Diseño, gestión y manejo del riego por goteo con energía fotovoltaica

Jorge Cervera Gascó
Miguel Ángel Moreno Hidalgo

TICs Aplicadas a la Precisión Agroforestal

Grupo electrógeno

Energía convencional


AYERBE
60 KVA


CO2

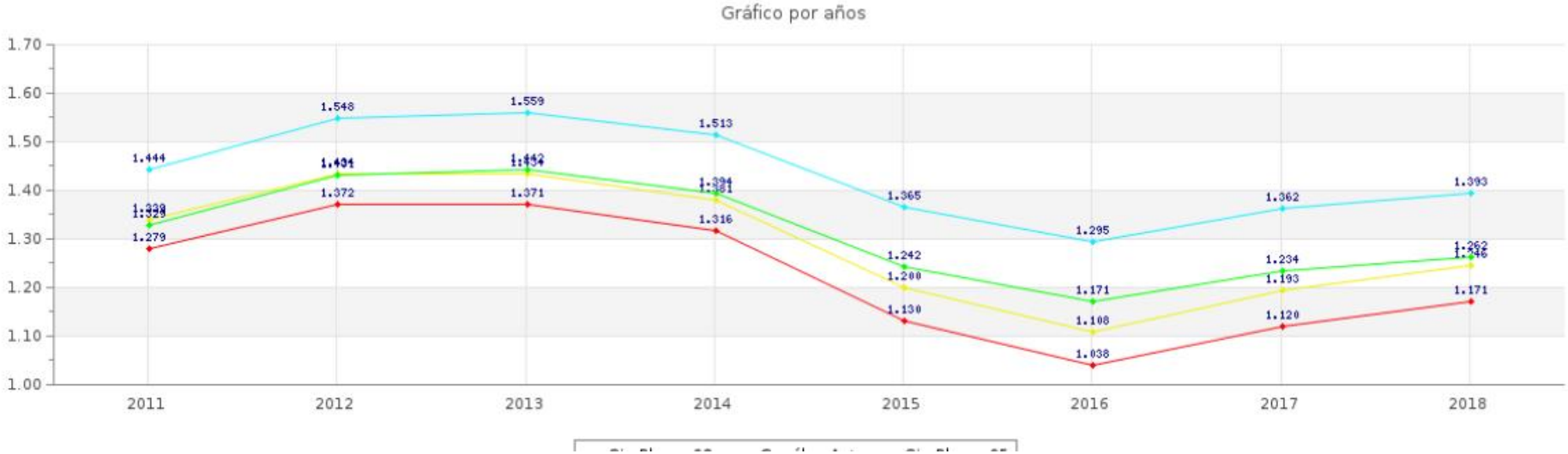
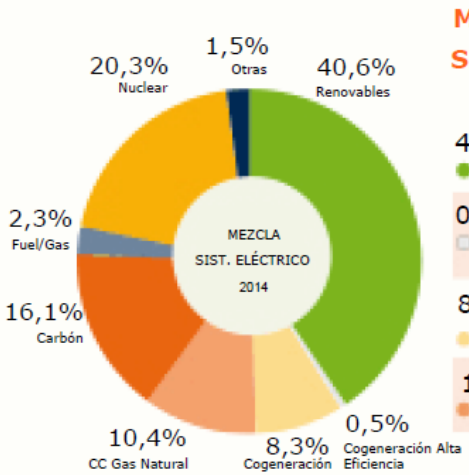


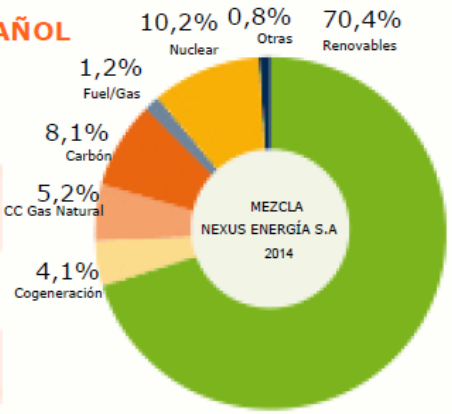
Gráfico por años
1.70
1.60
1.50
1.40
1.30
1.20
1.10
1.00
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
1.444
1.548
1.559
1.513
1.365
1.295
1.362
1.393
1.279
1.372
1.371
1.316
1.130
1.038
1.120
1.171
1.242
1.171
1.234
1.262
1.200
1.108
1.193
1.246

Origen de la electricidad



Mezcla de Producción
SIST. ELÉCTR. ESPAÑOL

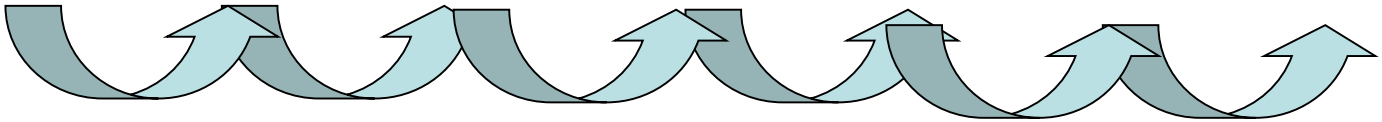
40,6% Renovables	16,1% Carbón
0,5% Cogeneración Alta Eficiencia	2,3% Fuel/Gas
8,3% Cogeneración	20,3% Nuclear
10,4% CC Gas Natural	1,5% Otras



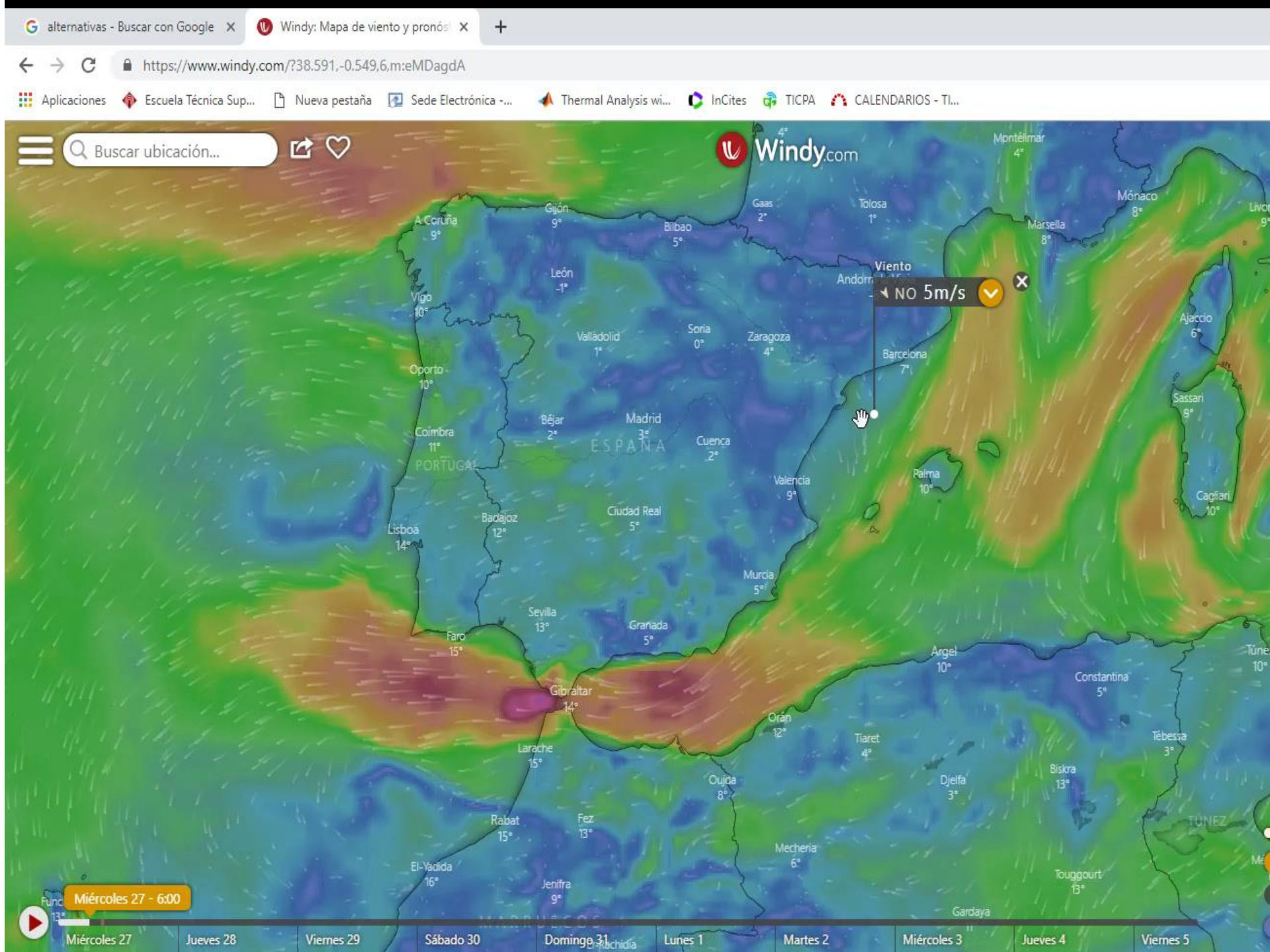
Mezcla de Producción
NEXUS ENERGÍA S.A

70,4% Renovables	8,1% Carbón
0,0% Cogeneración Alta Eficiencia	1,2% Fuel/Gas
4,1% Cogeneración	10,2% Nuclear
5,2% CC Gas Natural	0,8% Otras

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
P1	15.09	19.62	23.54	24.01	25.59	57.61	59.17
P2	9.31	12.10	14.52	14.81	15.78	35.52	36.49
P3	2.13	2.77	3.33	3.40	3.62	8.15	8.37



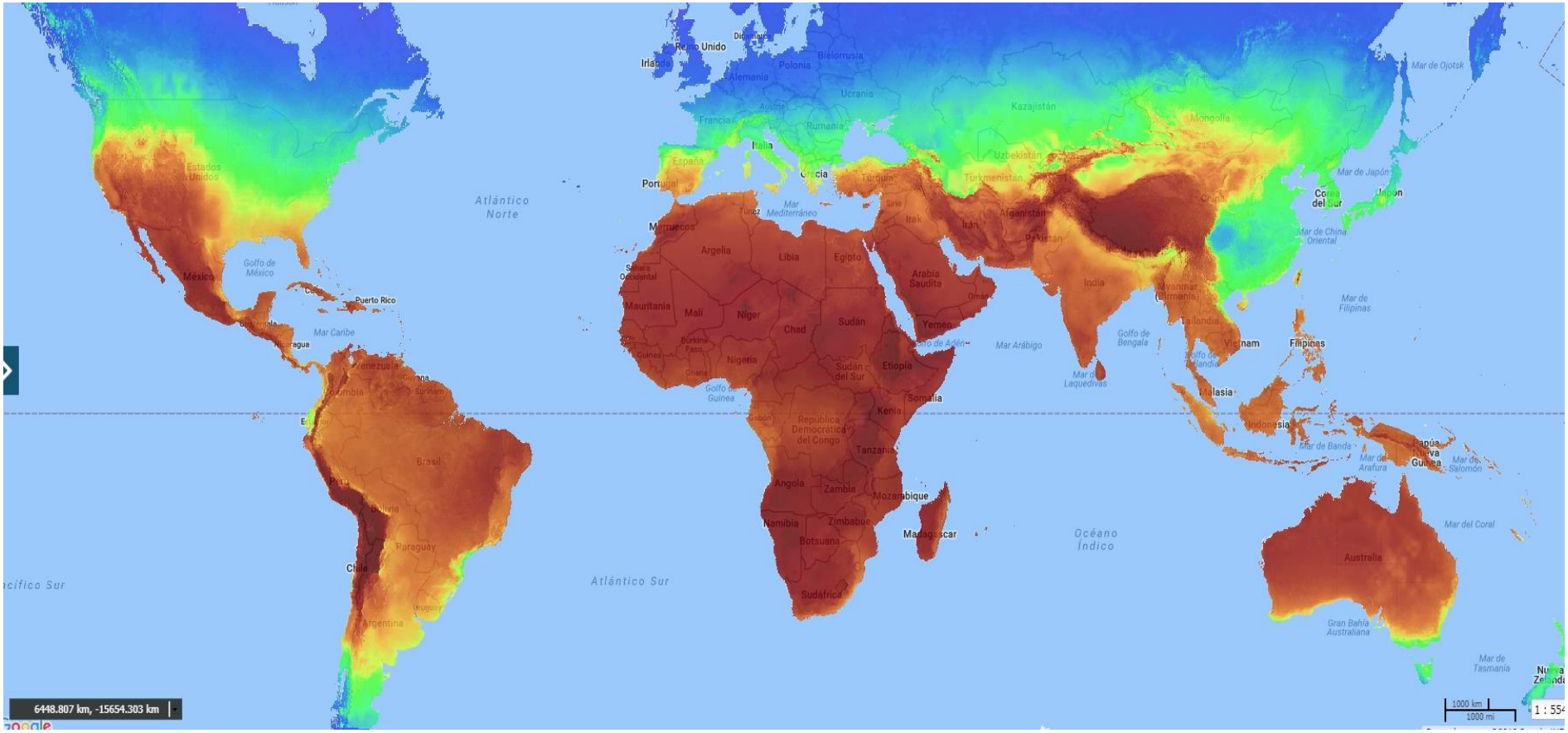
30 % **20 %** **2 %** **6 %** **131 %** **2 %**


alternativas - Buscar con Google
Windy: Mapa de viento y pronós
https://www.windy.com/?38.591,-0.549,6,m:eMDagdA
Aplicaciones
Escuela Técnica Sup...
Nueva pestaña
Sede Electrónica -...
Thermal Analysis wi...
InCites
TICPA
CALENDARIOS - TI...
Buscar ubicación...
Windy.com
Viento
NO 5m/s
Miércoles 27 - 6:00
Miércoles 27
Jueves 28
Viernes 29
Sábado 30
Domingo 31
Lunes 1
Martes 2
Miércoles 3
Jueves 4
Viernes 5

