento:** Sensor que operara continuamente incluso en condiciones ambientales adversas y con altas velocidades de viento.
- **Medidor de Temperatura**
- **Medidor de Evaporación**
- **Sensor de radiación Solar**

### **5.6.3. Estación de Medición y Supervisión (EMS)**

Instrumentación ideal requerida:

- **Sistema de Telecomunicación UHF**
  - **Radio Módem**
    - Modo de Operación continuo,
    - Rango de Frecuencias 380 – 512 MHz
    - Potencia de salida RF 1-4W
    - Impedancia de Salida 50 Ohm
    - Impedancia de entrada 50 Ohm

Sensibilidad < -116 dBm

Temperatura de Operación -20oC a 50oC

→ **Antena** (Est. de Radio UHF: ESC, EMC y Estaciones Repetidoras):

Antena Direccional de alta ganancia aprox. 7.1 dB

Antena Omnidireccional de ganancia aprox. 3 dB

- **Adquisidor de Datos (RTU/DATALOGGER/PLC)**

- **Sistema de telecomunicación satelital GOES**

→ **Transmisor GOES (HDR)**

Tasa de transmisión entre 300 y 2400 bps

→ **Antena yagi de alta ganancia**

Rango de Frecuencias: UHF

- **Sistema de Energía**

→ **Paneles Solares**

Factor Típico de aislamiento: 74%

Eficiencia Mínima: 15%-20%

Potencia: De acuerdo a diseño

Voltaje Pico: 17.2V o menor

Corriente Pico: 2.2 A

→ **Baterías**

Ciclo de vida: 720 h

Tipo: Plomo acido-cálcico

Voltaje Nominal: 12V

Capacidad 220 A-h

Descarga Profunda: 80%

→ **Controlador Fotovoltaico**

Corriente máxima de pico: 3 A

Configuración: 12 V

Tipo de baterías: Plomo acido

- **Pararrayos:** Franklin tetra puntales
- **Sistema de Pozo a Tierra:** Electrodo vertical y cemento conductivo
- **Pluviómetro:** Usado para medir precipitaciones
- **Medidor de Viento:** Sensor que operara continuamente incluso en condiciones ambientales adversas y con altas velocidades de viento.
- **Medidor de Temperatura**
- **Medidor de Evaporación**
- **Sensor de radiación Solar**
- **Piezómetros:** Semiconductor transductor de presión ubicado dentro de un tubo de acero, se ubica como sensor dentro del agua.

#### 5.6.4. Estación Repetidora

Instrumentación ideal requerida:

- **Sistema de Telecomunicación UHF**
  - **Radio Módem**
    - Modo de Operación continuo,
    - Rango de Frecuencias 380 – 512 MHz
    - Potencia de salida RF 1-4W
    - Impedancia de Salida 50 Ohm
    - Impedancia de entrada 50 Ohm
    - Sensibilidad < -116 dBm
    - Temperatura de Operación -20oC a 50oC

→ **Antena (Est. de Radio UHF: ES, EM y Estaciones Repetidoras):**

Antena Direccional de alta ganancia aprox. 7.1 dB

Antena Omnidireccional de ganancia aprox. 3 dB

- **Sistema de Energía**

→ **Paneles Solares**

Factor Típico de aislamiento: 74%

Eficiencia Mínima: 15%-20%

Potencia: De acuerdo a diseño

Voltaje Pico: 17.2V o menor

Corriente Pico: 2.2 A

→ **Baterías**

Ciclo de vida: 720 h

Tipo: Plomo acido-cálcico

Voltaje Nominal: 12V

Capacidad 160 A-h

Descarga Profunda: 80%

→ **Controlador Fotovoltaico**

Corriente máxima de pico: 3 A

Configuración: 12 V

Tipo de baterías: Plomo acido

- **Pararrayos:** Franklin tetra puntales

- **Sistema de Pozo a Tierra:** Electrodo vertical y cemento conductivo

### 5.6.5. Estación Central de Supervisión



Instrumentación ideal requerida:

- Estación de recepción GOES DRGS
- Antena Parabólica aprox. 5m de diámetro
- Estación de recepción INMARSAT

De los requerimientos anteriores se ha encontrado diferentes equipos que cumplen las demandas solicitadas, con ello se hace a continuación un cuadro comparativo de algunos equipos a tener en cuenta; para que de este modo se resalte la manera por la cual se puede tomar una decisión de elección de equipos en base a una comparación previa de diferentes alternativas en el mercado.

**TABLA 16. COMPARACIÓN DE EQUIPOS A USAR**

<b>RADIO MODEM</b>			
<b>Parámetros</b>	SUTRON UHF Wireless Radio Modem 6661- 1249-1	TRIMTALK 450S Radio módem UHF con canales múltiples	FARELL Radio Módem TMOD C48
<b>BW de canal</b>	6.25, 12.5, 25 KHz	12.5, 25 KHz	12.5 KHz
<b>Data Rate</b>	2400,4800 y 9600bps	1200, 2400,4800 y 9600bps	4800bps
<b>Modulación</b>	DRCMSK, RTSCTS Delay, 4 msec	MSK, GMSK	GMSK
<b>Bit Rate</b>	10-6		10-6 (-109 dBm)
<b>Rango de Frecuencia</b>	380-512 MHz (UHF) 132-174 MHz (VHF) 928-960 MHz	430-440 MHz, 440-450 MHz, 450-460 MHz o 460-470 MHz	406-470 MHz (UHF) 138-174 MHz (VHF) 800-900 MHz
<b>Potencia de Tx</b>	1-5 Watts, programable	0,5 Watts	0,1-5 Watts, programable
<b>Interfaz de diagnostico</b>	RS 232	RS 232	RS 232
<b>Peso</b>	0,73 Kg	0,95 Kg	1,21 Kg
<b>Protocolo</b>	Transparente		Transparente
<b>Temperatura de operación</b>	-30oC a +60oC	-20oC a +55oC -	-30oC a +60oC

<b>ANTENAS</b>			
<b>Parámetros</b>	SUTRON Yagi UHF antenna 5000- 0030	COMTELCO Heavy duty Yagi antenna UHF Y3345	HUSTLER serie G6- 440 UHF
<b>Frecuencia</b>	406-512 MHz	406-430 MHz	430-450 MHz

<b>Ganancia</b>	7.5 dBd	8.8 dBd	6 dB
<b>F/B ratio</b>	25 dB		18 dB
<b>Conector</b>	N hembra	N hembra	N hembra
<b>Resistencia del Viento</b>	200 Km/h	125 m/h	125 m/h
<b>Impedancia</b>	50 Ohms	50 Ohms	50 Ohms nominal
<b>Longitud</b>	79,4 cm		2,76 m
<b>Peso</b>	1,7 Kg	1,8 Kg	8 Kg

<b>PANELES SOLARES</b>			
<b>Parámetros</b>	bp solar BP 7180	Fotovoltaic Tipo A	Solar Modules STP180S-24/Ac
<b>Potencia Nominal</b>	180 Watts	180 Watts	180 Watts
<b>Tolerancia</b>	-0/+2,5%	• +-5%	
<b>Eficiencia (Modulo)</b>	14,3%	>16%	
<b>Voltaje nominal</b>	24 v	35 v	36 v
<b>Celdas por modulo</b>	72	72	72
<b>Dimensiones de la Celda</b>	125mm x 125mm	125mm x 125mm	125mm x 125mm
<b>Temperatura de operacion</b>	-40oC y +85oC	-40oC y +85oC	-40oC y +85oC
<b>Peso</b>	15,4 Kg	15Kg	15,5 Kg

<b>BATERÍAS SOLARES</b>			
Parámetros	Power Sonic PG-12V150	Sun Xtender PVX-2120L	Exide Solar YS12-160 SOLAR
Tipo de Batería	AGM (Malla De fibra de vidrio absorbente) - Plomo calcico, sellado	AGM (Malla De fibra de vidrio absorbente) - Plomo cálcico, sellado	Plomo acido-bajo mantenimiento
Voltaje	12v	12v	12v
Capacidad nominal Amperios por hora	166 Ah (20 h)	212 Ah (24 h)	160 Ah (100 h)
Peso	46.7 Kg	62.7 Kg	42 Kg
Corriente máxima de carga	25 A	25 A	24 A
Profundidad máxima de descarga	97%	90%	80%
Temperatura de operación	-20oC a 50oC (cargado) -40oC a 60oC (descargado)	-40oC a 72oC	Toleran un amplio rango de temperaturas

<b>CONTROLADOR DE CARGA</b>			
Parámetros	Steca Solarix SIGMA	Conergy SCC20 Vision	SunSaver SS20L- 12
Tensión del sistema	12 /(24) V	12 /(24) V	12 V

Corriente de carga nominal	20A	20A	20A
Consumo propio Max	5 mA	4 mA	
Voltaje de reconexión de carga	> 50 % SOC / 12,6 V (25,2 V)	12.8 / (25.6) V	12.8 V
Temperatura de operación	-25oC a +50oC	-25oC a +50oC	-40oC a +85oC
Peso	420g	250g	227g
Dimensiones	188 x 106 x 49 mm	198 x 105 x 40 mm. (w x h x d)	15.2x5.6 cm

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber hecho la comparación anterior, a continuación se mostrara un estimado de costos, siendo que para esta parte han sido seleccionados los equipos que mejor se apegan a las necesidades y que mejor garantía tanto de funcionamiento como de seguridad nos brindan; todos en base al cumplimiento de los parámetros requeridos, performance y costo que estos implican.

### 5.6.6.Aspectos económicos

A continuación se presentan los aspectos económicos del proyecto, considerando solo el conjunto de equipos de telecomunicaciones importantes y demás complementarios, mas no el resto de equipos electrónicos no pertenecientes a esta área de la ingeniería; de esta manera se está evaluando los costos de inversión CAPEX así como los costos de operación OPEX, haciendo un estudio de inversión del proyecto y factibilidad del mismo. Los montos usados para este análisis son referenciales y estimados a la fecha.

**TABLA 17. LISTA DE EQUIPOS DE RADIO**

	DESCRIPCIÓN	Cant.	C.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
	<b>ECS</b>				
<b>1</b>	<b>ESTACIÓN DE RECEPCIÓN GOES</b>				
1.1	Estación terrena de lectura directa (DRGS)	1	2,000.00	2,000.00	
1.2	Feed – LNB – Down Converter	1	3,350.00	3,350.00	
1.3	Antena parabólica de malla de aluminio de 5m de diámetro.	1	5,900.00	5,900.00	
<b>2</b>	<b>ESTACIÓN DE RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN INMARSAT</b>				
2.1	Solución TSAT 3000, HUB STATION (120-240 cm)	3	1,800.00	5,400.00	
					<b>16,650.00</b>
<b>3</b>	<b>ESTACIÓN LAGUNAS POR REGULAR</b>				
3.3	Paneles solares BP Solar-BP SX20,20w (1x5)	3	269.99	809.97	
3.4	Batería 12v fotovol PG-12V150 PowerSonic 166Ah(2x5)	3	365.00	1,095.00	
3.5	Controlador de Carga Steca Solarix Sigma 20A	3	1800.00	5,400.00	
3.6	Pararrayos Franklin	3	40.00	120.00	
					<b>7424.97</b>
<b>4</b>	<b>ESTACIÓN DE MEDICIÓN HIDROMETEOROLÓGICA</b>				
	Yagi UHF Antenna 5000-0030	10	180.00	1,800.00	
	VHF/UHF Wireless Radio Modem 6661-1249-1	20	2,000.00	40,000.00	
	Paneles solares BPSolar-BP SX20, 20 w (1x19)	10	269.99	2,699.90	
	Bateria 12V fotovolt PG-12V150 PowerSonic166Ah (1x19)	10	365.00	3,650.00	
	Controlador de Carga Steca Solarix Sigma 20A	10	1,800.00	18,000.00	
	Pararrayos Franklin	10	40.0	400.00	
					<b>66,549.00</b>
<b>5</b>	<b>ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN</b>				
	Yagi UHF Antenna 5000-0030	4	180.00	720.00	
	VHF/UHF Wireless Radio Modem 6661-1249-1	8	500.00	4,000.00	

	Repetidor DGR 6175	4	2,000.00	8,000.00	
	Paneles solares BPSolar-BP 7180N, 180 W (5x4 Est.)	4	719.00	2,876.00	
	Bateria 12V fotovolt PG-12V200 PowerSonic226Ah (18x4)	16	619.50	9,912.00	
	Controlador de Carga Steca Solarix Sigma 20 <sup>a</sup>	16	1,800.00	28,800.00	
	Pararrayos Franklin	4	40.00	80.00	
					<b>54,388.00</b>
<b>6</b>	<b>ESTACIÓN REPETIDORA</b>				
	Yagi UHF Antenna 5000-0030	7	180.00	1,260.00	
	VHF/UHF Wireless Radio Modem 6661-1249-1	14	2,000.00	28,000.00	
	Paneles solares BPSolar-BP SX20, 20 w (1x10)	7	269.99	1,889.93	
	Batería 12V fotovolt PG-12V150 PowerSonic166Ah (1x10)	7	365.00	2,555.00	
	Controlador de Carga Steca Solarix Sigma 20 <sup>a</sup>	7	1,800.00	12,600.00	
	Pararrayos Franklin	7	40.00	280.00	
					<b>46,584.93</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>191,596.9</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 18. LISTA DE BIENES E INFRAESTRUCTURA**

	DESCRIPCIÓN	Cant.	C.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
<b>1</b>	<b>Torre</b>				
1.1	Metro lineal de poste o torre instalado	263	160.00	42,080.00	
					<b>42,080.00</b>
<b>TOTAL DE LA RED</b>					<b>42,080.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 19. DETALLE DE COSTOS POR INSTALACIÓN**

	DESCRIPCIÓN	Cant.	C.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
<b>1</b>	<b>Estudio de Campo</b>				
1.1	Estudio de campo de enlace microondas y satelital	25	1,800.00	45,000.00	
					<b>45,000.00</b>
<b>2</b>	<b>Instalación de equipo de radio</b>				
2.1	Instalación de equipo de radio	17	1,500.00	22,500.00	
2.2	Protocolo de pruebas de equipos de radio	17	6 50.00	11,050.00	
					<b>33,550.00</b>
<b>3</b>	<b>Instalación de antenas</b>				
3.1	Instalación de antenas	58	8 00.00	46,400.00	<b>46,400.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>124,950.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 20. CÁLCULO GENERAL DEL CAPEX**

	DESCRIPCIÓN	Monto (S/.)	Total (S/.)
1	LISTA DE EQUIPOS DE RADIO	<b>191,596.9</b>	
2	LISTA DE BIENES E INFRAESTRUCTURA	<b>42,080.00</b>	
3	DETALLE DE COSTOS POR INSTALACION	<b>124,950.00</b>	
<b>TOTAL CÁLCULO CAPEX</b>			<b>358,626.90</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 21. CALCULO GENERAL DEL OPEX**

	DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)	Parcial anual (S/.)	Total anual (S/.)
<b>1</b>	<b>Operación y mantenimiento</b>					
1.1	Tec. Jefe de red	1	2000.00	24,000.00	24,000.00	
1.2	Ing. Supervisor de estación	5	2500.00	30,000.00	30,000.00	
<b>TOTAL CÁLCULO OPEX</b>						<b>54,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 22. CALCULO GENERAL DE PAGO DE CANON POR USO DEL  
ESPECTRO RADIOELECTRICO**

	DESCRIPCIÓN	TECNOLOGÍA	BANDA LICENCIADA	PAGO DE CANON ANUAL(S/.)
1	Servicio Fijo Terrestre	UHF	380-512 MHz	154.00
2	Servicio Fijo por Satélite	GOES	401-403 MHz	3 850.00
3	Servicio Fijo por Satélite	INMARSAT	14-14.5 GHz	3 850.00
<b>CÁLCULO TOTAL</b>				<b>7 854.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**5.7. Impacto ambiental**

Estos tipos de proyectos implican montar estaciones ya sea para la construcción de la obra y después de ella, en zonas de casi nula alteración natural causada por el hombre, de esta manera es de importancia tomar el cuenta el posible daño que se podría causar con trabajos de esta índole en contra de personas naturales o jurídicas; para este caso, con respecto a proyectos de telecomunicaciones se debe tener en cuenta el impacto visual que causara la instalación de las antenas, la contaminación electromagnética, cambios y posibles afectaciones del medio natural en el que se hallaran, desechos sólidos y demás alteraciones posibles.

Por lo dicho, en la actualidad es de importancia preservar el medio ambiente y por ello importante hacer un Estudio de Impacto Ambiental de ser requerido. En el caso peruano la autoridad ambiental nacional es el MINAM (Ministerio de ambiente) y tiene por finalidad Promover la sostenibilidad ambiental del país conservando, protegiendo, recuperando y asegurando las condiciones ambientales, los ecosistemas y los recursos naturales; el mismo que tiene un Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

## **CONCLUSIONES**

Finalizado el presente proyecto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Se diseñó una Red de Telemetría para lograr la interconexión y supervisar las estaciones de la Red Hidrometeorológica del PEOT basada en tecnología UHF y Satelital (GOES e INMARSAT D) teniendo en cuenta las características técnicas, morfológicas del terreno y los aspectos económicos, fue la alternativa más adecuada para esta aplicación.
- La Red de Telemetría diseñada es capaz de realizar el envío automático de la información comprobado mediante un análisis de ingeniería usando un software de Radio Mobile donde se demostró que es posible la conectividad de la red, el volumen de información a transmitir es de 134.64 K bits para un tiempo de muestreo de 30 min por 3 horas, periodos de registro sujetos a las recomendaciones dadas por el SENAMHI
- Se encontraron diferentes equipos que cumplen las demandas solicitadas, de los cuales hemos elegido las marcas SUTRON, BP SOLAR, POWER SONIC y STECA SOLARIX.
- La Red de Telemetría diseñada tiene un costo accesible, cuyo cálculo total de implementación del sistema es de 358 626.90 S/. , un cálculo de operación y mantenimiento anual de 54 000.00 S/. y un pago anual por el uso del espectro radioeléctrico en bandas licenciadas de 7 854.00 S/..

## **RECOMENDACIONES**

### **Estaciones componentes de la Red de Telecomunicaciones**

- Se recomienda elaborar manuales para definir las tareas de operación y rutina de mantenimiento, indicando las responsabilidades, y los cronogramas para el mantenimiento del sistema de telemetría.
- En el caso de estos tipos de estaciones se debe contar con un sistema de protección contra las descargas eléctricas, dado la característica climática de la zona, que podrían alterar y dañar los equipos, es por eso que todas las estaciones deben contar con su respectivo pozo o pozos a tierra.
- Las estaciones remotas deben estar también protegidas físicamente con un cerco metálico, de preferencia, para evitar robos y malas manipulaciones de personal no encargado del mantenimiento y control de estas; para ello también es conveniente desarrollar un programa de información dirigida a las poblaciones cercanas a fin de promover y motivar a los pobladores para preservar y cuidar tales estaciones.

