UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
FACULTADE DE FíSICA
Departamento de Física de Partículas

El Proyecto Pierre Auger como Granja de SF's Aislados

Iago Rodríguez Cabo, Ángeles López Agüera

XXX Reunión Bienal de la RSEF

Estructura

- El Proyecto Pierre Auger.

- Motivación del trabajo.

- El SF del PAO:
    - Componentes.
    - Control de calidad: envejecimiento y anomalías

- Conclusiones

El Proyecto Pierre Auger

Haverah Park, AGASA: matriz de detectores ČerenkoV

Fly's Eye, HiRes: detectores de fluorescencia del Ni atmosférico

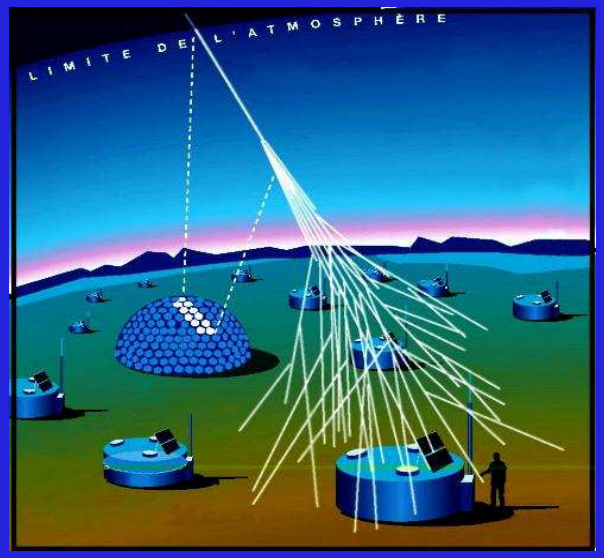
⇓

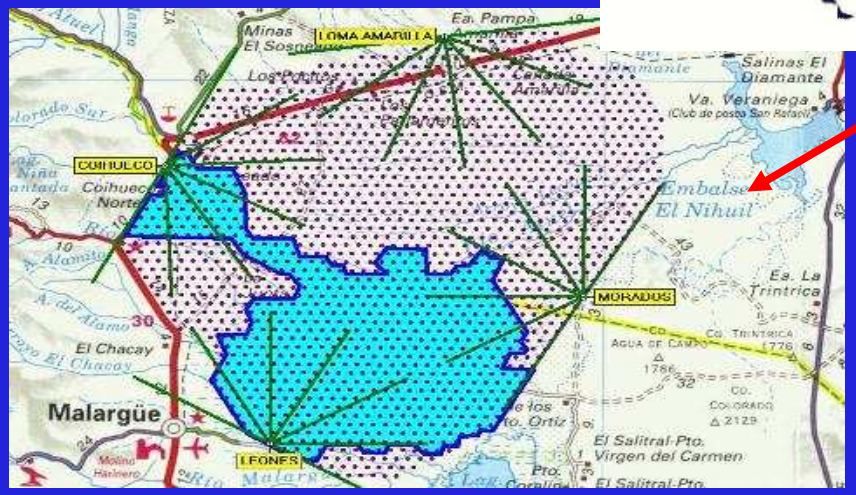
Pierre Auger: **matriz hexagonal de 1600 detectores ČerenkoV en 3000Km^2, alimentados por medio de SF's aislados**

+

4 detectores de fluorescencia

3000 eventos sobre GZK en 20 años

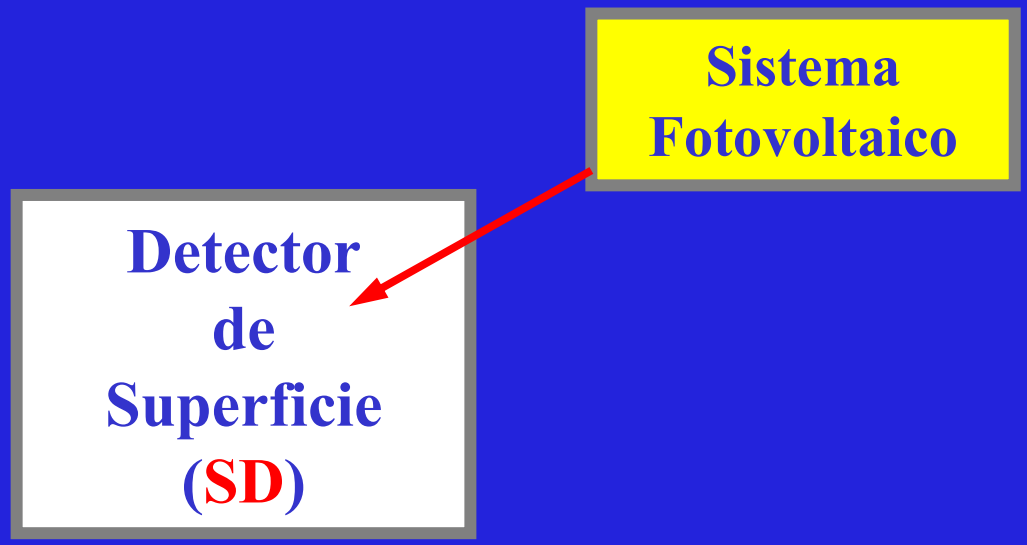




Motivación del trabajo

- Los detectores de superficie (autónomos) necesitan energía para alimentar la electrónica de lectura, el trigger, las comunicaciones (radio)...**=> SF aislado**

- Dichos SF's **deben estar, por tanto, bajo seguimiento**.



El PAO supone una oportunidad única para el estudio de SF aislados

⇓

Existe una **novedosa aplicación** indirecta en el campo de la energía FV de un detector de Astropartículas

¿Por qué es una ocasión única?

==> El PAO **supone la mayor fuente de estadística de SF's aislados que haya habido nunca**:

==> 1600 SF's con una potencia total de 0.16MWp continuamente monitorizados.

=> El analisis de los datos del SF del PAO tiene, pues, dos vertientes:

- Afianzamiento de la base energética de funcionamiento del PAO.

