

SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL SECADOR SOLAR MULTIUSO DE LA UNACH, BAJO CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Aníbal Llanga¹; Gustavo Chafla ²; Arquímedes Haro¹

¹Universidad Nacional de Chimborazo
²Pontificia Universidad Católica del Ecuador

RESUMEN

El presente trabajo consiste en diseñar y construir un sistema de adquisición y procesamiento de datos para un Secador Solar Multiuso, bajo condiciones meteorológicas de la ciudad de Riobamba. El sistema está integrado por dos aplicaciones, una para la adquisición y registro de datos de temperatura, humedad, peso y velocidad del viento, en rangos de medición y sensibilidad determinados por las condiciones meteorológicas de la ciudad de Riobamba, y con sensores ubicados en puntos estratégicos del armazón del secador solar multiuso. La segunda aplicación está orientada para el procesamiento estadístico de los datos adquiridos; esta aplicación proporciona al investigador una herramienta rápida y fiable para la clasificación de datos y análisis preliminar de resultados. La red de comunicaciones integrada proporciona portabilidad al sistema, para ubicar al prototipo en las parroquias de la ciudad de Riobamba, específicamente en zonas agrícolas, sin que el equipo de investigación salga de la central de monitoreo.

Palabras clave: Secador solar, telemetría, monitoreo, Riobamba.

ABSTRACT

The present work is to design and build a data acquisition and processing system to be used by a Multi purpose Solar Dryer, under weather conditions in the city of Riobamba. The system integrates two applications, one for the acquisition and data logging of: temperature, humidity, weight and wind speed, in sensitivity and measurement ranges determined by the weather of the city of Riobamba, and with sensors placed in strategic points of the multi purpose solar dryer frame. The second application is guided to the statistical processing of the acquired data; this app provides the researcher a quick and reliable tool for data classification and preliminary outcome analysis. The integrated communications network provides system portability, to place the prototype in the parishes of the Riobamba city, specifically in agricultural areas, without he research team to leave the monitoring centre.

Keywords: Solar Drier, Telemetry, Monitor, Riobamba.

INTRODUCCIÓN

El sistema de adquisición y procesamiento de datos para el Proyecto de investigación “Diseño de un secador solar multiuso bajo condiciones físicas y meteorológicas de la ciudad de Riobamba” de la Universidad Nacional de Chimborazo (Arquímedes, 2013), está diseñado en función de las necesidades de investigar parámetros de temperaturas, humedad, peso del producto y velocidad del viento al interior del secador solar multiuso.

El secador solar está diseñado para deshidratar vegetales, plantas aromáticas y frutos en la cámara de secado, a través de la circulación de aire caliente producido por los rayos solares almacenados en el colector; el aire caliente es evacuado por convección a través de una chimenea. El prototipo final es un módulo pasivo, enfocado a servir a agricultores de los alrededores de Riobamba y sus parroquias.

En el presente trabajo se analiza el hardware electrónico que adquiere señales de los sensores instalados en el secador solar multiuso; el componente de software que adquiere y procesa estadísticamente los datos censados, y la transmisión de datos desde el dispositivo, hasta la central de monitoreo. El objetivo es adquirir y clasificar datos de señales censadas, para proporcionar al investigador una herramienta de estudio y análisis del secador solar multiuso bajo condiciones meteorológicas de la ciudad de Riobamba.

En lo referente a trabajos previos de este tipo, existe la tesis doctoral “Modelado y Construcción de un secadero solar Híbrido para residuos Biomásicos” (Montero, 2005) realizada en España, “Diseño y Construcción de un Secador Solar para Secado

de Setas” (Jiménez, 2012) estas investigaciones son desarrolladas y orientadas a condiciones climatológicas propias del lugar. Así también existe otra investigación en el Ecuador realizada en la Universidad técnica Equinocial con título “Diseño y construcción de un secador para maderas con energía solar” (Luna & Cruz, 2003) . Cabe recalcar que en las investigaciones mencionadas no se propuso un sistema autónomo de recolección, registro y procesamiento de datos, sino la recolección manual de temperaturas y humedad, sin tomar en cuenta las variables de flujo de aire por la cámara de secado y peso del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sensores

Se instalaron sensores de temperatura y humedad relativa en el colector y en la cámara de secado del secador solar multiuso como se muestra en la Fig. 1. Otro par de los mismos sensores se instaló fuera del equipo para recoger mediciones del ambiente.