### **Estudio de Impacto Ambiental**

- Es recomendable que en la actualidad todo proyecto deba tener un Estudio de Impacto Ambiental, es por ello que se debe hacer el mismo para este proyecto pues como ya se ha visto la mayoría de las estaciones están localizadas en lugares donde no existe mucha por no decir ninguna alteración estética natural por parte del ser humano, y hacer los análisis respectivos.

## ***BIBLIOGRAFÍA***

- [ALB09]      ALBENTIA  
2009      “Libro Amarillo: Los Servicios y la QoS”
- [ATM]      S. Rosiek, F.J. Batlles  
Adquisición y Transmisión de Datos desde Estaciones  
Meteorológicas Remotas  
URL:<http://www.ame-web.org/images/stories/Congresos/29-jornadas-Pamplona-2006/03-trabajo%20Rosiek%20y%20Batlles.pdf>
- [CAN015]    Ministerio de Transporte y Comunicaciones  
2015      Pago de canon por el uso del espectro radioeléctrico en los  
Servicios Privados de Telecomunicaciones.  
R. V. N° 890-2007-MTC/03  
URL:<http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/documentos/PagoCanonPrivados2015.pdf>
- [CYTED13]   Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el  
Desarrollo  
2013      Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para zonas  
rurales: Aplicación a la atención de salud en países de desarrollo  
“Las redes de telecomunicación basadas en WiMAX (IEEE  
802.16)”.  
ADVANTIA, pp. 135. Capítulo 9  
URL:<http://gtr.telecom.pucp.edu.pe/download/publicaciones/Maserratti.pdf>
- [DA06510]   WeatherLink®p /Vantage Pro2™/Vantage Vue™, Windows,    USB  
URL:<http://www.kosmos.com.mx/tienda/catalog/weatherlink-pvantage-pro2vantage-vue-windows-usb-p-710.html>

- [IEEE12] IEEE Computer Society and the IEEE Microwave Theory and Techniques Society  
2012 "IEEE Standard for Air Interface for Broadband Wireless Access Systems". New York
- [INTHM] Del Castro Lozano, Carlos y Romero Morales, Cristobal  
Exposición digital "Interfaz Hombre Maquina
- [MCV] Davis Instruments  
2002 Manual de la consola Vantage ProTM  
URL:[http://www.vantagevue.com/product\\_documents/weather/manuals/07395-240\\_IM\\_06312.pdf](http://www.vantagevue.com/product_documents/weather/manuals/07395-240_IM_06312.pdf)
- [MTC08] Ministerio de Transporte y Comunicaciones  
2008 Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF).  
Actualizado al 21.02.2008
- [MTC07] Ministerio de Transporte y Comunicaciones  
2007 Aprueban disposiciones de Radiocanales (canalizaciones) para los Servicios de Telecomunicaciones (2ª parte).  
R.V.N°890-2007-MTC/03  
URL:[http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion\\_internacional/regulacion/documentos/pnaf/canalizacion\\_2\\_parte\\_anexo.pdf](http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/pnaf/canalizacion_2_parte_anexo.pdf)
- [MTC-MOD] Ministerio de Transporte y Comunicaciones  
Autorizaciones / Servicios privados  
URL:[http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/servicios\\_privados/modalidades\\_servicios.html](http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/servicios_privados/modalidades_servicios.html)
- [PRO04] José Luis Besada Sanmartín, Manuel Sierra Castañer  
2007 Tema 3: Propagación de ondas en medio natural  
Grupo de Radiación. Dpto. SSR. ETSI Telecomunicación.

Universidad Politécnica de Madrid

URL:<http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/radiacion-y-propagacion/contenidos/apuntes/presentaciones/rdpr3.pdf>

[RWL]       Redes Wireless LAN (Prof. Francisco Ramos Pascual)

URL: [www.radioptica.com](http://www.radioptica.com)

[SEGWIFI]   Seguridad en WiFi

URL:<http://www.iec.csic.es/gonzalo/descargas/SeguridadWiFi.pdf>

[SMITH04]   SMITH, Clint

2004        3G Wireless with WiMAX and Wi-Fi

[SCAD07 ]   Rodríguez Penin, Antonio

2007        Sistemas SCADA

[SENA13]    Protocolo SENAMHI 3764

2013        RESOLUCION PRESIDENCIAL N° 0174 SENAMHI-PREJ-OGOT

[UHF/VHF08] COMUNICACIONES DE RADIO EN LA ERA DIGITAL VOLUMEN

2008        DOS: TECNOLOGÍA VHF / UHF

Autor: Harris Corporation, RF Communications Division

[WIM06]     PAREEK, Deepak

2006        WiMAX: Taking Wireless to the MAX

[WIM08]     WiMAX y soluciones no estandar

2008        Autor: Ermanno Pietrosevoli. Fundación EsLaRed

[WI-FI03]    OHRMAN, Frank

2003        Wi-Fi handbook: building 802.11b wireless networks

[3GWI04]

SMITH, Clint

2004 3G Wireless with WiMAX and Wi-Fi

[SENGOES]

VENTAJAS Y APLICACIONES DEL SATELITE

METEOROLOGICO GOES 10

Autor: JORGE CHIRA

URL: <http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/GOES-10.pdf>

## ***ANEXOS***

**Anexo 1:** Mapas de ubicación de los puntos a interconectar pertenecientes a la Red Hidrometeorológica del PEOT.

**Anexo 2:** Plan Nacional de Atribución de Frecuencias Pnaf.

Este anexo contiene los cuadros de atribución de frecuencias de los diferentes servicios de telecomunicaciones en la República del Perú en frecuencias UHF.

**Anexo 3:** Disposiciones de radiocanales (canalizaciones) para los Servicios de telecomunicaciones del Perú en frecuencias UHF.

**Anexo 4:** Pago de Canon por el uso del Espectro Radioeléctrico en los Servicios Privados de Telecomunicaciones año 2015.

**Anexo 5:** Esquema del Diseño de Red.

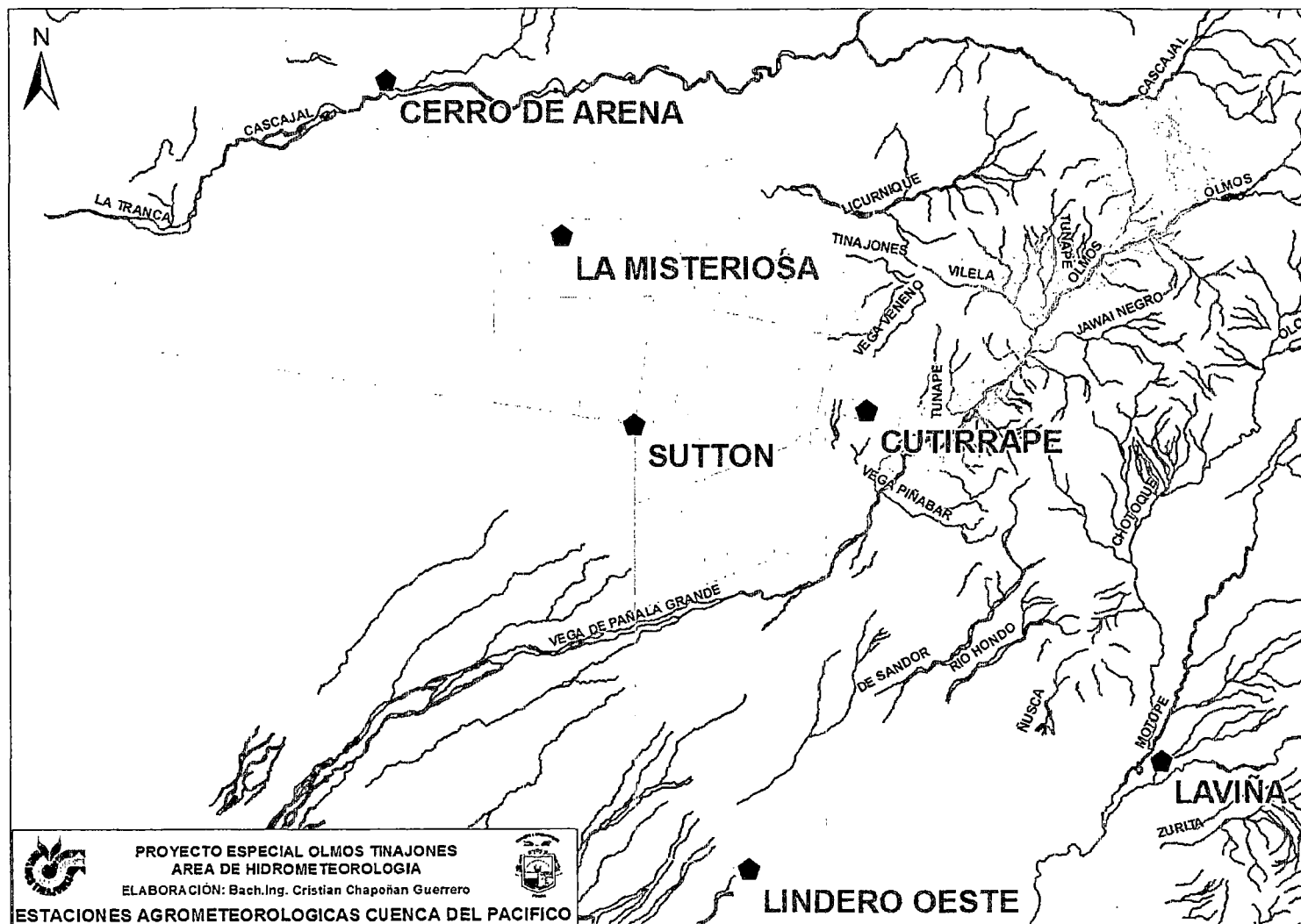
**Anexo 6:** Hojas Técnicas de las alternativas de solución.

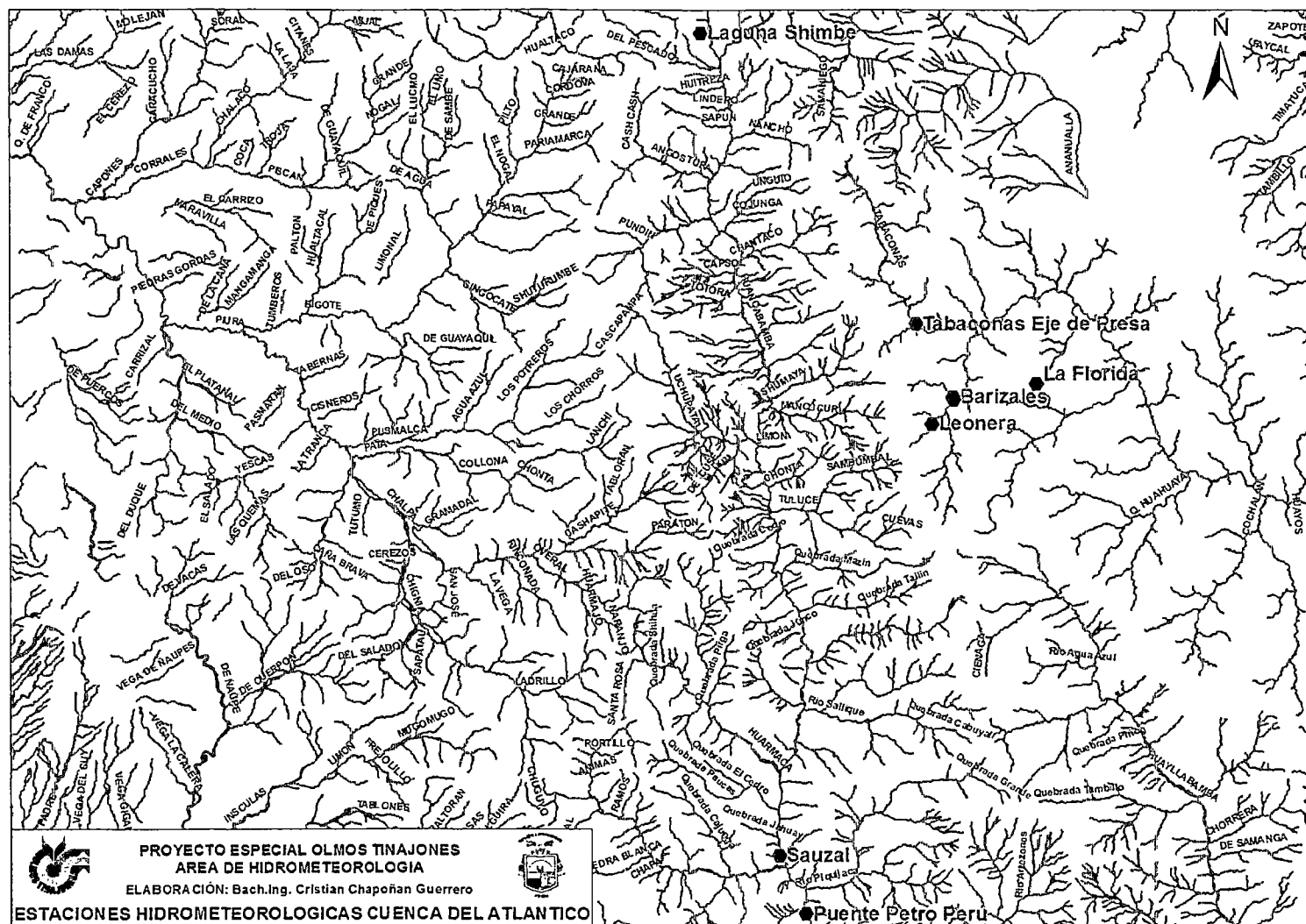
Se presenta en este anexo especificaciones técnicas de los equipos evaluados para el diseño de la red.

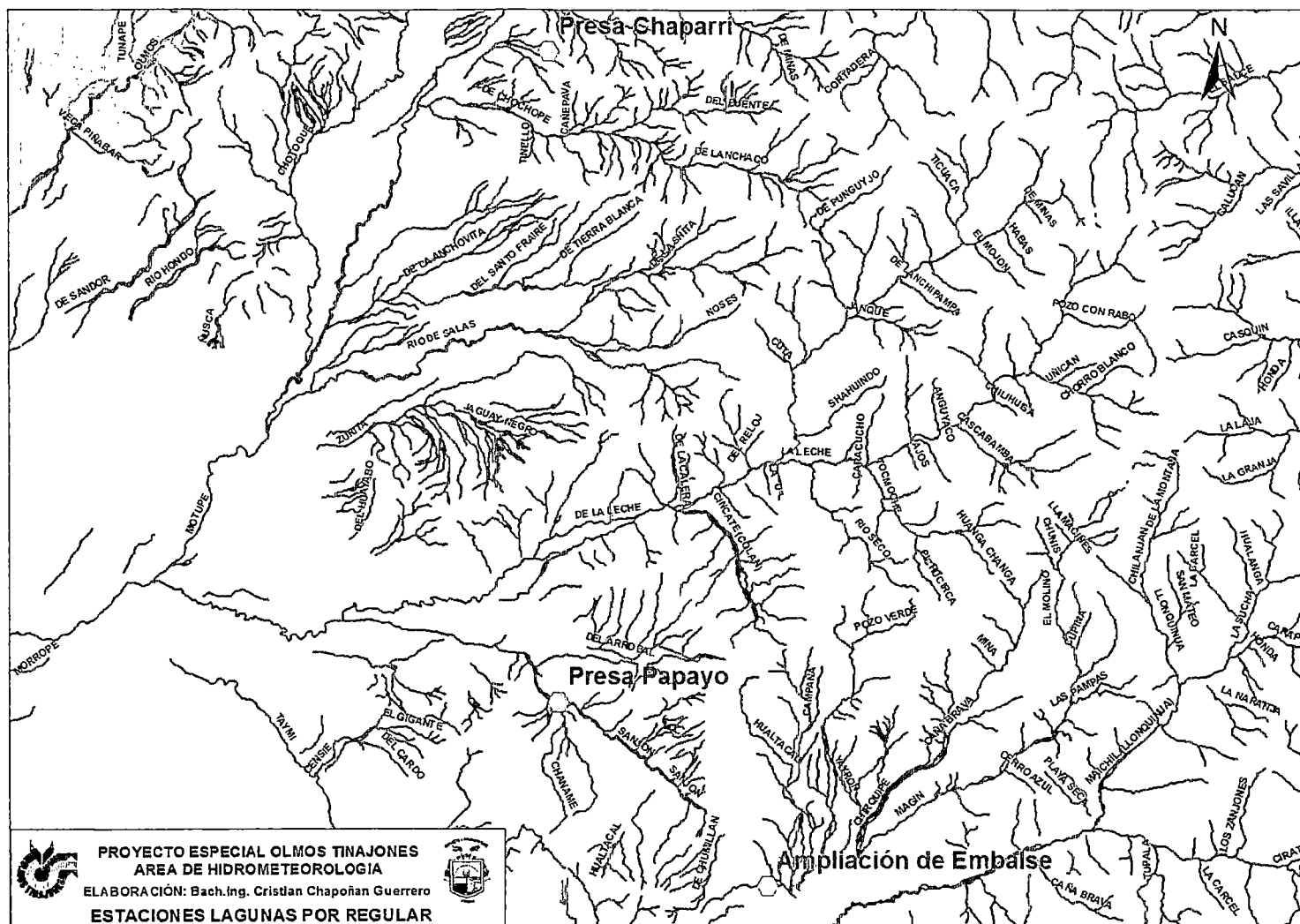
**Anexo 7:** Imágenes de las Estaciones a interconectar.

