

Implementación De Una Red De Estaciones Meteorológicas Utilizando Transmisión GPRS En La Región Centro Andina Ecuatorial

Miguel A. Barriga Yumiguano
Instituto Nacional de Eficiencia
Energética y Energías
Renovables
Riobamba, Ecuador
miguelangelby@hotmail.com

Juan J. Viscaíno Gavilanes
Instituto Nacional de Eficiencia
Energética y Energías
Renovables
Riobamba, Ecuador
juan.viscaino@hotmail.com

Celso G. Recalde Moreno
Departamento de Ambiente
Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo
Riobamba, Ecuador
crecalde672000@yahoo.com

Resumen— El presente artículo detalla la implementación de nueve estaciones meteorológicas automáticas en la región centro andina del Ecuador en sitios determinados dentro del “Convenio de Cooperación Interinstitucional para la Implementación de una Red Provincial de Monitoreo Hidrometeorológico”, se describen las normas técnicas utilizadas para el emplazamiento de las estaciones, enfocándose principalmente en la solución de los problemas presentados en el transcurso de la instalación. Las estaciones meteorológicas tienen sensores electrónicos para la medición de la temperatura del aire y suelo, velocidad y dirección de viento, radiación solar, pluviosidad y presión barométrica. La información meteorológica es recopilada en un registrador de datos y los promedios de las variables almacenadas son enviados cada hora a un servidor que cuenta con una base de datos, la cual puede ser accedida mediante la Internet. Para esta transmisión, el registrador de datos está interconectado mediante un enlace serial RS-232 a un módem de Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS).

Palabras Clave: Estaciones Meteorológicas Automáticas, Implementación de Redes Meteorológicas, Transmisión GPRS.

I. INTRODUCCION

La medición de las variables meteorológicas, la cual se la realiza mediante la observación en determinadas zonas geográficas, es en esencia una medición física, que se la realiza de manera manual en las horas sinópticas, ésta información es registrada diariamente en una ficha meteorológica. Mediante la ingeniería y tecnología electrónica, el observador humano puede ser en algunos casos, sustituido parcial y completamente por una máquina, optimizando el proceso de medición de los distintos parámetros meteorológicos. El equipo con capacidad para proveer información sobre las variables meteorológicas sin la participación de un observador humano se designa como estación meteorológica automática. Ésta almacena todas las mediciones realizadas en un registrador de datos. Pero al hablar de una estación meteorológica automática la

Abstract—This paper details the implementation of nine automatic weather stations in the central Andean region of Ecuador in sites determined by the "Interagency Cooperation Agreement for the Implementation of a Provincial Hydrometeorological Monitoring Network". The technical standards used for the installation of stations are described, primarily focusing on solving the problems presented in the course of installation. The weather stations have electronic sensors for measuring the temperature of air and soil, wind speed and direction, solar radiation, rainfall and barometric pressure. Weather information is collected on a data logger and the averages of the variables stored are sent every hour to a server that has a database, which can be accessed through the Internet. For this transmission, the data logger is connected via a serial link "RS-232" to a modem for General Packet Radio Service (GPRS).

Keywords: Automatic Weather Stations, Networks, GPRS Transmission, Implementation of Meteorological Networks.

intervención del ser humano es mínima, por lo cual para la obtención de los datos se ha hecho uso de diversos sistemas de comunicación. Según estudios realizados en la región centro andina del Ecuador se ha determinado que la tecnología ideal para este fin es GPRS, implementando de esta manera el servicio de telemetría celular [1] [5].

El proyecto “Métodos para el control de calidad y complementación de datos en parámetros meteorológicos relacionados con la utilización de energías renovables” desarrollado por el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) contribuyó con la Red Provincial de Monitoreo Hidrometeorológico de Chimborazo en la instalación de nueve estaciones meteorológicas automáticas con transmisión GRPS, por lo que se determinaron lugares basados en condiciones topográficas

accesibles, clima representativo de la zona y calidad de la red celular [1].