- Abre la posibilidad de realizar estudios en el ámbito de los SF's.

Esquema del SF del PAO

Panel Solar: ISOFOTÓN W53

PCMB

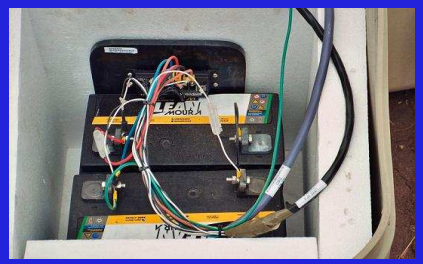
Diseño óptimo:
10 W

Corte por baja:
19 V

Corte por sobrecarga:
f(T) = 28.2+ 0.06(25-T)

Regulador:
Morning Star 10

Batería: Clean Moura 105Ah



Objetivos básicos

- **Control de Calidad:** serie de procedimientos que aseguran la calidad y el correcto funcionamiento del SF y, por ext., del PAO

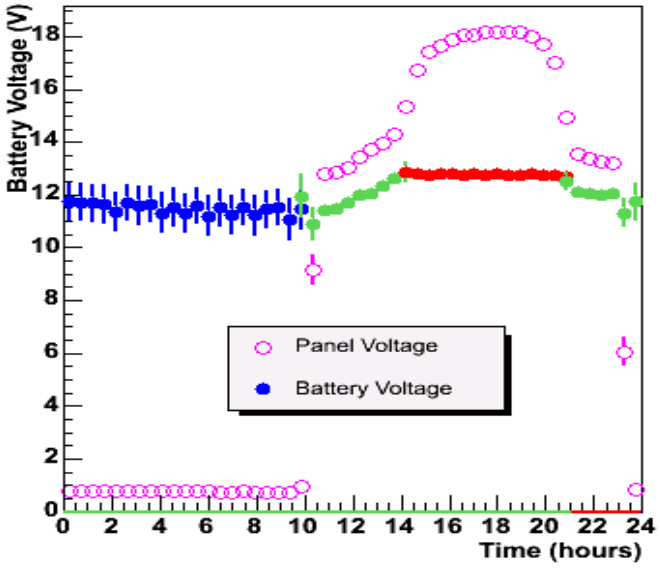
- La **baterías** son los elementos más débiles del SF y deben ser sustituidas 4 ó 5 veces durante la duración del experimento (vida media panel = 20 años; vida media batería = 4:5 años)

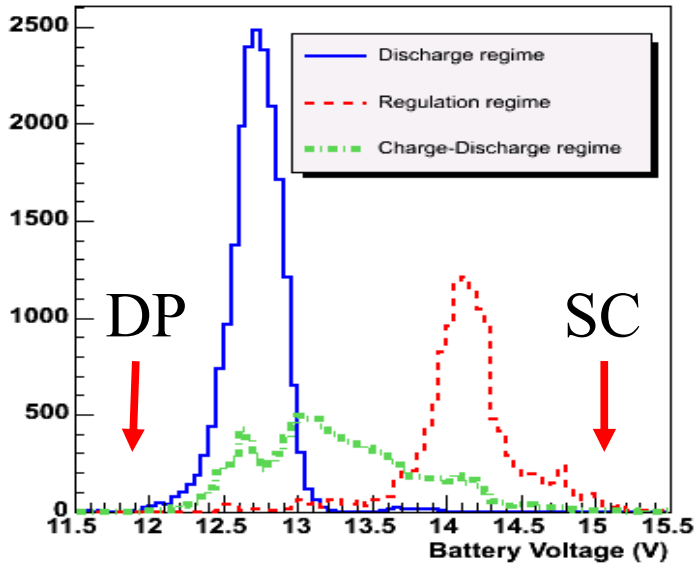
⇓

El estudio ha de centrarse en su **envejecimiento** y **anomalías**. A más largo plazo, también existe la posibilidad de realizar estudios de los módulos fotovoltaicos.

Función de voltaje de una batería, $f_V(t)$

Son los valores de tensión que adquiere la batería en función del tiempo. Caracteriza el estado de la batería





Función de Voltaje **Probabilidad de $f_V(t)$**

Regímenes de funcionamiento:

Descarga profunda (<11.8V)
Descarga (entre 11.8 y 13V)
Carga-descarga (entre 13 y 13.5V)
Regulación (entre 13.5 y 15V)
Sobrecarga (más de 15V)

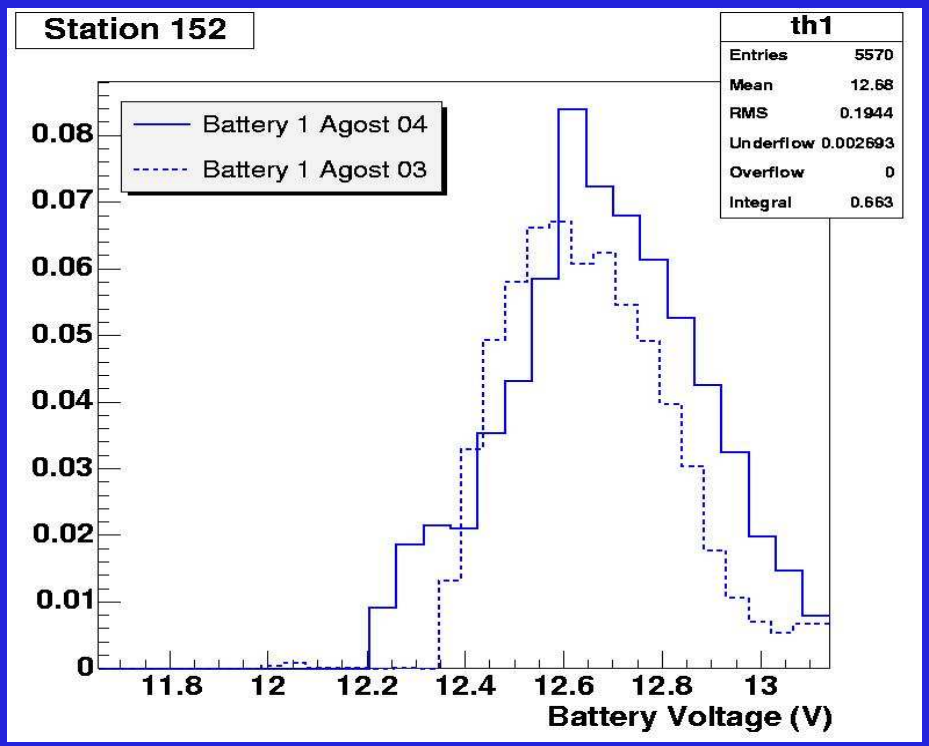
Las regiones de descarga profunda y sobrecarga no deberían alcanzarse.