## **ANEXO I**

**Mapas de ubicación de los puntos a interconectar pertenecientes a la Red  
Hidrometeorológica del PEOT**







## **ANEXO II**

**Plan Nacional de Atribución de Frecuencias Pnaf**



# **PLAN NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

## **PNAF**

## CONTENIDO

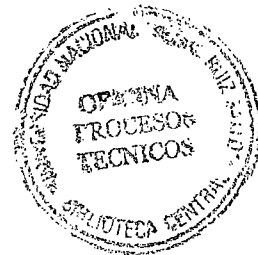
		Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	.....	3
<b>CAPITULO I</b>	TERMINOLOGIA.....	4
<b>Artículo 1</b>	TERMINOS Y DEFINICIONES.....	4
Sección I	Términos generales.....	4
Sección II	Términos específicos relativos a la gestión de frecuencias.....	5
Sección III	Servicios radioeléctricos.....	5
Sección IV	Estaciones y sistemas radioeléctricos.....	8
Sección V	Términos referentes a la explotación.....	11
Sección VI	Características de las emisiones y equipos.....	12
Sección VII	Compartición de frecuencias.....	15
Sección VIII	Términos técnicos relativos al espacio .....	16
<b>Artículo 2</b>	NOMENCLATURA DE LAS BANDAS DE FRECUENCIA Y DE LAS LONGITUDES DE ONDAS EMPLEADAS EN LAS RADIOCOMUNICACIONES	17
<b>Artículo 3</b>	DENOMINACIONES DE LAS EMISIONES.....	18
Sección I	Ancho de banda necesario .....	18
Sección II	Clases de emisiones.....	18
<b>CAPITULO II</b>	ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS.....	21
<b>Artículo 4</b>	DESCRIPCION DE LAS REGIONES Y ZONAS DEL MUNDO Y CUADRO DE ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS	21
Sección I	Regiones y zonas del mundo.....	21
Sección II	Categorías y servicios y las atribuciones.....	22
Sección III	Disposición del cuadro de atribución de las bandas de frecuencias.....	23
Sección IV	Cuadro de atribución de bandas de frecuencias .....	24
Sección V	Notas y observaciones al cuadro de atribución de bandas de frecuencias	60

## **INTRODUCCIÓN**

El espectro radioeléctrico es un recurso natural conformado por el conjunto de ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se fijan convencionalmente desde 9 kHz hasta 300 GHz y que forma parte del patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento, correspondiendo su gestión, administración y control al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El presente Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) contiene los cuadros de atribución de frecuencias de los diferentes servicios de telecomunicaciones en la República del Perú, de tal forma que los diversos servicios operen en bandas de frecuencias definidas previamente para cada uno de ellos, a fin de asegurar su operatividad, minimizar la probabilidad de interferencias perjudiciales y permitir la coexistencia de servicios dentro de una misma banda de frecuencias, cuando sea el caso.

Por la naturaleza dinámica de la gestión de frecuencias, el PNAF debe actualizarse periódicamente como resultado de acuerdos tomados en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), acuerdos bilaterales y multilaterales celebrados con otras Administraciones, recomendaciones formuladas por organismos internacionales de los que el Perú es miembro como la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) y de aquellas modificaciones, adiciones o expedición de normas nacionales, aplicadas a los planes de distribución de radiocanales de los servicios de radiocomunicación que actualmente están en operación, o bien de los nuevos servicios de radiocomunicación.



## ARTICULO 2

### Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias y de las Longitudes de Onda empleadas en las Radiocomunicaciones

El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente, de acuerdo con el siguiente cuadro. Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan en:

- kilohertzios (kHz) hasta 3 000 kHz, inclusive;
- megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3 000 MHz, inclusive;
- gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3 000 GHz, inclusive.

Para las bandas de frecuencias por encima de 3 000 GHz, es decir, para las ondas centimilimétricas, micrométricas y decimicrométricas, conviene utilizar el terahertzio (THz).

Número de la banda	Símbolos	Rango de frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B. Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B. km
6	MF	300 a 3 000 kHz	Ondas hectométricas	B. hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B. dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B. m
9	UHF	300 a 3 000 MHz	Onda decimétricas	B. dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B. cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B. mm
12	--	300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas	--

Nota 1: La "banda N" (N = número de la banda) se extiende de  $0,3 \times 10^N$  Hz a  $3 \times 10^N$  Hz.

Nota 2: Prefijo : k = kilo ( $10^3$ ), M = mega ( $10^6$ ), G = giga ( $10^9$ ), T = tera ( $10^{12}$ ).

**MHz**  
**335,4 - 410**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>335,4 - 387</b> FIJO MOVIL	<b>335,4 – 387</b> FIJO MOVIL	P41, P42
<b>387- 390</b> FIJO MOVIL Móvil por Satélite (espacio-Tierra)	<b>387- 390</b> FIJO MOVIL Móvil por satélite (espacio-Tierra)	P41, P42
<b>390- 399,9</b> FIJO MOVIL	<b>390- 399,9</b> FIJO MOVIL	P41, P42
<b>399,9 - 400,05</b> RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra -espacio)	<b>399,9 - 400,05</b> RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	P37, P42
<b>400,05 - 400,15</b> FRECUENCIA PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz)	<b>400,05 - 400,15</b> FRECUENCIA PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz)	P43
<b>400,15 - 401</b> AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	<b>400,15 - 401</b> AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	
<b>401 - 402</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>401 - 402</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>402 - 403</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>402 – 403</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>403 - 406</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>403 - 406</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>406- 406,1</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>406- 406,1</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P44
<b>406,1- 410</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	<b>406,1- 410</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	

**MHz**  
**410 - 806**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>410- 420</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico, investigación espacial (Espacio-espacio)	<b>410- 420</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	P45
<b>420- 430</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico, Radiolocalización	<b>420- 430</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico, Radiolocalización	P45
<b>430 - 432</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	<b>430- 432</b> RADIOLOCALIZACION Radioaficionados	
<b>432- 438</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Exploración de la Tierra por satélite (activo)	<b>432- 438</b> RADIOLOCALIZACION Radioaficionados Exploración de la Tierra por satélite (activo)	435 MHz Frecuencia de llamada P46, P47
<b>438- 440</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	<b>438- 440</b> RADIOLOCALIZACION Radioaficionados	
<b>440 - 450</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>440 - 450</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	
<b>450 - 455</b> FIJO MOVIL	<b>450 - 455</b> FIJO MOVIL	P38, P48, P50
<b>455 - 456</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>455 - 456</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P38, P48
<b>456 - 459</b> FIJO MOVIL	<b>456 - 459</b> FIJO MOVIL	P38, P48, P49
<b>459 - 460</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>459 - 460</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P38, P50
<b>460 - 470</b> FIJO MOVIL Meteorología por satélite (espacio-Tierra)	<b>460 - 470</b> FIJO MOVIL Meteorología por satélite (espacio-Tierra)	P48, P49, P50
<b>470 - 512</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>470- 512</b> RADIODIFUSION	P11, P11A Radiodifusión por Televisión
<b>512 - 608</b> RADIODIFUSION	<b>512 – 608</b> RADIODIFUSION	P11, P11A Radiodifusión por Televisión
<b>608 - 614</b> RADIOASTRONOMIA Móvil por satélite salvo móvil aeronáutico por satélite (Tierra-espacio)	<b>608 - 614</b> RADIOASTRONOMIA Móvil por satélite salvo móvil aeronáutico por satélite (Tierra-espacio)	
<b>614 - 806</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>614 - 746</b> RADIODIFUSION	P11 Radiodifusión por Televisión
	<b>746 – 806</b> FIJO MOVIL	P51

En las bandas 156 - 156,7625 MHz, 156,8375 - 157,45 MHz, 160,6 - 160,975 MHz y 161,475-162,05 MHz, se dará prioridad al servicio móvil marítimo únicamente en aquellas frecuencias de estas bandas que hayan asignado a las estaciones de dicho servicio.

- P41 Las bandas 235 - 322 MHz y 335,4 - 399,9 MHz pueden utilizarse por el servicio móvil por satélite, a condición de que las estaciones de este servicio no produzcan interferencia perjudicial a las de otros servicios explotados o que se prevea explotar de conformidad con el cuadro de atribución de frecuencias. La banda 380 – 400 MHz puede ser utilizada para fines de seguridad pública. Las bandas 385 – 386 MHz y 395 – 396 MHz están atribuidas para prestar servicios públicos de telecomunicaciones a título secundario a entidades públicas, con fines de seguridad pública o de atención en situaciones de emergencia o de socorro; en aras de salvaguardar la vida y/o los bienes de las personas.
- P42 Las bandas 256-270 MHz y 382-400 MHz pueden ser utilizadas para servicios de telecomunicaciones públicos y privados en áreas rurales.
- P43 Las emisiones deben restringirse a una banda de  $\pm 25$  kHz respecto de la frecuencia patrón 400,1 MHz.
- P44 El uso de la banda 406 - 406,1 MHz por el servicio móvil por satélite está limitado a las estaciones de radiobalizas de localización de siniestros por satélite de poca potencia.
- P45 Las bandas 411,765-416,675 MHz y 421,675-426,675 MHz están atribuidas a título primario para servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. Las bandas 416,675 – 420 MHz y 426,675 – 430 MHz están atribuidas a título primario para el servicio público móvil de canales múltiples de selección automática (troncalizado). El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de servicios públicos en estas bandas será mediante concurso público de ofertas en la provincia de Lima y en la Provincia Constitucional del Callao. La migración de las frecuencias asignadas en la banda 411,675-420 MHz y 421,675-430 MHz concluyó el 31 de diciembre de 2005.
- P46 La utilización de esta banda por sensores del servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (activo) será conforme con la Recomendación UIT-R SA.1260-1. Las disposiciones de esta nota no derogan de ningún modo la obligación del SETS (activo) de funcionar en calidad de servicio secundario.
- P47 El servicio de radioaficionados por satélite podrá explotarse en las bandas 435 - 438 MHz, 1 260 – 1 270 MHz, 2 400 – 2 450 MHz, 3 400 – 3 410 MHz, y 5 650 – 5 670 MHz, siempre que no cause interferencia perjudicial a otros servicios explotados de conformidad con el Cuadro. Toda interferencia perjudicial causada por emisiones de una estación del servicio de radioaficionados por satélite será inmediatamente eliminada. La utilización de las bandas 1 260 – 1 270 MHz y 5 650 – 5 670 MHz por el servicio de radioaficionados por satélite se limitará al sentido Tierra-espacio.
- P48 Las bandas comprendidas entre 452,5 – 457,5 MHz y 462,5 – 467,5 MHz están atribuidas a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de servicios públicos en estas bandas será mediante concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

Los titulares de asignaciones para servicios privados en estas bandas deberán migrar a otras bandas de frecuencias en un plazo que no deberá exceder del 30 de marzo de 2008, de acuerdo a las condiciones que establecerá el Ministerio con la finalidad de garantizar la continuidad de los servicios autorizados.

- P49 En el servicio móvil marítimo, las frecuencias de 457,525 MHz, 457,550 MHz, 457,575 MHz, 467,525 MHz, 467,550 MHz y 467,575 MHz pueden ser utilizadas por las estaciones de comunicaciones a bordo.

P50 Las bandas comprendidas entre 459,475 - 460,0 MHz y 469,525 - 470,00 MHz están destinadas para la operación de enlaces auxiliares a la Radiodifusión Sonora en Onda Media y Onda Corta.

Las asignaciones para la operación de enlaces auxiliares a la Radiodifusión Sonora en Onda Media y Onda Corta realizadas en la banda 452,35 - 454,84 MHz fuera de la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao quedarán vigentes hasta el 31 de diciembre de 2007; en el caso de la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, los titulares de asignaciones en esta banda deberán migrar a otra banda de frecuencias destinada para tal fin, en un plazo que no deberá exceder del 30 de marzo de 2008, de acuerdo a las condiciones que establecerá el Ministerio con la finalidad de garantizar la continuidad de los servicios autorizados.

P51 La banda 746 - 806 MHz se encuentra reservada.

P52 Las bandas 806 - 824 MHz y 851 - 869 MHz están atribuidas a título primario para los servicios públicos y/o privados de canales múltiples de selección automática (Troncalizado).

P53 Las bandas 824 - 849 MHz y 869 - 894 MHz están atribuidas a título primario a los servicios públicos de telecomunicaciones móviles y/o fijos. El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de dichos servicios serán mediante concurso público.

La banda B' (846,5 - 849 MHz y 891,5 - 894 MHz) se encuentra atribuida para servicios públicos de telecomunicaciones en áreas rurales y lugares considerados de preferente interés social en todas las provincias que conforman el territorio del Perú, excepto en las áreas de Lima y Callao consideradas como Área 1, según la R.M. N° 439-91-TC/15.17, y su asignación es a solicitud de parte.

P54 Las bandas 849 - 851 MHz y 935 - 939 MHz están destinadas para servicios públicos de telecomunicaciones y se encuentran en reserva.

P55 Las bandas 894 - 899 MHz y 939 - 944 MHz están atribuidas para servicios públicos de telecomunicaciones en la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. En el resto del país, la atribución para servicios públicos de telecomunicaciones corresponde al rango 894 - 902 MHz y 939 - 947 MHz. El otorgamiento de la concesión, de ser el caso y la asignación de espectro para la explotación de dichos servicios a nivel nacional se realizará mediante concurso público de ofertas.

Los titulares de frecuencias en la banda 942 - 947 MHz para la operación de enlaces auxiliares a la radiodifusión sonora en FM, deberán migrar hacia la banda 947 - 960 MHz, en un plazo que no deberá exceder del 30 de marzo de 2008, de acuerdo a las condiciones que establecerá el Ministerio con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio de radiodifusión.

P56 La banda 929 - 930 MHz (en reserva) y 931 - 932 MHz se atribuirá a título primario al servicio de buscapersonas preferentemente con cobertura nacional.

P57 La banda 947 - 960 MHz está atribuida a título primario a los enlaces auxiliares a radiodifusión sonora en FM. En la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao se utiliza adicionalmente la banda 944 - 947 MHz.

P58 La banda 960 - 1 215 MHz se reserva en todo el mundo para el uso y el desarrollo de equipos electrónicos de ayudas a la navegación aérea instalados a bordo de aeronaves y de instalaciones con base de tierra directamente asociadas.

P59 Las estaciones del servicio de radionavegación por satélite en la banda 1 164 - 1 215 MHz funcionarán de conformidad con las disposiciones de la Resolución 609 (CMR-03) y no reclamarán protección con relación a las estaciones del servicio de radionavegación aeronáutica en la banda 960 - 1 215 MHz.

P60 El empleo de las bandas 1 300 - 1 350 MHz, 2 700 - 2 900 MHz y 9 000 - 9 200 MHz por el servicio de radionavegación aeronáutica esta limitado a los radares terrestres y a los respondedores aeroportados asociados que emitan sólo en frecuencias de estas bandas y,

## **ANEXO III**

**Disposiciones de radiocanales (canalizaciones) para los Servicios de telecomunicaciones del Perú en frecuencias UHF**

**DISPOSICIONES DE RADIOCANALES**

**(CANALIZACIONES)**

**PARA LOS SERVICIOS DE**

**TELECOMUNICACIONES**

(2ª Parte)

## INDICE

Banda de VHF	Página
1.- Banda 30,00 – 33,01 MHz .....	30
2.- Banda 33,01 – 34,01 MHz .....	30
3.- Banda 34,01 – 39,01 MHz .....	31
4.- Banda 39,01 – 40,66 MHz .....	32
5.- Banda 40,70 – 50,00 MHz .....	32
6.- Banda 72,00 – 73,00 MHz .....	35
7.- Banda 74,60 – 74,80 MHz .....	35
8.- Banda 75,20 – 76,00 MHz .....	35
9.- Banda 138,00 – 144,00 MHz .....	36
10.- Banda 148,00 – 149,90 MHz .....	37
11.- Banda 150,05 – 150,80 MHz .....	38
12.- Banda 150,80 – 152,35 MHz .....	38
13.- Banda 152,35 – 154,35 MHz .....	39
14.- Banda 154,35 – 156,00 MHz .....	40
15.- Banda 157,45 – 159,29 MHz .....	40
16.- Banda 159,29 – 160,60 MHz .....	41
17.- Banda 160,975 – 161,475 MHz .....	41
18.- Banda 162,05 – 174,00 MHz .....	42
19.- Banda 216,00 – 220,00 MHz .....	45
20.- Banda 225,00 – 235,00 MHz .....	46
21.- Banda 235,00 – 300,00 MHz .....	49
 Banda de UHF	
1.- Banda 300,00 – 322,00 MHz .....	67
2.- Banda 322,00 – 328,60 MHz .....	72
3.- Banda 335,40 – 380,00 MHz .....	73
4.- Banda 385,00 – 390,00 MHz .....	83
5.- Banda 395,00 – 399,90 MHz .....	84
6.- Banda 401,00 – 406,00 MHz .....	85
7.- Banda 406,10 – 411,675 MHz .....	86
8.- Banda 420,00 – 421,675 MHz .....	87
9.- Banda 440,00 – 450,00 MHz .....	88
10.- Banda 450,00 – 452,35 MHz .....	90
11.- Banda 457,50 – 459,2375 MHz .....	91
12.- Banda 459,2375 – 459,4875 MHz.....	91
13.- Banda 459,4875 – 460,0000 MHz.....	92
14.- Banda 460,00 – 462,50 MHz .....	92
15.- Banda 467,50 – 469,525 MHz .....	93
16.- Banda 469,525 – 470,00 MHz .....	93
17.- Banda 928,00 – 929,00 MHz .....	94
18.- Banda 932,00 – 935,00 MHz .....	94
19.- Banda 944,00 – 960,00 MHz .....	95
20.- Banda 947,00 – 960,00 MHz .....	95
 Radioenlaces por encima de 1 GHz	
1.- Banda 4 400 – 5 000 MHz .....	97
2.- Banda 6 430 – 7 110 MHz .....	97
3.- Banda 10 700 – 11 700 MHz .....	97
4.- Banda 17 700 – 19 700 MHz .....	98
5.- Banda 21 200 – 23 600 MHz .....	98

**Nota:**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones efectuará asignaciones en las bandas atribuidas a los servicios móvil marítimo y móvil aeronáutico, conforme a las disposiciones de radiocanales contenidas en los apéndices del Reglamento de Radiocomunicaciones, emitido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, de acuerdo a lo siguiente:

- 1.- Para el servicio móvil marítimo utilizará los apéndices S17, S18 y S25.
- 2.- Para el servicio móvil aeronáutico utilizará los apéndices S26 y S27.