A continuación se describen las normas técnicas utilizadas para su emplazamiento y la solución de los problemas presentados en el transcurso de la instalación.

II. RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

El propósito de la instalación de estaciones meteorológicas fue contar con información de campo de radiación, potencial eólico y temperatura de suelo para actualizar los mapas de recursos renovables de las zonas de influencia del proyecto.

Los otros parámetros meteorológicos los cuales no tienen el único propósito de medir el recurso energético renovable contribuyen a otras aplicaciones tal como la eficiencia energética en edificaciones, además de usarlos en métodos que utilizan estos parámetros para estimar la radiación solar, de esta manera abarcar mayor territorio con un costo relativamente menor pues es la variable meteorológica más costosa de monitorear.

Las estaciones meteorológicas automáticas se emplazaron en lugares cuyo clima es representativo de las condiciones de la zona [4][6]; por ejemplo, se evitaron hondonadas cuyos parámetros meteorológicos sean diferentes a la de su entorno. Los sitios listados en la Tabla 1, cuentan con diferentes características topográficas y condiciones climáticas.

TABLA I. COORDENADAS UTM Y ALTURA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN CHIMBORAZO.

Nombre de la Estación	Coordenadas UTM Zona 17M		Altura (metros sobre el nivel del mar)
	Coordenada Y	Coordenada X	
Alao	9793162	0773487	3064
Cumandá	9755559	0706070	331
ESPOCH	9806688	0764073	2754
Multitud	9764908	0725686	1483
Pishilli Yacupungo	9761332	0749103	3546
Quimiag	9816411	0770083	2709
San Juan	9818908	0746636	3232
Tunshi	9806678	0764087	2840
Urbina	9835359	0754581	3642

Estos lugares están ubicados a lo largo de la provincia de Chimborazo como se observa en la Figura 1.



Fig. 1. Estaciones Meteorológicas Automáticas en Chimborazo

Los sensores meteorológicos estuvieron certificados por un organismo de reconocimiento internacional antes de entrar en funcionamiento en cada estación meteorológicas.

A. Construcción del cerramiento

La implementación de las nueve estaciones meteorológicas comenzó en el mes de octubre del año 2013 con la construcción de todos los cerramientos, cumpliendo con las normas impuestas por el INAMHI en el Ecuador, las cuales recomiendan que el cerramiento sea circular o rectangular con un área de 200 metros cuadrados, construido de tubería galvanizada de 1 ½ pulgadas de diámetro, de 2 metros de altura y con malla para cerramiento tipo rombo. Los parantes se colocaron sobre una base de concreto[7]. Como se observa en la Figura 2, la puerta de acceso se instaló apuntando al norte magnético [7], considerando una declinación de 2°1' Oeste para la provincia de Chimborazo [13]. Previo a la colocación de la torre triangular de aluminio de 10 metros de altura se realizó el montaje del pararrayos tipo Franklin con cable cobre hacia una malla en tierra dispuesta alrededor de toda la estación.

Se evitaron obstáculos en la dirección de la puerta a 4 metros para que la torre se pueda abatir hacia el norte sin inconveniente. Cabe mencionar que en la estación de Cumandá se eliminaron plantaciones de cacao 4 metros a la redonda, en las estaciones restantes no existieron problemas de obstáculos para inclinar la torre.

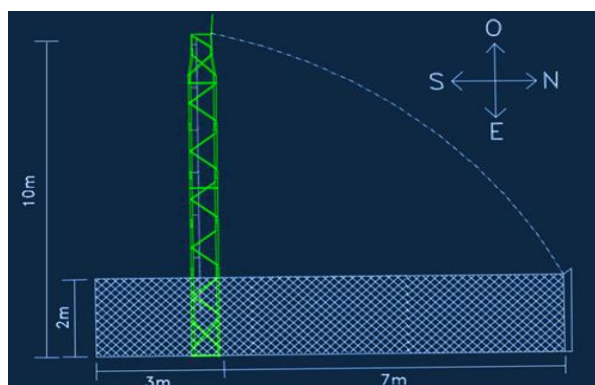


Fig. 2. Cerramiento de las Estaciones Meteorológicas en Chimborazo.