En cada bandeja de secado se instalaron sensores para medir la temperatura de los vegetales o frutos, al momento de su deshidratación. Se instaló anemómetros, uno en el colector y otro en la chimenea, con el propósito de medir la velocidad del viento que circula al interior de equipo. Finalmente se ubicó células de carga en cada bandeja de secado, para medir la deshidratación del producto, es decir su pérdida de peso.

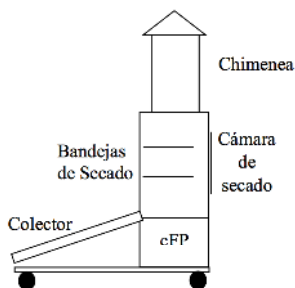


Figura 1. Secador Solar Multiuso.

Los sensores son conectados al Compact FeildPoin (cFP), modelo cFP-2200, que es un convertidor de señales analógicas a digital de la National Instruments. Su misión es adquirir las señales; se encuentra ubicado en la parte inferior del secador solar multiuso, aislado de los demás componentes. La Tabla 1 detalla las características de los sensores.

Tabla 1. Características de sensores

Sensor	Modelo	Rango	Precisión
Temperatura	THR-370/CM	0 - 100 °C	± 0.4%
Humedad relativa	THR-370/CM	0 – 100 %	± 0.2%
Temperatura	LM35	-55 - 150 °C	1 °C
Anemómetro	ASP-I-D	0 - 10 m/s	± 0.4%
Célula de carga	TJH-1	0 – 5 Kg	0.02%

Nota: se indican las características de cada sensor instalado en el secador solar multiuso.

Aplicación de registro de datos

La aplicación está diseñada para registrar en un computador, los datos adquiridos por el Compact FieldPoint. La aplicación está desarrollada en el software LabView. El proceso para la adquisición y registro de datos se muestra en la Fig. 2.

Las señales eléctricas entregadas por los sensores son transformadas a valores de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y peso, según las ecuaciones que se detallan a continuación y en orden de los sensores la Tabla 1.

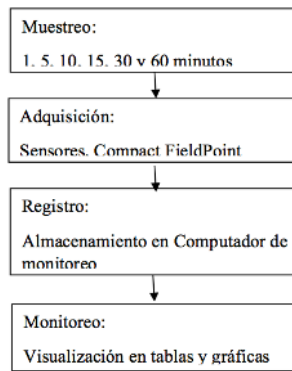


Figura 2. Proceso registro de datos.

- T=6250x-25 [°C] Ecuación (1)
- T=100x [°C] Ecuación (2)
- HR=6250x-25 [%] Ecuación (3)
- A=318,45x-1,27 [m/s] Ecuación (4)
- P=318,45x-1,27 [Kg] Ecuación (5)

Las mediciones se guardan en un fichero comma-separated values (“csv” o archivo de valores separados por comas). En la primera fila se imprime las etiquetas de número de muestras, tiempo, y el nombre de las variables medidas como temperaturas, humedad relativa, peso y velocidad del viento. En las siguientes filas se van guardando los datos censados. Cada fila utiliza un espacio de memoria de 150 bytes.

En la Fig. 3 se indica la interfaz visual de monitoreo; donde se observa 3 gráficas de temperatura de los sensores THR-370/CM, así como también una tabla con las mediciones registradas, estos datos se van mostrando en tiempo real. De manera similar se muestran las gráficas y tablas de los demás sensores, agrupados por variables de la misma clase.

Aplicación de procesamiento estadístico de datos

Está diseñada en función de proveer al investigador una herramienta de resultados preliminares. Para lograr este cometido, la aplicación realiza el cálculo simultáneo de todo el lote de datos adquirido. La aplicación calcula estadística descriptiva, es decir medidas de tendencia central como desviación estándar, varianza, media, moda, media aritmética, valores máximos y mínimos de la muestra; así como el rango e histograma.