## **Banda de UHF**

**Banda 335,400 - 380,000 MHz (SERVICIO: FIJO, MOVIL)**

Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz
1701	377,925	1721	378,425	1741	378,925	1761	379,425	1781	379,925
1702	377,950	1722	378,450	1742	378,950	1762	379,450	1782	379,950
1703	377,975	1723	378,475	1743	378,975	1763	379,475	1783	379,975
1704	378,000	1724	378,500	1744	379,000	1764	379,500		
1705	378,025	1725	378,525	1745	379,025	1765	379,525		
1706	378,050	1726	378,550	1746	379,050	1766	379,550		
1707	378,075	1727	378,575	1747	379,075	1767	379,575		
1708	378,100	1728	378,600	1748	379,100	1768	379,600		
1709	378,125	1729	378,625	1749	379,125	1769	379,625		
1710	378,150	1730	378,650	1750	379,150	1770	379,650		
1711	378,175	1731	378,675	1751	379,175	1771	379,675		
1712	378,200	1732	378,700	1752	379,200	1772	379,700		
1713	378,225	1733	378,725	1753	379,225	1773	379,725		
1714	378,250	1734	378,750	1754	379,250	1774	379,750		
1715	378,275	1735	378,775	1755	379,275	1775	379,775		
1716	378,300	1736	378,800	1756	379,300	1776	379,800		
1717	378,325	1737	378,825	1757	379,325	1777	379,825		
1718	378,350	1738	378,850	1758	379,350	1778	379,850		
1719	378,375	1739	378,875	1759	379,375	1779	379,875		
1720	378,400	1740	378,900	1760	379,400	1780	379,900		

**Banda 385,000 - 390,000 MHz (SERVICIO: FIJO, MOVIL)**

Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz
1	385,025	41	386,025	81	387,025	121	388,025	161	389,025
2	385,050	42	386,050	82	387,050	122	388,050	162	389,050
3	385,075	43	386,075	83	387,075	123	388,075	163	389,075
4	385,100	44	386,100	84	387,100	124	388,100	164	389,100
5	385,125	45	386,125	85	387,125	125	388,125	165	389,125
6	385,150	46	386,150	86	387,150	126	388,150	166	389,150
7	385,175	47	386,175	87	387,175	127	388,175	167	389,175
8	385,200	48	386,200	88	387,200	128	388,200	168	389,200
9	385,225	49	386,225	89	387,225	129	388,225	169	389,225
10	385,250	50	386,250	90	387,250	130	388,250	170	389,250
11	385,275	51	386,275	91	387,275	131	388,275	171	389,275
12	385,300	52	386,300	92	387,300	132	388,300	172	389,300
13	385,325	53	386,325	93	387,325	133	388,325	173	389,325
14	385,350	54	386,350	94	387,350	134	388,350	174	389,350
15	385,375	55	386,375	95	387,375	135	388,375	175	389,375
16	385,400	56	386,400	96	387,400	136	388,400	176	389,400
17	385,425	57	386,425	97	387,425	137	388,425	177	389,425
18	385,450	58	386,450	98	387,450	138	388,450	178	389,450
19	385,475	59	386,475	99	387,475	139	388,475	179	389,475
20	385,500	60	386,500	100	387,500	140	388,500	180	389,500
21	385,525	61	386,525	101	387,525	141	388,525	181	389,525
22	385,550	62	386,550	102	387,550	142	388,550	182	389,550
23	385,575	63	386,575	103	387,575	143	388,575	183	389,575
24	385,600	64	386,600	104	387,600	144	388,600	184	389,600
25	385,625	65	386,625	105	387,625	145	388,625	185	389,625
26	385,650	66	386,650	106	387,650	146	388,650	186	389,650
27	385,675	67	386,675	107	387,675	147	388,675	187	389,675
28	385,700	68	386,700	108	387,700	148	388,700	188	389,700
29	385,725	69	386,725	109	387,725	149	388,725	189	389,725
30	385,750	70	386,750	110	387,750	150	388,750	190	389,750
31	385,775	71	386,775	111	387,775	151	388,775	191	389,775
32	385,800	72	386,800	112	387,800	152	388,800	192	389,800
33	385,825	73	386,825	113	387,825	153	388,825	193	389,825
34	385,850	74	386,850	114	387,850	154	388,850	194	389,850
35	385,875	75	386,875	115	387,875	155	388,875	195	389,875
36	385,900	76	386,900	116	387,900	156	388,900	196	389,900
37	385,925	77	386,925	117	387,925	157	388,925	197	389,925
38	385,950	78	386,950	118	387,950	158	388,950	198	389,950
39	385,975	79	386,975	119	387,975	159	388,975	199	389,975
40	386,000	80	387,000	120	388,000	160	389,000		

**Banda 395,000 - 399,900 MHz (SERVICIO: FIJO, MOVIL)**

Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz	Canal N°	Frecuencia (MHz) BW: 25 kHz
1	395,025	41	396,025	81	397,025	121	398,025	161	399,025
2	395,050	42	396,050	82	397,050	122	398,050	162	399,050
3	395,075	43	396,075	83	397,075	123	398,075	163	399,075
4	395,100	44	396,100	84	397,100	124	398,100	164	399,100
5	395,125	45	396,125	85	397,125	125	398,125	165	399,125
6	395,150	46	396,150	86	397,150	126	398,150	166	399,150
7	395,175	47	396,175	87	397,175	127	398,175	167	399,175
8	395,200	48	396,200	88	397,200	128	398,200	168	399,200
9	395,225	49	396,225	89	397,225	129	398,225	169	399,225
10	395,250	50	396,250	90	397,250	130	398,250	170	399,250
11	395,275	51	396,275	91	397,275	131	398,275	171	399,275
12	395,300	52	396,300	92	397,300	132	398,300	172	399,300
13	395,325	53	396,325	93	397,325	133	398,325	173	399,325
14	395,350	54	396,350	94	397,350	134	398,350	174	399,350
15	395,375	55	396,375	95	397,375	135	398,375	175	399,375
16	395,400	56	396,400	96	397,400	136	398,400	176	399,400
17	395,425	57	396,425	97	397,425	137	398,425	177	399,425
18	395,450	58	396,450	98	397,450	138	398,450	178	399,450
19	395,475	59	396,475	99	397,475	139	398,475	179	399,475
20	395,500	60	396,500	100	397,500	140	398,500	180	399,500
21	395,525	61	396,525	101	397,525	141	398,525	181	399,525
22	395,550	62	396,550	102	397,550	142	398,550	182	399,550
23	395,575	63	396,575	103	397,575	143	398,575	183	399,575
24	395,600	64	396,600	104	397,600	144	398,600	184	399,600
25	395,625	65	396,625	105	397,625	145	398,625	185	399,625
26	395,650	66	396,650	106	397,650	146	398,650	186	399,650
27	395,675	67	396,675	107	397,675	147	398,675	187	399,675
28	395,700	68	396,700	108	397,700	148	398,700	188	399,700
29	395,725	69	396,725	109	397,725	149	398,725	189	399,725
30	395,750	70	396,750	110	397,750	150	398,750	190	399,750
31	395,775	71	396,775	111	397,775	151	398,775	191	399,775
32	395,800	72	396,800	112	397,800	152	398,800	192	399,800
33	395,825	73	396,825	113	397,825	153	398,825	193	399,825
34	395,850	74	396,850	114	397,850	154	398,850	194	399,850
35	395,875	75	396,875	115	397,875	155	398,875	195	399,875
36	395,900	76	396,900	116	397,900	156	398,900		
37	395,925	77	396,925	117	397,925	157	398,925		
38	395,950	78	396,950	118	397,950	158	398,950		
39	395,975	79	396,975	119	397,975	159	398,975		
40	396,000	80	397,000	120	398,000	160	399,000		

## **ANEXO IV**

**Pago de Canon por el uso del Espectro Radioeléctrico en los Servicios  
Privados de Telecomunicaciones año 2015**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Comunicaciones

Dirección General  
de Autorizaciones en  
Telecomunicaciones

COMUNICADO

PAGO DE CANON POR EL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN LOS SERVICIOS PRIVADOS DE TELECOMUNICACIONES  
AÑO 2015

Se pone en conocimiento de los titulares de autorizaciones de servicios de telecomunicaciones, los montos por concepto de CANON por el uso del espectro radioeléctrico correspondientes al año 2015, de conformidad con lo establecido en el Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo N° 020-2007-MTC, el Régimen del Canon del servicio de radiodifusión aprobado por Decreto Supremo N° 016-2010-MTC y el Decreto Supremo N° 374-2014-EF.

**A. SERVICIOS PRIVADOS DE TELECOMUNICACIONES**

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| (1) <b>Aeronáutico y Marítimo</b><br>Por estación fija, fija de base y móvil:<br>- Por estación y por frecuencia de transmisión  | S/. 385.00   | (5) <b>Servicio móvil por satélite</b><br>Por estación transmisora y frecuencia de transmisión   | S/. 770.00   |
| (2) <b>Terrestre</b><br>Por estación fija, fija de base y por frecuencia de transmisión y por bloque horario<br>Por estación móvil   | S/. 154.00<br>S/. 385.00   | (6) <b>Servicios no sujetos a protección</b><br>Servicio canales ómnibus por estación (banda ciudadana)  | S/. 385.00   |
| (3) <b>Por cada estación que utilice sistemas multicanales:</b><br>Por frecuencia de transmisión y por capacidad instalada del Sistema:<br>3.a) Por cada estación que utilice sistema multicanales analógicos:<br>Hasta 12 canales<br>De 13 hasta 24 canales<br>De 25 hasta 48 canales<br>De 49 hasta 60 canales<br>De 61 hasta 120 canales<br>De 121 hasta 300 canales<br>De 301 hasta 600 canales<br>De 601 hasta 960 canales<br>De 961 a más canales<br>3.b) Por cada estación que utilice sistemas de transmisión digitales:<br>Hasta 2.048 Mbits/seg.<br>Mayor que 2.048 hasta 8.448 Mbits/seg.<br>Mayor que 8.448 hasta 34.368 Mbits/seg.<br>Mayor que 34.368 Mbits/seg. | S/. 1,540.00<br>S/. 2,310.00<br>S/. 3,080.00<br>S/. 3,850.00<br>S/. 4,620.00<br>S/. 5,390.00<br>S/. 6,160.00<br>S/. 6,930.00<br>S/. 7,700.00<br>S/. 3,080.00<br>S/. 4,620.00<br>S/. 6,160.00<br>S/. 7,700.00 | (7) <b>Teleservicio móvil de canales múltiples de selección automática (troncalizado)</b><br>Por cada estación base y base repetidora del servicio<br>Por cada estación móvil o portátil<br>(8) <b>Servicio de explotación de la Tierra por satélite orientado a la recolección de datos e información.</b><br>Por estación terrena y/o plataforma de recolección de datos<br>fijos y/o móviles                        | S/. 1,848.00<br>S/. 385.00<br>S/. 385.00                 |
| (4) <b>Servicio fijo por satélite</b><br>Por estación transmisora y frecuencia de transmisión  | S/. 3,850.00   | <b>B. SERVICIO DE RADIOAFICIONADOS</b><br>Categoría Superior<br>Categoría Intermedio<br>Categoría Novicio  | S/. 3.85<br>S/. 3.85<br>S/. 3.85                         |
|  |  | <b>C. ENLACES AUXILIARES A LA RADIODIFUSIÓN</b><br>Por enlaces auxiliares fijos terrestres de radiodifusión sonora y/o por televisión:<br>- Por estación y frecuencia de transmisión<br>Por enlaces auxiliares móviles terrestres de radiodifusión sonora y de televisión:<br>- Por estación y frecuencia de transmisión<br>Por enlaces satelitales:<br>- Por estación transmisora<br>- Por estación móvil transmisora | S/. 1,386.00<br>S/. 231.00<br>S/. 1,925.00<br>S/. 385.00 |

**NOTAS INFORMATIVAS:**

- El pago del canon anual se efectuará por adelantado en el mes de FEBRERO de cada año. Vencido este plazo se aplicarán por cada mes de retraso y de manera acumulativa, las tasas de interés moratorio vigentes a la fecha de pago.
- En caso de autorizaciones otorgadas durante el transcurso del año, el canon anual será pagado proporcionalmente a tantos dozeavos como meses faltaran para la terminación del año, computados a partir de la fecha de la expedición de la resolución autoritativa. Para este efecto se computará como período mensual cualquier número de días comprendidos dentro del mes calendario. Este pago será abonado dentro de los sesenta (60) días siguientes de la notificación.
- Los pagos pueden efectuarse:
  - a) En el Banco de la Nación, al apersonarse a las ventanillas a realizar el pago indicar:
    1. Convenio entre el Banco de la Nación y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones –Sector Comunicaciones.
    2. Recaudación vía Teleproceso con Base de Datos.
    3. Número de Transacción 9170.
    4. Número de RUC o DNI del titular de la autorización, según sea el caso.
    5. El pago en el Banco de la Nación deberá realizarse en efectivo.
  - b) En la Tesorería de este Ministerio, recabando previamente el Precomprobante.  
El pago puede realizarse en efectivo o con cheque certificado o de gerencia a nombre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Los Titulares de Autorizaciones de Provincias, podrán remitir su cheque de gerencia o certificado a Jr. Zoritos N° 1203, Lima 1.
- Constituye causal para dejar sin efecto la autorización de los servicios privados de telecomunicaciones, el incumplimiento de pago por dos (2) años consecutivos por concepto de canon por el uso del espectro radioeléctrico.
- El canon a pagar por el uso de espectro radioeléctrico para LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN se calcula de acuerdo al régimen establecido en el Decreto Supremo N° 016-2010-MTC.
- La declaración jurada anual de ingresos obtenidos por explotación comercial de LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN se efectuará hasta el mes de ABRIL del año siguiente. Vencido este plazo se calculará la tasa de acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 005-2005-MTC.
- Los titulares de autorizaciones podrán acogerse al beneficio del pago fraccionado por las deudas contraídas por concepto de tasas, canon y multas, mayor o igual a una (1) UIT, según lo dispuesto por la Directiva N° 002-2005-MTC/03.03 aprobada con Decreto Supremo N° 026-2005-MTC.

Cualquier consulta o inconvenientes podrán comunicarse a nuestra central telefónica 615-7800.

SECTORISTAS DE SERVICIOS PRIVADOS DE TELECOMUNICACIONES

[gcastrop@mintc.gob.pe](mailto:gcastrop@mintc.gob.pe) Anexo 1293

[jotero@mintc.gob.pe](mailto:jotero@mintc.gob.pe) Anexo 1293

SECTORISTAS DEL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN

[ksosa@mintc.gob.pe](mailto:ksosa@mintc.gob.pe) Anexo 1298

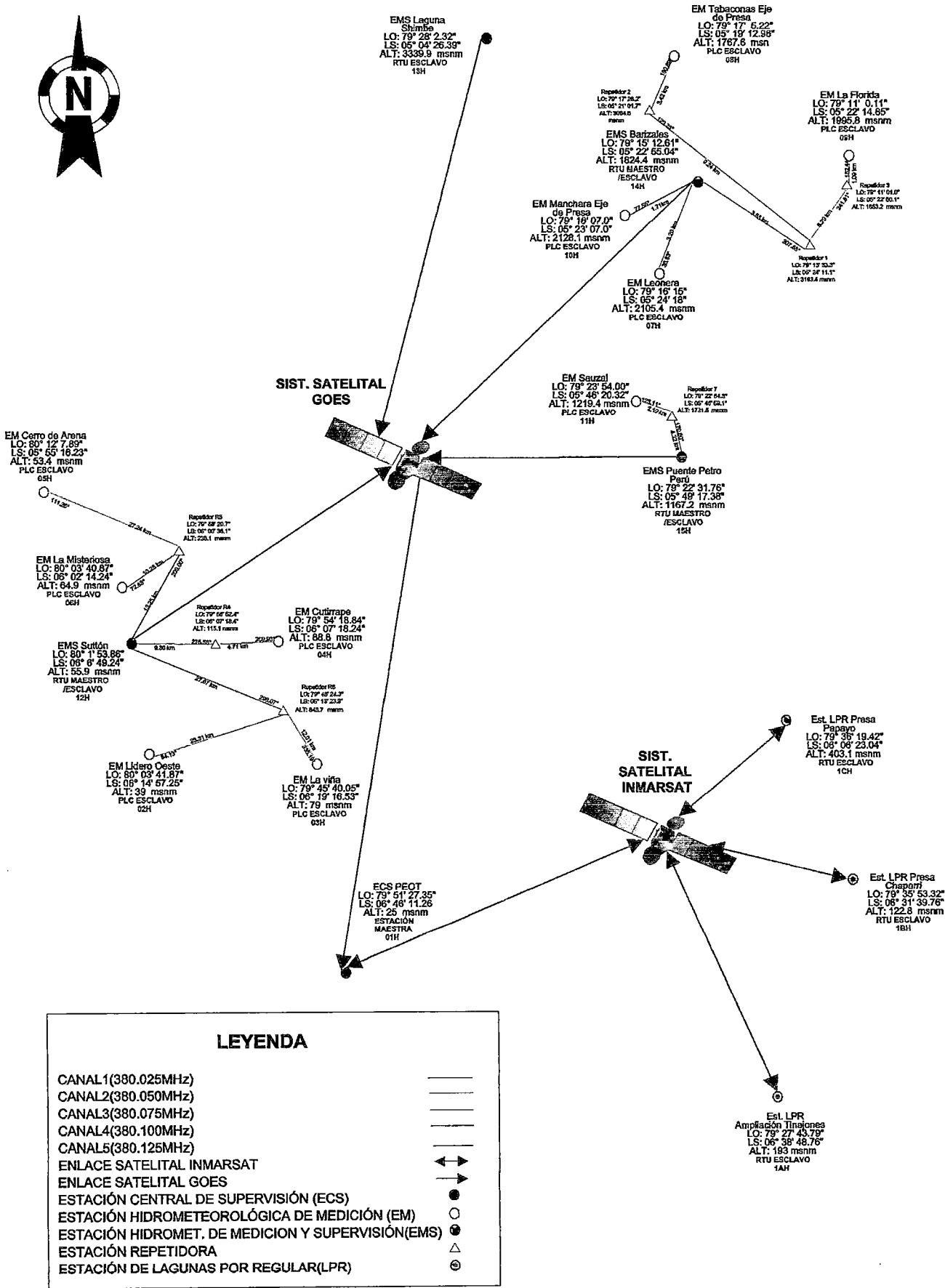
[evillalobos@mintc.gob.pe](mailto:evillalobos@mintc.gob.pe) Anexo 1599

Lima, enero de 2015

## ANEXO V

Esquema del Diseño de Red

CONFIGURACIÓN DEL DISEÑO DE RED DE TELEMETRÍA PARA LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DEL PEOT



## ANEXO VI

Hojas Técnicas de las alternativas de solución

# UHF Yagi Antenna

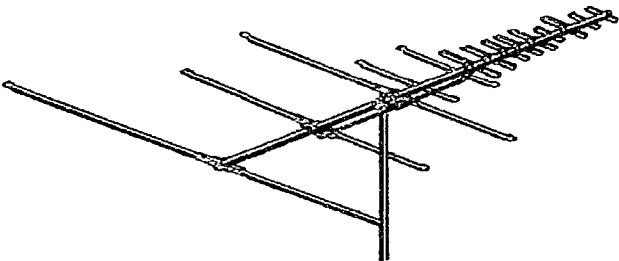


## APPLICATIONS

- ▶ SCADA
- ▶ AGRIMET
- ▶ Any Met station

## FEATURES

- ▶ Heavy duty construction
- ▶ Stainless steel hardware
- ▶ No tuning or cutting required
- ▶ High gain
- ▶ High wind survivability
- ▶ Preadjusted for broad frequency range
- ▶ Extremely rugged and weatherproof with heavy machined aluminum bosses holding six elements
- ▶ Stainless steel U-Bolts provided for mounting to standard 2-1/8 inch vertical pipe.
- ▶ Wide beamwidth creates easy station alignment
- ▶ High front to back ratio producing a clearer communication link



## INSTALLATION INFORMATION

Remember to perform link calculations that take into consideration transmitter wattage cable loss, tower height, and distance between communication points to determine if the type of antenna selected and its gain are optimum for the system.