B. Instalación y mantenimiento del piranómetro.

Los piranómetros se instalaron en lugares exentos de obstáculos, despejados y lo más libre posible de elementos que puedan proyectar sombra en cualquier época del año o por el contrario paredes de color claro y otros objetos que puedan reflejar la luz solar sobre él. En las estaciones de Multitud y San Juan se consideró retirar vegetación que en un futuro se convertiría en un obstáculo que dificulte la toma de datos del sensor, por lo que al momento de la instalación mecánica de los piranómetros se definió lo siguiente:

1) *Instalación del piranómetro para radiación global:* Se siguieron los siguientes pasos para conseguir un rendimiento óptimo del sensor:

a) *Verificación del Desecante:* se comprobó el estado del desecante, el cual estuvo en las condiciones apropiadas para regular el nivel de humedad dentro del piranómetro.

b) *Posición del piranómetro:* La mayoría de sitios estuvieron libres de obstáculos en el horizonte que está por encima del plano del elemento de detección del piranómetro. En las estaciones meteorológicas automáticas que no fue posible lograr esta condición, se tuvo que considerar que cualquier obstáculo sobre el rango azimut entre la salida del sol y el ocaso debe tener una elevación que no exceda los 5° (el diámetro aparente del sol es $0,5^\circ$). Esto es importante para una medición precisa de la radiación solar directa. La radiación solar difusa está menos influenciada por obstáculos cercanos al horizonte. Por ejemplo, un obstáculo con una elevación de 5° por encima de todo el rango del azimut de 360° disminuye la radiación solar difusa descendente solo un 0,8 %. [9]

c) *Montaje del piranómetro:* El piranómetro se instaló en una plataforma sólida y estable como se muestra en la Figura 3, a 115 cm del suelo. Se lo ajustó con dos tornillos de acero inoxidable, arandelas, tuercas y anillos aislantes de nylon, los cuales después de la recalibración hay que cambiarlos por otros nuevos para evitar la corrosión. La temperatura de la base de montaje puede variar en un rango más amplio que la temperatura del aire. Las fluctuaciones de la temperatura del cuerpo del piranómetro pueden producir señales de compensación, por lo tanto, se aisló térmicamente el

piranómetro de la base de montaje colándolo sobre sus tornillos de nivelación. Se verificaron las conexiones a tierra para alejar las corrientes en la malla del cable inducidas por los relámpagos.

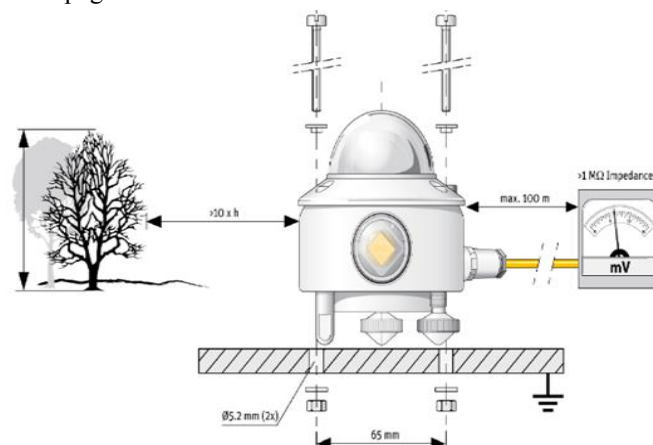


Fig. 3. Instalación del piranómetro

d) *Orientación del piranómetro:* La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda que el cable de señal apunte el polo más cercano, para minimizar el calentamiento de las conexiones eléctricas [8] pero en este caso dicho aspecto no fue considerado ya que las estaciones meteorológicas automáticas se instalaron en la zona ecuatorial.

e) *Nivelación del piranómetro:* La medición de la radiación global necesita una nivelación adecuada de la superficie de la termopila, por lo que al sensor se lo ajustó girando los dos tornillos de nivelación hasta que la burbuja del nivel quede centrada.