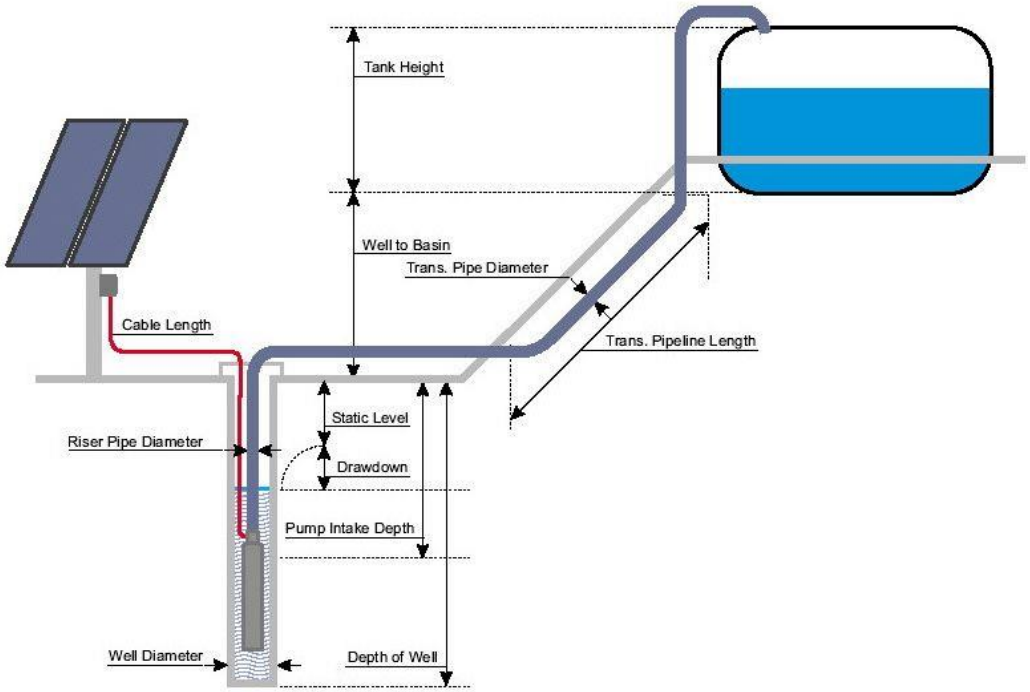
BOMBEO SOLAR

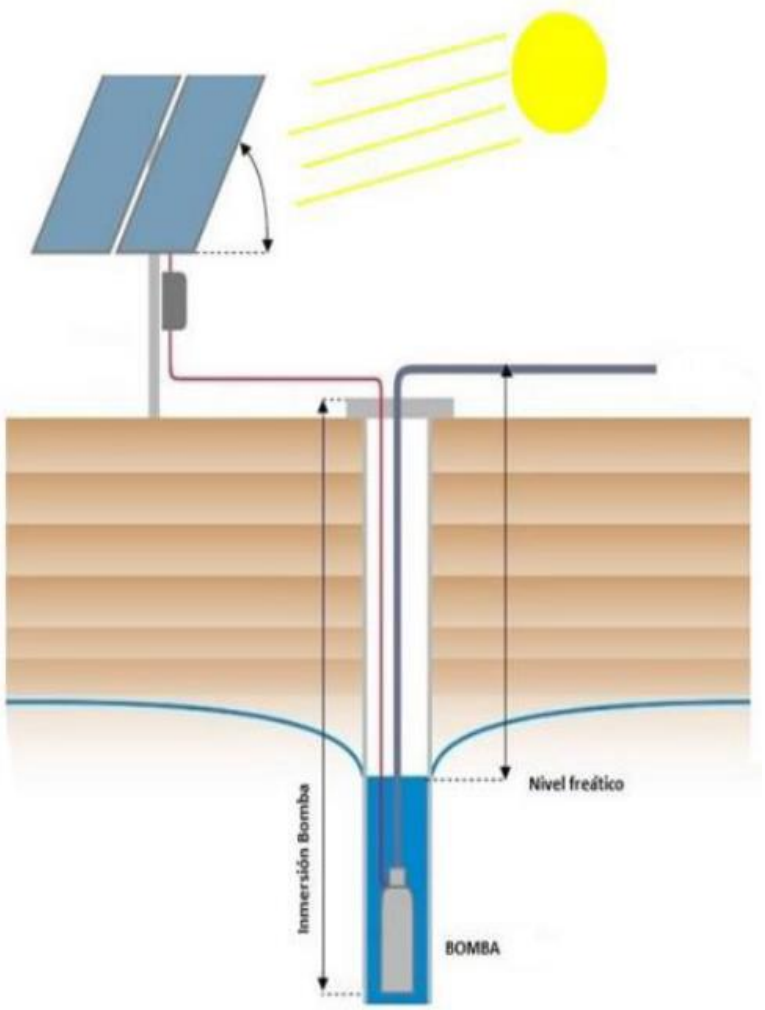
Figure 9: Projected solar PV system deployment cost (2010-2020)

En cualquier parte?

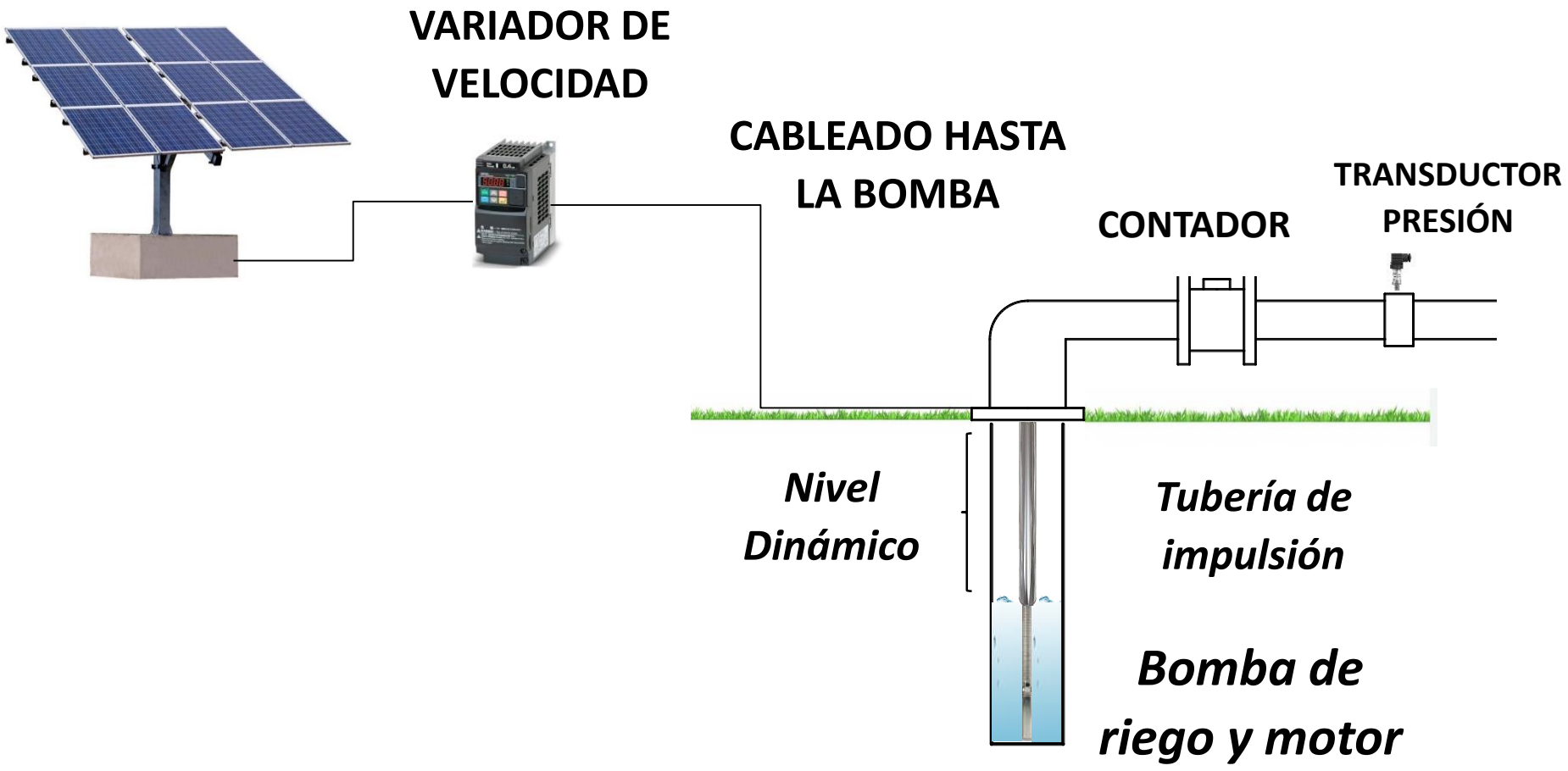


Bombeo a embalse o riego directo?



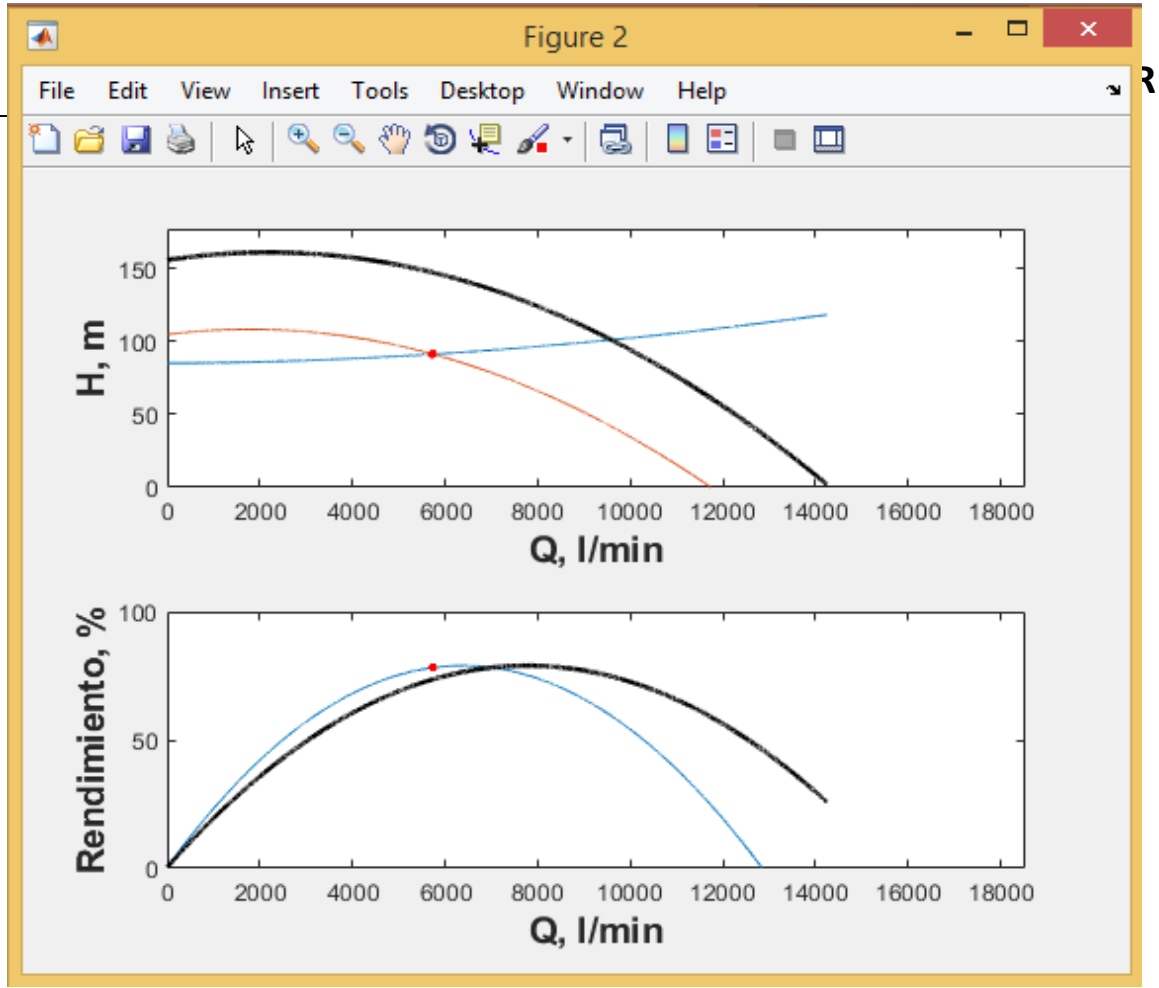


UN BUEN DISEÑO

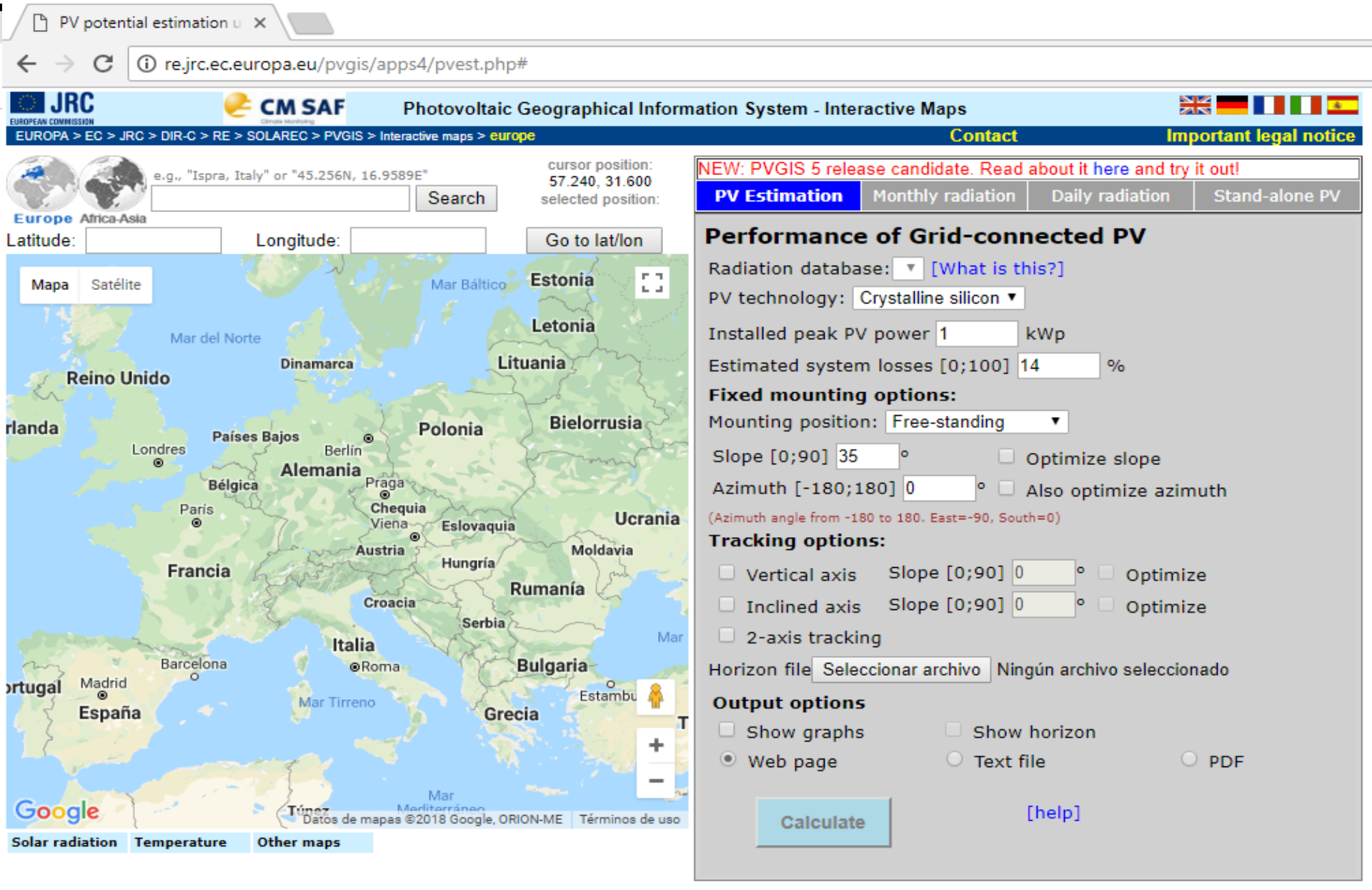

VARIADOR DE VELOCIDAD
CABLEADO HASTA LA BOMBA
CONTADOR
TRANSDUCTOR PRESIÓN
Nivel Dinámico
Tubería de impulsión
Bomba de riego y motor