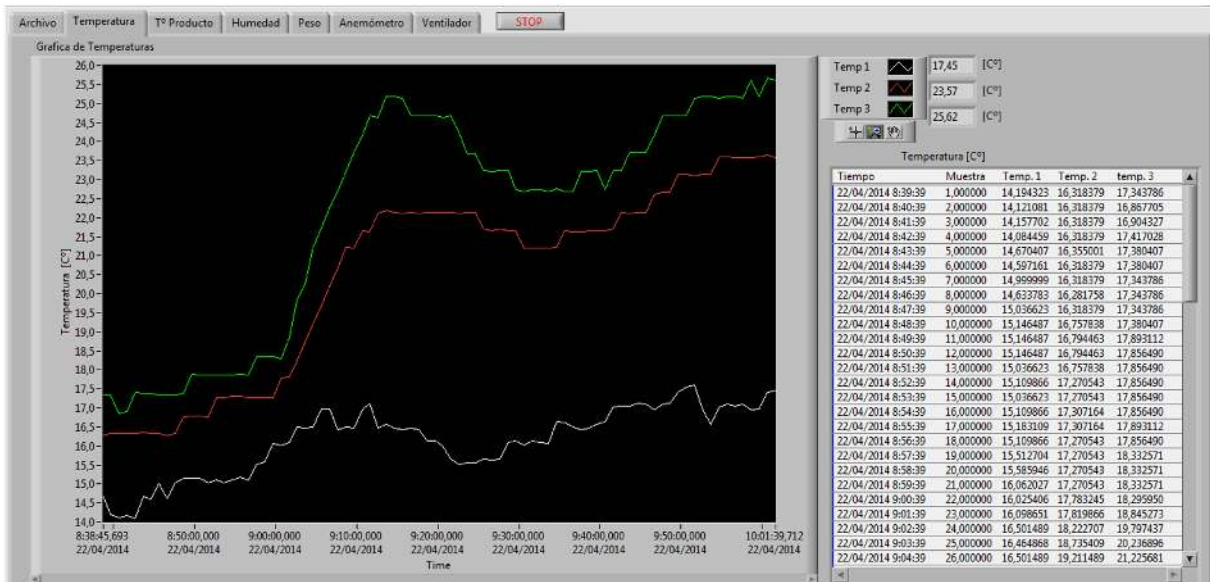


Figura 3. Interfaz de monitoreo de registro de datos.

Nota: se indican las características de cada sensor instalado en el secador solar multiuso.

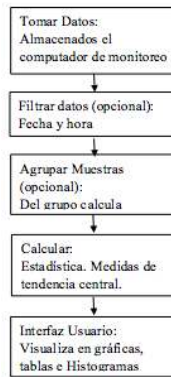


Figura 4. Procesamiento de dato.

La aplicación sigue el proceso que se describe en la Fig. 4. En primer lugar el sistema accede al archivo CSV para extraer todo el lote de datos censados. Luego el usuario puede filtrar los mismos por fecha y hora, es decir seleccionar una parte del lote de datos de interés del investigador. A continuación, si el lote de datos es extremadamente grande, puede agrupar muestras, por ejemplo si se adquirió datos cada 1 minuto, podría agrupar 60 muestras (una hora), y tener una representación de ellas, sea un promedio, máximo o mínimo. Los dos últimos procesos descritos son opcionales. Definidos los pasos anteriores la aplicación procede a calcular para dar resultados estadístico del lote de datos seleccionado.

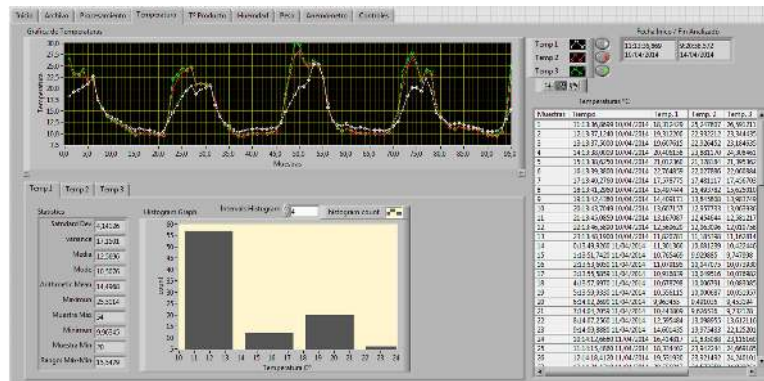


Figura 5. Interfaz usuario de procesamiento de dato.

En la Fig. 5 se muestra la interfaz usuario, en la que se analiza los datos de temperatura de los sensores THR-370/CM. En ella se imprimen gráficas de temperatura e histograma; así también se puede ver en la parte inferior izquierda los resultados de medidas de tendencia central. De igual forma se muestran las gráficas, histogramas y resultados de los demás sensores, agrupados por variables de la misma clase.

Telemetría

El proyecto de investigación del secador solar multiuso bajo condiciones meteorológicas de la ciudad de Riobamba, está enfocada a experimentar en dos etapas. La primera fase es realizar experimentos dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo y la segunda en sectores agrícolas de las parroquias del cantón Riobamba.

