

## DESEÑO DUNHA ESTACIÓN METEOROLÓXICA AUTOMÁTICA PARA A MEDICIÓN LOCAL DO POTENCIAL DE ENERXÍA SOLAR E EÓLICA

AUTORES: Javier Diz Bugarín, José Fernando García González, Francisco Javier Darriba Rodríguez, Salvador Rodríguez Muñoz. Profesores do IES Escolas Proval (Nigrán). Avda. Portugal 171, NIGRÁN 36350.  
javier.diz@edu.xunta.es, fernandogarcia@edu.xunta.es, javidar@edu.xunta.es, salvador@edu.xunta.es.

### antecedentes

A historia do actual IES Escolas Proval comenza en 1905 coa fundación en Buenos Aires da Unión Hispano-Americana Pro Valle Miñor, entidade encargada de crear unha escola no Val Miñor “*sobre las reglas y preceptos de la moderna pedagogía*”. Esta escola ábrese en 1909 e desde 1915 ocupa o edificio actual. No seu proxecto educativo dábase grande importancia ás ciencias, e así xa en 1917 puxeron en marcha un observatorio meteorolóxico con garita de madeira, termómetro de máximas e mínimas e pluviómetro Hellman. Os datos proporcionados inclúense nos anuarios do Servicio Meteorolóxico Español desde 1918, iniciando deste xeito a historia meteorolóxica oficial do Val Miñor.



Despois da guerra civil o edificio deixa de empregarse como escola, pérdese o material e todo queda abandonado ata que en 1981 se reabre como centro de formación profesional.

Como non podía ser doutro xeito, en 1987 volve converterse en centro colaborador do Instituto Nacional de Meteoroloxía, cun novo observatorio dirixido polo profesor Salvador Rodríguez Muñoz.

Este observatorio consta dunha garita protectora de radiación, termómetros de máximas e mínimas, pluviómetro e evaporímetro. Os datos recóllense a diario e se envían resumos ó INM con periodicidade mensual e anual.



Hoxe a do IES Escolas Proval segue a ser a única estación meteorolóxica oficial do Val Miñor. Nin sequera existe ningunha estación automática na zona, as máis próximas están no Monte Aloia (Tui) e no concello de Oia. Pero as características particulares da zona fan que ningunha delas poida considerarse totalmente representativa do clima local.

En 2005 un grupo de profesores e alumnos dos ciclos formativos de electrónica iniciamos o proxecto de automatización da estación meteorolóxica. A idea

deste proxecto non era substituír ó observatorio existente, que sigue sendo o único oficial, senón colaborar con éste facilitando a obtención da información e sobre todo poñela a disposición de todo o mundo aproveitando os novos medios tecnolóxicos.

De feito, os datos oficiais proporcionados pola estación manual serven para a validación dos novos sensores electrónicos, o que supón un importante respaldo á súa fiabilidade.

A estación automática está deseñada pensando na difusión pública inmediata da información recollida mediante unha páxina web específica que se actualiza cada poucos minutos, presentando datos e gráficas de fácil interpretación. Os datos almacenados tamén poden consultarse e copiarse libremente.

Desta forma preténdese proporcionar un servizo público á comunidade en que se asenta o Instituto e continuar o labor de difusión de coñecemento científico iniciado hai máis de 100 anos, engadindo as novas tecnoloxías da información e enerxías renovables.

Este servizo non supón un custo engadido en medios informáticos nin en conexión a internet, xa que aproveita a infraestrutura da rede informática educativa de Galicia (SIEGA), contribuíndo a aumentar a rendibilidade social do investimento efectuado nela.

Actualmente séguese a realizar melloras na instalación, como o deseño e construción de novos circuitos e sensores e realización de novos programas de xestión de datos. Tamén está previsto construír varias unidades da estación que se instalarán noutros centros da zona do Val Miñor, creando unha pequena rede meteorolóxica educativa a nivel local. Unha vez elaborada toda a documentación necesaria poráse a disposición do público en xeral a través da páxina web para que calquera outro centro educativo ou organización sen ánimo de lucro poida montar un equipo similar.