2) *Instalación del anillo de sombra:* Para medir la radiación difusa se intercepta la radiación solar directa por un anillo de sombra, por lo que la sombra del disco tiene que cubrir completamente las cúpulas del piranómetro. Los lugares de las nueve estaciones meteorológicas están cercanos a la línea ecuatorial, por lo cual la base del montaje se instaló paralelo al eje de la tierra como se observa en la Figura 4. El anillo de sombra se lo emplazó al cabo del mediodía solar local en condiciones de cielo despejado de modo que el haz solar directo sea visible a través de la ranura que se encuentra debajo del ángulo ajustable del goniómetro [10].

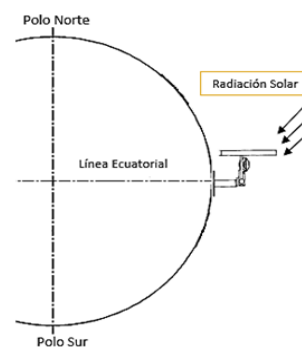


Fig. 4. Instalación del Anillo de Sombra Paralelo al Eje de la Tierra.

El ajuste del anillo de sombra de cada estación meteorológica se lo realizó según las fechas dictaminadas por el fabricante del equipo para el hemisferio sur propuestas en el manual de usuario en la tabla de barra ajustable deslizable HFSR01 [10]. Según el día y mes establecidos se procedió a mover la barra al valor correspondiente. Es así que se planifica rutas de viajes a los lugares establecidos, cubriendo los requerimientos de mantenimiento.

C. Instalación y mantenimiento del pluviómetro:

Para la medición de la precipitación se utilizó el pluviómetro Texas Electronics Modelo TR-525M y se colocó sobre la parte superior de un soporte metálico, de tal forma que el colector de precipitación del pluviómetro esté nivelado y ubicado 1.2m o 1.5m de altura sobre el suelo [11]. El cable de conexión se introdujo en tubería plástica cubierta con cinta termo fundente. Además se la enterró para evitar posibles daños naturales ocasionados por el ambiente hasta llegar al panel de conectores. El pluviómetro se emplazó en una zona sin obstáculos que se interpongan en un ángulo de apertura de 45° para que capte la mayor cantidad de lluvia posible. Se ubicó en un punto lo suficientemente alejado de los postes, torres altas y cables. Idealmente los obstáculos deben localizarse a una distancia mayor a 4 veces su altura como se observa en la Figura 5.

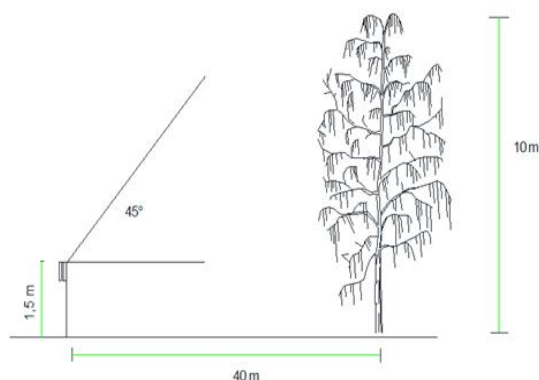


Fig. 5. Consideraciones Técnicas de la Instalación del Pluviómetro

Para un correcto funcionamiento del dispositivo basculante y una correcta medida, el pluviómetro se posicionó sobre una superficie perfectamente plana. Periódicamente se dio mantenimiento a la rejilla del pluviómetro, verificando que no haya detritos, hojas u otros objetos que obstruyan el pasaje del agua. Además, que en la cubeta basculante se verificó que no haya depósitos de tierra, arena o demás materiales que puedan alterar la medición.