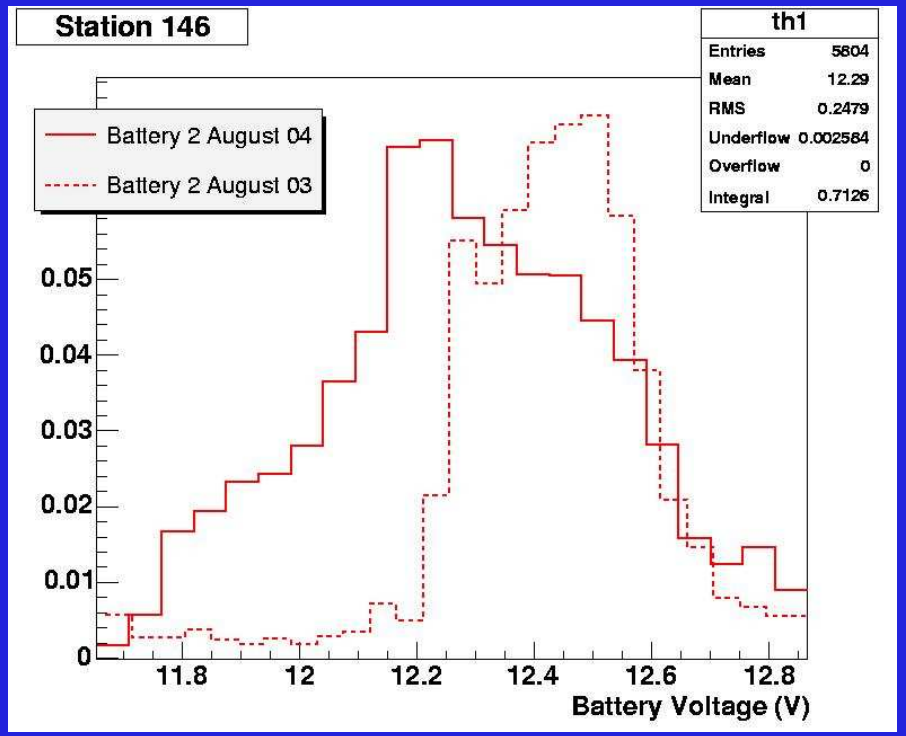
Estimación de la vida remanente de las baterías

La degradación de las baterías puede permanecer oculta durante mucho tiempo
La predicción de la vida media remanente es de gran importancia en los SF's.

Envejecimiento estándar: ciclado

Envejecimiento anómalo:
DP, SC y estratificación



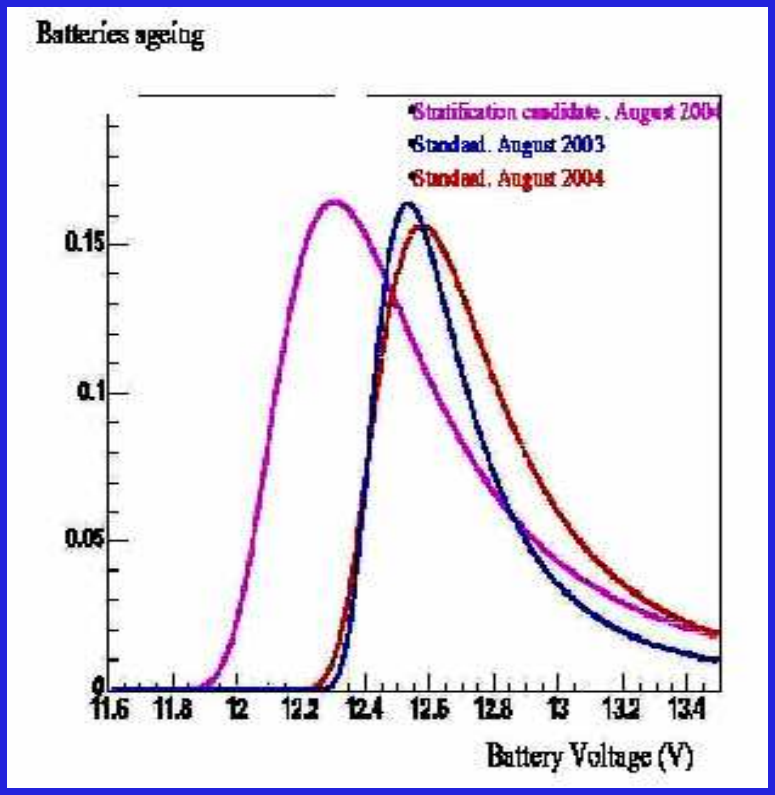


Envejecimiento → Ensanchamiento del pico de descarga

Variable RMSE

El envejecimiento se caracteriza a partir de la evolución de la distribución de $f_V(t)$
Para ello, se define el **RMSE**:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{l=0}^{n^o\,bines} \left[f_V^1(i) - f_V^2(i) \right]^2}{n^o\,bines}}$$



La variación en la distribución se asocia a una pérdida de capacidad por envejecimiento (E. Lorenzo, S. Labed. PIP: Volumen 13 Capítulo 3. Páginas 251-260):