## **esquema xeral**

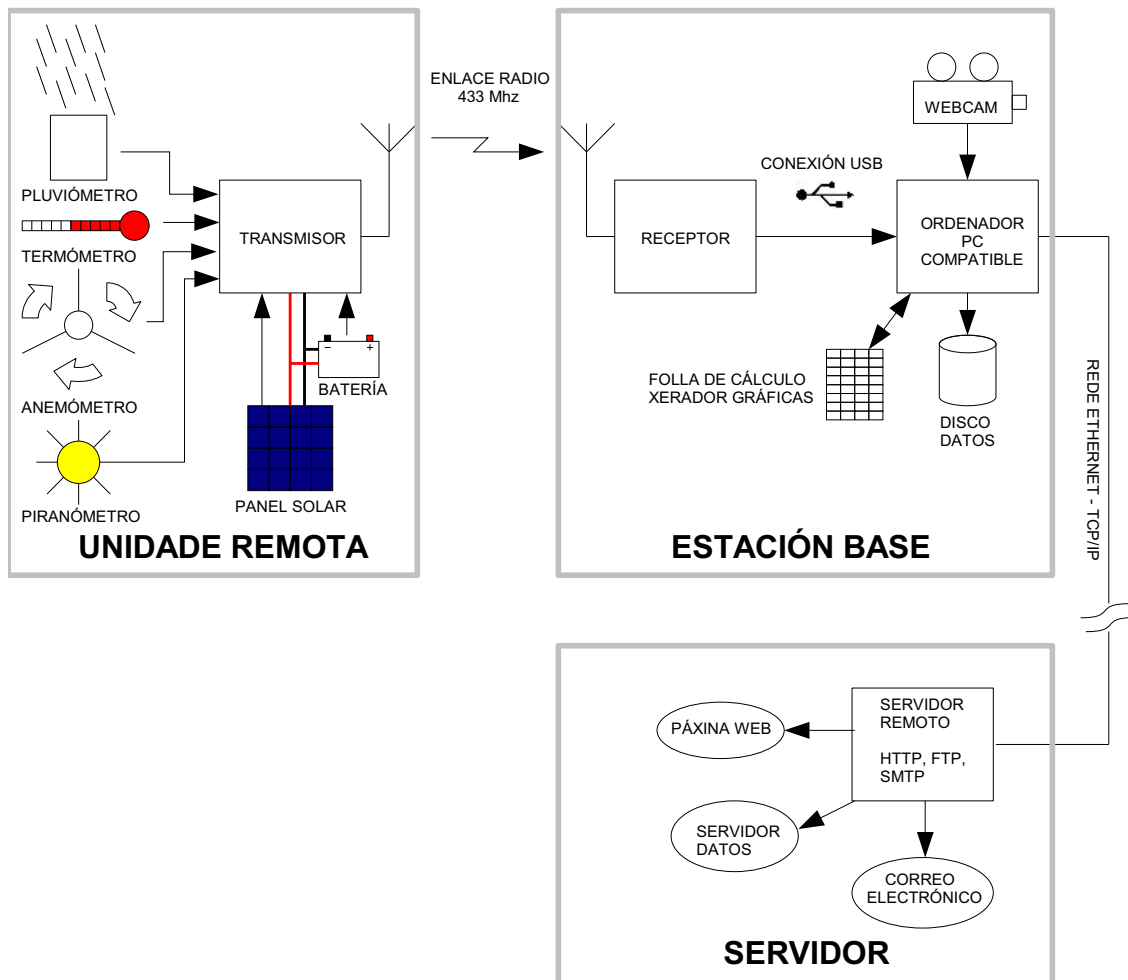
O esquema completo da estación está formado por:

Unha **unidade de sensores** situada no punto de captación de datos. Esta unidade é autónoma, alimentada por enerxía solar, con baterías recargables para funcionamento nocturno ou en días nublados, e transmite mediante un radioenlace os datos recollidos á estación base.