D. Instalación y mantenimiento del sensor de presión del aire.

El sensor que se implementó para medir la presión del aire fue un barómetro BAROCAP BARO-1 de Vaisala. Este se colocó de manera vertical al interior del Datalogger situado en la unidad central de procesamiento QML201 conectado directamente a él y sujetado mediante tornillos como se observa en la Figura 6. El sensor precisa de una atmósfera limpia y seca que no contenga sustancias corrosivas y lejos de

fuentes electromagnéticas. Estos elementos se instalaron dentro de una caja metálica a prueba de humedad entre 1.25 y 2.00 metros de altura por encima del nivel del suelo [8].

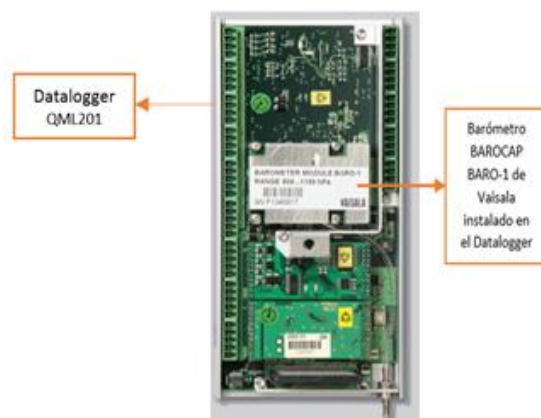


Fig. 6. Sensor BAROCAP BARO-1 instalado.

Para el mantenimiento de este sensor fue importante la limpieza del tubo de viento para que no se obstruya y no altere la medición de la presión, como se observa en la Figura 7.

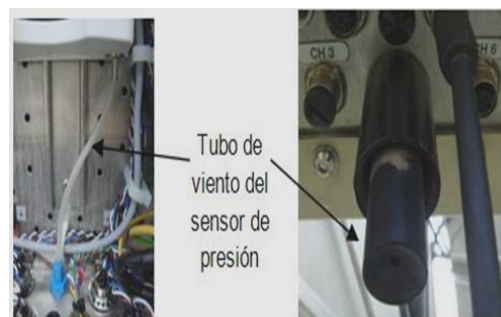


Fig. 7. Mantenimiento del sensor de presión.

E. Instalación y mantenimiento del sensor de perfil de temperatura del suelo.

El sensor utilizado para la medición de la temperatura del suelo a 7 profundidades fue la sonda QMT107 de Vaisala la cual está diseñada para la medición de la temperatura del suelo a diferentes profundidades. La medición de temperatura está basada en sensores de platino resistivos (Pt-100Ω), los cuales se colocan según instrucciones de la OMM a 5 cm, ± 0 cm, -5 cm, -10 cm, -20 cm, -50 cm, y -100 cm, donde ± 0 cm corresponde a la marca del nivel del suelo de la sonda.[12] Este sensor se instaló de forma vertical en un agujero en el suelo, realizado con una barrena o barra de hierro unos 20cm de profundidad aproximadamente para que la punta de prueba del sensor ingrese al interior del agujero, presionándola e introduciéndola de la manera más recta posible hasta que la marca del nivel de tierra que se encuentra en el sensor quede al nivel del suelo.

F. Instalación y mantenimiento del sensor de temperatura y humedad del aire.

El sensor para medir la temperatura y humedad del aire instalado fue el HMP155 de Vaisala. Éste se colocó a 2 metros de altura por encima del nivel del suelo basados en la normas de la OMM[8]. El sensor se lo instaló dentro de un protector metálico para no ser afectado por la luz del sol, la radiación y fenómenos tales como precipitación, rocío, helada y viento. El mejor lugar para las mediciones del sensor fue por encima del nivel del suelo, terreno con hierba corta sin árboles o edificios cercanos [7]. El sensor HMP155 de Vaisala requirió mínimo mantenimiento por lo que al menos una vez por mes se revisó la cubierta protectora de radiación previniendo obstrucciones de aire y el alojamiento inesperado en la cubierta de pequeños insectos como fue el caso de la estación meteorológica automática de Multitud.