En función de ello se definió interfaces Ethernet para conectividad entre el Compact FiledPoint instalado en el secador solar multiuso y el computador en la central de monitoreo. La interfaz física Ethernet permite conexión de hasta 80 metros con cable de par trenzado UTP categoría 6, suficiente para cubrir la distancia para pruebas dentro de la UNACH. Mas para pruebas fuera de la institución se ha determinado enlaces de datos de microonda. La red se ha configurado como se muestra en la Fig. 6.

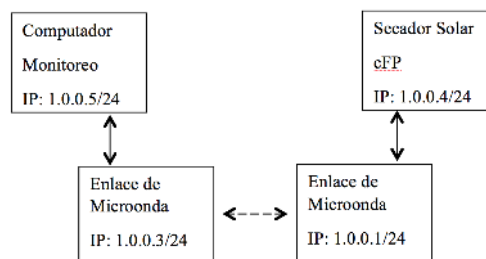


Figura 6. Red de Comunicaciones.

Los enlaces de microonda se simularon utilizando Radio Mobile. En la Tabla 2, se indican las coordenadas geográficas de las zonas agrícolas de las parroquias, con línea de vista a la UNACH cuyas coordenadas son 1° 39'6" S y 78°38'30" O; estos puntos se indican en la Fig.7.

En la Fig. 7 se han trazado anillos cada 10 Km; de esta figura también se puede observar que el enlace de microondas más corto es a la parroquia San Luis, mientras que el más largo es a la parroquia Flores. Las distancias de los enlace entre la UNACH y las parroquias está descritas en la última columna de la Tabla 2.



Figura 7. Enlaces de Microonda desde la UNACH a zonas agrícolas de parroquias de Riobamba.

Tabla 2. Coordenadas geográficas de parroquias cantón Riobamba. Distancia de enlace de microondas desde la UNACH a las parroquias.

Parroquia	Latitud	Longitud	Distancia (Km)
Cacha	1° 41' 47,50"S	78° 42' 50,1"O	9,45
Calpi	1° 37' 24,05"S	78° 46' 10,6"O	14,55
Cubijes	1° 39' 20,20"S	78° 33' 39,6"O	8,97
Flores	1° 50' 33,00"S	78° 39' 45,0"O	21,33
Licán	1° 39' 26,30"S	78° 44' 45,3"O	11,60
Licto	1° 48' 58,70"S	78° 38' 27,6"O	18,30
Pungalá	1° 48' 52,60"S	78° 34' 3,30"O	19,89
Punín	1° 45' 39,80"S	78° 41' 6,00"O	13,07
Químiag	1° 40' 8,80"S	78° 32' 34,1"O	11,15
San Juan	1° 34' 5,40"S	78° 48' 37,6"O	20,93
San Luis	1° 42' 34,50"S	78° 40' 33,7"O	7,48

Nota: Las distancias indicadas son desde la UNACH cuyas coordenadas son 1° 39'6" S y 78°38'30" O.

Del análisis simulado de perfiles topográficos, desde la UNACH hasta cada parroquia del cantón Riobamba, se determinó que son factibles los enlaces de microonda porque está despejado el haz electromagnético, en al menos 2 zonas de Fresnel del obstáculo potencial, como se muestra en la Fig. 8.

Los equipos de microondas utilizados para realizar las pruebas fuera de la UNACH son de la marca SIAE Microelectrónica modelo ALC plus 32E1 + Ethernet, y una antena THP-12 marca KATHERIN de alto rendimiento.

Pruebas del sistema

Las mediciones realizadas por el sistema han sido validadas por el Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UNACH, con equipos de mayor precisión. Los equipos utilizados se detallan en la Tabla 3.

Los resultados del cálculo de la aplicación de procesamiento de datos del sistema, se comparó con los obtenidos con el software de Microsoft Excel. Al comparar los resultados, todos fueron iguales hasta la 5ta décima. El tiempo invertido para ingresar y configurar los datos en Microsoft Excel fue mucho mayor con respecto a la aplicación del sistema. Los datos ingresados para realizar esta prueba son los del "Experimento 15 – PSS" [6].