Unha **estación base** formada polo módulo receptor do radioenlace e un ordenador con conexión permanente a internet. Este ordenador recibe os datos da unidade remota, os procesa, almacena (en arquivos de texto e follas de cálculo para o seu tratamento e análise) e pon a disposición do público a través do servidor de internet.

Un **servidor de correo electrónico e páxinas web** que se converte no centro de divulgación dos datos adquiridos. Nel se poden consultar as últimas medidas recibidas, os arquivos históricos de datos xerados pola estación base, gráficas elaboradas, e tamén se encarga de enviar os datos por correo electrónico ós destinatarios que o desexen.

## ESQUEMA XERAL DA ESTACIÓN METEOROLÓXICA



### fases do proxecto

Este é un proxecto permanente de innovación tecnolóxica, polo que non está prevista unha data de finalización concreta. En todo caso se podería considerar como un “proxecto matriz” de tipo plurianual, no que se experimentarán diferentes tecnoloxías que se poden usar logo para prácticas de aula, módulos de ciclos formativos, grupos de traballo, xornadas técnicas.

Ata chegar ó seu estado actual poden definirse varias fases de realización, que coinciden aproximadamente cos prototipos construídos: unha primeira fase de estudo de viabilidade, unha segunda fase de construción do prototipo real e unha terceira fase de explotación e mellora continua.

### fase 1: estudio de viabilidade

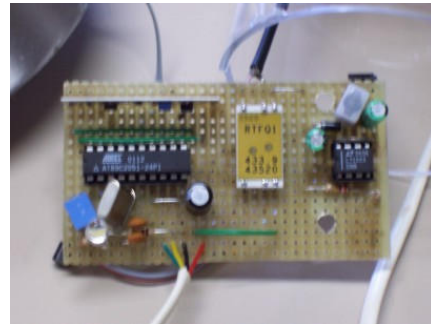
Os primeiros ensaios prácticos do proxecto fixéronse durante o curso 2004-2005 coa montaxe de varios circuitos de transmisión e recepción de datos e lectura de sensores.

Estas probas tiñan como finalidade estudar a viabilidade do proxecto, detectar problemas e solucionarlos posteriormente.

Nesta primeira fase a construción dos elementos foi totalmente artesanal, xa

que só se trataba de comprobar o seu funcionamento.

- Os primeiros circuitos levaban un sensor de temperatura e humidade, un microcontrolador e módulos transmisor e receptor de radio de 433MHz en AM.



- Non se deseñaron placas de circuito impreso específicas, senón que os compoñentes se montaron nunha placa de tiras perforadas.

- As antenas estaban feitas con dous fíos ríxidos coa lonxitude axeitada para a frecuencia de transmisión (17cm).

- A saída do receptor era tipo porto serie RS232 para conexión directa a un PC.

- A lectura de datos fíxose mediante o programa terminal de Windows.

- A montaxe do transmisor fíxose empregando a carcasa dunha farola solar de xardín, que tiña a vantaxe de dispoñer tamén da célula solar e as baterías para alimentar o circuito.

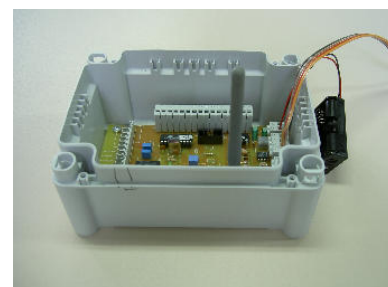
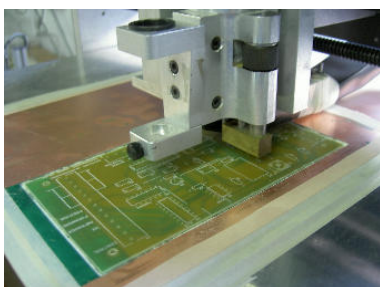


- O sensor de temperatura e humidade estaba inicialmente dentro da farola, pero como esta ubicación non cumpría os requisitos de ventilación e protección do sol necesarios para unha toma correcta de datos optamos por separalo mediante un cable de suficiente lonxitude e colocalo nun lugar máis protexido.