G. Instalación y mantenimiento del anemómetro ultrasónico.

El sensor para medir la velocidad y dirección del viento instalado fue el anemómetro ultrasónico Young 85000. Éste sensor fue colocado a 10 metros sobre el suelo siendo una altura estándar para anemómetros utilizados sobre un terreno llano y abierto. La distancia entre el anemómetro y cualquier obstáculo fue de al menos 10 veces superior a la altura del obstáculo, lo que hizo que las mediciones del viento fuesen representativo del lugar. [8] Se presentaron problemas de comunicación entre el anemómetro y el registrador de datos en las estaciones meteorológicas, se determinó que este problema se debía al puerto de comunicación usado entre el sensor y el registrador de datos ya que inicialmente todos los anemómetros se comunicaban mediante el puerto SDI-12. El protocolo utilizado por este tipo de comunicación provocó que el anemómetro deje de registrar datos, por lo que se procedió a configurar dicho sensor mediante una conexión serial RS-485.

H. Instalación del Transmisor GPRS.

Para la transmisión se usó un módem GSM Sierra Wireless FXT009 compatible con GPRS y conectado al registrador de datos mediante una conexión serial RS-232. La configuración de los parámetros de la conexión serial se la realizó mediante el comando `AT+IPR 9600`, el cual estableció las cantidades de señales por segundo en 9600 Baudios. En lugares con una baja señal de señal celular como Alao y Pishilli Yacupungo se presentaron pérdidas de conexión con la red celular en varias ocasiones durante los primeros meses de funcionamiento, por lo que se procedió a instalar una antena tipo dipolo con una ganancia de 5dBi en el módem GPRS para mitigar la pérdida de conexión que presentaron las antenas de 2dBi. Se consideró utilizar antenas directivas, tipo Yagui orientadas a la estación base más cercana en aquellos puntos donde la señal celular no fuese lo suficientemente potente, tomando atención a la frecuencia de trabajo de la estación celular base GSM900.[3]

I. Recopilación de Información Meteorológica

La información recopilada por cada estación meteorológica automática se transmitió mediante una red TCP/IP por GPRS a un servidor FTP con la dirección IP pública 201.218.5.251, en el cual los datos son almacenados. Debido a la necesidad de contar con información en tiempo real se procedió a implementar un servidor web en Apache 2.4.5 en la que los datos son publicados cada hora por lo que se tiene un histórico desde que las estaciones meteorológicas automáticas empezaron a transmitir, como se observa en la Figura 8.

Date & Time	DC (V)	PAAVG1H (hPa)	PAMAX1H (hPa)	PAMIN1H (hPa)	PRSUM1H (mm)	RHAVG1H (%)	RHMAX1H (%)	RHMIN1H (%)
2014-02-26 00:00:00	13.4	726.3	726.6	726.0	0.0	56	60	55
2014-02-26 01:00:00	13.3	727.1	727.4	726.6	0.0	66	70	60
2014-02-26 02:00:00	13.3	727.8	728.2	727.5	0.0	74	81	70
2014-02-26 03:00:00	13.3	728.6	728.9	728.2	0.0	82	82	81
2014-02-26 04:00:00	13.3	729.2	729.4	728.9	0.0	84	85	82
2014-02-26 05:00:00	13.2	729.1	729.3	729.0	0.0	87	93	85
2014-02-26 06:00:00	13.2	728.7	729.0	728.4	0.0	91	92	90
2014-02-26 07:00:00	13.2	728.2	728.4	728.1	0.0	93	95	89
2014-02-26 08:00:00	13.2	727.9	728.1	727.7	0.0	91	92	90
2014-02-26 09:00:00	13.1	727.6	727.7	727.6	0.0	91	92	90
2014-02-26 10:00:00	13.1	727.8	728.0	727.6	0.0	91	92	89
2014-02-26 11:00:00	13.1	728.0	728.2	727.9	0.0	92	93	90
2014-02-26 12:00:00	13.1	728.5	728.8	728.2	0.0	91	93	88
2014-02-26 13:00:00	13.9	729.1	729.5	728.8	0.0	88	91	83