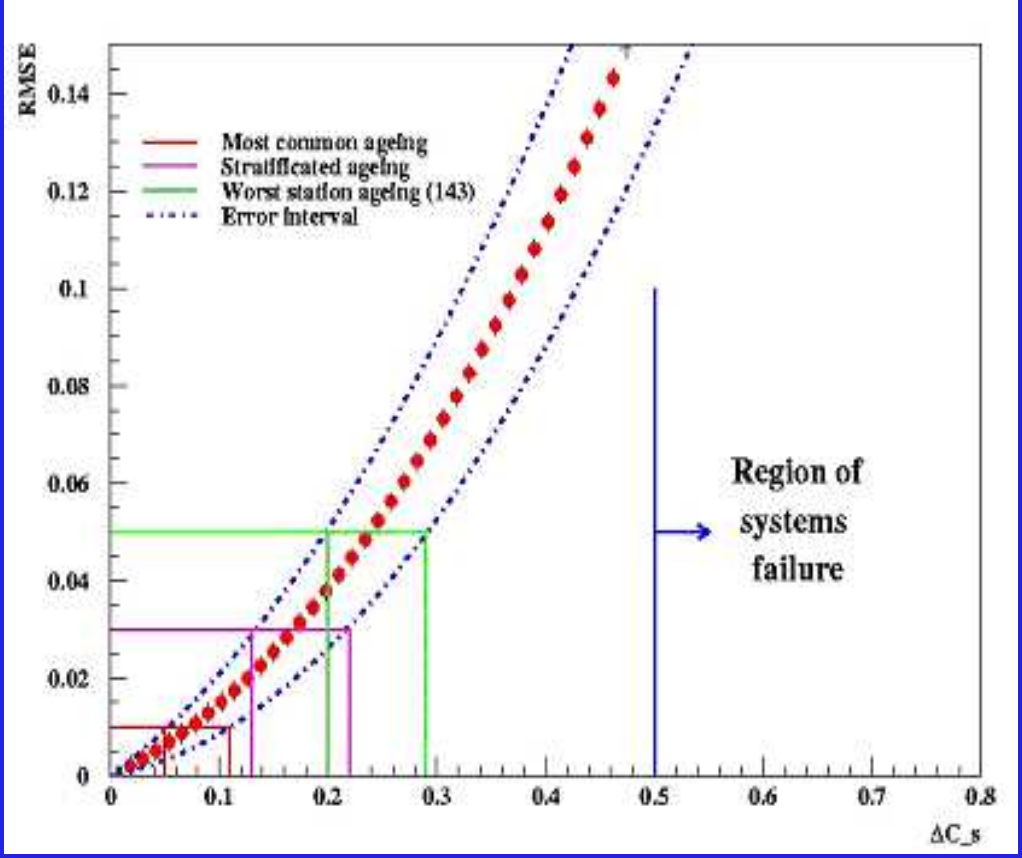
$$RMSE = 1.1\,(\Delta C_S)^2 + 0.25\,(\Delta C_S)$$

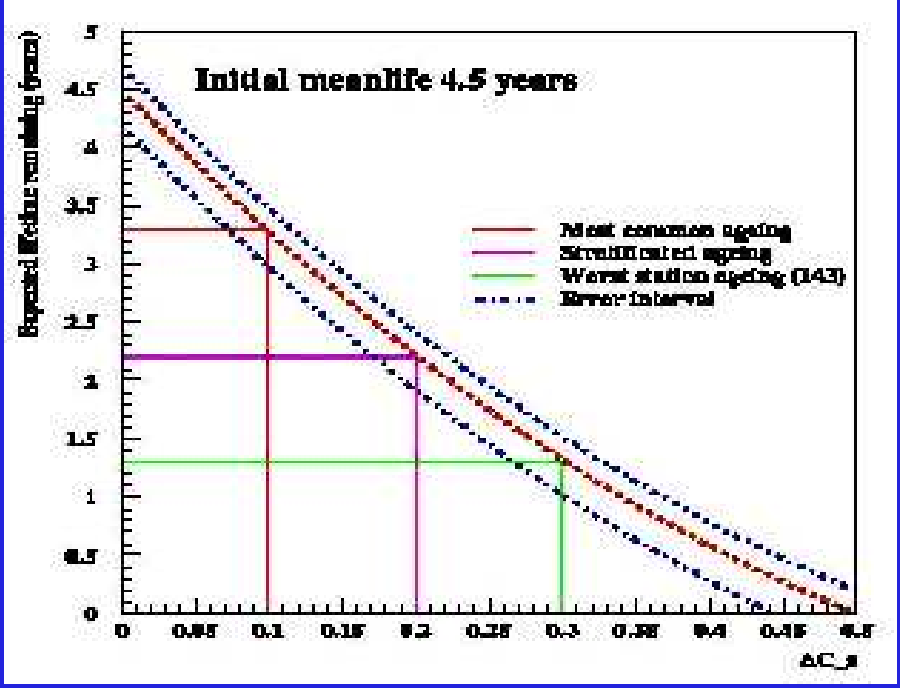
De igual forma, habrá una relación entre la pérdida de capacidad y la vida esperable

Variación de capacidad (preliminar)

La mayor parte de las baterías (80%) presentan pérdidas “normales” de capacidad. El resto sufre una degradación excesiva.

La vida media remanente típica es de 3.3 años, en consonancia con el año de envejecimiento (vida media esperable 4.5 años)





El método propuesto para medir envejecimiento se muestra como bueno.