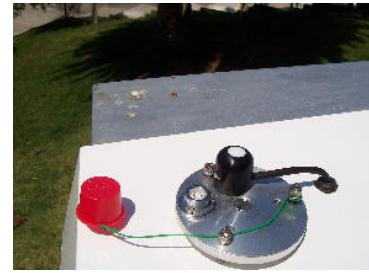
Ó comenzo do curso 2005-2006 fixemos unha instalación semipermanente dos elementos existentes mentres non se remataba o segundo prototipo. O transmisor e sensores quedaron instalados na caseta meteorolóxica, coa antena e célula solar na parte superior desta.

## fase 2: prototipo real

Durante o curso 2005-2006, en colaboración cos alumnos e profesores dos módulos “Desenvolvemento de Proxectos de Productos Electrónicos” e “Construcción de Prototipos Electrónicos” do ciclo superior fíxose o desenvolvemento e construción das placas dos circuitos transmisor, receptor e sensores para a súa montaxe definitiva. Tamén se elabora a documentación técnica do proxecto, cos esquemas, planos e especificacións necesarias para a súa realización posterior.



Nesta fase tamén se engadiron novos sensores, como o de presión atmosférica (utilizando un circuito integrado específico). O sensor de radiación solar (piranómetro) é do tipo de diodo de silicio. Neste sensor é moi crítica a posición de montaxe, ten que estar perfectamente horizontal para proporcionar medidas correctas.



Na parte superior da garita instalouse unha base de aluminio para a antena transmisora (serve de plano de masa), o piranómetro e as células solares. As células están dirixidas cara ó sur e a súa posición é practicamente vertical para garantir a alimentación do circuito en inverno. Isto ten ademáis a vantaxe de que o auga ou o lixo non se acumulan sobre elas reducindo a súa eficiencia.



Por último instalouse a caixa de circuitos e sensores no interior da garita e fíxose o cableado de todo o sistema baixando os cables polo interior do conducto de ventilación da garita igual que no prototipo anterior.

### fase 3: explotación e mellora

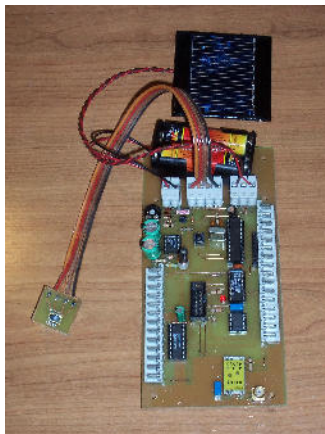
Unha vez concluída a fase de prototipo real o proxecto entra xa nunha situación de funcionamento estable, pero queda moito traballo por facer: novos sensores, melloras nos circuitos e na programación para redución de fallos de funcionamento, mantemento, etc.

En novembro de 2006 mercamos e instalamos un pluviómetro e anemómetro comerciais conectados á estación, que se empregarán mentres non se rematen os de construción propia (que están en fase de prototipo).

O programa de xestión de datos deixa de usar a folla de cálculo Excel (programa propietario) e pasa a OpenOffice Calc (de libre uso). Este é o primeiro paso para un futuro cambio ó sistema operativo Linux.