Do not scrimp on inexpensive co-ax cabling between the transmitter and the antenna. Poor quality connectors, long cables, or poor quality cable will reduce the effective output at the antenna and may render the system inoperable.

## SPECIFICATIONS

Subject to change without notice

Frequency	406-512 MHz (see below)
Gain	7.5 dBd
F/B Ratio	25 dB
3dB Beamwidth, E-Plane	53 degrees
3 dB Beamw. H-Plane	74 degrees
Connector Type	N Female
Wind Surface Area	.41 Ft <sup>2</sup> (.038 m <sup>2</sup> )
Wind Survivability	125 mph (200 kph)
Weight	3.7 lb. (1.7 Kg)
Length	31 1/4 inches (79.4 cm)

## ORDERING

Part #	Description
5000-0030-1	Antenna, UHF 406 - 420MHz
5000-0030-2	Antenna, UHF 450 - 470 MHz
5000-0030-3	Antenna, UHF 470 - 490 MHz
5000-0030-4	Antenna, UHF 490 - 512 MHz
Accessories	
6411-1162-1	Cable Assy, Antenna, 15 ft

# UHF OMNI Antenna

## 5000-0040



Monitoring & Control Solutions for Environmental Problems

### Features

- Heavy duty construction
- Fiberglass housing material for longevity
- No tuning or cutting required
- High wind survivability
- DC grounded
- Factory assembled and precut for the ordered frequency band
- Omni-directional pattern is perfect for base station applications where ease of installation and low cost are a priority.
- Includes a heavy duty universal clamp set that mounts to a vertical pipe of up to 2-3/4 in diameter.
- High gain in addition to the omni directional coverage make this antenna perfect for base stations.

### Helpful Hints

- Remember to perform link calculations that take into consideration transmitter wattage, cable loss, tower height, and distance between communication points to determine if the type of antenna selected and its gain are optimum for the system.

Use top quality co-ax cabling between the transmitter and the antenna. Poor quality connectors, long cables, or poor quality cable will reduce the effective output at the antenna and may render the system inoperable.

### Applications

- SCADA
- AGRIMET
- Any Met type station requiring line of site radio communication systems reporting from remote sites to a central base station
- Useful where no telephone exists or frequent or high volume data reporting is a necessity

### Specifications

Frequency	406-512 Mhz (see below)
Gain	5 dBd
Bandwidth	8 MHz
Max Pwr.	150 Watts
3dB Beamwidth (E-plane)	73 deg
Connector	Type N Female
Wind Surf. Area	.217 ft <sup>2</sup> (.020 m <sup>2</sup> )
Wind Survivability	125 mph (200 kph)
Weight	1.12 lb (0.5 kg)
Length	42 in to 46 in 107.32 cm to 116.84 cm length relative to frequency

### Ordering Information

#### Part Number Description

5000-0040-1	Antenna, UHF, Omni , 406-430 MHz
5000-0040-2	Antenna, UHF, Omni , 430-450 MHz
5000-0040-3	Antenna, UHF, Omni , 450-470 MHz
5000-0040-4	Antenna, UHF, Omni , 470-490 MHz
5000-0040-5	Antenna, UHF, Omni , 490-512 MHz

#### Accessories

6411-1162-1	Cable Assy, Antenna, 15 ft
-------------	----------------------------

Sutron Corporation is an ISO 9001 Certified Company.

21300 Ridgetop Circle

Sterling, VA 20166

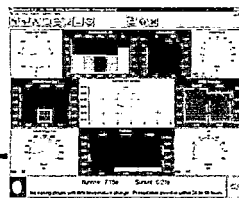
(703)406-2800

(703)406-2801 fax

www.sutron.com

Hoja de especificaciones del DataLogger “WeatherLink for  
Vantage Pro and Vantage Pro2”

# WeatherLink® for Vantage Pro® and Vantage Pro2™



6510SER	6544
6510USB	6550
6540	6560

WeatherLink

## Software and Data Logger

WeatherLink® for Vantage Pro® and Vantage Pro2™ consists of our WeatherLink software and a specialized data logger that connects to a Vantage Pro or Vantage Pro2 console or Weather Envoy. The software and data logger transfer your Vantage Pro or Vantage Pro2 weather data to your computer, allowing you to create a permanent weather database. Once stored in the database, your weather information can be used to generate a wide variety of reports and graphical displays, and can also be shared via the Internet. WeatherLink is packaged with one of the following data loggers:

- **Serial Data Logger (# 6510SER)** — Connects your Vantage Pro or Vantage Pro2 console to a computer via a serial connection or a remote modem connection.
- **USB Data Logger (# 6510USB)** — Connects your Vantage Pro or Vantage Pro2 console to a computer via a USB connection.

WeatherLink is also available in specially designed models (serial models only):

- **WeatherLink for APRS with Streaming Data Logger (# 6540)** — Connects a Vantage Pro2 console or Weather Envoy to a ham radio with TNC modem for instant transmission of both your location and the local weather conditions via APRS.
- **WeatherLink with Alarm Output with Connector Block (# 6544)** — Allows you to use the weather station to control fans, heaters, etc., based on weather parameters you set.
- **WeatherLink for Emergency Response Teams (# 6550)** — Provides real-time weather data needed to map the footprint of a hazardous plume, predict its dispersion, and help make critical public safety decisions. Compatible with CAMEO® and Aloha®.
- **WeatherLink for Irrigation Control with Connector Block (# 6560)** — Allows you to use your weather station to turn your irrigation system on or off.

Each also simultaneously logs and stores the data, which can later be downloaded to your PC for all the graphing, charting, and analysis available in WeatherLink.

## WeatherLink Software Features

- Displays the current weather station data in a real-time “bulletin” on the computer.
- Allows you to set and clear data in the weather station console (time and date, highs and lows, alarm thresholds, calibration numbers, etc.) from the computer.
- Graphs archived weather data on an hourly, daily, weekly, monthly, or yearly basis.
- Generates Weather Watcher reports in the National Climatic Data Center (NOAA) format.
- Collects data from multiple weather stations on the same computer.
- Internet support for creating your own weather website and for uploading other files.
- Includes support for GLOBE, an international weather-related science program for students from elementary through high school. Visit [www.globe.gov](http://www.globe.gov) for more information.
- Includes support for the Citizen Weather Observer Program (CWOP) to send real-time weather data to the National Weather Service. CWOP is data used for weather education and research projects. Visit [www.wxqa.com](http://www.wxqa.com) for more information.

## WeatherLink Data Logger Features

- Archives weather data for subsequent transfer to the computer.
- Manages data communication between the weather station and the WeatherLink software.
- Information on WeatherLink communications protocols and data formatting can be found on the Software Support page at our website: (<http://www.davisnet.com/support/weather/>).

**DAVIS**  **Davis Instruments** 3485 Diablo Ave., Hayward, CA 94545-2778  
(510) 732-9229 • FAX (510) 670-0589 • [sales@davisnet.com](mailto:sales@davisnet.com) • [www.davisnet.com](http://www.davisnet.com)

DS6510USB, 6510SER, 6540, 6544, 6550, 6560-00 (Rev D, 3/11/08)



# Software Specifications

## Software System Requirements

WeatherLink software is compatible with computers running various Windows platforms. WeatherLink with serial connection (# 6510SER, 6540, 6544, 6550, 6560) is compatible with computers running the following platforms: 98, 98SE, ME, 2000, XP, or Vista with Microsoft .NET 2.0 framework. Requires at least one free serial port and 5 MB of free disk space.

WeatherLink with a USB connection (# 6510USB) is compatible with computers running the following platforms: 98SE, 2000, XP, or Vista and requires at least one free USB port and 5 MB free disk space with Microsoft .NET 2.0 framework. Requires at least one free USB port and 5 MB of free disk space.

The amount of disk space necessary for the data files depends on the archive interval. Each archive record in the database is 88 bytes. Every day in the database has an additional two records totalling 176 bytes that store daily summary information. A database containing data stored at a 30-minute archive interval requires approximately 4400 bytes of disk space per day or 132 KB of disk space per month. The file size changes in a linear fashion depending on the archive interval. For example, data stored at a one-minute interval requires approximately 3.9 MB a month while the data stored at a two-hour interval requires approximately 33 KB a month.

For phone modem connections, the following additional hardware is required: One external modem to connect to the WeatherLink and one internal modem or external modem connected to your computer (modems must be Hayes compatible), and Telephone Modem Adapter (#6533).

## Software Data Display Options

Some of the weather data and reports listed below require optional sensors.

Real-Time Displays (these displays update in real-time):

Graphical Bulletin.....	Inside Temperature, Outside Temperature, Wind Direction (0°- 360°), Wind Speed, Daily Rain Total, Monthly Rain Total, Year-to-Date Rain Total, Storm Total, Rain Rate, Inside Humidity, Outside Humidity, Barometer, Barometer 6-hour Plot, Evapotranspiration (ET) (day, month, year), Today's Highs and Lows, Forecast Icons, Forecast Text, and Illuminated Fraction of the Moon Disk.
Text-Based Summary.....	Inside Temperature, Outside Temperature, Wind Direction (0°- 360°), Wind Speed, Daily Rain Total, Monthly Rain Total, Year-to-Date Rain Total, Storm Total, Rain Rate, Inside Humidity, Outside Humidity, Barometer, UV, Solar Radiation, ET (day, month, year), Today's Highs and Lows, Forecast Text, and Moon Phase.
Update Interval .....	Two seconds (approximately)

Plotting Displays:

Plot Window .....	Enables graphing of all database information (multiple variables may be plotted on a single graph) over any of the following spans (1 hr, 4 hr, 8 hr, 12 hr, 1 day, 3 days, Week, Month, Year). Multiple dates may also be plotted on the same graph.
Strip Charts .....	Four stacked line graphs (multiple variables may be plotted on a single graph), which update at the time of each archive interval. Strip charts may use any of the following spans (1 hr, 4 hr, 8 hr, 12 hr, 1 day, 3 days, Week, Month, Year).

Reports (Shown as displayed in **Reports** Menu):

NOAA Monthly Summary .....	Based on the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Monthly Weather Watcher report
NOAA Yearly Summary .....	Based on the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Yearly Weather Watcher report
Yearly Rainfall .....	Calculates rainfall totals broken down by month and year. Rainfall data may be altered and data may be added to reflect rainfall totals for months and years which are not contained in your weather.
Soil Temperature Hours.....	Calculates the time that soil temperature has been above freezing (or some other threshold). Typically used to determine a time to plant crops.
Fuel Demand .....	Estimates fuel usage based on past usage, and degree day calculation.
Sunrise & Sunset Times.....	Calculates sunrise and sunset times for any given latitude, longitude.
Bright Sunshine Hours.....	Calculates amount of sunshine for a selected time period.

## WeatherLink with USB Data Logger (# 6510USB)

---

### Communication Protocol

Data Channel Characteristics ..... 1200, 2400, 4800, 9600, 14,400 and 19,200 baud (software-selectable)

### Functional Specifications

Power ..... 5VDC from console, 0.5 watts maximum consumption

Operating Temperature ..... +14° to 140° F (-10° to 60° C)

### Data Logger Functions

Control Functions ..... Set archive interval, set/clear calibration numbers, set Longitude/Latitude, set Year-to-Date rain total, set/clear alarm thresholds, clear total values, set time/date.

Download ..... Data may be transferred automatically from the data logger to your computer up to once an hour using the Auto Download command. Data can be transferred more frequently, from once a minute to once every two hours, to support Internet uploading and other data sharing features. Only new archive data is transferred during the download.

### Data Logger Archived Data

The Data Logger stores up to 2560 archive records (one 52-byte record per archive interval) for later transfer to your computer. The archive records are stored in 128K of non-volatile memory; protecting the data even if the console loses power. Maxima, minima, averages, and totals are taken over the archive interval.

Archive Record Data ..... Time/Date of Record, Inside Temperature (last or average), Outside Temperature (last or average), Maximum Air Temperature, Minimum Air Temperature, Wind Direction (dominant), Wind Speed (average), Maximum Wind Speed, Wind Direction at Maximum Wind Speed, Rainfall (total), Rain Rate, Inside Humidity (last), Outside Humidity (last), Barometric Pressure (last), Solar Radiation, Hi Solar Radiation, UV, Hi UV, Evapotranspiration, Leaf Temperature (2), Leaf Wetness (2), Extra Humidity (2), Extra Temperature (3), Soil Temperature (4), Soil Moisture (4), Wind Samples, Wind Transmitter ID, Length of Archive Interval, ISS Reception

Archive Interval ..... User-selectable from the following intervals (in minutes): 1, 5, 10, 15, 30, 60, or 120

Archive Storage Capacity (the amount of time before the archive is completely filled):

1 Minute Archive Interval .....	42 hours
5 Minute Archive Interval .....	8 days
10 Minute Archive Interval .....	17 days
15 Minute Archive Interval .....	26 days
30 Minute Archive Interval .....	53 days
60 Minute Archive Interval .....	106 days
120 Minute Archive Interval .....	213 days

## WeatherLink with Serial Data Logger (# 6510SER)

---

### Communication Protocol

Data Channel Characteristics ..... 1200, 2400, 4800, 9600, 14,400 and 19,200 baud (software-selectable), RS-232, half-duplex, data only (no CTS or RTS)

### Functional Specifications

Power ..... 5VDC from console, 0.5 watts maximum consumption

Operating Temperature ..... +14° to 140° F (-10° to 60° C)

### Data Logger Functions

Control Functions ..... Set archive interval, set/clear calibration numbers, set Longitude/Latitude, set Year-to-Date rain total, set/clear alarm thresholds, clear total values, set time/date.

Download . . . . . Data may be transferred automatically from the data logger to your computer up to once an hour using the Auto Download command. Data can be transferred more frequently, from once a minute to once every two hours, to support Internet uploading and other data sharing features. Only new archive data is transferred during the download.

**Data Logger Archived Data**

The Data Logger stores up to 2560 archive records (one 52-byte record per archive interval) for later transfer to your computer. The archive records are stored in 128K of non-volatile memory; protecting the data even if the console loses power. Maxima, minima, averages, and totals are taken over the archive interval.

Archive Record Data . . . . . Time/Date of Record, Inside Temperature (last or average), Outside Temperature (last or average), Maximum Air Temperature, Minimum Air Temperature, Wind Direction (dominant), Wind Speed (average), Maximum Wind Speed, Wind Direction at Maximum Wind Speed, Rainfall (total), Rain Rate, Inside Humidity (last), Outside Humidity (last), Barometric Pressure (last), Solar Radiation, Hi Solar Radiation, UV, Hi UV, Evapotranspiration, Leaf Temperature (2), Leaf Wetness (2), Extra Humidity (2), Extra Temperature (3), Soil Temperature (4), Soil Moisture (4), Wind Samples, Wind Transmitter ID, Length of Archive Interval, ISS Reception

Archive Interval . . . . . User-selectable from the following intervals (in minutes): 1, 5, 10, 15, 30, 60, or 120

Archive Storage Capacity (the amount of time before the archive is completely filled):

- 1 Minute Archive Interval . . . . . 42 hours
- 5 Minute Archive Interval . . . . . 8 days
- 10 Minute Archive Interval . . . . . 17 days
- 15 Minute Archive Interval . . . . . 26 days
- 30 Minute Archive Interval . . . . . 53 days
- 60 Minute Archive Interval . . . . . 106 days
- 120 Minute Archive Interval . . . . . 213 days

**WeatherLink for APRS with Streaming Data Logger (# 6540)**

The Streaming Data Logger is designed for ham radio operators with the capability of accepting APRS data packets. The product will allow the user to transmit weather data over ham radio without the need for a PC.Requires a TNC modem. TNC (Terminal Node Controller) modems translate the data from a Vantage Pro or Vantage Pro2 into packets for transmission via ham radio.

**Hardware Installation and Requirements**

In addition to the WeatherLink requirements, the streaming data capability has the following additional hardware requirements.

- Ham radio with attached TNC modem capable of accepting APRS data packets.
- Computer running 98, 98SE, ME, 2000, XP, or Vista with Microsoft .NET 2.0 framework. Requires at least 3 MB of RAM and 512 KB of hard disk space.

For further and more detailed information on APRS, please visit the following website:

<http://web.usna.navy.mil/~bruninga/aprs.html>.

**Functional Specifications**

Time Out Period: . . . . . The streaming data logger utilizes a time-out period for ceasing streaming whenever software attempts to communicate to the logger. Once communications to WeatherLink are initiated and successful, the streaming data logger will be unable to communicate with the Streaming Data Utility until the Time Out Period expires.

Range . . . . . 5 to 255 seconds (user selectable)

Default Value. . . . . 5

Streaming Interval:

Range . . . . . 1 to 99 minutes (user selectable)

Default Value . . . . . 5 minutes

Streaming Baud Rate . . . . . Available Rates: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200

Default: . . . . . 9600

Streaming Data Output Parameters: . . . . . Day of the Month, Time in GMT & 24 hour format, Latitude & Longitude, Wind direction (in degrees), Wind Speed (1 min. average in mph), High Wind Speed (in mph in the last 5 min.), Temperature (°F), Rainfall (inches) in the last hour, Rainfall (inches) in the last 24 hours, Daily Rainfall (inches since midnight), Humidity (in %, omitted if missing), Barometric pressure (mb/hPa, omitted if missing), Solar Radiation (in W/m2, omitted if missing).

**WeatherLink for Alarm Output with Connector Block (# 6544)**

The Connector Block is designed to allow you to turn heaters, fans, and other devices on or off using the data from your weather station. The utility software steps you through the choices. For each of four outputs, you can enter up to eight different weather parameters. Enter threshold values for each, select from nine different test conditions, and logically combine the entries together as you choose. Our connector block provides the interface between your Vantage Pro2 console or Weather Envoy and an electrical device. For high-power devices, you may also need to add electrical relays (not supplied by Davis Instruments).

**Hardware Installation and Requirements**

In addition to the requirements for WeatherLink, the Irrigation capability has the following additional hardware requirements.

- Computer running 98, 98SE, ME, 2000, XP, or Vista with Microsoft .NET 2.0 framework. Requires at least 3 MB of RAM and 512 KB of hard disk space.
- Relays: You may need to obtain your own relays in order to switch equipment at voltages higher than 28 volts or power levels above 10 Watts.

**Caution:** The Alarm Output data logger is not suitable for any use in which the health or safety of any person or the value or protection of valuable property is dependent on the operation of the device.

**Functional Specifications**

Operating Temperature . . . . . -40° to +140° F (-40° to +60° C)  
Output Contact Closures . . . . . 4 Alarm Contact Specifications, Terminal Block with stainless steel cage clamp screw terminals.