200 W/m^2

VARIADOR DE VELOCIDAD

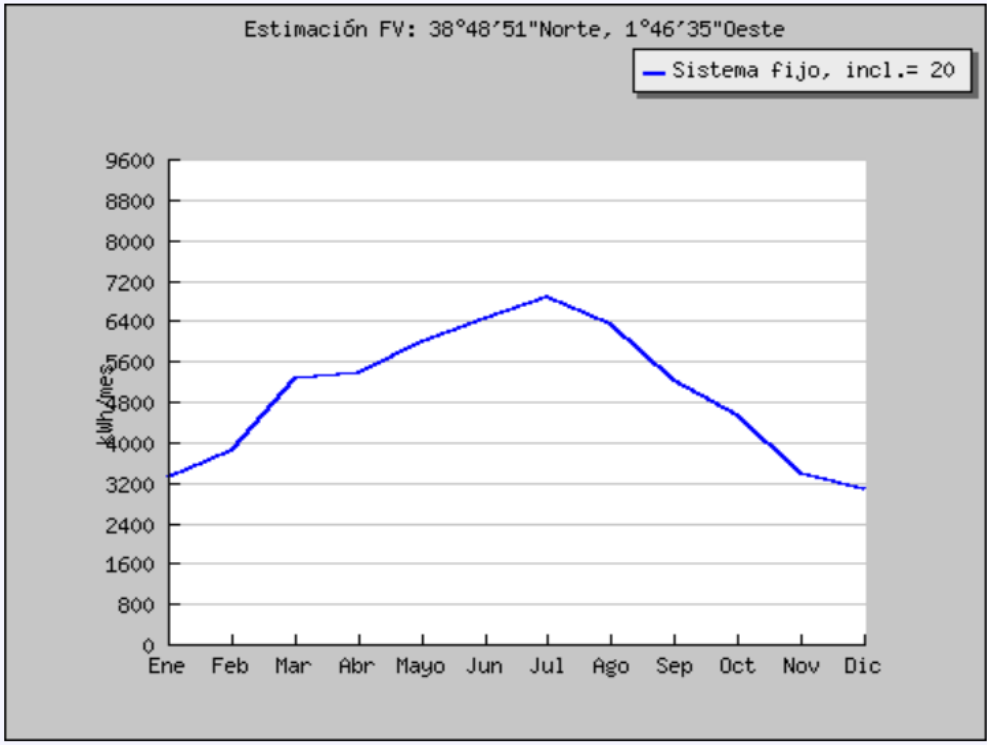


PVGIS


PV potential estimation u
re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#
JRC
CM SAF
Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps
EUROPA > EC > JRC > DIR-C > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe
Contact
Important legal notice
Europe
Africa-Asia
e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"
Search
cursor position:
57.240, 31.600
selected position:
Latitude:
Longitude:
Go to lat/lon
Mapa
Satélite
Mar Báltico
Estonia
Letonia
Lituania
Mar del Norte
Dinamarca
Reino Unido
Países Bajos
Polonia
Bielorrusia
Londres
Berlín
Alemania
Bélgica
Praga
París
Chequia
Viena
Eslovaquia
Ucrania
Austria
Moldavia
Hungría
Francia
Rumanía
Croacia
Serbia
Italia
Barcelona
Roma
Bulgaria
Madrid
España
Mar Tirreno
Grecia
Google
Datos de mapas ©2018 Google, ORION-ME
Términos de uso
Solar radiation
Temperature
Other maps
NEW: PVGIS 5 release candidate. Read about it here and try it out!
PV Estimation
Monthly radiation
Daily radiation
Stand-alone PV
Performance of Grid-connected PV
Radiation database:
[What is this?]
PV technology:
Crystalline silicon
Installed peak PV power
1
kWp
Estimated system losses [0;100]
14
%
Fixed mounting options:
Mounting position:
Free-standing
Slope [0;90]
35
Optimize slope
Azimuth [-180;180]
0
Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)
Tracking options:
Vertical axis
Slope [0;90]
Optimize
Inclined axis
Slope [0;90]
Optimize
2-axis tracking
Horizon file
Seleccionar archivo
Ningún archivo seleccionado
Output options
Show graphs
Show horizon
Web page
Text file
PDF
Calculate
[help]

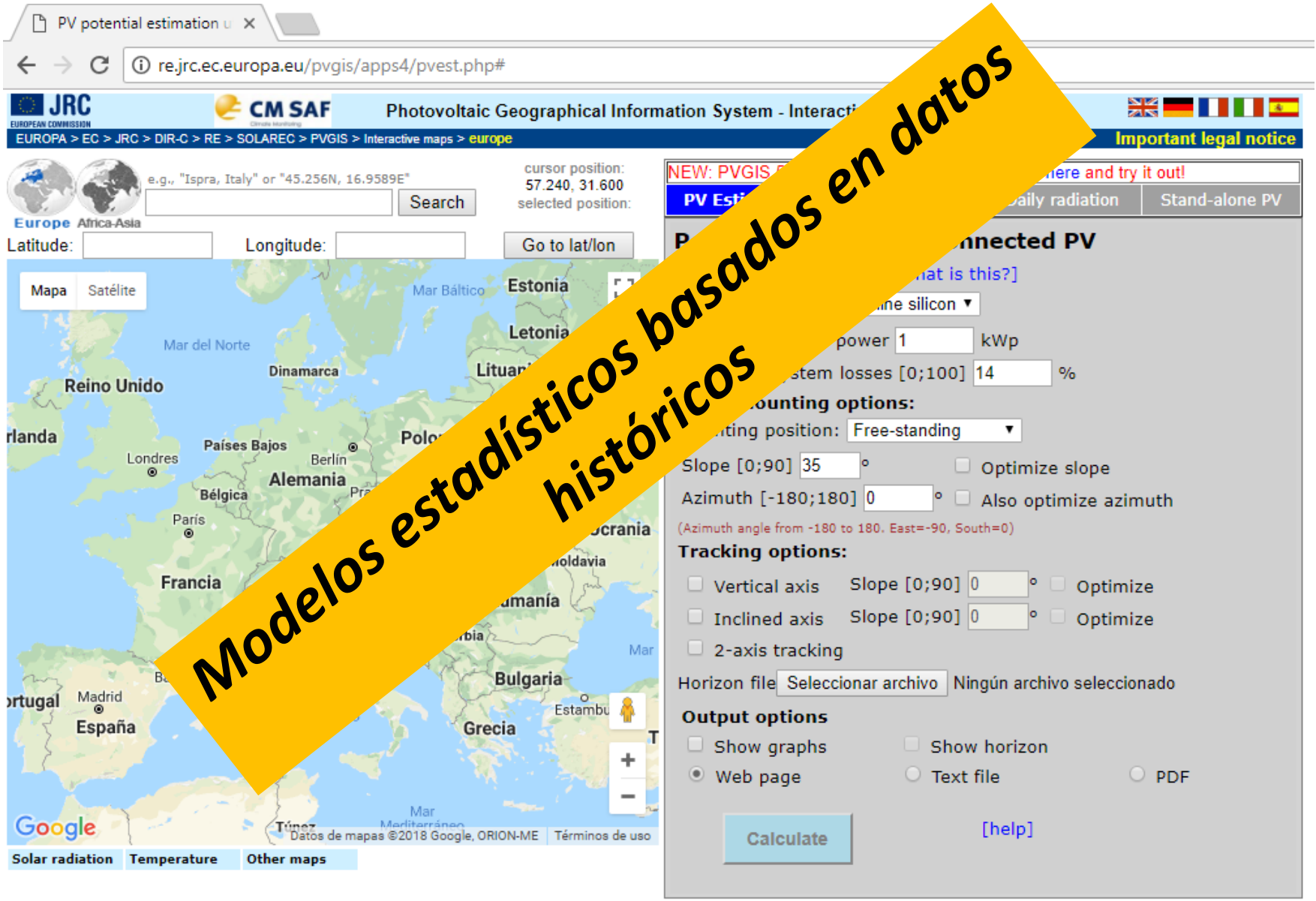
Pérdidas estimadas debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia: 9.9% (utilizando la temperatura ambiente local)
Pérdidas estimadas debido a los efectos de la reflectancia angular: 2.8%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%
Pérdidas combinadas del sistema FV: 24.7%

Sistema fijo: inclinación=20°, orientación=0°				
Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
Ene	106.00	3290	3.29	102
Feb	138.00	3860	4.30	121
Mar	170.00	5270	5.48	170
Abr	179.00	5380	5.94	178
Mayo	194.00	6000	6.54	203
Jun	214.00	6430	7.38	221
Jul	222.00	6880	7.79	242
Ago	204.00	6320	7.13	221
Sep	174.00	5210	5.90	177
Oct	146.00	4540	4.82	150
Nov	113.00	3380	3.57	107
Dic	99.40	3080	3.09	95.9
Media anual	**163**	**4970**	**5.44**	**166**
Total para el año		**59600**		**1990**



E_d: Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)
E_m: Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)
H_d: Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)
H_m: Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)

PVGIS


PV potential estimation
re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#
JRC
CM SAF
Photovoltaic Geographical Information System - Interacti
EUROPA > EC > JRC > DIR-C > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe
Important legal notice
Europe
Africa-Asia
e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"
Search
cursor position:
57.240, 31.600
selected position:
Latitude:
Longitude:
Go to lat/lon
Mapa
Satélite
Mar Báltico
Estonia
Letonia
Mar del Norte
Dinamarca
Reino Unido
Países Bajos
Londres
Berlín
Alemania
Bélgica
París
Francia
Bulgaria
Madrid
España
Grecia
Google
Datos de mapas ©2018 Google, ORION-ME
Términos de uso
Solar radiation
Temperature
Other maps
Modelos estadísticos basados en datos históricos
NEW: PVGIS
here and try it out!
PV Esti
Stand-alone PV
nnected PV
power 1 kWp
stem losses [0;100] 14 %
ounting options:
Free-standing
Slope [0;90] 35 °
Optimize slope
Azimuth [-180;180] 0 °
Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)
Tracking options:
Vertical axis
Slope [0;90] 0 °
Optimize
Inclined axis
Slope [0;90] 0 °
Optimize
2-axis tracking
Horizon file
Seleccionar archivo
Ningún archivo seleccionado
Output options
Show graphs
Show horizon
Web page
Text file
PDF
Calculate
[help]


KEY ISSUES

Claves del diseño

- Prever la demanda de forma precisa
- Buenos paneles fotovoltaicos
- Muy buen variador
- Bomba con motor adecuado
- Monitorización
- Nos olvidamos de las baterías
- Ser generosos en el dimensionado

UN BUEN DISEÑO

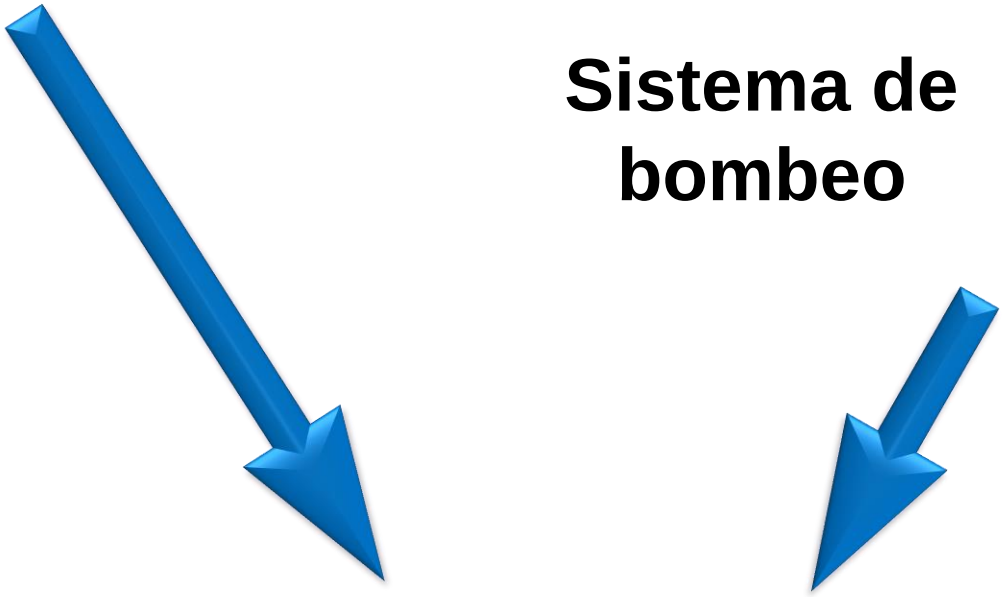
UN BUEN DISEÑO PERO…

UNA MEJOR GESTIÓN!