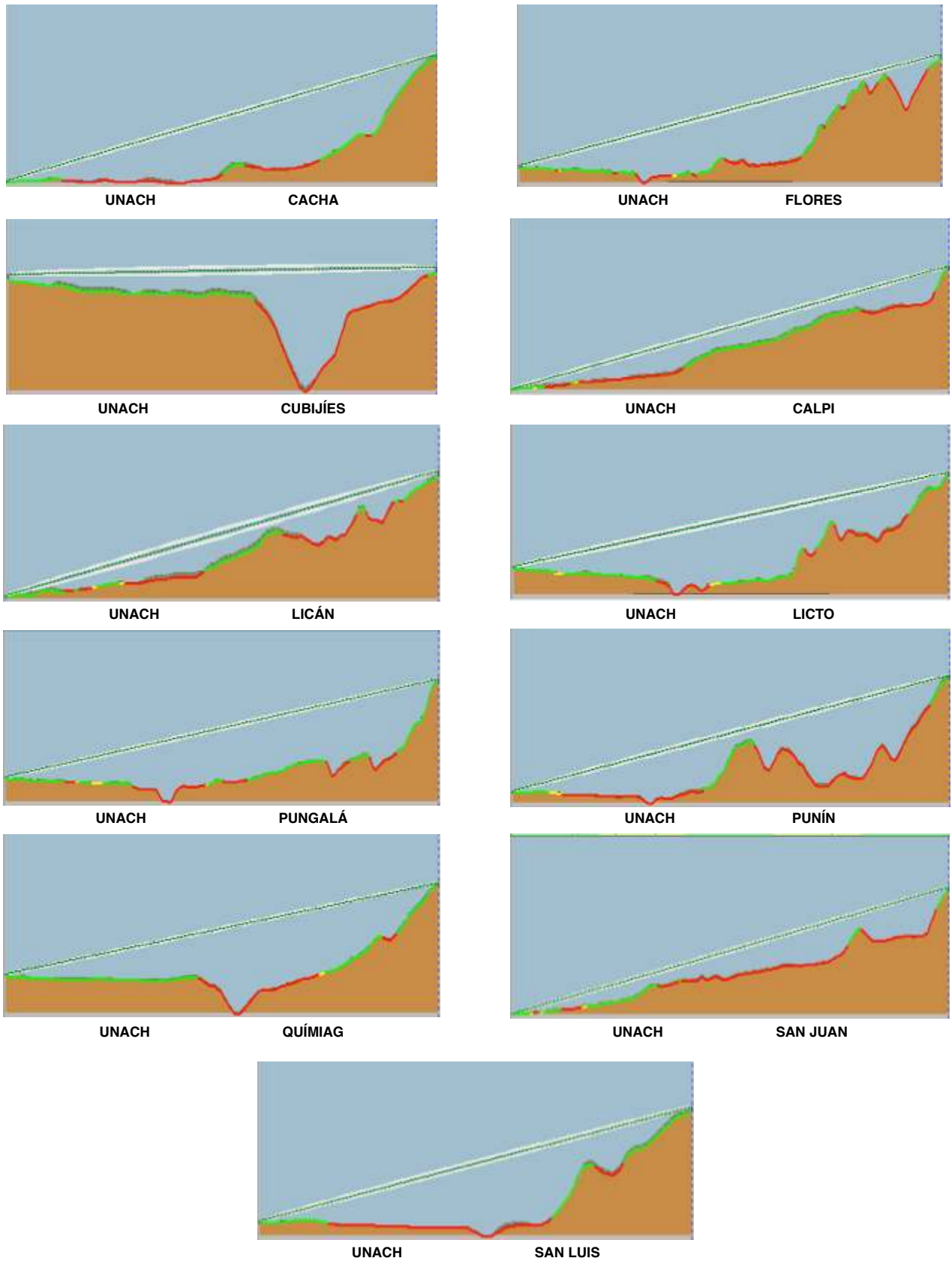


Figura 8. Perfiles topográficos. UNACH – Parroquias cantón Riobamba.

Tabla 3. Equipos de Laboratorio de Ingeniería Industrial - UNACH. Validación de medidas de sistema secador solar multiuso.