Each of the four output contacts is rated as follows:

Type . . . . . Photo-coupled MOS FET  
Load Voltage . . . . . 28VAC or 48VDC  
Peak Voltage . . . . . ± 60 V, maximum  
Load Current . . . . . ± 1.8 A, continuous maximum at 77°F (25°C), derated to 0.7 A at 185°F, (85°C)  
Peak Load Current . . . . . 6 A for 100 msec., maximum  
ON Resistance . . . . . 0.12 Ohms, maximum  
OFF Leakage . . . . . 1 uA, maximum  
Power Dissipation . . . . . 550 mW, maximum  
Output Contact Closure Functions (Set through the configuration software utility):  
Station Configuration . . . . . Allows user to configure available test parameter list based on station model and accessories.  
Units . . . . . Allows user to enter test parameters in English or metric.  
Available Test Parameters . . . . . Outside Temperature, Outside Humidity, Outside Dewpoint, Current Wind Speed, 10 min average Wind speed, Wind Direction, Wind Chill, Outside Heat Index, Barometer Value, Barometer Trend: (Rising Rapidly, Rising Slowly, Steady, Falling Slowly, Falling Rapidly), Daily Rain, Storm Total Rain, Monthly Rain, Yearly Rain, Rain Rate, Solar Radiation, UV Radiation, Inside Temperature, Inside Humidity, Inside Dewpoint, Inside Heat Index, Extra Temperature (1- 8: # based on Tx ID), Extra Humidity (1- 8: # based on Tx ID) Daily ET, Monthly ET, Yearly ET, Leaf Wetness (1-2), Soil Moisture (1-4), Leaf Temperature (1-2), Soil Temperature (1-4), Time, Transmitter Battery Status (ID# 1-8), Repeater Battery Status (ID# A-H), Console Batteries, ISS Reception (% since midnight)  
Test Conditions . . . . . Greater Than or =, Less Than or =, Between, Not Between, True (or False, used for Barometer Trend and Battery Status Parameters), Trending, Equal, Minus (Difference), Missing (if data is dashed)

Logical Grouping Options .....	Alarm Triggers on any user-selected logical grouping of up to 8 test conditions (up to 7 if using the Minus or Difference Test Condition/ Check Type): OR (any test conditions can be true), AND (all test conditions must be true), XOR (only one test condition can be true), DONE (only on test condition used)
Alarm Logging .....	The log will consist of which output became active, which parameters caused the alarm to become active (useful for the AND type alarm) along with the date and time that the alarm became active. This log is cleared whenever any of the output alarms are cleared. Can be activated or deactivated by the user.
Output Contact Closure Functions	
Duration .....	0 to 255 minutes (user selectable). Determines how long the alarm output should stay active once it is triggered. Default = 10 minutes
Reactivation .....	0 to 255 minutes (user selectable). Determines how long to leave the alarm output deactivated once it is deactivated. Default = 0.
Pulse Width.....	0 to 9999 milliseconds (user selectable). Default = 2000 milliseconds (2 seconds).
Activation .....	Continuous or Pulse (1-time) (user selectable). Determines whether a pulse for alarm activation is continuous throughout the activation time or a one time pulse. Pulsed relay oriented devices will require the one-time pulse. Default = Continuous
Circuit Behavior.....	Normally Open or Normally Closed (user-selectable). Determines whether the circuit stays open or closed when no alarms are active. The opposite behavior occurs for an active alarm condition. Normally closed is the most typical operation for irrigation controller use. Default = Normally Closed.
Test Mode Function.....	Available. Continuous, Open, or Closed circuit (user-selectable).

**WeatherLink for Emergency Response Teams with Streaming Data Logger (# 6550)**

The Streaming Data Logger is designed for use with the free CAMEO<sup>®</sup> or ALOHA<sup>®</sup> software. It provides the real-time weather data needed to map the "footprint" of a hazardous plume, predict its dispersion, and help make critical public safety decisions. Please note that this product is specifically designed to work with CAMEO<sup>®</sup> and ALOHA<sup>®</sup> software programs and will not work with other such programs of this type. For further and more detailed information on this product, please visit the following website: <http://www.epa.gov/ceppo/cameo/aloah.htm>.

Note: CAMEO, or Computer-Aided Management of Emergency Operations, is a suite of three integrated software applications, including ALOHA<sup>®</sup> Areal Locations of Hazardous Atmospheres.

**Hardware Installation and Requirements**

In addition to the WeatherLink requirements, the streaming data capability has the following additional hardware requirements:

- Computer running 98, 98SE, ME, 2000, XP, or Vista with Microsoft .NET 2.0 framework. Requires at least 1 MB of RAM and 2.5 MB of hard disk space.

**Functional Specifications**

Time Out Period: .....	The streaming data logger utilizes a time-out period for ceasing streaming whenever software attempts to communicate to the logger. Once communications to WeatherLink are initiated and successful, the streaming data logger will be unable to communicate with the Streaming Data Utility until the Time Out Period expires.
Range .....	5 to 255 seconds (user selectable)
Default Value.....	5
Station ID #.....	ALOHA <sup>®</sup> uses a station ID number in the streaming data transmission. Although a station ID number is included in each data transmission, ALOHA <sup>®</sup> does not use this value.
Range.....	0 to 999 (user selectable)
Default Value.....	1
Streaming Interval.....	30 seconds (fixed, as required by ALOHA <sup>®</sup> software)
Streaming Baud Rate .....	1200 (fixed, as required by ALOHA <sup>®</sup> software)

Streaming Data Output Parameters: . . . . . Station ID #, the vector mean wind speed, (5 minutes average in m/sec), mean wind direction (5 minutes average in degrees true), standard deviation of the wind direction ("sigma-theta") (degrees), mean air temperature, (5 minutes average in °C), instantaneous wind speed (m/sec), instantaneous wind direction (in degrees true), instantaneous air temperature (°C), instantaneous console or Envoy battery voltage as required by ALOHA®.

## WeatherLink for Irrigation Control with Connector Block (# 6560)

The connector block is designed for use with most common irrigation systems, including Rain Bird, Rain Master, and Toro. For the industrial controllers used in agriculture and turf management, it provides electronic pulses for wind, rain, and evapotranspiration (ET, requires a solar radiation sensor). All users can use the alarm settings in the Vantage Pro or Pro2 console or Weather Envoy to inhibit the irrigation cycle based on weather conditions. The device will inhibit the irrigation cycle if ANY of the alarms are active.

### Hardware Installation and Requirements

In addition to the requirements for WeatherLink, the Irrigation capability has the following additional hardware requirements.

- Computer running 98, 98SE, ME, 2000, XP, or Vista with Microsoft .NET 2.0 framework. Requires at least 3 MB of RAM and 512 KB of hard disk space.
- Industrial Irrigation Controller with inputs for wind, rain, and/or ET; or a Residential Controller with a Common or a Rain Sensor connection.
- Solar Radiation Sensor, P/N 6450 to use evapotranspiration (ET) to control the irrigation cycle. In addition to the ET pulse output, the Rain - ET algorithm uses this information. More information is provided below.
- Relays: You may need to obtain your own relays in order to switch equipment at voltages higher than 28 volts or power levels above 10 Watts.

Note: An industrial controller can also be connected to the Alarm Output on the irrigation data logger if you want the irrigation system to also be suspended due to cold temperatures or other variables you set.

Note: A residential controller may be connected in series to both the ET and Alarm outputs on the Irrigation data logger if you want the irrigation system to also be suspended due to high winds or cold temperatures in addition to the Rain-ET balance.

**Caution:** The Alarm Output Module is not suitable for any use in which the health or safety of any person or the value or protection of valuable property is dependent on the operation of the streaming data logger.

### Functional Specifications

Operating Temperature . . . . . -40° to 140° F (-40° to 60° C)  
Output Contact Closures . . . . . 4: Wind, Rain, ET & Alarm Contact Specifications, Terminal Block with stainless steel cage clamp screw terminals.

Each of the four output contacts is rated as follows:

Type . . . . . Photo-coupled MOS FET  
Load Voltage . . . . . 28VAC or 48VDC  
Peak Voltage . . . . . ± 60 V, maximum  
Load Current . . . . . ± 1.8 A, continuous Maximum at 77°F (25°C), derated to 0.7 A at 185°F, (85°C)  
Peak Load Current. . . . . 6 A for 100 msec., maximum  
ON Resistance . . . . . 0.12 Ohms, maximum  
OFF Leakage. . . . . 1 uA, maximum  
Power Dissipation . . . . . 550 mW, maximum

Output Contact Closure Functions:

Wind . . . . . 1 pulse per 1 mph in 2 seconds. Frequency in Hz is half the wind speed in mph  
Rain. . . . . 1 pulse per tip of the rain bucket. Depends upon rain collector type setting in console (0.01" or 0.2 mm)  
ET . . . . . 1 pulse per 0.01" in Industrial mode only; acts as an alarm in Residential mode (see below) only

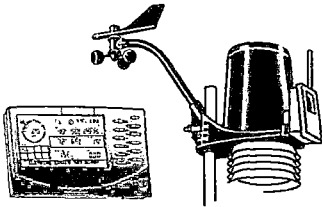
Alarm .....	Triggers on any active alarm set on the Vantage Pro or Pro2 console/ Envoy. Functions according to settings listed below:
Duration .....	0 to 255 minutes (user selectable). Determines how long the alarm output should stay active once it is triggered. Default = 10 minutes
Reactivation .....	0 to 255 minutes (user selectable). Determines how long to leave the alarm output deactivated once it is deactivated. Default = 0.
Pulse Width .....	0 to 9999 milliseconds (user selectable). Default = 2000 milliseconds (2 seconds).
Activation .....	Continuous or Pulse (1-time) (user selectable). Determines whether a pulse for alarm activation is continuous throughout the activation time or a one time pulse. Pulsed relay oriented devices will require the one-time pulse. Default = Continuous
Behavior .....	Normally Open or Normally Closed (user-selectable). Determines whether the circuit stays open or closed when no alarms are active. The opposite behavior occurs for an active alarm condition. Normally Closed is the most typical operation for Irrigation controller use. Default = Normally Closed.
Test Mode Function .....	Available. Continuous, Open, or Closed circuit (user-selectable).
Residential Mode .....	Used with a Residential Irrigation System Controller to inhibit the watering cycle. This type of sprinkler controller will be what is typically installed by most homeowners and will have inputs for a Common and in many cases a Rain Sensor. The following functions are available for this mode only:
Irrigation Cycle .....	1 to 255 hours (user-selectable). Indicates the number of hours between entire watering cycles, which are the period of time it takes for all programmed cycles on the Irrigation controller to start, finish and then begin again. Default = 24 (daily watering cycle).
Rain - ET Threshold .....	-9.99" to +9.99", (253.7 mm) (user-selectable) Difference between the Total Rainfall minus the Total Evapotranspiration (ET) over the Irrigation Cycle (see above). Update Interval = 1 hour. Default = 0.
Rain Rate Cut-Off .....	0.00" to 0.99"/hour (25.1 mm/hour) or off (user-selectable). Used to inhibit the irrigation cycle during heavy rain situations. Default = 0.30"/hour (7.6 mm/hour). This function can be disabled in the streaming data utility bundled with WeatherLink 5.6 or later.

Package Dimensions

Product #	Package Dimensions (Width x Height x Depth)	Package Weight	UPC Codes
6510SER	6.00" x 9.00" x 1.63" (152 mm x 229 mm x 42 mm)	8.0 oz. (0.23 kg)	011698 00726 4
6510USB			011698 00727 1
6540		9.6 oz. (0.28 kg)	011698 00736 3
6544		10.3 oz. (0.29 kg)	011698 00820 9
6550		8.6 oz. (0.24 kg)	011698 00737 0
6560		9.9 oz. (0.29 kg)	011698 00738 7

Hoja de especificaciones de “Wireless Vantage Pro2 & Vantage  
Pro2 Plus Stations”

Wireless Vantage Pro2™ &
Vantage Pro2™ Plus Stations
(Including Fan-Aspirated Models)



6152 6162
6153 6163

Vantage Pro2™ (6152, 6153) and Vantage Pro2™ Plus (6162, 6163) Wireless Weather Stations include two components: the Integrated Sensor Suite (ISS) which houses and manages the external sensor array, and the console which provides the user interface, data display, and calculations. The ISS and Vantage Pro2 console communicate via an FCC-certified, license-free, spread-spectrum frequency-hopping (FHSS) transmitter and receiver. User-selectable transmitter ID codes allow up to eight stations to coexist in the same geographic area. The frequency hopping spread spectrum technology provides greater communication strength over longer distances and areas of weaker reception. The Wireless Vantage Pro2 Plus weather station includes two additional sensors that are optional on the Vantage Pro2: the UV sensor and the solar radiation sensor.
The console may be powered by batteries or by the included AC-power adapter. The wireless ISS is solar powered with a battery backup. Use WeatherLink® for Vantage Pro2 and Vantage Vue® to let your weather station interface with a computer, to log weather data, and to upload weather information to the internet.

The 6152 and 6162 rely on passive shielding to reduce solar-radiation induced temperature errors in the outside temperature sensor readings. The Fan-aspirated 6153 and 6163 combine passive shielding with a solar-powered fan that draws outside air in over the temperature and humidity sensors, providing a much more accurate temperature reading than that available using passive shielding alone.

Integrated Sensor Suite (ISS)
(Includes product numbers: 6152, 6153, 6162, 6163, 6322, 6323, 6327 & 6328)

Table with 2 columns: Feature and Specification. Rows include Operating Temperature, Non-operating Temperature, Current Draw, Solar Power Panel, Battery, Battery Life, Fan Aspiration Rate, Intake Flow Rate, Sensor Chamber Flow Rate, Connectors, Cable Type, and Cable Length.

Note: Maximum displayable wind decreases as the length of cable increases. At 140' (42 m) of cable, the maximum wind speed displayed is 135 mph (60 m/s); at 240' (73 m), the maximum wind speed displayed is 100 mph (34 m/s).

Table with 2 columns: Feature and Specification. Rows include Wind Speed Sensor, Wind Direction Sensor, Rain Collector Type, Temperature Sensor Type, Relative Humidity Sensor Type, and Housing Material.

ISS Dimensions (not including anemometer or bird spikes):

2

**Wireless Vantage Pro2™**

Vantage Pro2 with Standard Rad Shield	14.0" x 9.4" x 14.5" (356 mm x 239 mm x 368 mm)
Vantage Pro2 with Fan-Asprated Rad Shield	20.8" x 9.4" x 16.0" (528 mm x 239 mm x 406 mm)
Vantage Pro2 Plus with Standard Rad Shield	14.3" x 9.7" x 14.5" (363 mm x 246 mm x 368 mm)
Vantage Pro2 Plus with Fan-Aspirated Rad Shield	21.1" x 9.7" x 16.0" (536 mm x 246 mm x 406 mm)

**Console**

*(Includes product number 6312)*

Console Operating Temperature	+32° to +140°F (0° to +60°C)
Non-Operating (Storage) Temperature	+14° to +158°F (-10° to +70°C)
Current Draw	0.9 mA average, 30 mA peak, (add 120 mA for display lamps, add 0.125 mA for each optional wireless transmitter received by the console) at 4 - 6 VDC
AC Power Adapter	5 VDC, 300 mA, regulated
Batteries	3 C-cells
Battery Life	up to 9 months
Connectors	Modular RJ-11
Housing Material	UV-resistant ABS plastic
Console Display Type	LCD Transflective
Display Backlight	LEDs
Console Dimensions	
Console with antenna down (L x H x D)	10.625" x 6.125" x 1.625" (270 mm x 156 mm x 41 mm)
Console with antenna extended up (L x H x D)	10.625" x 9.625" x 1.625" (270 mm x 245 mm x 41 mm)
Display (L x H)	5.94" x 3.375" (151 mm x 86 mm)
Weight (with batteries)	1.88 lbs. (.85 kg)

**Data Displayed on Console**

Data display categories are listed with General first, then in alphabetical order.