MODELO FOTOVOLTAICO

+

MODELO HIDRÁULICO



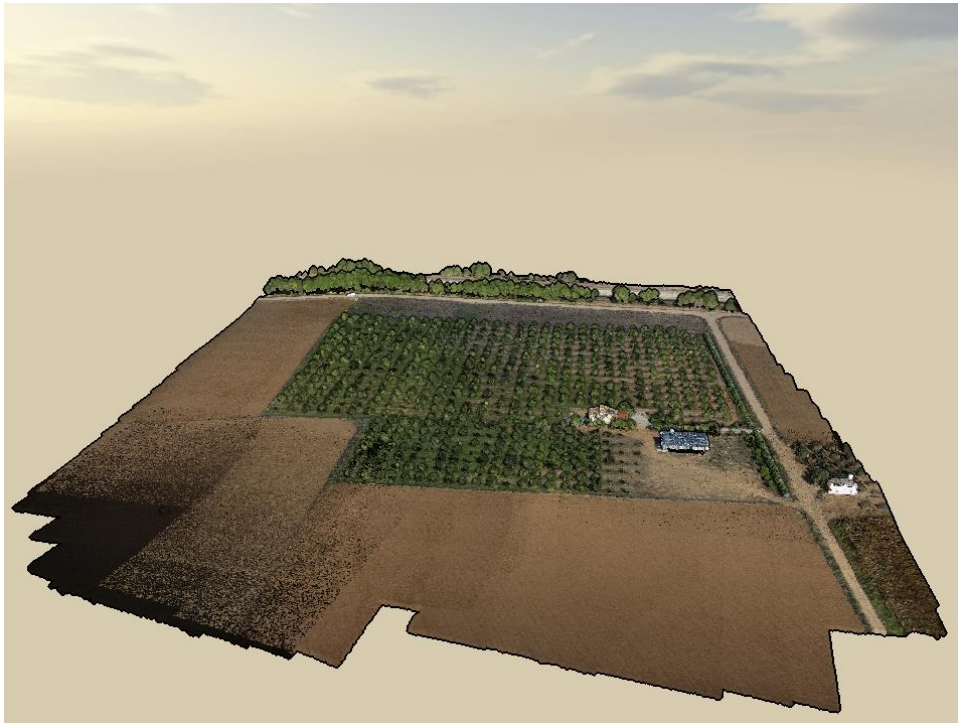
Sistema de bombeo

Sistema de riego

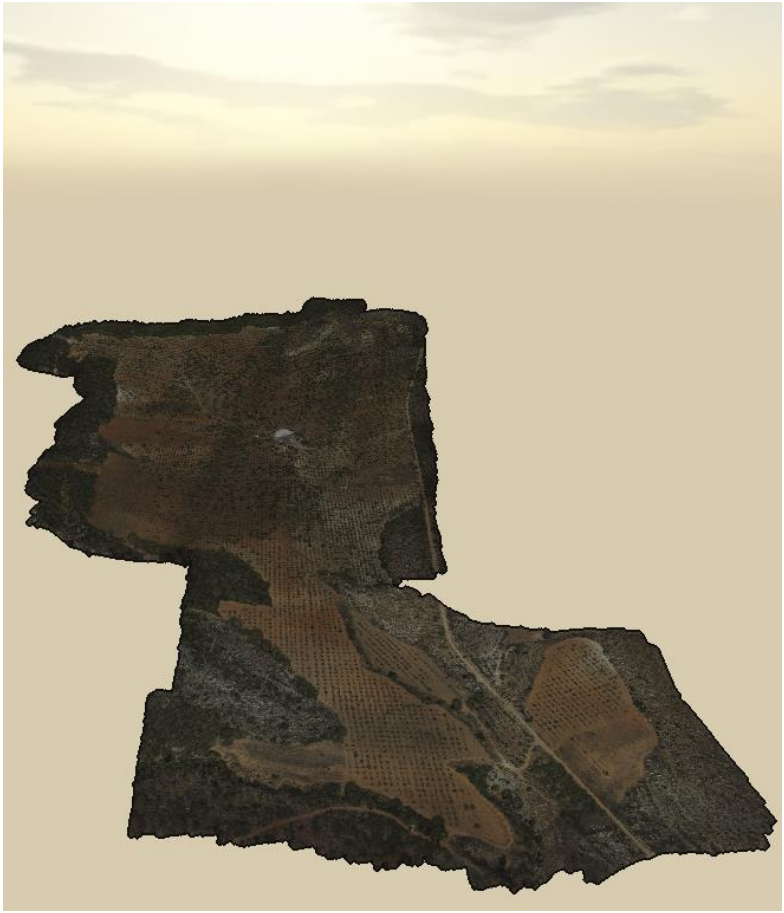
MODELO PRESUD-SOLAR

Nuestros casos de estudio

LA RAMBLA (Santa Ana)



PERUELOS (Hellín)