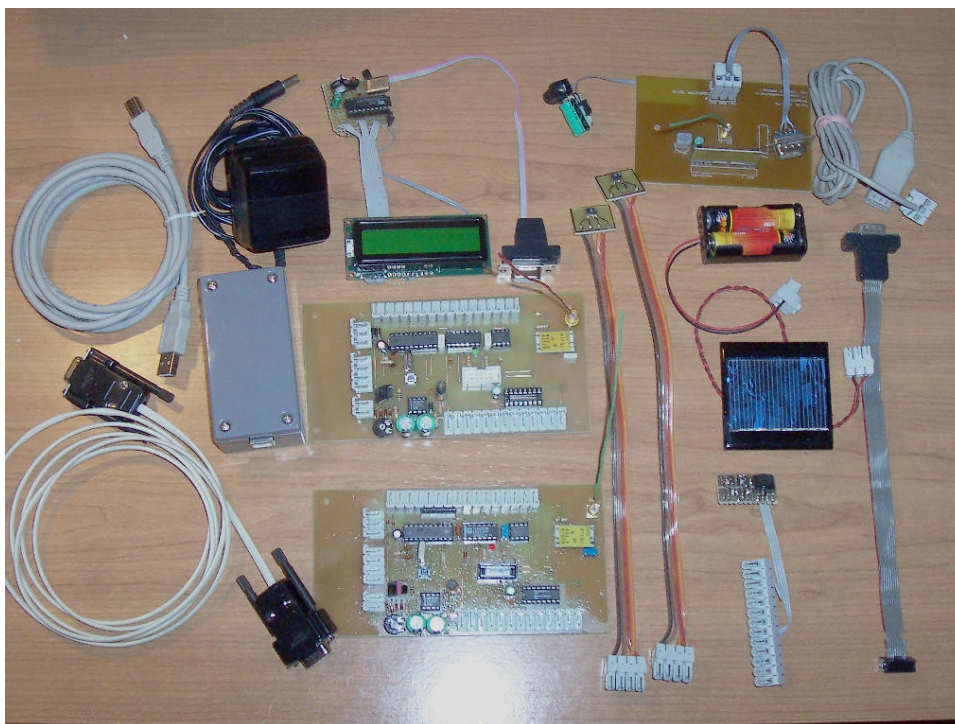
En xaneiro de 2007 faise un redeseño das placas de circuito impreso para solucionar algúns problemas de funcionamento. Estas placas son as que están actualmente en uso.

Constrúense diferentes accesorios (cables, receptor portátil, visualizador LCD) para permitir todas as posibles configuracións de funcionamento do sistema.



## sistema actual

Na seguinte fotografía pode verse o conxunto de circuitos electrónicos realizados para cubrir todas as posibilidades de configuración do sistema:



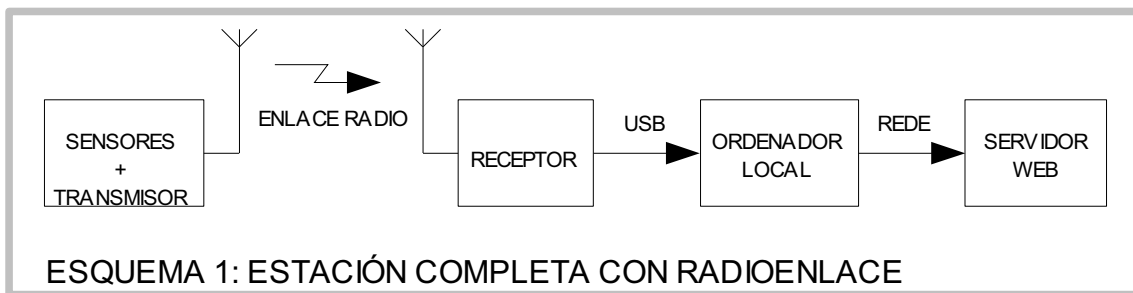
- Placas de sensores e sistema de transmisión
- Sensor de temperatura e humidade (SHT15)
- Sensor barométrico (MPXA6115A)
- Célula solar de alimentación
- Xogo de baterías (tipo AA)
- Placa de receptor
- Adaptador receptor - porto serie
- Adaptador emisor – porto serie (para conexión directa sen enlace radio)
- Conversor serie – usb (en caixa)
- Visualizador LCD para conexión directa a emisor ou receptor
- Alimentador para visualizador
- Cable de conexión serie
- Cable de conexión usb