Control de Calidad del SF

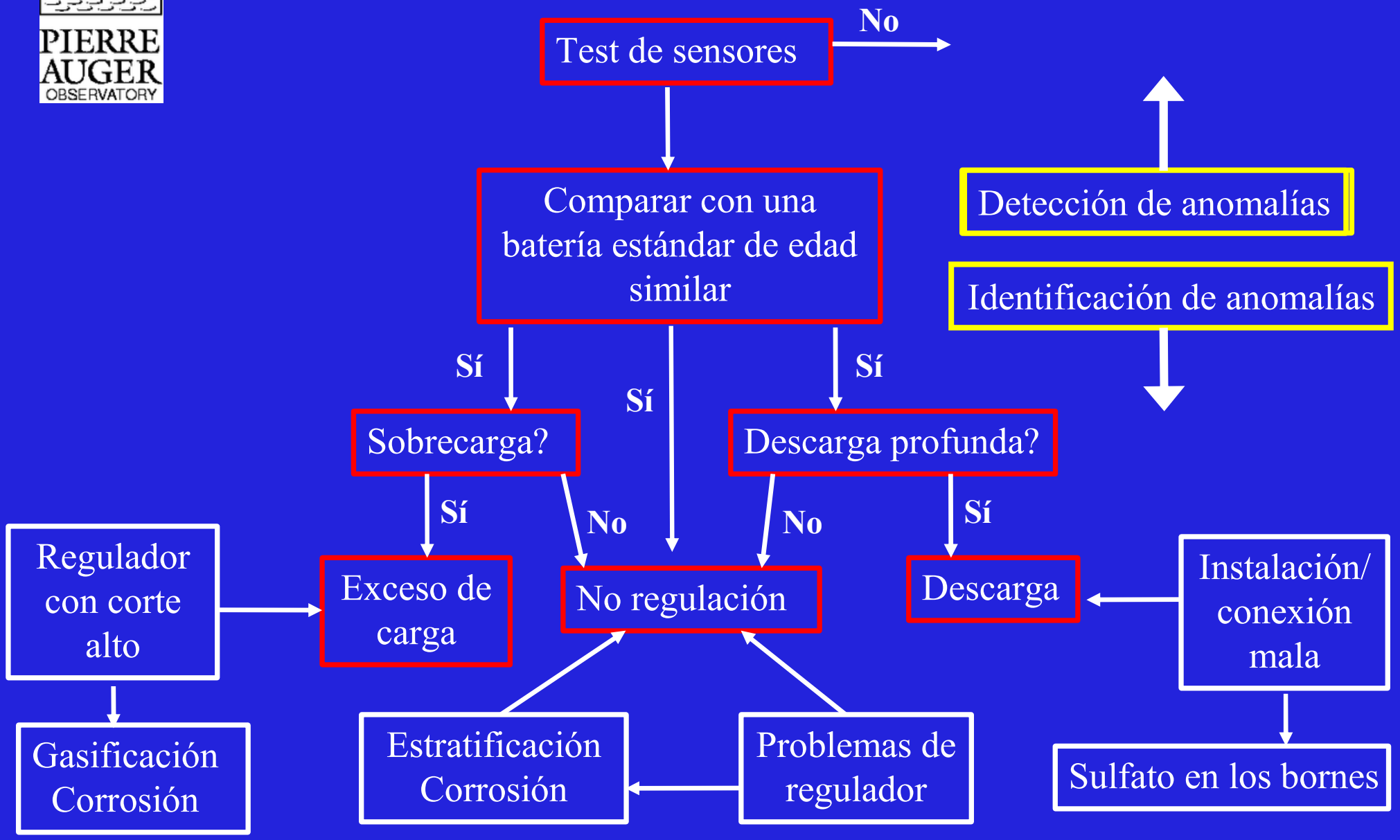
Test de componentes

Monitoraje

Control post-instalación

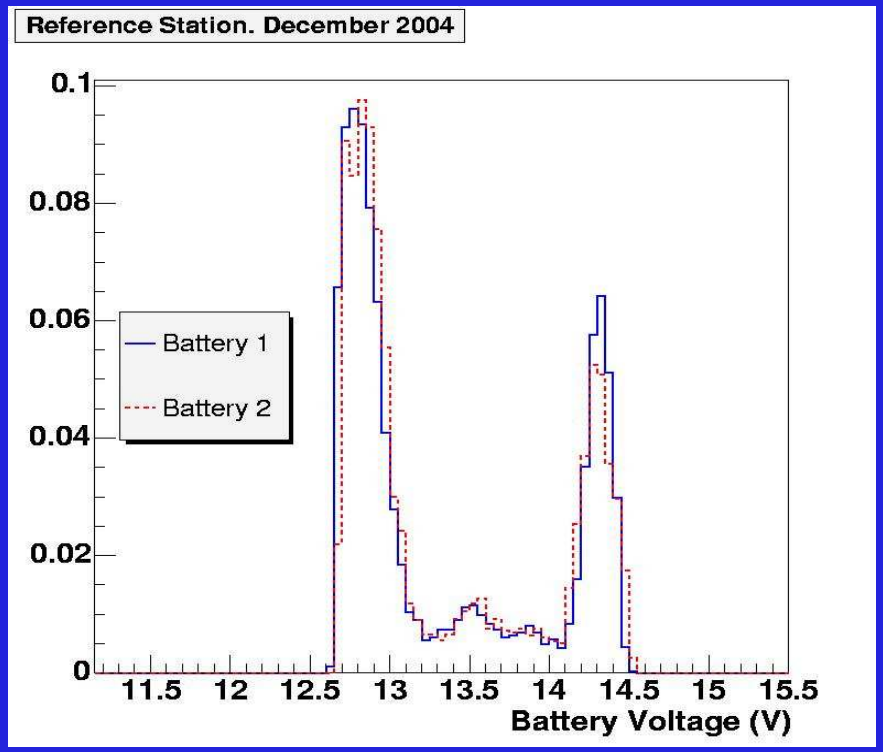
Método de detección e identificación de anomalías