http://5.39.6.180/admin/home

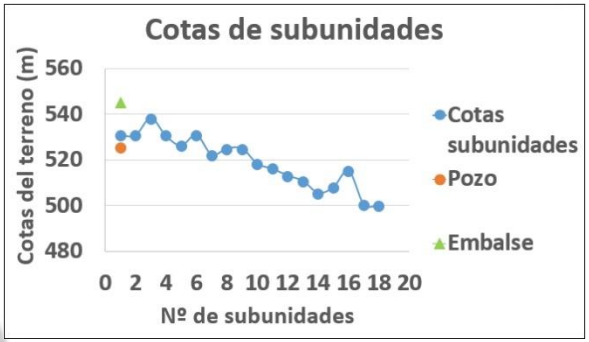
Caso de Estudio: Peruelos

Embalse de 12.500 m^3

Instalación de rebombeo

Caseta de bombeo y pozo

Instalación solar para el bombeo



MODELO FOTOVOLTAICO

+

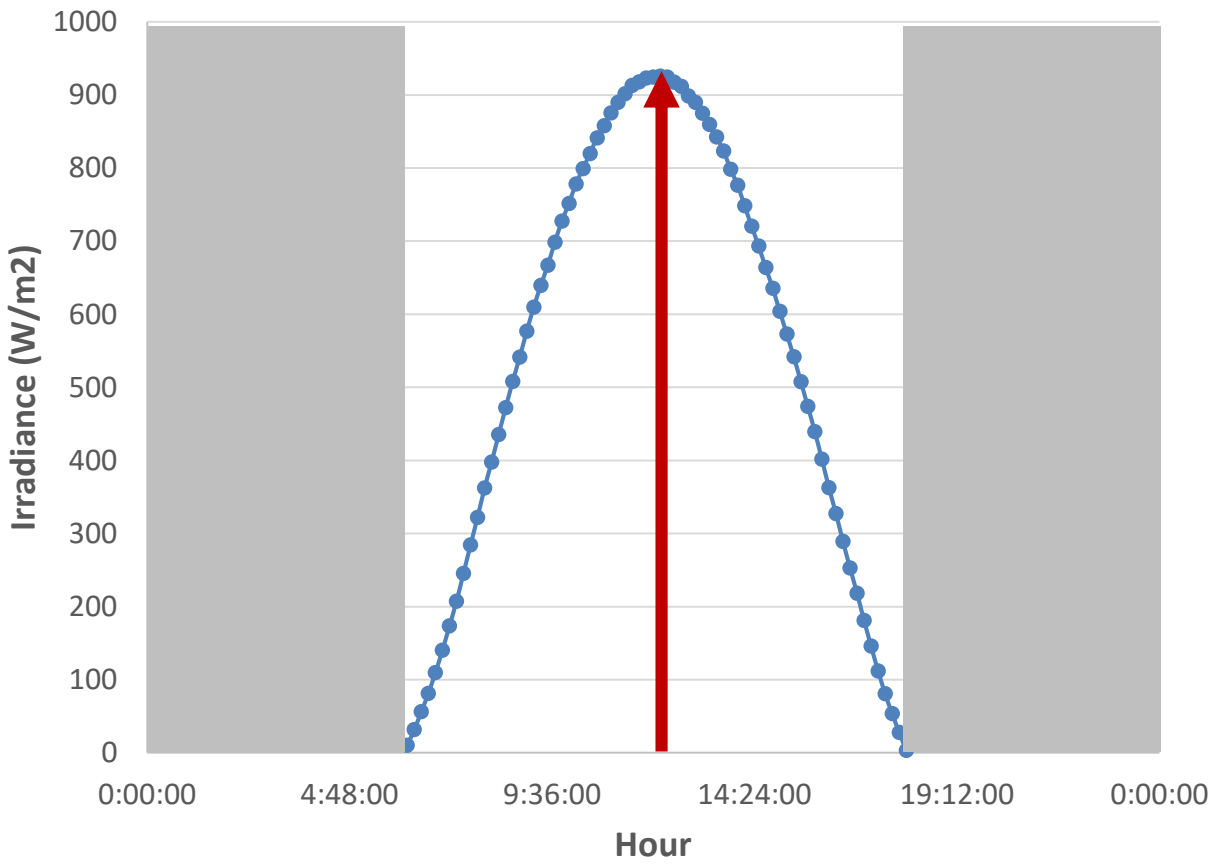
MODELO HIDRÁULICO

Sistema de bombeo

Sistema de riego

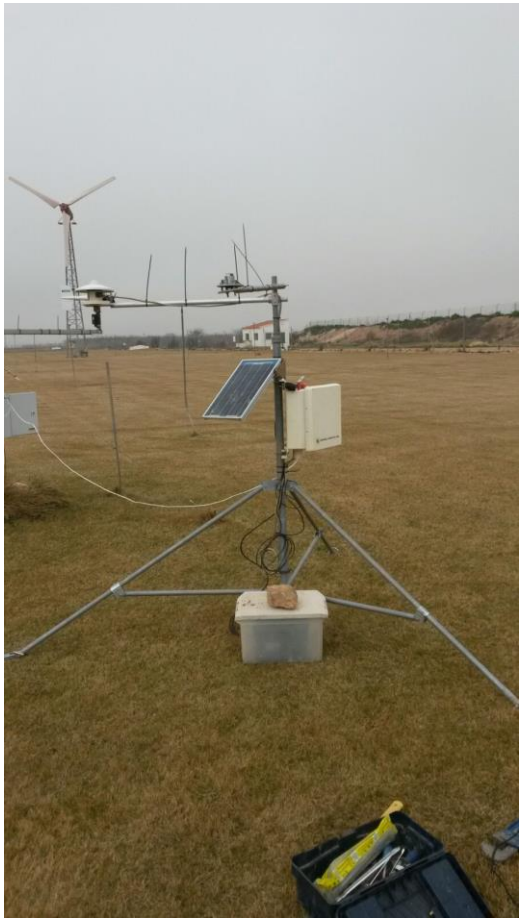
MODELO PRESUD-SOLAR

MODELO FOTOVOLTAICO



MODELO FOTOVOLTAICO

Calibración del piranómetro

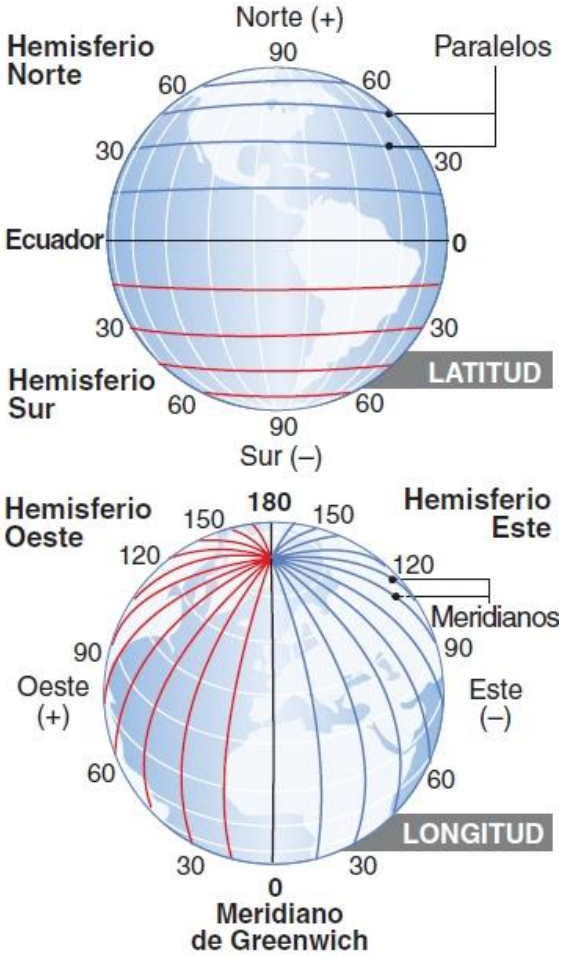


Piranómetro

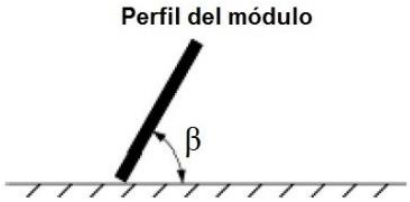
Estación climática

MODELO FOTOVOLTAICO

Irradiancia en plano horizontal

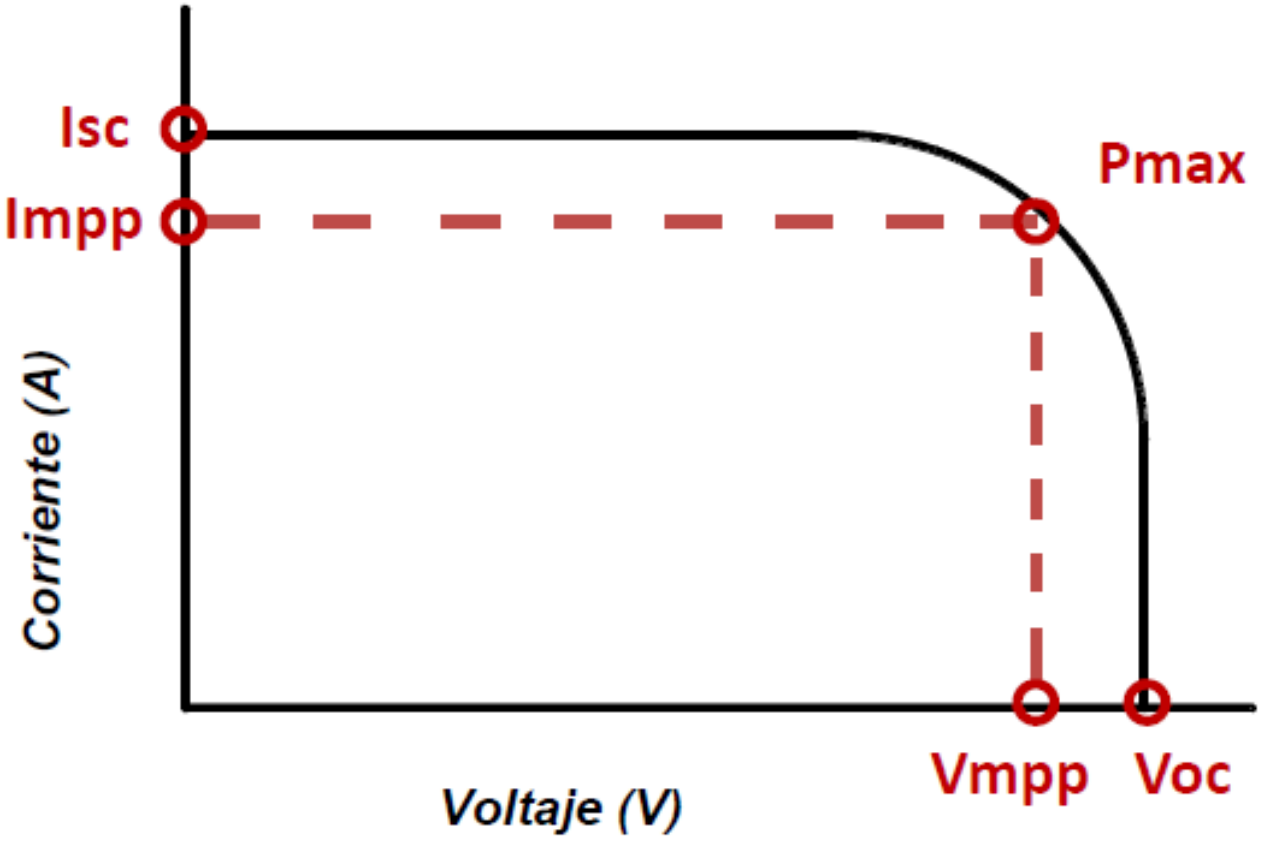


Plano inclinado

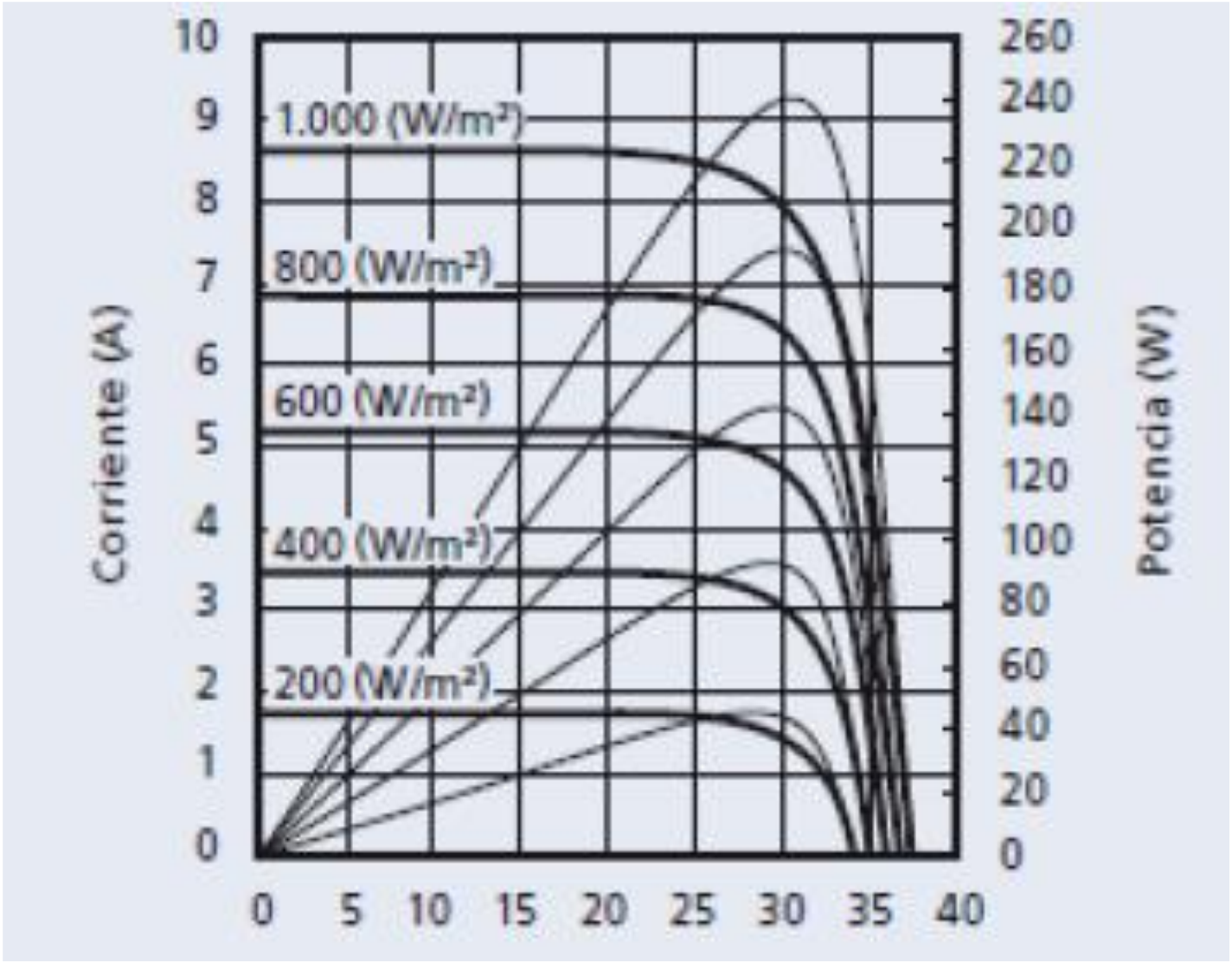


Inclinación del módulo fotovoltaico

MODELO FOTOVOLTAICO



MODELO FOTOVOLTAICO



MODELO FOTOVOLTAICO

- Simula la potencia generada en tiempo real, usa irradiancia (W/m^2) en vez de irradiación (MJ/m^2)
- Tiene en cuenta la temperatura, el viento y el envejecimiento de los paneles
- Permite simular el efecto de los algoritmos de control (diferentes puntos en la curva V-I)
- Pero… ¿funciona?

Potencia en continua (generador solar)

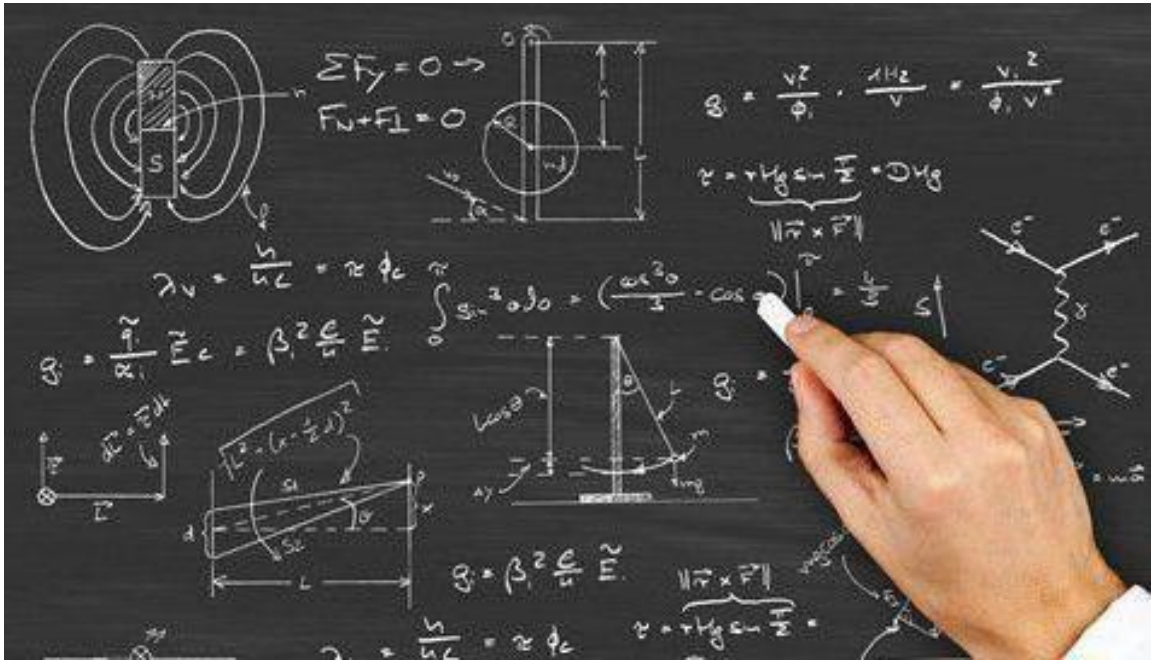
Potencia a la entrada del variador

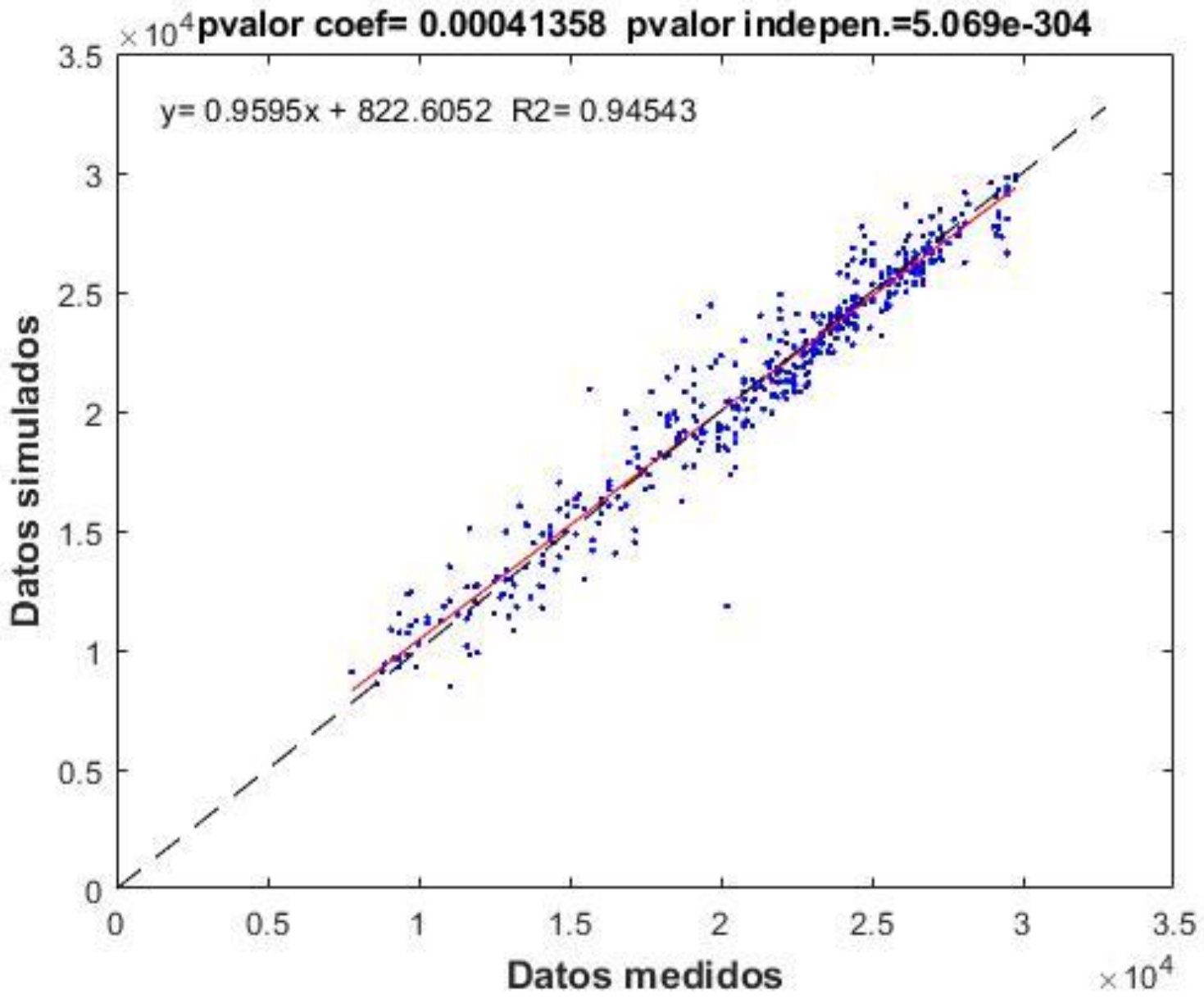
Potencia a la salida del variador

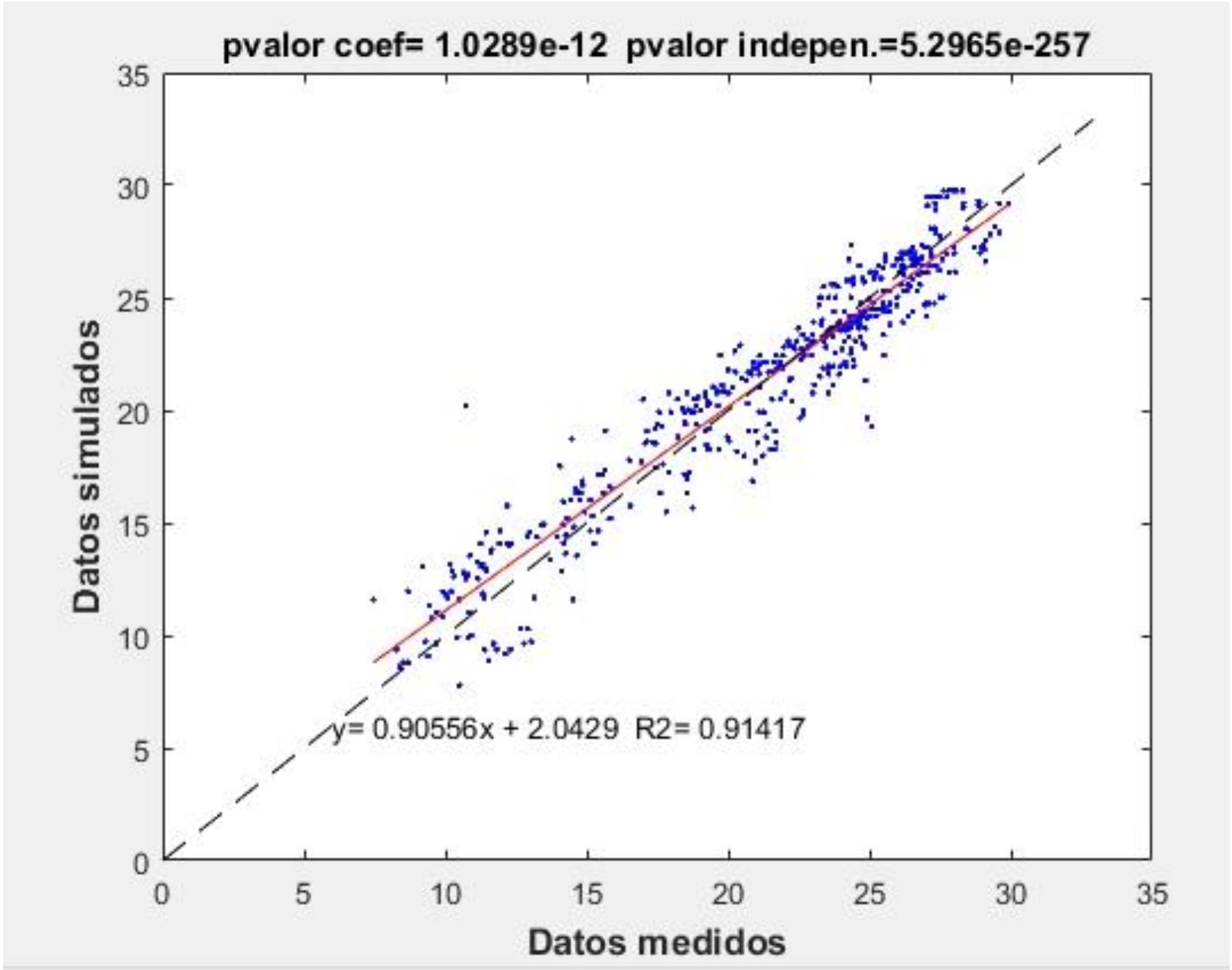
Potencia a la entrada de la bomba

Inteligencia artificial

Modelos deterministas




pvalor coef= 0.00041358 pvalor indepen.=5.069e-304
y= 0.9595x + 822.6052 R2= 0.94543
Datos simulados
Datos medidos
×10^4
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5


pvalor coef= 1.0289e-12 pvalor indepen.=5.2965e-257
Datos simulados
Datos medidos
y= 0.90556x + 2.0429 R2= 0.91417
0
5
10
15
20
25
30
35