## posibilidades de configuración

Os elementos realizados poden combinarse para formar diferentes esquemas de uso. Están previstas as seguintes configuracións:

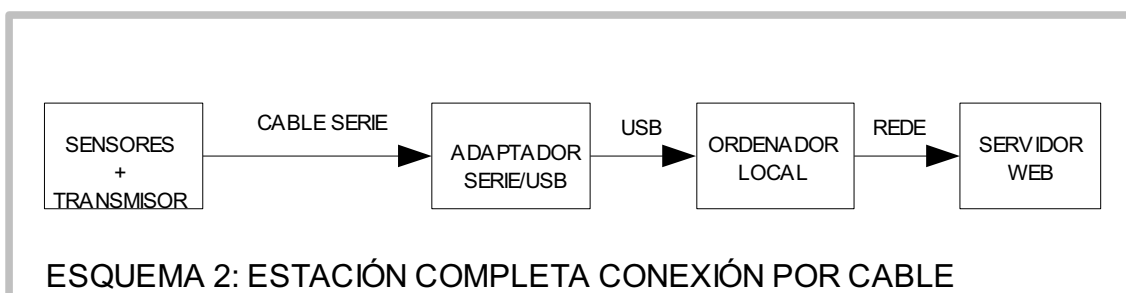
### 1) Estación meteorolóxica completa con conexión por radioenlace

Esta configuración está formada polo emisor autónomo alimentado por enerxía solar, a estación receptora con ordenador e o servidor de correo e páxinas web. O emisor envía os datos mediante un radioenlace de 433MHz, o que permite a súa colocación en calquera punto dentro dun radio aproximado de 100m (dependendo da visibilidade e interferencias existentes).



## 2) Estación meteorológica completa con conexión por cable

Esta configuración está formada polo emisor autónomo alimentado por enerxía solar, a estación receptora con ordenador e o servidor de correo e páxinas web. A conexión emisor-receptor faise mediante un cable de datos serie RS232 cunha lonxitude máxima aproximada de 20m.



## 3) Outras configuracións:

Tamén é posible configurar os elementos para que funcionen como control domótico, termostato ou rexistrador totalmente autónomo.

## elaboración da páxina web

Un dos aspectos que consideramos máis importantes deste proxecto é a capacidade de difusión da información obtida de forma rápida e universal. Por iso a elaboración da páxina web e o seu correcto funcionamento foron un dos puntos clave de todo o sistema.

Esta páxina web non está aloxada no ordenador receptor de datos do centro, xa que isto obrigaría a transformalo nun servidor web que tería que soportar un elevado tráfico de datos e con accesibilidade permanente, o que non é posible polas características da rede educativa. Por este motivo a páxina está aloxada no servidor web de centros da Consellería de Educación da Xunta de Galicia.

**Eu.gal** Galicia  
**I.E.S. Escuelas Proval**  
**Estación Meteorológica**

10/11/2006: están activos os sensores de temperatura, humidade relativa, presión atmosférica, radiación solar total  
 Novembro 2006: xa temos tamén oloviómetro e anemómetro autovento

[Inicio](#) [Calar para web](#)

**LECTURA DATOS:**

**último lectura:**  
 DATA: 10/11/2006  
 Hora: 10:00:00  
 Temperatura: 14,30 C  
 Humidade: 60,0 C %  
 Presión: 1013,0 hPa  
 Radiación: 100,0 W/m²  
 Velocidade do vento: 0,0 m/s  
 Dirección do vento: 0,0  
 Precipitación: 0,0 mm  
 Oloviómetro: 0,0 mm  
 Anemómetro: 0,0 m/s

**temperatura diaria**  
 Gráfico de temperatura diaria.

**humidade relativa**  
 Gráfico de humedad relativa.

**velocidade do vento**  
 Gráfico de velocidad del viento.

**dirección do vento**  
 Gráfico de dirección del viento.

**precipitación acumulada diaria**  
 Gráfico de precipitación acumulada diaria.

**ENLACES:**  
[MeteoGal: páxina de estacións](#)  
[Instituto Nacional de Meteorología](#)  
[Mapas de Galicia \(InfoGal\)](#)  
[Pronóstico Galicia](#)  
[Windchurn: predicións e datos en directo](#)  
[EMMETSAT \(imágenes satelites\)](#)