**General**

Historical Data	Includes the past 24 values listed unless otherwise noted; all can be cleared and all totals reset
Daily Data	Includes the earliest time of occurrence of highs and lows; period begins/ends at 12:00 am
Monthly Data	Period begins/ends at 12:00 am on the first of the month
Yearly Data	Period begins/ends at 12:00 am on the first of January unless otherwise noted
Current Display Data	Current display data describes the current reading for each weather variable. In most cases, the variable lists the most recently updated reading or calculation. Some current variable displays can be adjusted so there is an offset for the reading
Current Graph Data	Current graph data appears in the right-most column in the console graph and represents the latest value within the last period on the graph; totals can be set or reset. Display intervals vary. Examples include: Instant, 15-min., and Hourly Reading; Daily, Monthly, High and Low
Graph Time Interval	1 min., 10 min., 15 min., 1 hour, 1 day, 1 month, 1 year (user-selectable, availability depends upon variable selected)
Graph Time Span	24 Intervals + Current Interval (see Graph Intervals to determine time span)
Graph Variable Span (Vertical Scale)	Automatic (varies depending upon data range); Maximum and Minimum value in range appear in ticker
Alarm Indication	Alarms sound for only 2 minutes (time alarm is always 1 minute) if operating on battery power. Alarm message is displayed in ticker as long as threshold is met or exceeded. Alarms can be silenced (but not cleared) by pressing the DONE key.
Transmission Interval	Varies with transmitter ID code from 2.25 seconds (#1=shortest), to 3 seconds (#8=longest)
Update Interval	Varies with sensor - see individual sensor specs

**Barometric Pressure**

Resolution and Units	0.01" Hg, 0.1 mm Hg, 0.1 hPa/mb (user-selectable)
----------------------	---

Range	16.00" to 32.50" Hg, 410 to 820 mm Hg, 540 to 1100 hPa/mb
Elevation Range	-999' to +15,000' (-600 m to 4570 m) (Note that console screen limits entry of lower elevation to -999' when using feet as elevation unit.)
Uncorrected Reading Accuracy	±0.03" Hg (±0.8 mm Hg, ±1.0 hPa/mb) (at room temperature)
Sea-Level Reduction Equation Used	United States Method employed prior to use of current "R Factor" method
Equation Source	Smithsonian Meteorological Tables
Equation Accuracy	±0.01" Hg (±0.3 mm Hg, ±0.3 hPa/mb)
Elevation Accuracy Required	±10' (3m) to meet equation accuracy specification
Overall Accuracy	±0.03" Hg (±0.8 mm Hg, ±1.0 hPa/mb)
Trend (change in 3 hours)	Change 0.06" (2 hPa/mb, 1.5 mm Hg) = Rapidly Change 0.02" (0.7hPa/mb, 0.5 mm Hg)= Slowly
Trend Indication	5 position arrow: Rising (rapidly or slowly), Steady, or Falling (rapidly or slowly)
Update Interval	1 minute or when console BAR key is pressed twice
Current Display	Instant
Current Graph Data	Instant, 15-min., and Hourly Reading; Daily, Monthly, High and Low
Historical Graph Data	15-min. and Hourly Reading; Daily, Monthly Highs and Lows
Alarms	High Threshold from Current Trend for Storm Clearing (Rising Trend) Low Threshold from Current Trend for Storm Warning (Falling Trend)
Range for Rising and Falling Trend Alarms	0.01 to 0.25" Hg (0.1 to 6.4 mm Hg, 0.1 to 8.5 hPa/mb)

Clock

Resolution	1 minute
Units	Time: 12 or 24 hour format (user-selectable)
Date	US or International format (user-selectable)
Accuracy	±8 seconds/month
Adjustments	Time: Automatic Daylight Savings Time (for users in North America and Europe that observe it in AUTO mode, MANUAL setting available for all other areas) Date: Automatic Leap Year
Alarms	Once per day at set time when active

Dewpoint (calculated)

Resolution and Units	1°F or 1°C (user-selectable) °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C
Range	-105° to +130°F (-76° to +54°C)
Accuracy	±3°F (±1.5°C) (typical)
Update Interval	10 to 12 seconds
Source	World Meteorological Organization (WMO)
Equation Used	WMO Equation with respect to saturation of moist air over water
Variables Used	Instant Outside Temperature and Instant Outside Relative Humidity
Current Display Data	Instant Calculation
Current Graph Data	Instant Calculation; Daily, Monthly High and Low
Historical Graph Data	Hourly Calculations; Daily, Monthly Highs and Lows
Alarms	High and Low Threshold from Instant Calculation

Evapotranspiration (calculated, requires solar radiation sensor)

Resolution and Units	0.01" or 0.1 mm (user-selectable)
Range	Daily to 32.67" (832.1 mm); Monthly & Yearly to 199.99" (1999.9 mm)
Accuracy	Greater of 0.01" (0.25 mm) or ±5%, Reference: side-by-side comparison against a CIMIS ET weather station
Update Interval	1 hour
Calculation and Source	Modified Penman Equation as implemented by CIMIS (California Irrigation Management Information System) including Net Radiation calculation
Current Display Data	Latest Hourly Total Calculation
Current Graph Data	Latest Hourly Total Calculation, Daily, Monthly, Yearly Total
Historical Graph Data	Hourly, Daily, Monthly, Yearly Totals

4  
Wireless Vantage Pro2™

Alarm ..... High Threshold from Latest Daily Total Calculation

Forecast

Variables Used. .... Barometric Reading & Trend, Wind Speed & Direction, Rainfall, Temperature, Humidity, Latitude & Longitude, Time of Year

Update Interval ..... 1 hour

Display Format. .... Icons on top center of display; detailed message in ticker at bottom

Variables Predicted ..... Sky Condition, Precipitation, Temperature Changes, Wind Direction and Speed

Heat Index (calculated)

Resolution and Units ..... 1°F or 1°C (user-selectable) °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C

Range ..... -40° to +165°F (-40° to +74°C)

Accuracy ..... ±3°F (±1.5°C) (typical)

Update Interval ..... 10 to 12 seconds

Source ..... United States National Weather Service (NWS)/NOAA

Formulation Used. .... Steadman (1979) modified by US NWS/NOAA and Davis Instruments to increase range of use

Variables Used. .... Instant Outside Temperature and Instant Outside Relative Humidity

Current Display Data ..... Instant Calculation

Current Graph Data ..... Instant Calculation; Daily, Monthly High

Historical Graph Data ..... Hourly Calculations; Daily, Monthly Highs

Alarm ..... High Threshold from Instant Calculation

Humidity

Inside Relative Humidity (sensor located in console)

Resolution and Units. .... 1%

Range. .... 1 to 100% RH

Accuracy ..... ±3% (0 to 90% RH), ±4% (90 to 100% RH)

Update Interval ..... 1 minute

Current Display Data ..... Instant (user-adjustable offset available)

Current Graph Data ..... Instant; Hourly Reading; Daily, Monthly High and Low

Historical Graph Data ..... Hourly Readings; Daily, Monthly Highs and Lows

Alarms ..... High and Low Threshold from Instant Reading

Outside Relative Humidity (sensor located in ISS)

Resolution and Units. .... 1%

Range. .... 1 to 100% RH

Accuracy ..... ±3% (0 to 90% RH), ±4% (90 to 100% RH)

Temperature Coefficient ..... 0.03% per °F (0.05% per °C), reference 68°F (20°C)

Drift ..... ±0.5% per year

Update Interval ..... 50 seconds to 1 minute

Current Display Data ..... Instant (user-adjustable offset available)

Current Graph Data ..... Instant; Hourly Reading; Daily, Monthly High and Low

Historical Graph Data ..... Hourly Readings; Daily, Monthly Highs and Lows

Alarms ..... High and Low Threshold from Instant Reading

Extra Outside Relative Humidity (sensor located inside Temperature/Humidity Station)

Resolution and Units. .... 1%

Range. .... 1 to 100% RH

Accuracy ..... ±3% (0 to 90% RH), ±4% (90 to 100% RH)

Temperature Coefficient ..... 0.03% per °F (0.05% per °C), reference 68°F (20°C)

Drift ..... ±0.5% per year

Update Interval ..... 50 seconds to 1 minute

Current Display Data ..... Instant Reading (user adjustable)

Alarms ..... High and Low Threshold from Instant Reading

Leaf Wetness (requires leaf wetness sensor)

Resolution .....	1
Range.....	0 to 15
Dry/Wet Threshold .....	User-selectable
Accuracy .....	±0.5
Update Interval .....	46 to 54 seconds
Current Graph Data .....	Instant Reading; Daily High and Low; Monthly High
Historical Graph Data .....	Hourly Readings; Daily Highs and Lows; Monthly Highs
Alarms .....	High and Low Thresholds from Instant Reading

Moon Phase

Console Resolution.....	1/8 (12.5%) of a lunar cycle, 1/4 (25%) of lighted face on console
WeatherLink Resolution .....	0.09% of a lunar cycle, 0.18% of lighted face maximum (depends on screen resolution)
Range.....	New Moon, Waxing Crescent, First Quarter, Waxing Gibbous, Full Moon, Waning Gibbous, Last Quarter, Waning Crescent
Accuracy .....	±38 minutes

Rainfall

Resolution and Units.....	0.01" or 0.2 mm (user-selectable) (1 mm at totals ≥ 2000 mm)
Daily/Storm Rainfall Range.....	0 to 99.99" (0 to 999.8 mm)
Monthly/Yearly/Total Rainfall Range.....	0 to 199.99" (0 to 6553 mm)
Accuracy .....	For rain rates up to 4"/hr (100 mm/hr): ±4% of total or ± one tip of the bucket (0.01"/0.2mm), whichever is greater.
Update Interval .....	20 to 24 seconds
Storm Determination Method .....	0.02" (0.5 mm) begins a storm event, 24 hours without further accumulation ends a storm event
Current Display Data .....	Totals for Past 15-min
Current Graph Data .....	Totals for Past 15-min, Past 24-hour, Daily, Monthly, Yearly (start date user-selectable) and Storm (with begin date); Umbrella is displayed when 15-minute total exceeds zero
Historical Graph Data .....	Totals for 15-min, Daily, Monthly, Yearly (start date user-selectable) and Storm (with begin and end dates)
Alarms .....	High Threshold from Latest Flash Flood (15-min. total, default is 0.50", 12.7 mm), 24-Hour Total, Storm Total,
Range for Rain Alarms .....	0 to 99.99" (0 to 999.7 mm)

Rain Rate

Resolution and Units.....	0.01" or 0.1 mm (user-selectable) at typical rates (see Fig. 2 and 3)
Range.....	0, 0.04"/hr (1 mm/hr) to 96"/hr (0 to 2438 mm/hr)
Accuracy .....	±5% for rates less than 5" per hour (127 mm/hr)
Update Interval .....	20 to 24 seconds
Calculation Method .....	Measures time between successive tips of tipping bucket. Elapsed time greater than 15 minutes or only one tip of the rain collector constitutes a rain rate of zero.
Current Display Data .....	Instant
Current Graph Data .....	Instant and 1-min. Reading; Hourly, Daily, Monthly and Yearly High
Historical Graph Data .....	1-min Reading; Hourly, Daily, Monthly and Yearly Highs
Alarm .....	High Threshold from Instant Reading

Soil Moisture (requires soil moisture sensor)

Resolution .....	1 cb
Range.....	0 to 200 cb
Update Interval .....	77 to 90 seconds
Current Graph Data .....	Instant Reading; Daily and Monthly High and Low

Wireless Vantage Pro2™

Historical Graph Data.....	Hourly Readings; Daily and Monthly Highs and Lows
Alarms .....	High and Low Thresholds from Instant Reading

Solar Radiation (requires solar radiation sensor)

Resolution and Units .....	1 W/m <sup>2</sup>
Range .....	0 to 1800 W/m <sup>2</sup>
Accuracy .....	±5% of full scale (Reference: Eppley PSP at 1000 W/m <sup>2</sup> )
Drift .....	up to ±2% per year
Cosine Response.....	±3% for angle of incidence from 0° to 75°
Temperature Coefficient.....	-0.067% per °F (-0.12% per °C); reference temperature = 77°F (25 °C)
Update Interval .....	50 seconds to 1 minute (5 minutes when dark)
Current Graph Data .....	Instant Reading and Hourly Average; Daily, Monthly High
Historical Graph Data.....	Hourly Average, Daily, Monthly Highs
Alarm.....	High Threshold from Instant Reading

Sunrise and Sunset

Resolution .....	1 minute
Accuracy .....	±1 minute
Reference .....	United States Naval Observatory

Temperature

Inside Temperature (sensor located in console)

Resolution and Units.....	Current Data: 0.1°F or 1°F or 0.1°C or 1°C (user-selectable) °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C Historical Data and Alarms: 1°F or 1°C (user-selectable)
Range.....	+32° to +140°F (0° to +60°C)
Sensor Accuracy .....	±1°F (±0.5°C), (see Fig. 1)
Update Interval.....	1 minute
Current Display Data .....	Instant (user-adjustable offset available)
Current Graph Data .....	Instant Reading; Daily and Monthly High and Low
Historical Graph Data .....	Hourly Readings; Daily and Monthly Highs and Lows
Alarms .....	High and Low Thresholds from Instant Reading

Outside Temperature (sensor located in ISS)

Resolution and Units.....	Current Data: 0.1°F or 1°F or 0.1°C or 1°C (user-selectable) nominal °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C Historical Data and Alarms: 1°F or 1°C (user-selectable)
Range.....	-40° to +150°F (-40° to +65°C)
Sensor Accuracy .....	±1°F (±0.5°C) above 20°F (-7°C), ±2°F (±1°C) under 20°F (-7°C) (see Fig. 1)
Radiation Induced Error (Passive Shield) .....	+4°F (2°C) at solar noon (insolation = 1040 W/m <sup>2</sup> , avg. wind speed ≤ 2 mph (1 m/s)) (reference: RM Young Model 43408 Fan-Aspirated Radiation Shield)
Radiation Induced Error (Fan-Aspirated Shield) .....	+0.6°F (0.3°C) at solar noon (insolation = 1040 W/m <sup>2</sup> , avg. wind speed ≤ 2 mph (1 m/s)) (reference: RM Young Model 43408 Fan-Aspirated Radiation Shield)
Update Interval.....	10 to 12 seconds
Current Display Data .....	Instant (user-adjustable offset available)
Current Graph Data .....	Instant Reading; Daily, Monthly, Yearly High and Low
Historical Graph Data .....	Hourly Readings; Daily, Monthly, Yearly Highs and Lows
Alarms .....	High and Low Thresholds from Instant Reading

Extra Temperature Sensors or Probes

Resolution and Units.....	Current Data: 1°F or 1°C (user-selectable) °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C Historical Data and Alarms: 1°F or 1°C (user-selectable)
Range.....	-40° to +150°F (-40° to +65°C)
Sensor Accuracy .....	±1°F (±0.5°C) above 20°F (-7°C), ±2°F (±1°C) under 20°F (-7°C) (see Fig. 1)
Update Interval.....	10 to 12 seconds (77 to 90 seconds for Leaf Wetness/Temperature and Soil Moisture/Temperature Stations)
Current Display Data .....	Instant Reading (user-adjustable offset available)
Alarms .....	High and Low Thresholds from Instant Reading

Temperature Humidity Sun Wind Index (requires solar radiation sensor)

Resolution and Units	1°F or 1°C (user-selectable) °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C
Range	-90° to +165°F (-68° to +74°C)
Accuracy	±4°F (±2°C) (typical)
Update Interval	10 to 12 seconds
Sources and Formulation Used	United States National Weather Service (NWS)/NOAA Steadman (1979) modified by US NWS/NOAA and Davis Instruments to increase range of use and allow for cold weather use
Variables Used	Instant Outside Temperature, Instant Outside Relative Humidity, 10-minute Average Wind Speed, 10-minute Average Solar Radiation
Formulation Description	Uses Heat Index as base temperature, affects of wind and solar radiation are either added or subtracted from this base to give an overall effective temperature
Current Graph Data	Instant and Hourly Calculation; Daily, Monthly High
Historical Graph Data	Hourly Calculation; Daily, Monthly Highs
Alarm	High Threshold from Instant Reading

Ultra Violet (UV) Radiation Dose (requires UV sensor)

Resolution and Units	0.1 MEDs to 19.9 MEDs; 1 MED above 19.9 MEDS
Range	0 to 199 MEDs
Accuracy	±5% of daily total
Drift	up to ±2% per year
Update Interval	50 seconds to 1 minute (5 minutes when dark)
Current Graph Data	Latest Daily Total (user resetable at any time from Current Screen)
Historical Graph Data	Hourly, Daily Totals (user reset from Current Screen does not affect these values)
Alarm	High Threshold from Daily Total
Alarm Range	0 to 19.9 MEDs

Ultra Violet (UV) Radiation Index (requires UV sensor)

Resolution and Units	0.1 Index
Range	0 to 16 Index
Accuracy	±5% of full scale (Reference: Yankee UVB-1 at UV index 10 (Extremely High))
Cosine Response	±4% FS (0° to 90° zenith angle)
Update Interval	50 seconds to 1 minute (5 minutes when dark)
Current Graph Data	Instant Reading and Hourly Average; Daily, Monthly High
Historical Graph Data	Hourly Average, Daily, Monthly Highs
Alarm	High Threshold from Instant Calculation

Wind

Wind Chill (Calculated)

Resolution and Units	1°F or 1°C (user-selectable) °C is converted from °F rounded to the nearest 1°C
Range	-110° to +135°F (-79° to +57°C)
Accuracy	±2°F (±1°C) (typical)
Update Interval	10 to 12 seconds
Source	United States National Weather Service (NWS)/NOAA
Equation Used	Osczevski (1995) (adopted by US NWS in 2001)
Variables Used	Instant Outside Temperature and 10-min. Avg. Wind Speed
Current Display Data	Instant Calculation
Current Graph Data	Instant Calculation; Hourly, Daily and Monthly Low
Historical Graph Data	Hourly, Daily and Monthly Lows
Alarm	Low Threshold from Instant Calculation

Wind Direction

Range	0 - 360°
Display Resolution	16 points (22.5°) on compass rose, 1° in numeric display
Accuracy	±3°
Update Interval	2.5 to 3 seconds

Wireless Vantage Pro2™

Current Display Data	Instant (user-adjustable offset available)
Current Graph Data	Instant; 10-min. Dominant; Hourly, Daily, Monthly Dominant
Historical Graph Data	Past 6 10-min. Dominants on compass rose only; Hourly, Daily, Monthly Dominants
Wind Speed	
Resolution and Units	1 mph, 1 km/h, 0.4 m/s, or 1 knot (user-selectable). Measured in mph, other units are converted from mph and rounded to nearest 1 km/hr, 0.1 m/s, or 1 knot.
Range	1 to 200 mph, 1 to 173 knots, 0.5 to 89 m/s, 1 to 322 km/h
Update Interval	Instant Reading: 2.5 to 3 seconds, 10-minute Average: 1 minute
Accuracy	±2 mph (2 kts, 3 km/h, 1 m/s) or ±5%, whichever is greater
Maximum Cable Length	240' (73 m) (See note on page 1)
Current Display Data	Instant
Current Graph Data	Instant; 10-minute and Hourly Average; Hourly High; Daily, Monthly and Yearly High with Direction of High
Historical Graph Data	10-min. and Hourly Averages; Hourly Highs; Daily, Monthly and Yearly Highs with Direction of Highs
Alarms	High Thresholds from Instant Reading and 10-minute Average

Wireless Communications

Transmit/Receive Frequency	
US Models	902 - 928 MHz FHSS,
EU Models	868.0 - 868.6 MHz FHSS
Japan Models	928.15 - 929.65 MHz FHSS
NZ Models	921 - 928 MHz FHSS
India Models	865.0 - 867.0 MHz FHSS
ID Codes Available	8
Output Power	
US Models	902 - 928 MHz FHSS: FCC-certified low power, less than 8 mW, no license required
EU Models	868.0 - 868.6 MHz FHSS. CE-certified, less than 8 mW, no license required.
Japan Models	928.15 - 929.65 MHz FHSS, less than 1 mW, no license required.
NZ Models	921- 928 MHz FHSS, less than 10mW, no license required.
India Models	865.0 - 867.0 MHz, less than 10mW, no license required.
Range: All models except Japan	
Line of Sight	up to 1000 feet (300 m)
Through Walls	200 to 400 feet (60 to 120 m)
Range: Japan models	
Line of Sight	up to 300 feet (100 m)
Through Walls	50 to 200 feet (15 to 60m)
Sensor Inputs	
RF Filtering	RC low-pass filter on each signal line