MODELO FOTOVOLTAICO

MODELO HIDRÁULICO

Sistema de bombeo

Sistema de riego

MODELO PRESUD-SOLAR

MODELO FOTOVOLTAICO

+

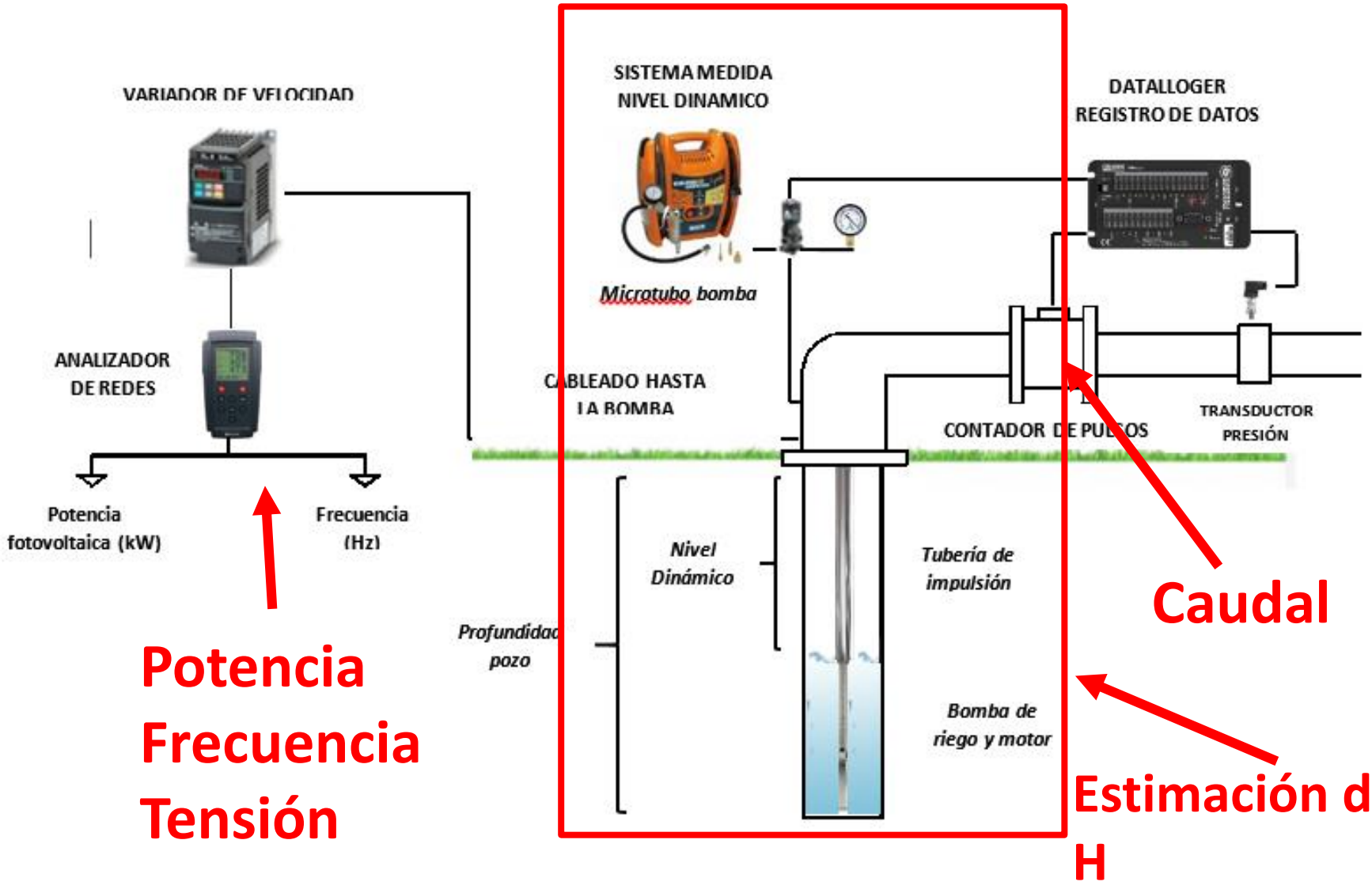
MODELO HIDRÁULICO

Sistema de bombeo

Sistema de riego

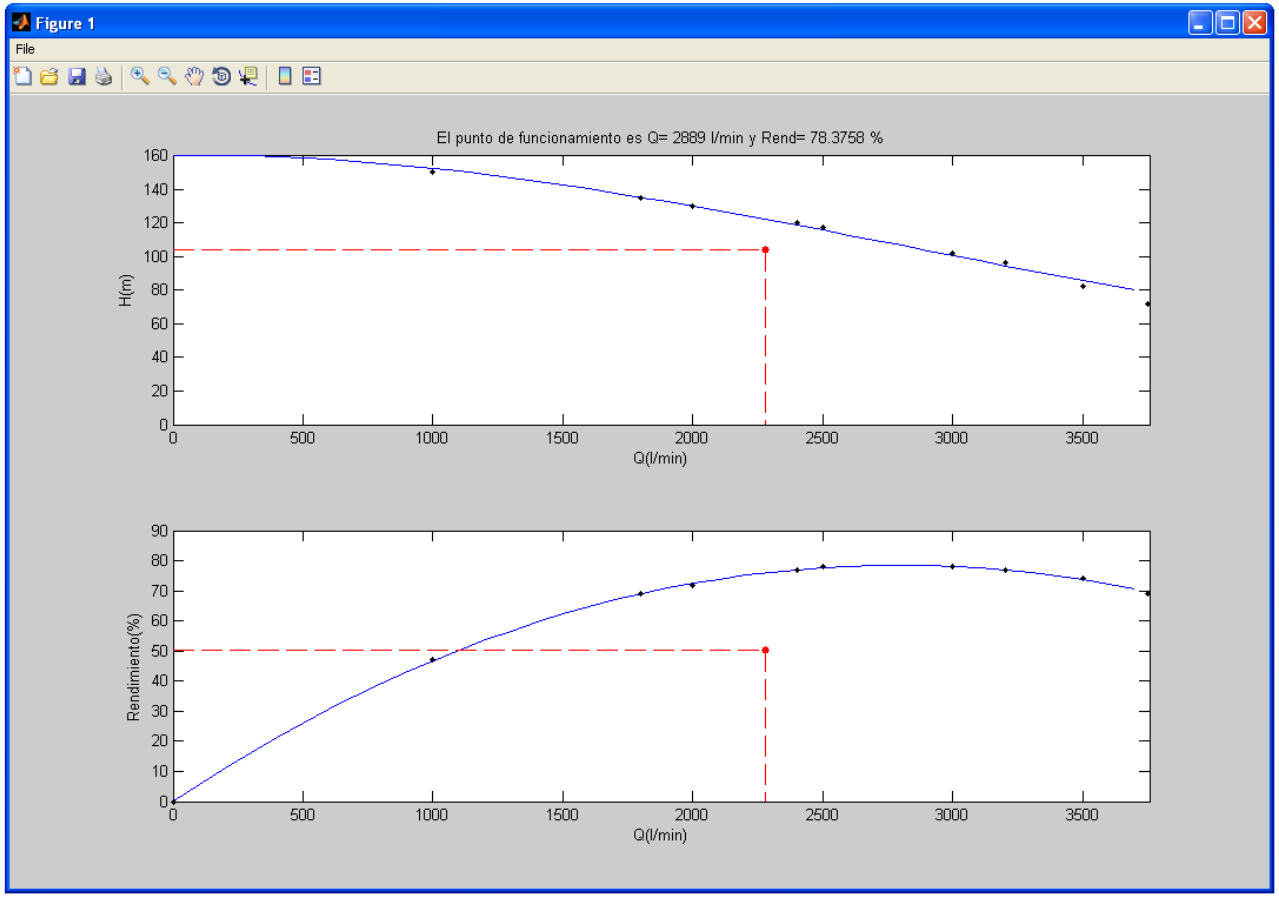
MODELO PRESUD-SOLAR

Monitorización y sistemas expertos de detección de problemas en pozos


VARIADOR DE VELOCIDAD
ANALIZADOR DE REDES
Potencia fotovoltaica (kW)
Frecuencia (Hz)
SISTEMA MEDIDA NIVEL DINAMICO
Microtubo bomba
CABLEADO HASTA LA BOMBA
DATALLOGER REGISTRO DE DATOS
CONTADOR DE PULSOS
TRANSDUCTOR PRESIÓN
Nivel Dinámico
Tubería de impulsión
Profundidad pozo
Bomba de riego y motor
Potencia
Frecuencia
Tensión
Caudal
Estimación de H

Claves de implementación de sistemas expertos

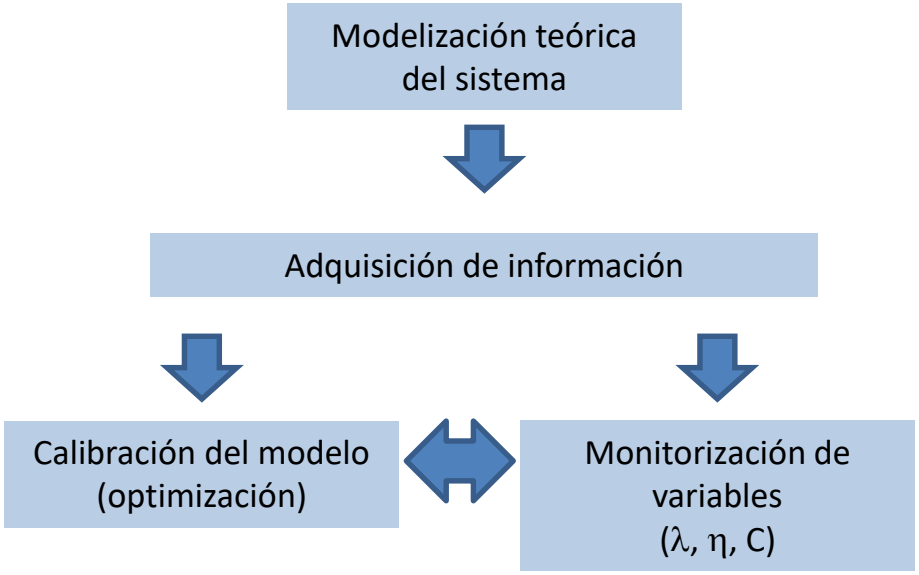
- Modelizar variador de frecuencia con leyes de semejanza
- Medimos el caudal
- Estimar H con ecuación de pérdidas de carga
- Determinar rendimiento con medida de potencia

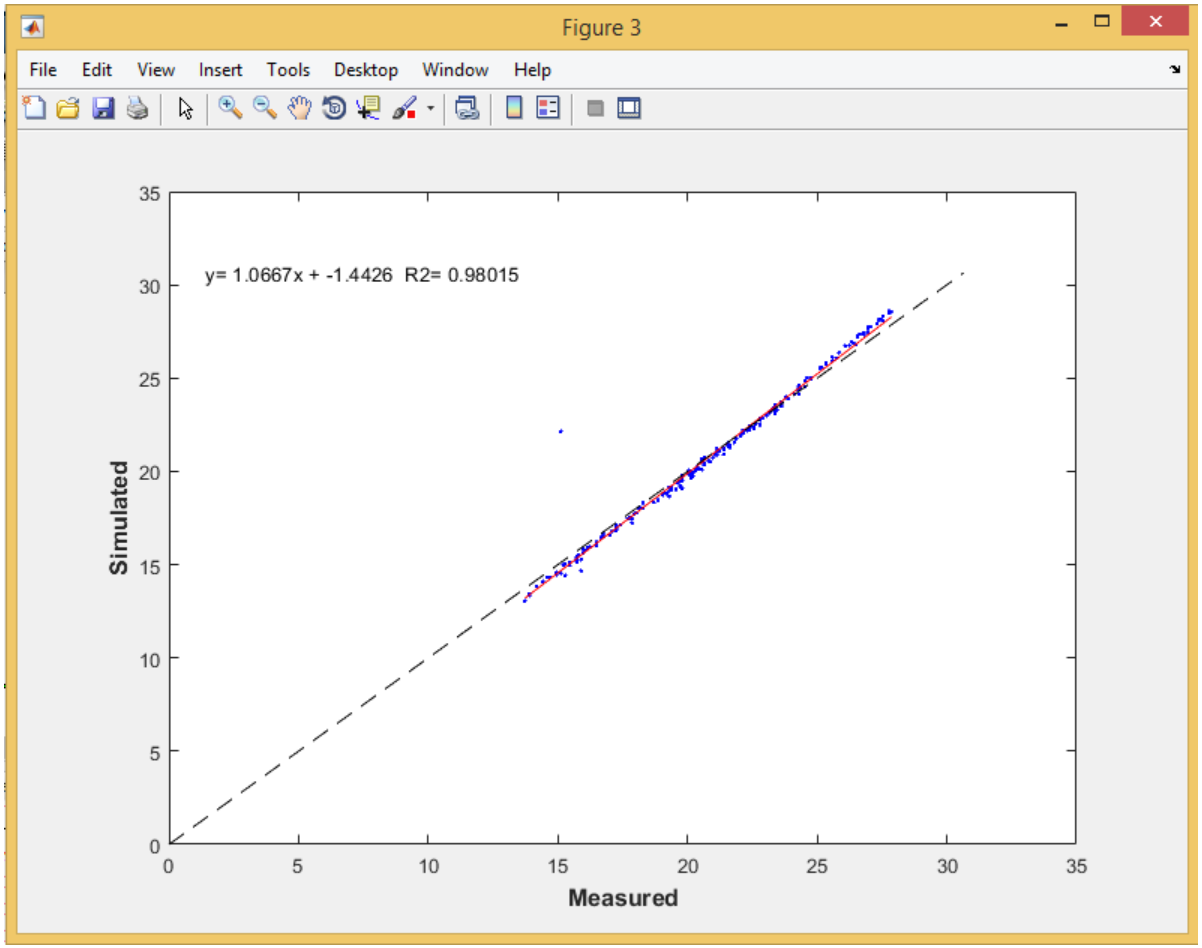


Claves de implementación de sistemas expertos

- Modelizar variador de frecuencia con leyes de semejanza
- Medimos el caudal
- Estimar H con ecuación de pérdidas de carga
- Determinar rendimiento con medida de potencia
- **Novedad:**
  - Simular desgaste de rodete con simulación de recorte de rodete (λ)
  - Simular fallo eléctrico con componente de rendimiento (η)
  - Simular fallo hidráulico con coeficiente de rozamiento (C)