**IMAXE SATELITE:**  
 Imagen satelital de Galicia.

**REDES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS:**  
 red: A-01-01

**OUTRAS ESTACIONES PROGRAMAS:**

© 2006 EMMETSAT (www.emmetSAT.es)

O ordenador local encárgase de recibir os datos da estación, os almacena e periódicamente xera un conxunto de arquivos de datos e gráficas con formatos axeitados para a súa publicación en web. Estes arquivos se envían ó servidor externo e quedan automaticamente enlazados coa páxina para a súa consulta inmediata.

Aproveitando este mesmo esquema de funcionamento engadiuse ó sistema unha cámara web que envía imaxes periódicamente á mesma páxina, o que proporciona información adicional (por exemplo, do estado do ceo).

Na mesma páxina tamén se inclúen enlaces a imaxes do satélite Meteosat e outras estacións e servicios meteorolóxicos.

Un aspecto destacable é a conexión da estación con redes internacionais automáticas, en concreto as redes METEOCLIMATIC e AWEKAS .



## desenvolvemento de novos sensores

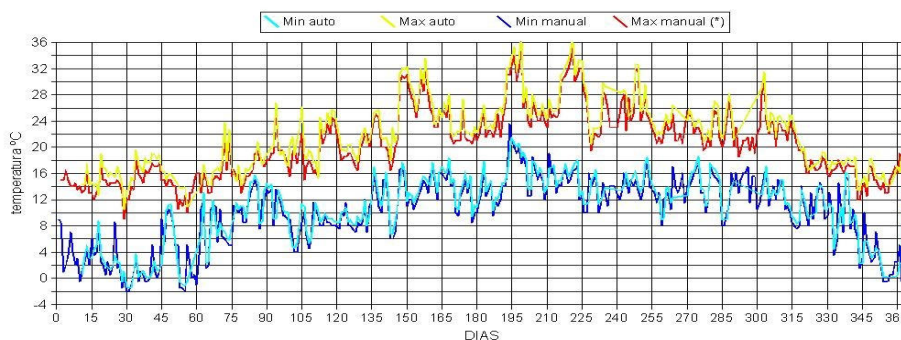
Un dos problemas con que nos atopamos no desenvolvemento deste proxecto foi a obtención dos sensores meteorolóxicos máis específicos, como o pluviómetro, anemómetro, catavento, piranómetro e outros. Existe a posibilidade de mercalos como accesorios dos fabricantes de estacións automáticas comerciais, pero esta opción ademais de cara provoca unha dependencia de suministro que preferimos evitar. Por este motivo a nosa decisión foi planificar a construción integral da estación, incluídos os sensores electromecánicos máis complexos. Ensaíamos diferentes sistemas de medición, especialmente no caso do pluviómetro, ata obter un resultado aceptable. Neste momento xa temos un prototipo viable de pluviómetro e anemómetro, e están en probas o catavento e piranómetro, o que xa permitiría substituír tódolos sensores comerciais actuais polos de construción propia.