Fig. 8. Histórico de Datos meteorológicos.

III. RESULTADOS.

Se obtuvo una red de estaciones meteorológicas automáticas generando datos cada hora las 24 horas del día y transmitiéndolos a un servidor FTP. Mediante la página web <http://iner.espech.edu.ec> se pudo acceder a la información de cada estación meteorológica automática además de descargar los datos generados y generar gráficas del comportamiento de cada variable meteorológica tal como se indica en la Figura 9.

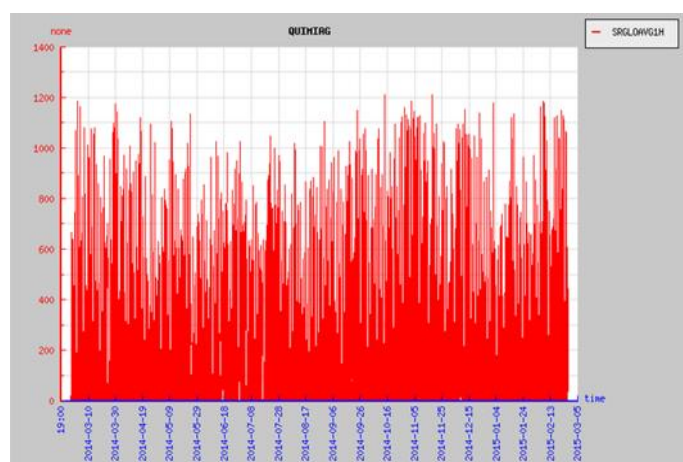


Fig. 9. Gráfica de comportamiento de variables.

La topología final de transmisión de las nueve estaciones meteorológicas se puede observar en la Figura 10.

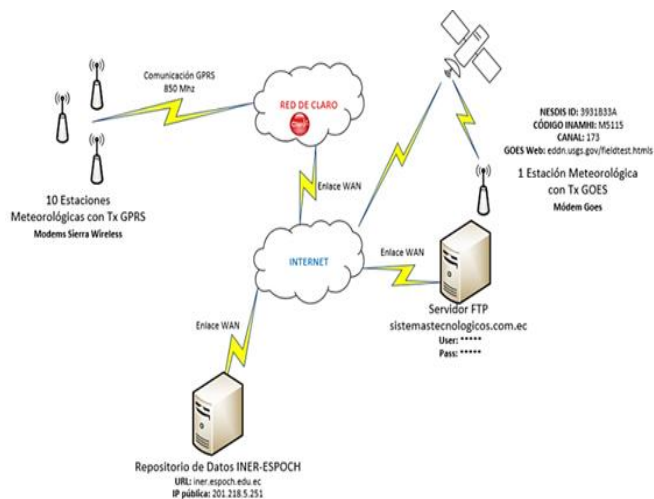


Fig. 10. Topología de transmisión GPRS

La información meteorológica generada por la red de estaciones ha sido utilizada en investigaciones relacionadas con parámetros meteorológicos de la provincia de Chimborazo.[14]

IV. CONCLUSIONES

La provincia de Chimborazo antes de la implementación de la red de estaciones meteorológicas automáticas con transmisión GPRS solo contaba con un limitado número de estaciones meteorológicas manuales de monitoreo por lo que la obtención de información no era en tiempo real. Con la implementación de la telemetría con GPRS se optimizó este proceso.