Claves de implementación de sistemas expertos





$\lambda = 0.999$

$\eta varios = 0.83$

$C = 66.6$

MODELO FOTOVOLTAICO

MODELO HIDRÁULICO

Sistema de bombeo

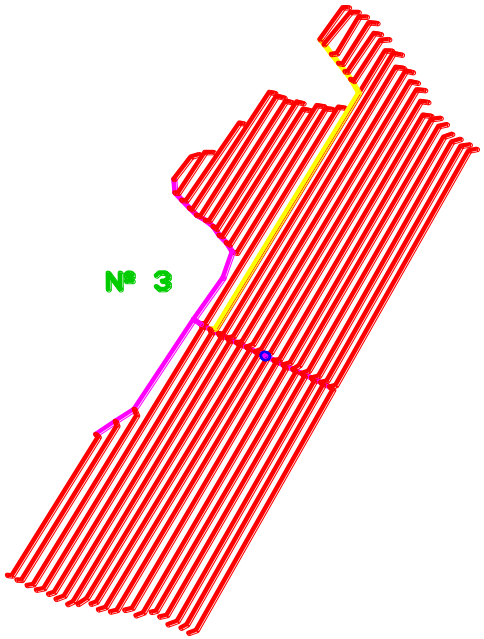
Sistema de riego

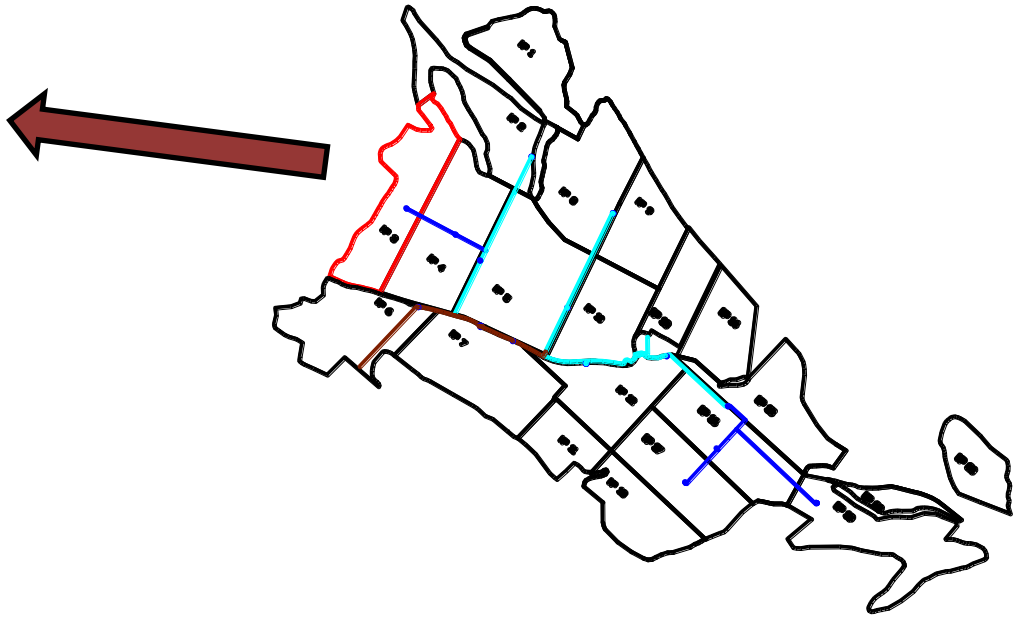
MODELO PRESUD-SOLAR

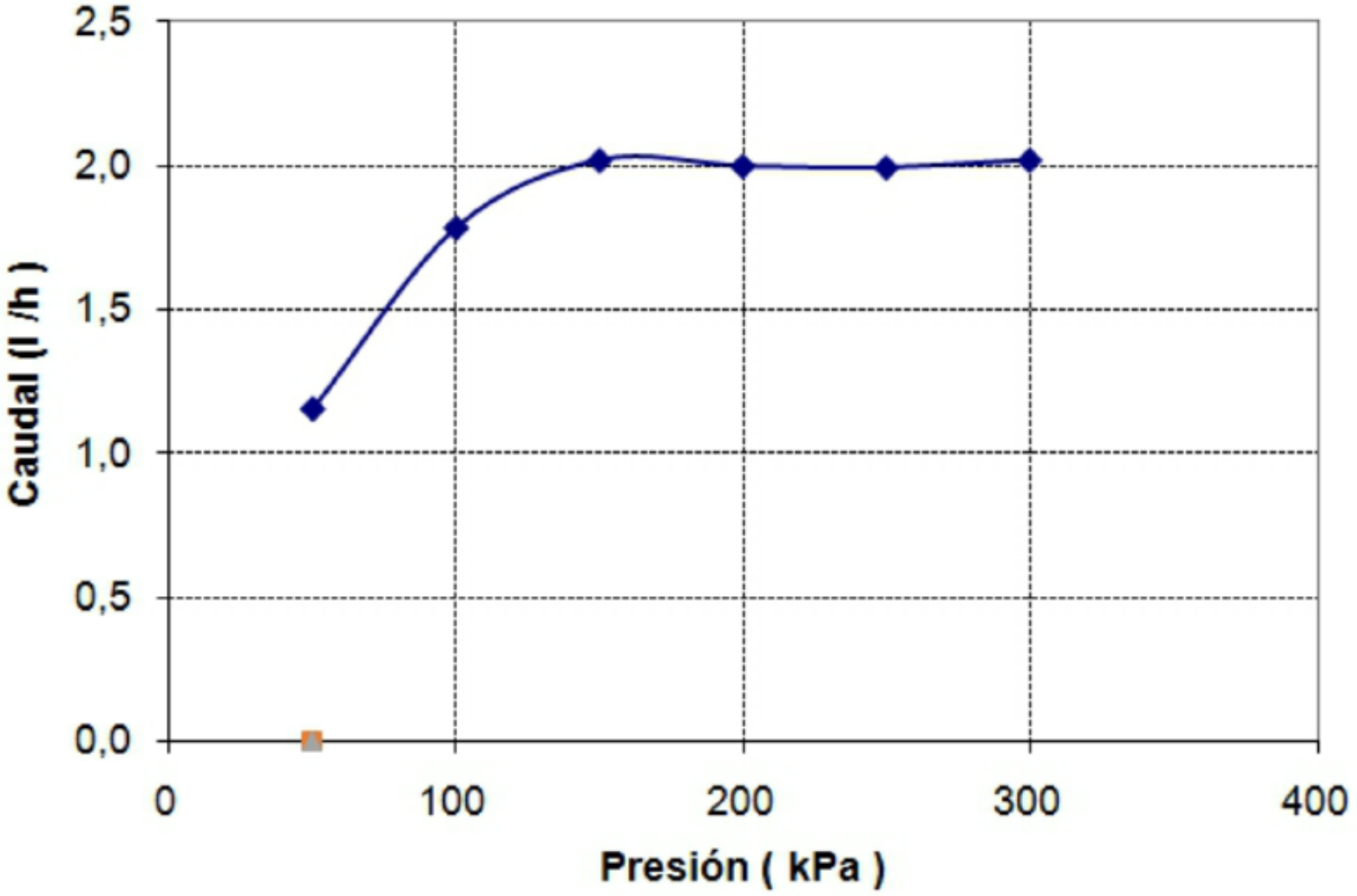
Caso de estudio: Peruelos

Modelo digital de elevaciones

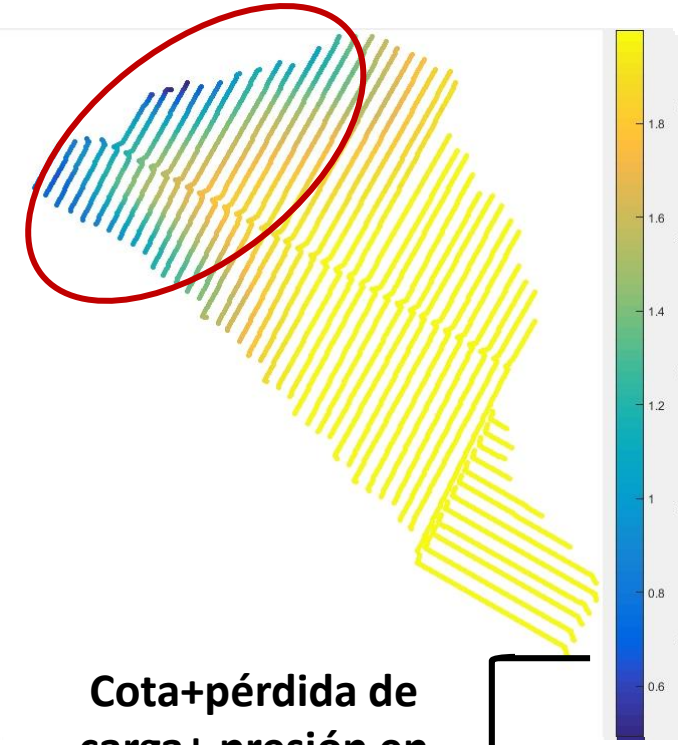
Modelo hidráulico

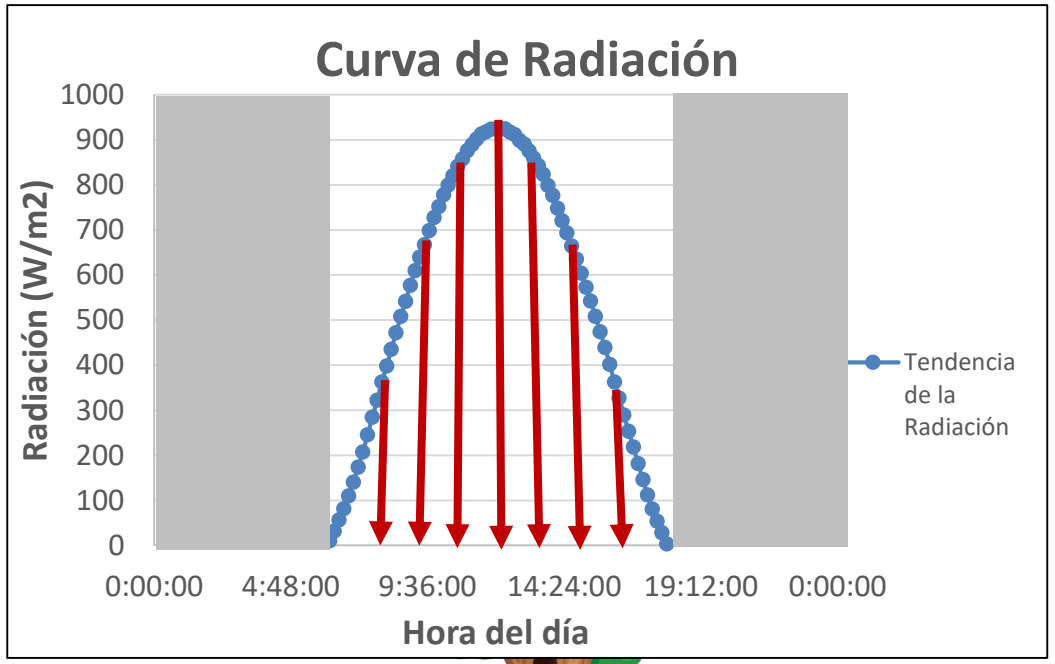





2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
Caudal (l /h)
0
100
200
300
400
Presión (kPa)

Hydraulic model

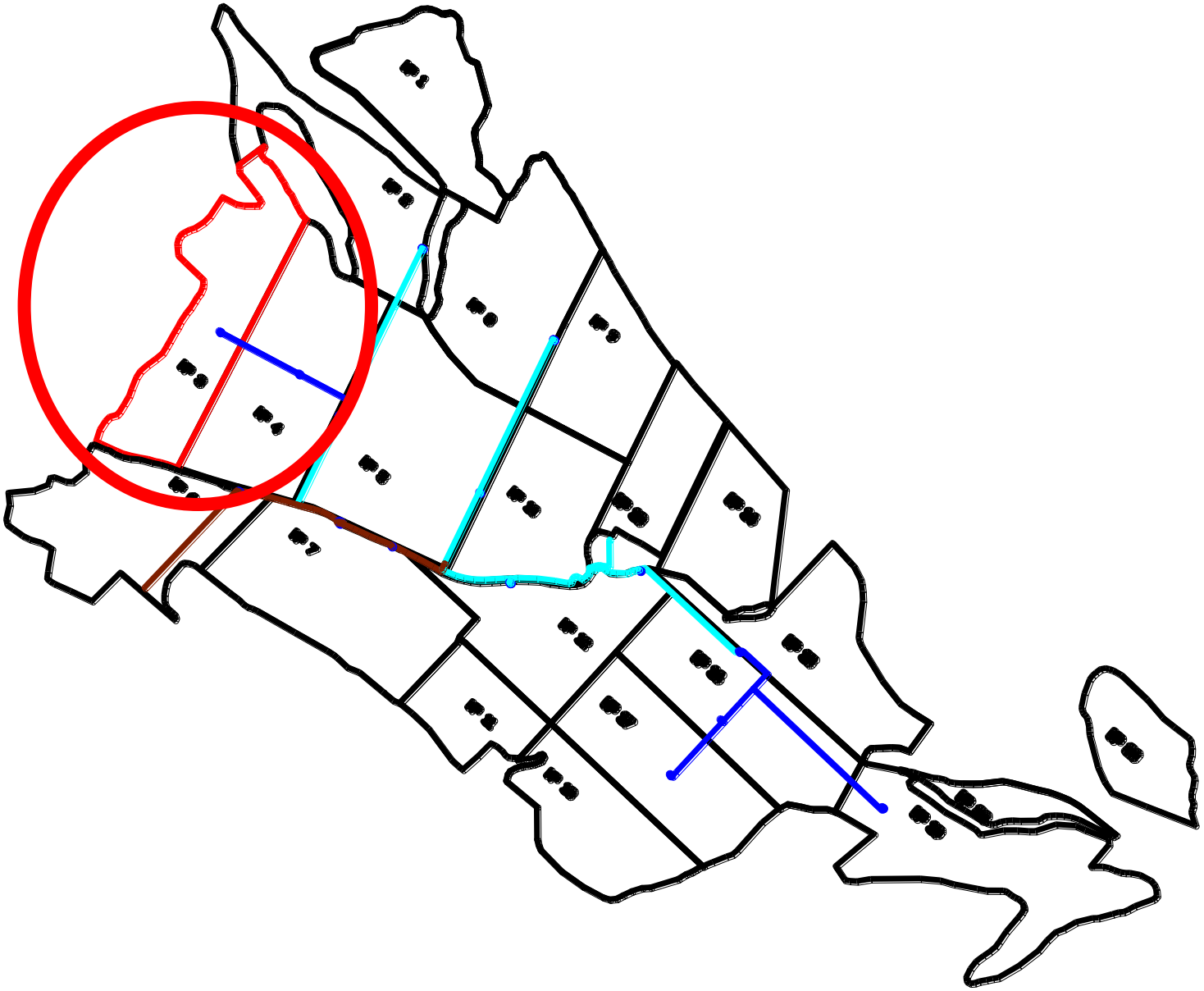




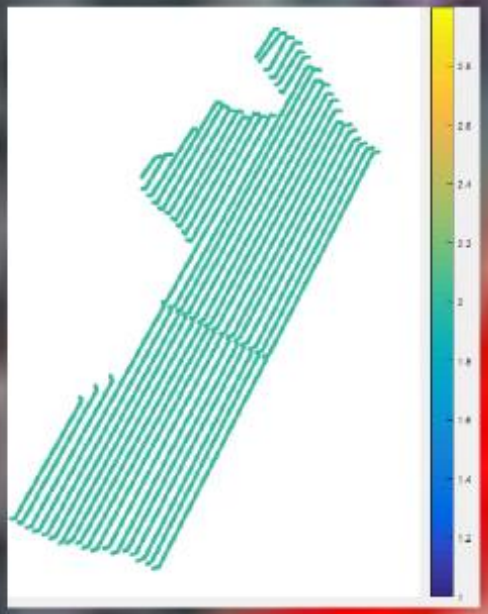
Cota+pérdida de carga+ presión en la subunidad