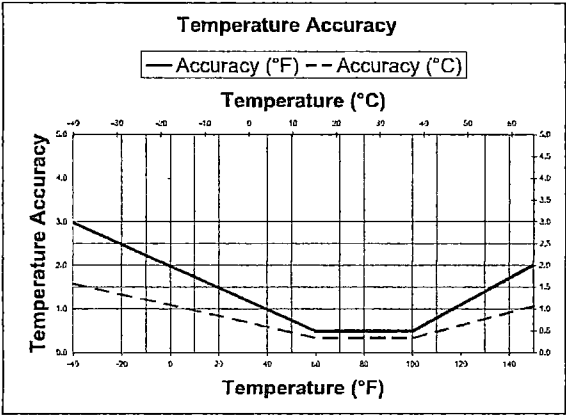


Figure 1. Temperature Accuracy

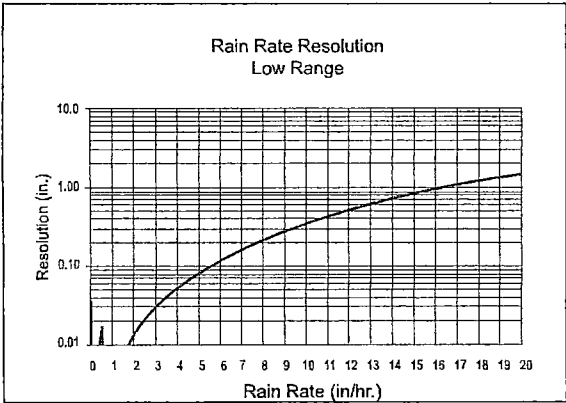


Figure 2. Low Range Rain Rate Resolution

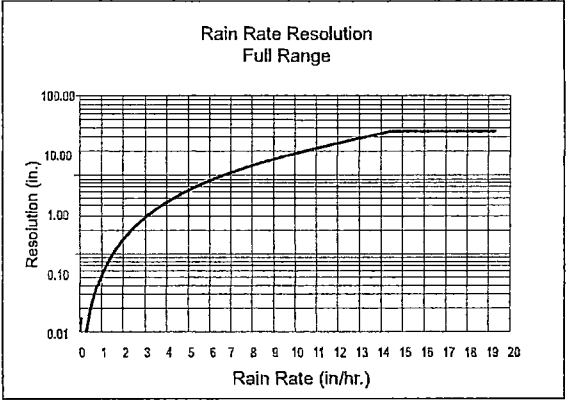
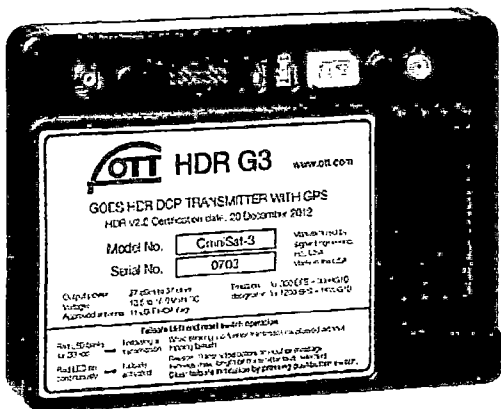


Figure 3. Full Range Rain Rate Resolution

Package Dimensions

Product #	Package Dimensions (Length x Width x Height)	Package Weight	UPC Codes
6152 6152EU 6152UK	17.50" x 10.4" x 16.0" (445 mm x 264 mm x 406 mm)	11 lbs. 13 oz. (5.4 kg)	011698 00229 0 011698 00347 1 011698 00348 8
6162 6162EU 6162UK		11 lbs. 15 oz. (5.4 kg)	011698 00306 8 011698 00307 5 001698 00308 2
6153 6153EU 6153UK	14.9 x 12.9" x 23.4" (378 mm x 327 mm x 594 mm)	16 lbs. 11 oz. (7.6 kg)	011698 00335 8 011698 00336 5 001698 00337 2
6163 6163EU 6163UK		17 lbs. 5 oz. (7.9 kg)	011698 00341 9 011698 00342 6 001698 00342 3
6322 6322OV	17.50" x 10.4" x 16.0" (445 mm x 264 mm x 406 mm)	9 lbs.. 1 oz. (4.1 kg)	011698 00776 9 011698 00778 3
6327 6327OV		11 lbs. 1 oz. (5.0 kg)	011698 00781 3 011698 00783 7
6323 6323OV	14.9" x 12.9" x 23.4" (378 mm x 327 mm x 594 mm)	15 lbs. 15 oz. (7.2 kg)	011698 00779 0 011698 00780 6
6328 6328OV		16 lbs. 8 oz. (7.5 kg)	011698 00784 4 011698 00785 1
6312 6312EU 6312UK	12.6" x 9.3" x 2.5" (320 mm x 235 mm x 64 mm)	2 lbs. 10 oz. (1.2 kg)	011698 00724 0 011698 00766 0 011698 00767 7

Hoja de especificaciones de “Transmisor de satélite GOES OTT  
HDR G3”



Transmisión de datos vía satélite  
OTT HDR G3  
Transmisor de high data rate  
controlado por GPS

# OTT HDR G3

## Transmisor de satélite GOES

GOES es un satélite meteorológico geostacionario que es operado por las autoridades meteorológicas estadounidenses NOAA. Además de sus funciones para tareas meteorológicas, ofrece la posibilidad de transmitir datos a distancia. Como proveedor operativo público, NOAA ofrece su servicio de datos con económicas condiciones, siempre que el usuario esté registrado y autorizado. La transmisión de datos vía satélite es, por ello, sobre todo en las zonas menos urbanizadas una alternativa a los métodos convencionales de transmisión remota de datos. Así mismo ofrece una posibilidad económica de la transmisión de datos redundante.

Para que una estación de medición pueda transmitir los datos a los satélites es necesario un transmisor de satélite certificado. El OTT HDR G3 está certificado para la transmisión remota de datos a través de GOES. Éste efectúa, como módulo de emisión, las órdenes de transmisión de un registrador de datos OTT conectado, actuando así de interfaz para los satélites. La sincronización automática de la frecuencia y del reloj interno mediante señales GPS (Global Positioning System) garantiza aquí frecuencias y tiempos de emisión estables.

# OTT HDR G3 – transmisor certificado para la transmisión remota de datos vía satélite



## Soluciones completas

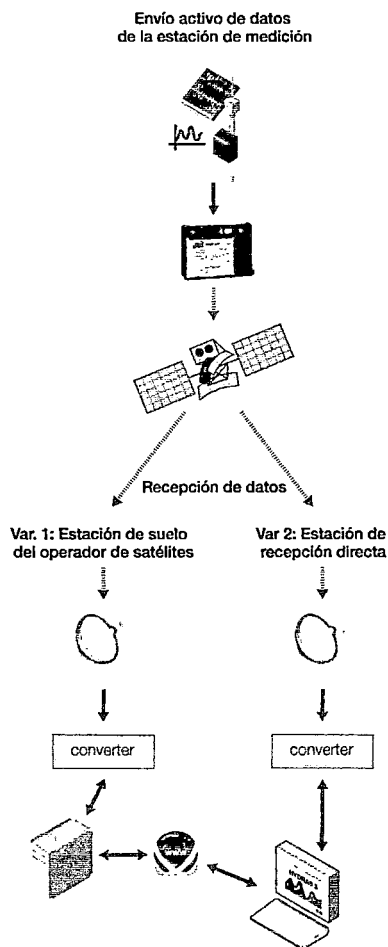
Un paquete completo contiene, además del transmisor de satélite OTT HDR G3, también componentes que son necesarios para la recepción de los datos. Junto al software para convertir los datos enviados (OTT Data Converter for GOES/METEOSAT Transmission), también se incluye un software para la gestión de datos como OTT Hydras 3, que recibe los datos convertidos, los guarda y los evalúa. También puede obtenerse una estación de recepción de suelo de OTT si se solicita. De modo alternativo también es posible la descarga de los datos medidos de la página web de la compañía operadora de satélites.

## Sencilla integración en el sistema con los registradores de datos OTT

- Control de la unidad de emisión mediante el registrador de datos con el método maestro-esclavo
- Rápida configuración del OTT HDR G3 con la ayuda del programa de operación del registrador de datos
- Autocomprobación y comprobación del estado mediante funciones de diagnóstico del programa de operación

## Funciones y ventajas

- LEDs de estado para indicar la señal GPS y el funcionamiento del transmisor, así como para vigilar la tensión de alimentación
- Hora y secuencia de emisión sincronizadas automáticamente por GPS
- Bajo consumo de energía en el modo de descanso
- Interfaz RS-232 para transmitir datos, por el método maestro-esclavo, con elevada seguridad de transmisión (comprobación CRC); solicitud del estado posible en todo momento
- Conexión flexible para las antenas Yagi en cruz
- Programa de operación con útiles funciones de diagnóstico:
  - Comprobación del estado del transmisor: ofrece los parámetros de servicio actuales
  - Prueba de transmisión de datos: posible en todo momento, independientemente del momento de transmisión regular
  - Autocomprobación: muestra si el transmisor está intacto o si existe algún fallo



## Características técnicas

### Modos de servicio

- 300/1.200 bps
- Self-Timed Transmission Mode
- Random Transmission Mode

### Satélites válidos

- DCPRS Versión 2.0 (300/1200 bps)
- Canales internacionales (IDC)

### Certificados de autorización NOAA/NESDIS

### Corriente de servicio

10,5 ... 16 V CC; típico 12 V CC

### Consumo de energía con 12 V CC

- Reposo: < 5 mA
- Activo, sin emitir, GPS encendido: < 50 mA
- Emitiendo: < 2,5 A

### Potencia de emisión

< 10 W (nominal)

### Conexiones

- GPS, SMB
- Antena emisora, SMA
- Línea de datos RS-232; regleta de conectores de 14 polos
- Tensión de alimentación
- Conector MATE-N-LOK AMP

### Antena emisora (accesorio)

- Yagi en cruz
- Ganancia en la antena máxima permisible: < 11 dBi

### Margen de temperatura

-40 ... +55 °C

### Humedad relativa del aire

0 ... 85% (sin condensación)

### Dimensiones

141 mm x 103 mm x 24 mm

### Peso

0,5 kg

### Tipo de protección

IP20

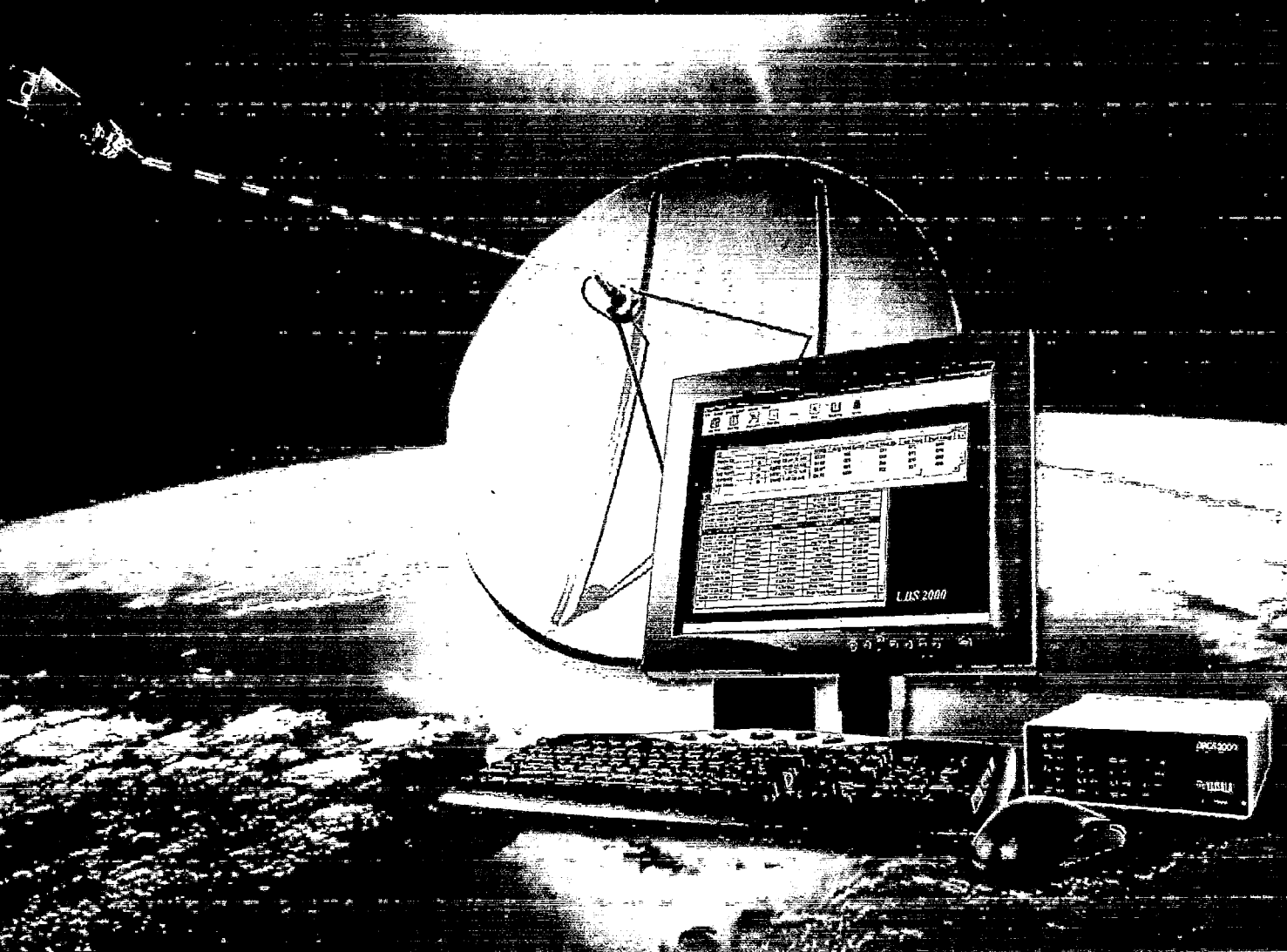


OTT Hydromet GmbH  
Ludwigstrasse 16 · 87437 Kempten  
Phone +49 831 5617-0 · Fax -209  
info@ott.com · www.ott.com

Hoja de especificaciones de “Receptor/Demodulador GOES  
Vaisala DRGS 2000”



## Receptor/Demodulador GOES Vaisala DRGS 2000

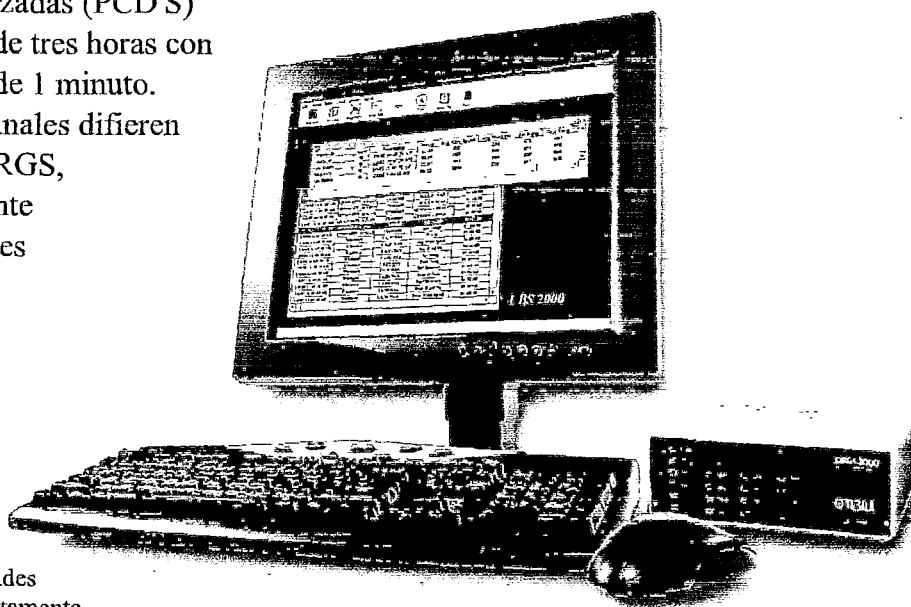


Recibe todos los datos formateados GOES de alta velocidad de  
Cualquier Transmisor certificado NESDIS en una estación de trabajo

# Receptor/Demodulador GOES Marca VAISALA

## Estación Terrena de Lectura Directa (DRGS)

El Receptor/demodulador utilizado en la estación terrena de lectura directa Vaisala DRGS 2000 son un diseño integrado que aprovecha los avances actuales en técnicas de procesamiento digital de señales y ambas son integradas en una sola unidad de escritorio. Hay dos modelos disponibles del DRGS 2000: uno soporta 5 canales y otro que soporta 17 canales, de los cuales uno de ellos es el canal piloto, y los otros 4 ó 16 canales están asignados por el usuario. En base al canal, cada uno soportará hasta 180 plataformas de colección de datos sincronizadas (PCD'S) reportando en un intervalo de tres horas con una ranura de transmisión de 1 minuto. Aunque el número de los canales difieren entre los dos modelos de DRGS, ambos funcionan exactamente igual y tienen especificaciones técnicas similares.



### Compatibilidad con GOES de alta velocidad (HDR)

La estación Terrena VAISALA DRGS 200 acepta las transmisiones GOES en cualquiera de las velocidades 100, 300 ó 1200 haciéndolo completamente compatible con los transmisores certificados NESDIS HDR. Cada velocidad también puede ser seleccionada independiente para cada canal DRGS haciendo al DRGS Flexible. Esta característica pronto se convertirá en una ventaja para los usuarios que están actualizando sus transmisores GOES a diferentes velocidades.

### Salto de Frecuencias Automático

Otra nueva característica del Vaisala DRGS 2000 es su habilidad para automáticamente reconfigurarse y adecuarse a la recepción de transmisiones GOES en cualquiera de los canales DRGS. Esto es llamado "salto de frecuencias automático". Basado en el programa NEDIS de transmisiones asignadas, el software DRGS reconfigura el receptor para adecuarse. Los usuarios pueden configurar cada canal de recepción de manera independiente para ser fijos ó dinámicos. Esto es importante cuando se monitorea uno o más canales de transmisión secundarios aleatorios.

### Interfaz con el sistema de Administración de Datos

El DRGS 2000 es totalmente configurable por el usuario a través de una interfaz serial RS-232 entre el DRGS 2000 a la estación de Trabajo, con datos que incluyen registro de hora disponibles también como mediciones de calidad de la señal, información de diagnóstico integrada y muchos otros datos útiles. Por otra parte, la estación de operación base de administración de datos puede enviar información de configuración incluyendo la asignación de canales, rango de frecuencia de la señal piloto, solicitudes de estado y configuración, la hora para la interfaz con el DRGS 2000.

Los LED's indicadores en el DRGS 2000 son ENCENDIDO (on/off), FALLA, PILOTO (indicador de sintonización) y los canales respectivos (4 ó 16) en estado activo o inactivo.

El panel trasero del receptor/demodulador provee la conexión primaria al cable de señal de frecuencia intermedia (FI) del equipo para exteriores (por ejemplo LNA ó convertidor de bajada), conector de alimentación y conector de diagnóstico para recibir la información de mantenimiento del DRGS 2000. El técnico de mantenimiento puede configurar actividades específicas de monitoreo de mantenimiento diferentes a las enviadas al sistema de administración de datos sin interrumpir la comunicación entre el DRGS 2000 y el sistema de administración de datos.

\* National Oceanographic and Atmospheric Administration/National Environmental Satellite, Data and Information Service

## **ANEXO VII**

**Imágenes de las Estaciones a interconectar**