La experiencia en la instalación de una red de estaciones meteorológicas automáticas con transmisión GPRS, sirvió como base para considerar nuevos proyectos en zonas con características topográficas y condiciones climáticas similares a la de la región centro andina ecuatorial.

Los datos obtenidos con la red de estaciones meteorológicas automáticas con transmisión GPRS permitió contar con un histórico de variables para la determinación de potencial solar, eólico o geotermal en las zona centro andina del Ecuador.

Para el sistema de registro y almacenamiento de datos meteorológicos basados en redes GSM con transmisión GPRS en la región centro andina del Ecuador se contó con los siguientes elementos físicos y lógicos:

- Nueve estaciones meteorológicas con sensores de radiación solar global y difusa, temperatura del aire, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, pluviosidad y perfil de temperatura del suelo.

- Configuración de las redes GMS, Internet y LAN para acceso de datos y usuarios.
- Estación de control de comunicaciones y procesamiento de datos, que permitió la transferencia de información entre las estaciones meteorológicas, la base de datos y los usuarios.

V. AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) por el financiamiento para la realización de esta investigación en el marco de ejecución del proyecto “Métodos para el control de calidad y complementación de datos en parámetros meteorológicos relacionados con la utilización de energías renovables”.

VI. REFERENCIAS

- [1] J. Ayala, “Interconectividad de la Red Hidrometeorológica de la Provincia de Chimborazo - Ecuador” Revista Técnica de Ingeniería de la Universidad de Zulia vol. 37, pp. 251-261, 2014.
- [2] P. Mariño, F. Fontán, F. Machado, C. Enjamio y V. Fernando, “Caracterización de Sistemas de Telecomunicación Inalámbricos Mediante el Despliegue de una Red de Estaciones Meteorológicas”, Departamento de Tecnología Electrónica. Departamento de Teoría de Señal y Comunicaciones. Universidad de Vigo, Apdo. Oficial 36200 Vigo, Spain, 2003.
- [3] J. Taoboada, J. Cotos, “Sistemas de Información Medioambiental”, 1da ed., vol. 1, Ed. Netbiblio, España, 2005, pp. 217–229.
- [4] “Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica”. Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2010, Quito, pp 27-28.
- [5] A. Paredes, M. Perez, “Diseño de la Red de Transmisión de Datos Para el Centro de Comunicaciones Hidrometeorológico del INAMHI para las provincias del callejón interandino del Ecuador utilizando la plataforma celular GPRS” Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Feb. 2008.
- [6] Manual Teórico Práctico del Observador Meteorológico de Superficie, Comisión Nacional del Agua, México, 2010.
- [7] Manual de Procedimiento de Instalación Vaisala MAWS301, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ecuador, 2010.
- [8] Manual de Procedimiento para las Estaciones Meteorológicas, Organización para Estudios Tropicales, Sarapiquí, 2008.
- [9] Manual del Usuario Piranómetros serie CM, KIPP & ZONEN, Delft-Holanda, 2010.
- [10] Instructions Manual HFSR01 Shadow-Ring, HuksefluxUSA Inc., USA, 2008
- [11] Manual para la instalación de pluviómetros, National Severe Storms Laboratory, USA, 2012.
- [12] Vaisala HydroMet System MAWS301 USER'S GUIDE, Vaisala Oyj, Finland, 2004.
- [13] P. Romero, “Declinación Magnética de Ciudades del Ecuador” [online]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/99266682/DECLINACION-MAGNETICA-DE-CIUDADES-DEL-ECUADOR#scribd>
- [14] C. Recalde, C Cisneros, D. Vaca, C. Ramos “Relación de la Transmitancia Atmosférica con la Heliofanía y la Diferencia de Temperaturas Extremas Diarias en la Zona Ecuatorial Andina” Inf. Tecnol, vol.26, no.1, pp.143-150, ISSN 0718-0764, 2015.