Método de detección e identificación de anomalías

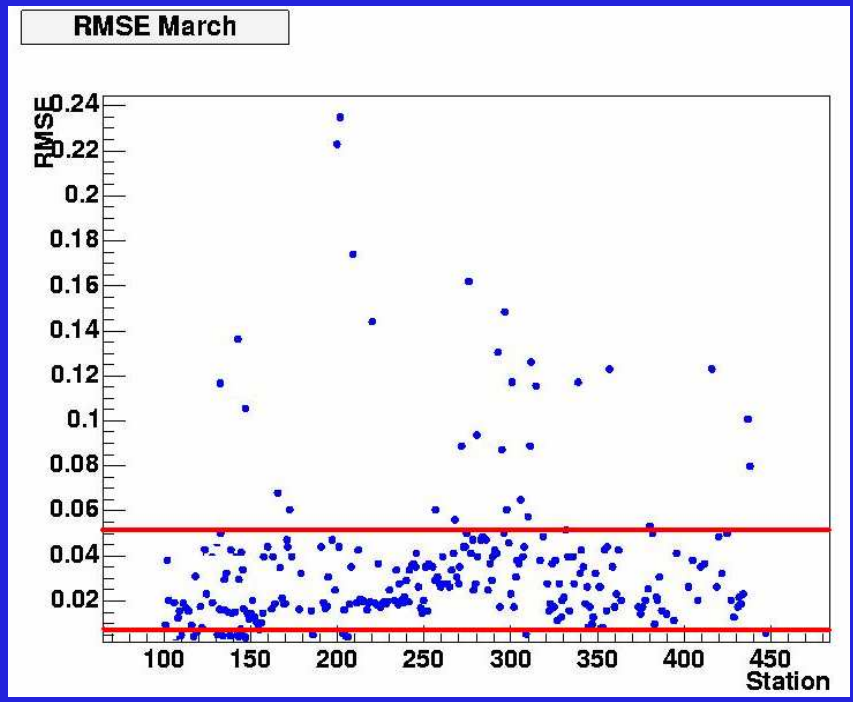


Detección de Anomalías

Se lleva a cabo a partir del cálculo del RMSE entre las distribuciones de $f_V(t)$ de una batería de referencia y las del resto.



vs resto =>

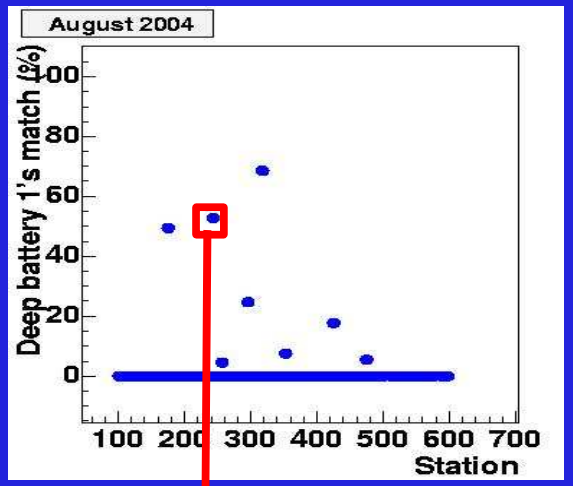


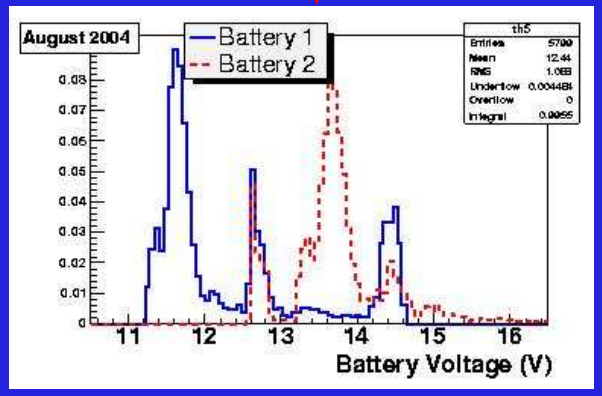
Gracias a la cantidad de estadística existente, se puede establecer un rango de valores admitidos

Identificación de anomalías:

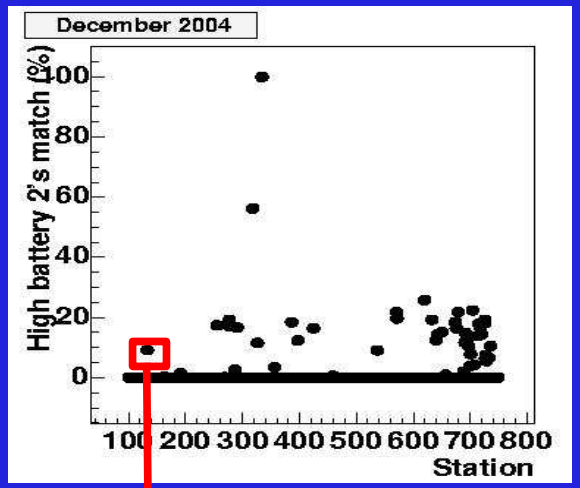
$$P_{MAL} = \frac{n^o\ mal}{n^o\ total(\neq 0)} 100$$

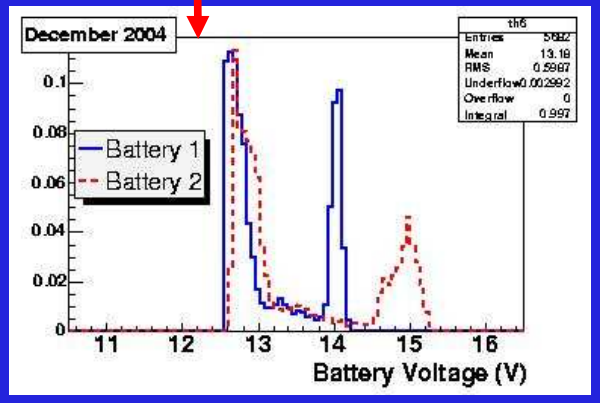
Descarga Profunda:



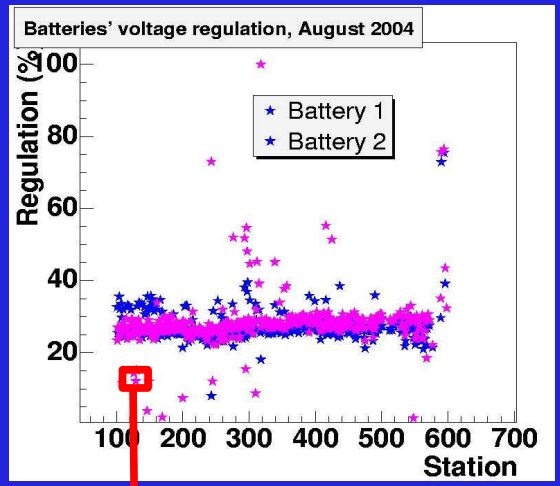


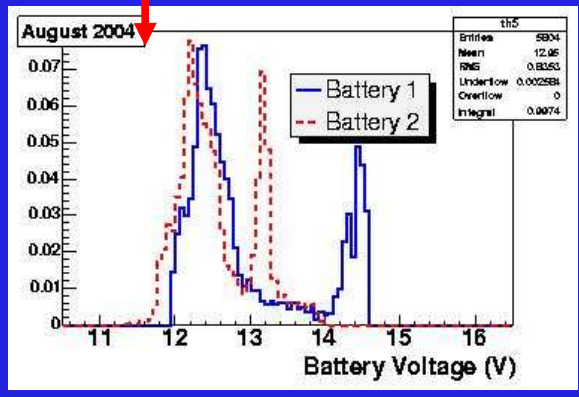
Sobrecarga





No regulación

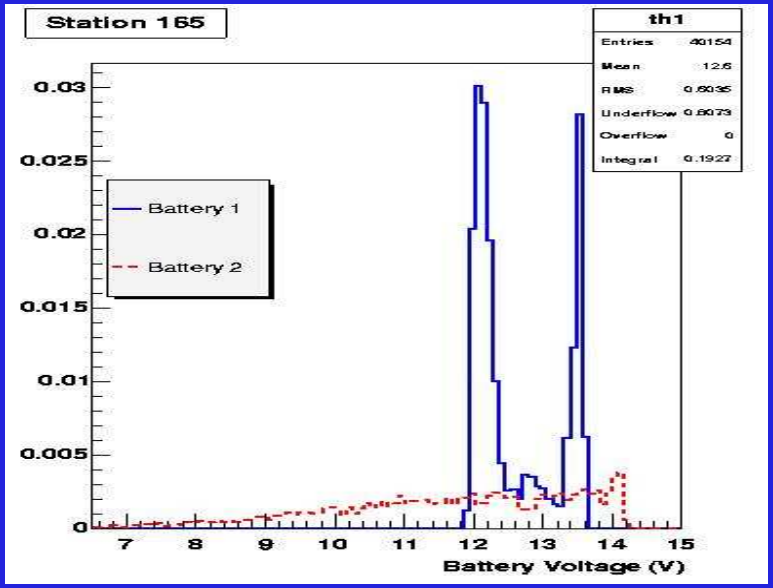


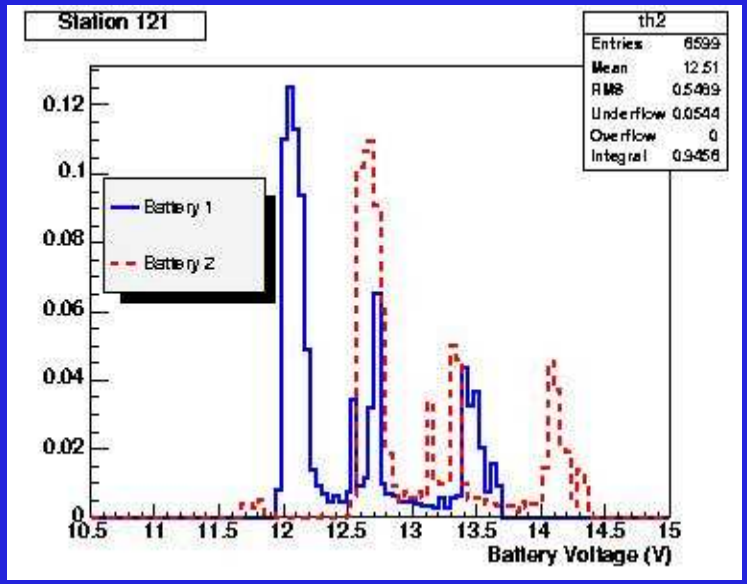


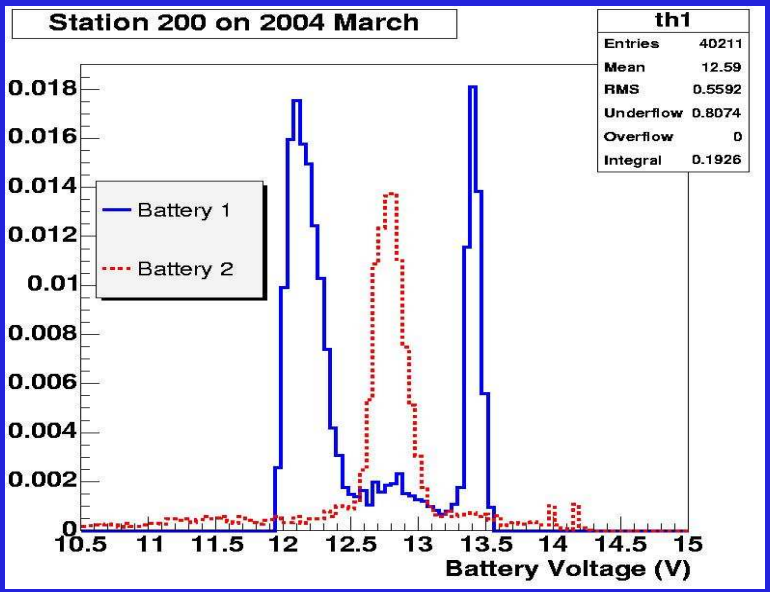
Regulación sobre V_1

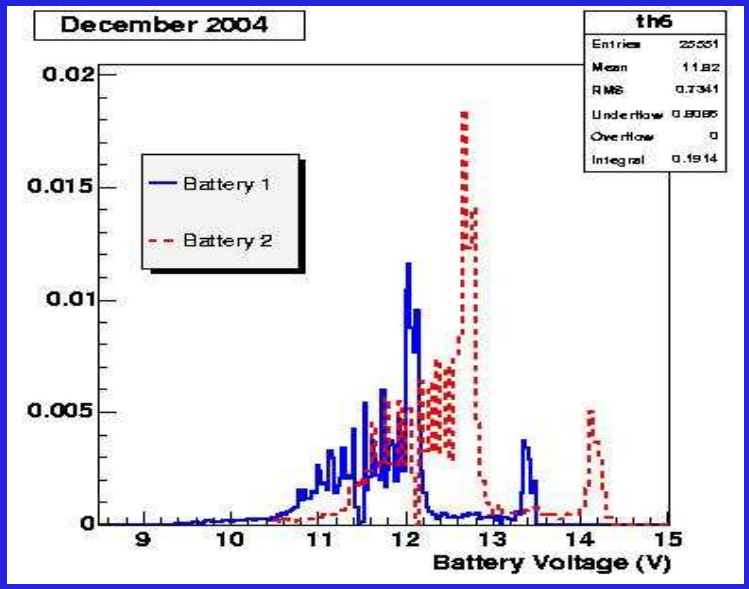
Bat 1 en D.P. => Bat 2 en SC

Algunos casos singulares









El número de anomalías, por el momento, no excede de unas 30 en total

Conclusiones

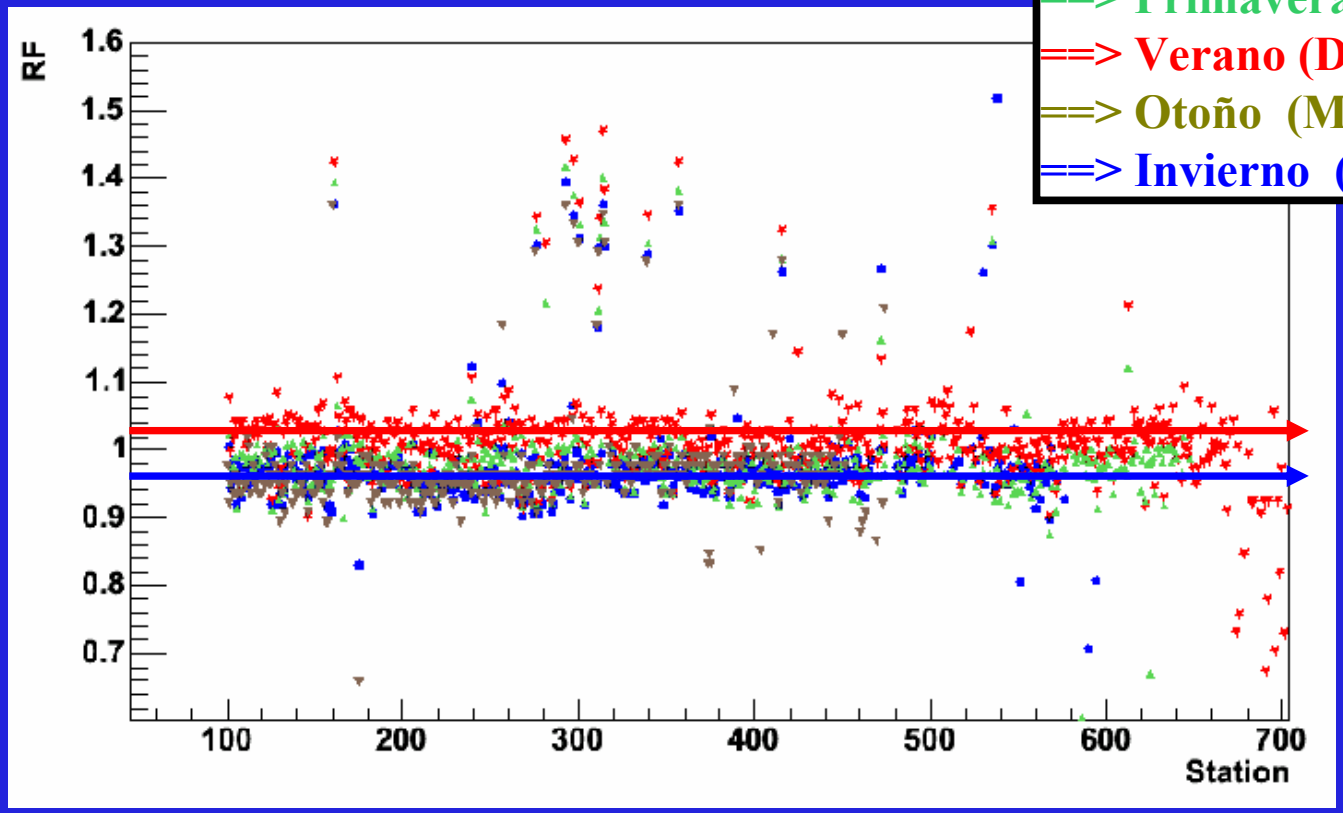
- El PAO constituye una granja de 1600 SF's (0.16MWp) monitorizados, set-up experimental único para el estudio de ese tipo de sistemas.
- Se han analizado los datos de 2 años de las primeras 600 estaciones.

- Se propone un método de evaluación del estado de envejecimiento del sistema de acumulación de energía, basado en el RMSE bin a bin entre distribuciones de voltaje de descarga.

- Ha sido puesto a punto un procedimiento de calidad de datos para la detección e identificación de anomalías en SF's aislados, cuya validez se ha contrastado en estudios de campo.

Factor de Recarga (RF)

Es la relación entre producción y demanda de carga: $$FR \equiv \frac{\int_{Mes} I_G(t)dt}{\int_{Mes} I_C(t)dt}$$



==> Primavera (Octubre 2004)
==> Verano (Diciembre 2004)
==> Otoño (Mayo 2004)
==> Invierno (Agosto 2004)

En invierno es menor que 1
≈> regulación conservadora?

Existen casos con FR excesivamente bajos (<0.8) y altos (>1.2)