## gráficas e resultados

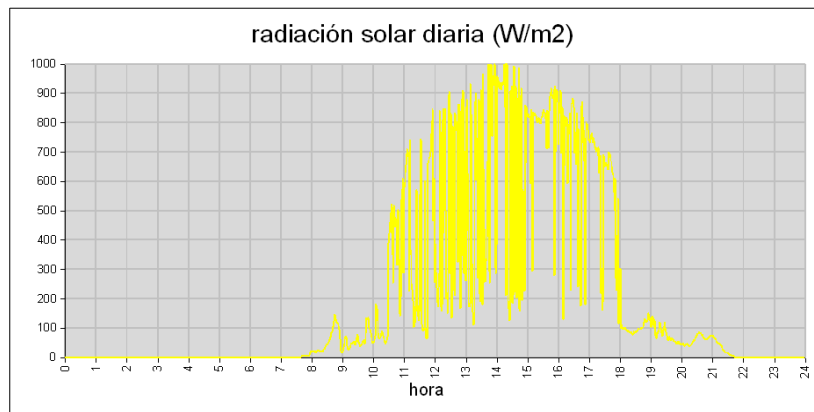
Esta gráfica corresponde á comparativa de temperaturas de todo o ano 2006 entre os datos da estación manual e automática.

ANO 2006 - comparativa estacións manual e automática





Esta é unha gráfica de radiación solar dun día con nubes e craros alternados:



## orzamento

Na seguinte táboa preséntase o resumo de orzamentos dos elementos mínimos do sistema (emisor, receptor e sensores electrónicos).

EMISOR	74,08
RECEPTOR	39,9
SENSORES TEMP-HUM-PRES	43,07
SUMA	157,05
IVE	25,13
<b>TOTAL (EUROS)</b>	<b>182,18</b>

## melloras futuras

Temos previsto seguir traballando nos seguintes temas de mellora:

- Desenvolvemento de novos sensores de baixo custo. Xa temos elaborados varios prototipos de pluviómetro e anemómetro, estamos facendo ensaios para a construción de catavento e piranómetro e temos previsto començar a traballar en novos medidores de radiación infravermella e ultravioleta.
- Melloras no radioenlace, aumentando a potencia ou cambiando o sistema de transmisión, aproveitando o enorme desenvolvemento actual de módulos bluetooth, redes ethernet wireless, etc.
- Melloras no programa de xestión de datos, fundamentalmente para facilitar a accesibilidade ós datos almacenados mediante resumos en folla de cálculo, gráficas, cálculo de máximas e mínimas, etc.
- Cambio de sistema operativo a Linux.
- Construción e instalación no centro dun receptor autónomo con pantalla LCD ou monitor TV para mellorar a difusión da información en tempo real.
- Incorporación de tarxetas MMC/SD como sistema de almacenamento, tanto no emisor (para o modo rexistrador autónomo) como no receptor (salvagarda de datos en caso de fallos de alimentación no pc).

- Substitución do módulo actual de recepción por outro máis complexo, que incorpore as seguintes características:

a) conexión directa a rede ethernet

b) almacenamento en tarxeta SD

c) xestión directa de protocolo TCP/IP para envío de datos ó servidor web.

O anterior completárase co traslado do programa de xestión de datos ó servidor web e o cambio de linguaxe de programación a PHP, de xeito que o almacenamento e tratamento de datos fariáanse no propio servidor.

Estas modificacións permitirían a eliminación completa do ordenador local no sistema de recepción, con importantes vantaxes:

- Reducción de custo do sistema

- Eliminación da dependencia de sistemas operativos pouco fiables (Windows) e o custo asociado en licencias.

- Reducción moi importante de consumo eléctrico

- Posibilidade de alimentación directa a baterías recargables con paneis solares, o que daría total autonomía ó sistema, solucionando problemas como os cortes de luz, cortes de enlaces de datos, etc. Na actualidade, incluso co uso do SAI o sistema aguanta en funcionamento poucos minutos desde o corte de suministro.

## **bibliografía**

“O clima no Val Miñor”, por Salvador Rodríguez Muñoz, artigo publicado no número 1 da Revista de Estudos Miñoranos, Gondomar 2001.

“As escolas dos emigrantes e o pensamento pedagóxico: Ignacio Ares de Parga e Antón Alonso Ríos”, Xosé Manuel Malheiro Gutiérrez, Ed. Do Castro, Sada, 2006

“A Escola Americana de Proval: Un Monumento Vivo”, traballo realizado por alumnos do centro e os profesores Xosé M. Fachal e Rosa Pascual, premiado pola UNESCO.