Magnitud	Equipo de referencia	Sensor	Precisión	En rango
Temperatura	Testo 480	THR-370/CM	± 0.4%	/
	Testo 480	LM35	1 °C	/
Humedad	Quest Tech° 34	THR-370/CM	± 0.2%	/
Peso	ADAM – PGW 253i	TJH-1	0.02%	/
Anemómetro	Meterman TMA10	ASP-I-D	± 0.4%	/

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A diferencia de estaciones meteorológicas comerciales que están diseñadas para condiciones estándar, el sistema implementado está diseñado específicamente para el secador solar multiuso de la UNACH, bajo condiciones físicas y meteorológicas de la ciudad de Riobamba. Esto incluye la ubicación de los sensores en lugares determinantes para la investigación, como es en el colector, cámara de secado y chimenea; así como también los rangos de medición típicos de la zona. Las interfaces implementadas en las aplicaciones son intuitivas y rápidas de configurar, en función de las características físicas del secador solar. La aplicación de adquisición de datos solo necesita ser configurada el nombre y lugar donde serán guardados los datos y el tiempo de muestreo. A diferencia de softwares de cálculo estadístico, como por ejemplo hojas de cálculo, la aplicación de procesamiento de datos implementada, realiza los cálculos de estadística descriptiva, de todas las variables al mismo tiempo, con solo seleccionar el lote de datos específicos, y mostrando los resultados en gráficas, tablas e histogramas; permitiendo al investigador contrastar mediciones entre distintos sensores y en rangos de tiempos específicos. La red de comunicaciones provee portabilidad al secador solar multiuso, es decir que el equipo de investigación sin salir de las oficinas ubicadas en la UNACH, puede monitorear al secador solar multiuso. Se ha implementado la red de tal forma que se tiene un canal dedicado para la comunicación de datos, de tal manera que está libre de ataques, congestiones y no depende de infraestructura de red de proveedores de internet.

CONCLUSIONES

El Sistema de Adquisición y registro de datos del Secador Solar Multiuso de la UNACH, funciona correctamente, dentro de los rangos de tolerancia de los sensores instalados, especificados en la Tabla 1, y con muestreo configurable de 1, 5, 15, 30 y 60 minutos; así también el espacios de memoria ocupado por las mediciones es de $n \times 150$ Bytes, siendo n el número de muestras.

Del procesamiento de datos de forma preliminar se obtuvo que en horas del mediodía la temperatura se incrementa por encima de la temperatura ambiente en 6 °C en el colector y 10 °C en la cámara de secado, mientras que en horas de la noche las temperaturas son similares.

La humedad relativa en horas del medio día es inferior a la del ambiente en un 17% en el colector y 20% en la cámara de secado. Es decir que en el día es más seco al interior del secador solar con respecto al ambiente externo; así también las mediciones de humedad relativa son similares tanto adentro como afuera del secador solar multiuso en horas de la noche variando entre el 80 a 90 por ciento.

Los tiempos de configuración en la aplicación desarrollada para realizar el análisis estadístico de datos, fueron alrededor de 15 minutos menos con respecto a software de análisis estadístico comercial.

Estos resultados se obtuvieron entre las fechas del 3 al 9 de junio del 2014, en pruebas al interior de la UNACH, con el enlace de microonda instalado entre el edificio de ingeniería industrial y el bloque B de la facultad de ingeniería, sin productos a secar, y para constatar el correcto funcionamiento del sistema de adquisición y procesamiento de datos del secador solar multiuso de la UNACH, bajo condiciones meteorológicas de la ciudad de Riobamba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Plantas saludables preparadas con secado solar. (22 de 08 de 2011). Retrieved 28 de 11 de 2013 from <http://www.terra.org/categorias/articulos/plantas-saludables-preparadas-con-secado-solar>
- [2] Arquímides, H. (2013). Investigación secador solar multiuso de la Universidad Nacional de Chimborazo. Seminario internacional de energía y ambiente. Riobamba - Ecuador.
- [3] Chafla, G. (2012). Capa de Interfase de Red. Maestría en Redes de Comunicación. Quito.
- Jiménez, G. (20 de 11 de 2012). Universidad de Veracruzana. Retrieved 04 de 12 de 2013 from <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31562/1/ferranjimenezgerardo%20.pdf>
- [4] Llanga, A. (2014). Diseño y construcción de un sistema de adquisición y registro de datos de telemetría para el proyecto de investigación secador solar multiuso de la Universidad Nacional de Chimborazo. Quito: PUCE.
- [5] Llanga, A. (15 de junio de 2014). 4shared. Retrieved 15 de Junio de 2014 from http://www.4shared.com/file/LGdYzGK9ba/EXPERIMENTO_15_-_PSS.html
- [6] Montero, I. (11 de 2005). Universidad de Extremadura - Servicio de Publicaciones. Retrieved 01 de 12 de 2013 from <http://dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/576.pdf>
- [7] Luna, C., & Cruz, C. (4 de 2003). Repositorio UTE. Retrieved 05 de 12 de 2013 from http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/10970/1/20546_1.pdf