Nivel dinámico

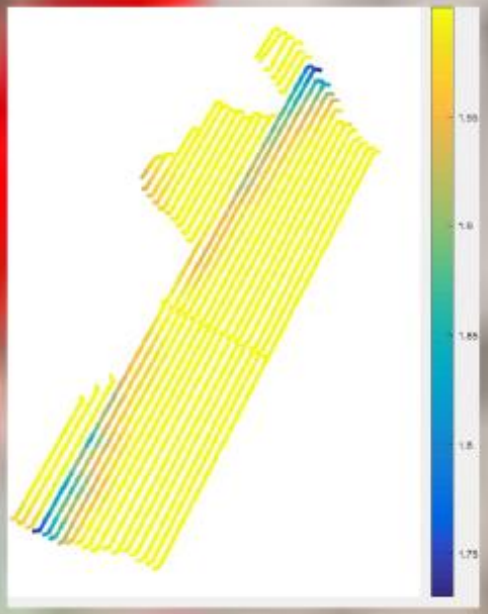
Nivel de Agua



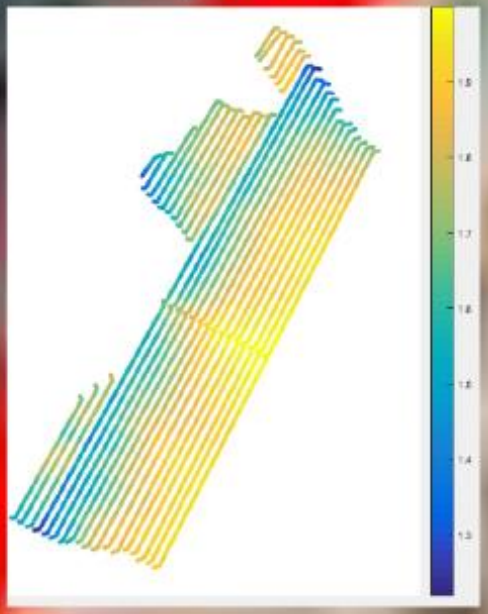
27 mca



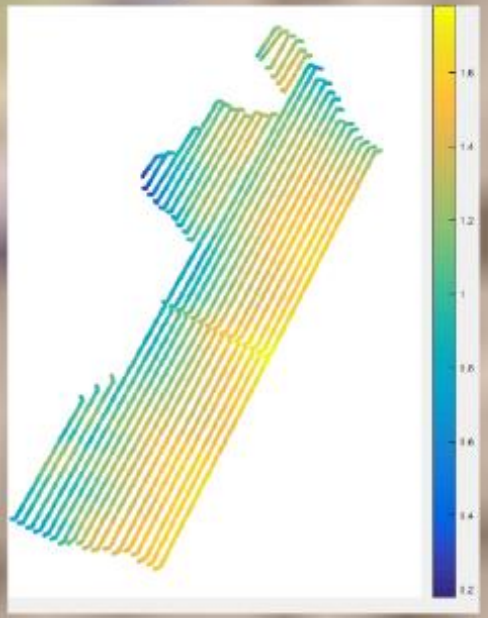
20 mca

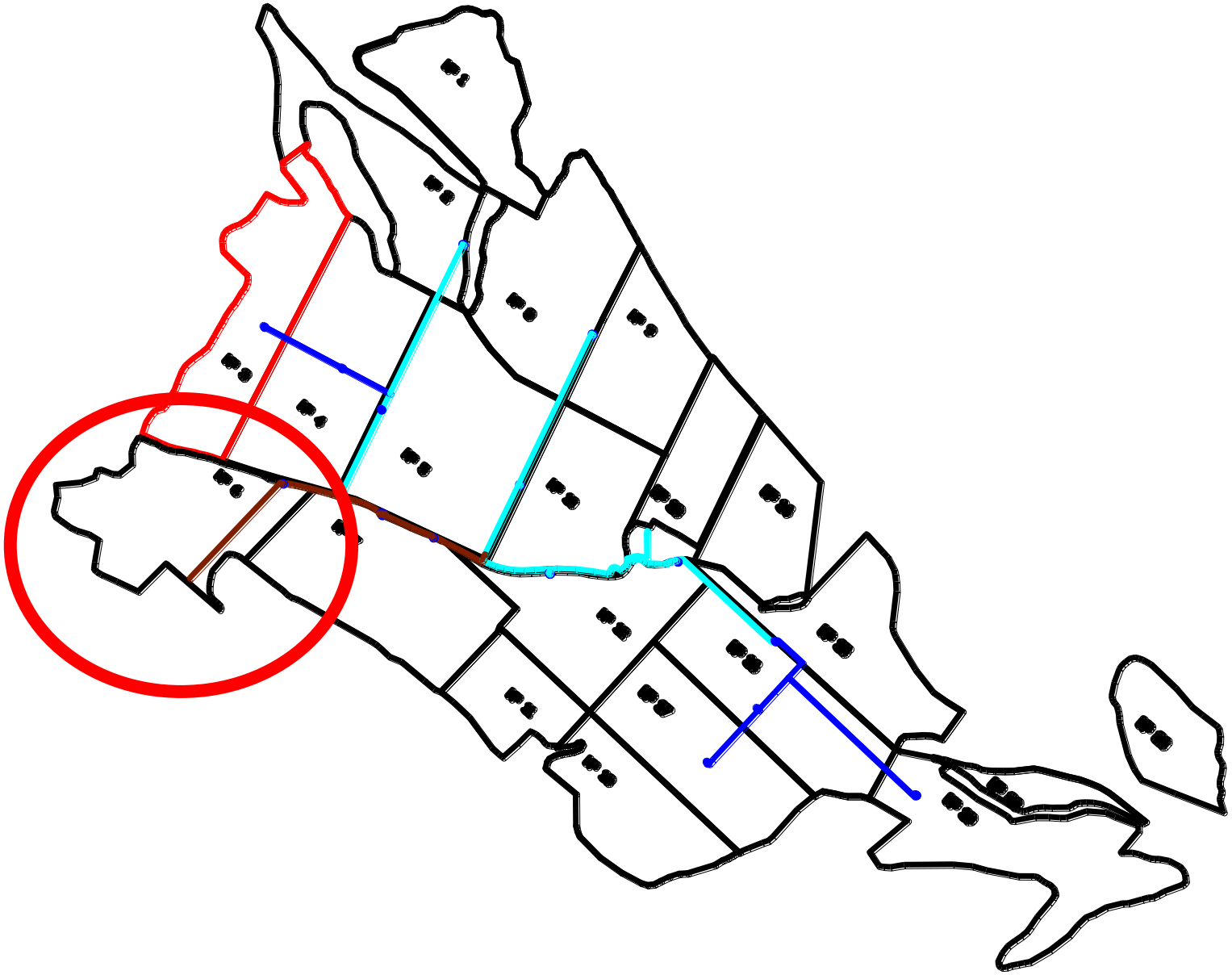


13 mca



7 mca



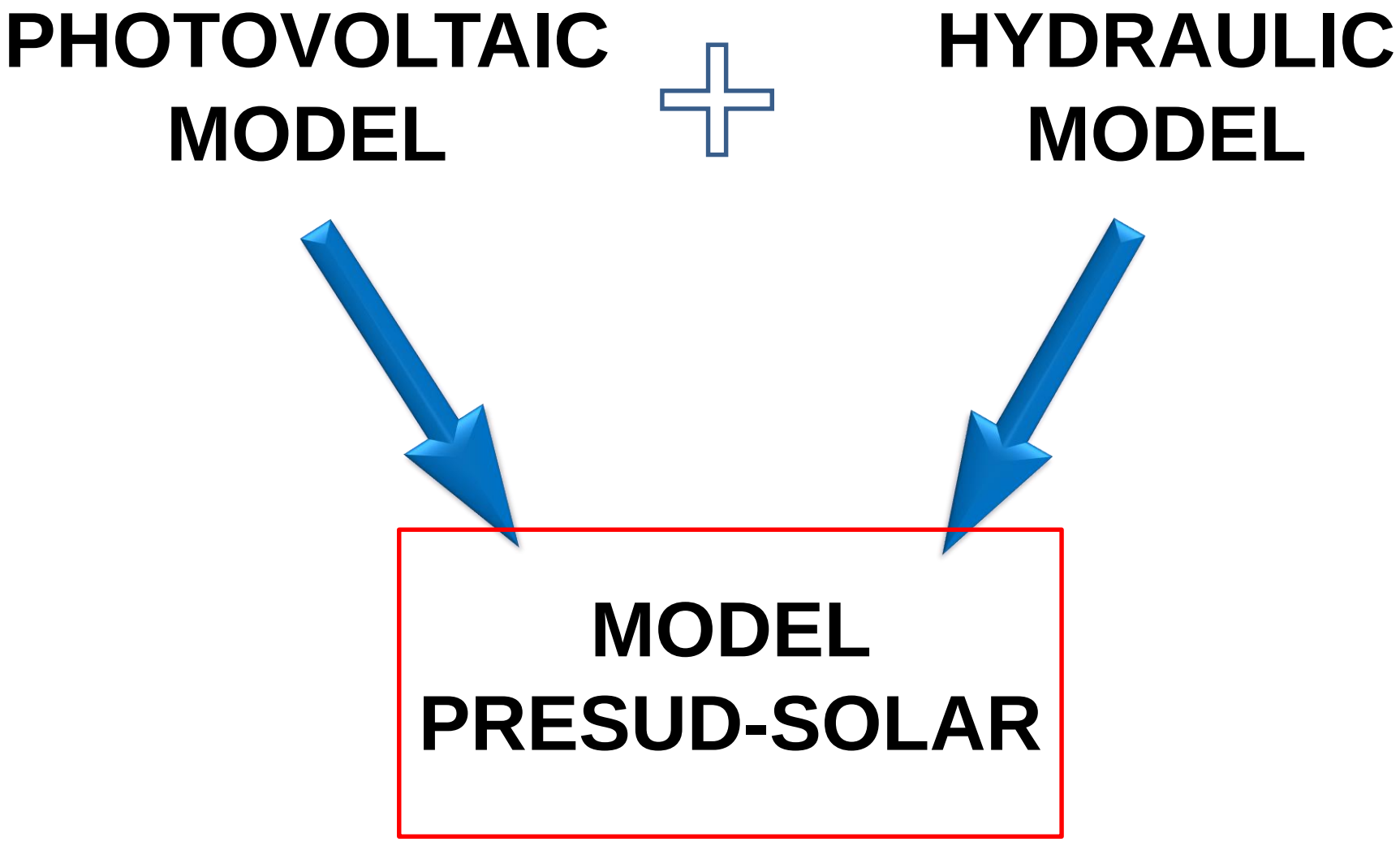


45 mca

39 mca

33 mca

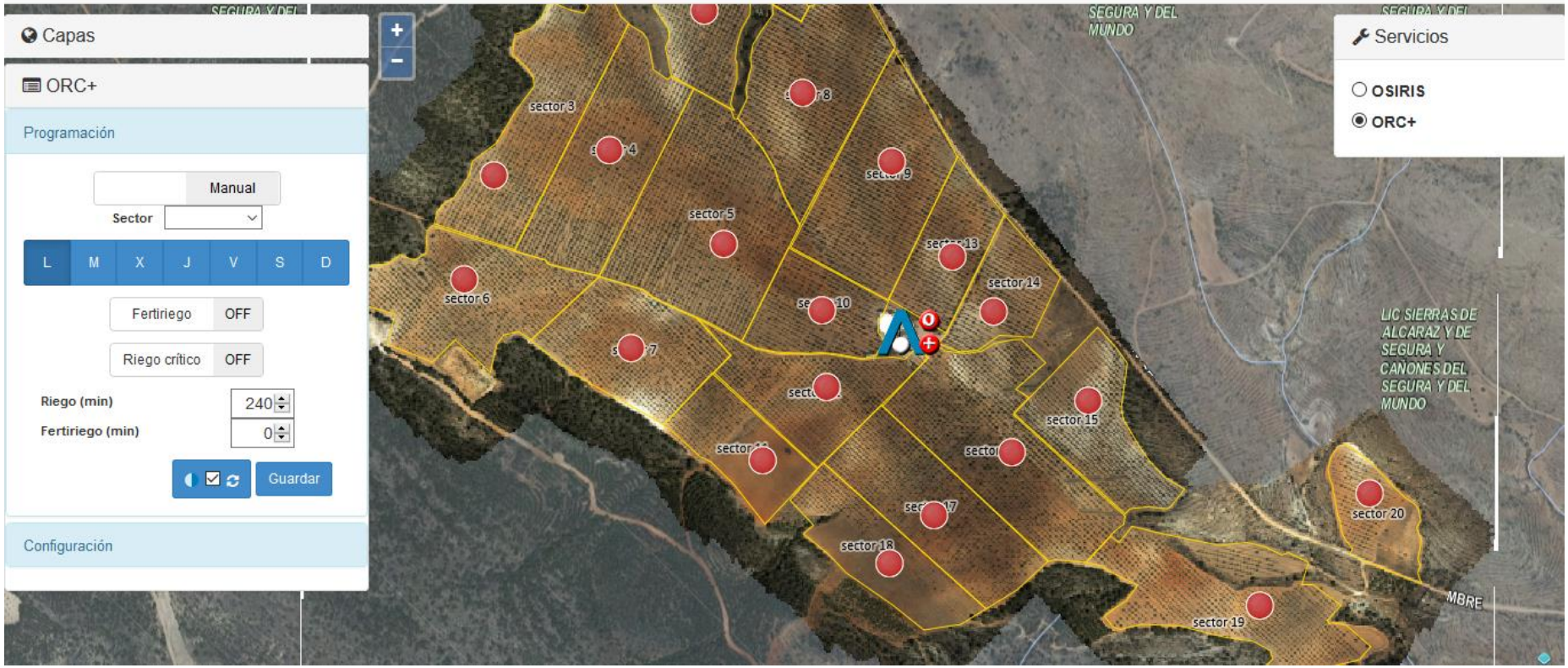
27 mca


PHOTOVOLTAIC MODEL
HYDRAULIC MODEL
MODEL PRESUD-SOLAR

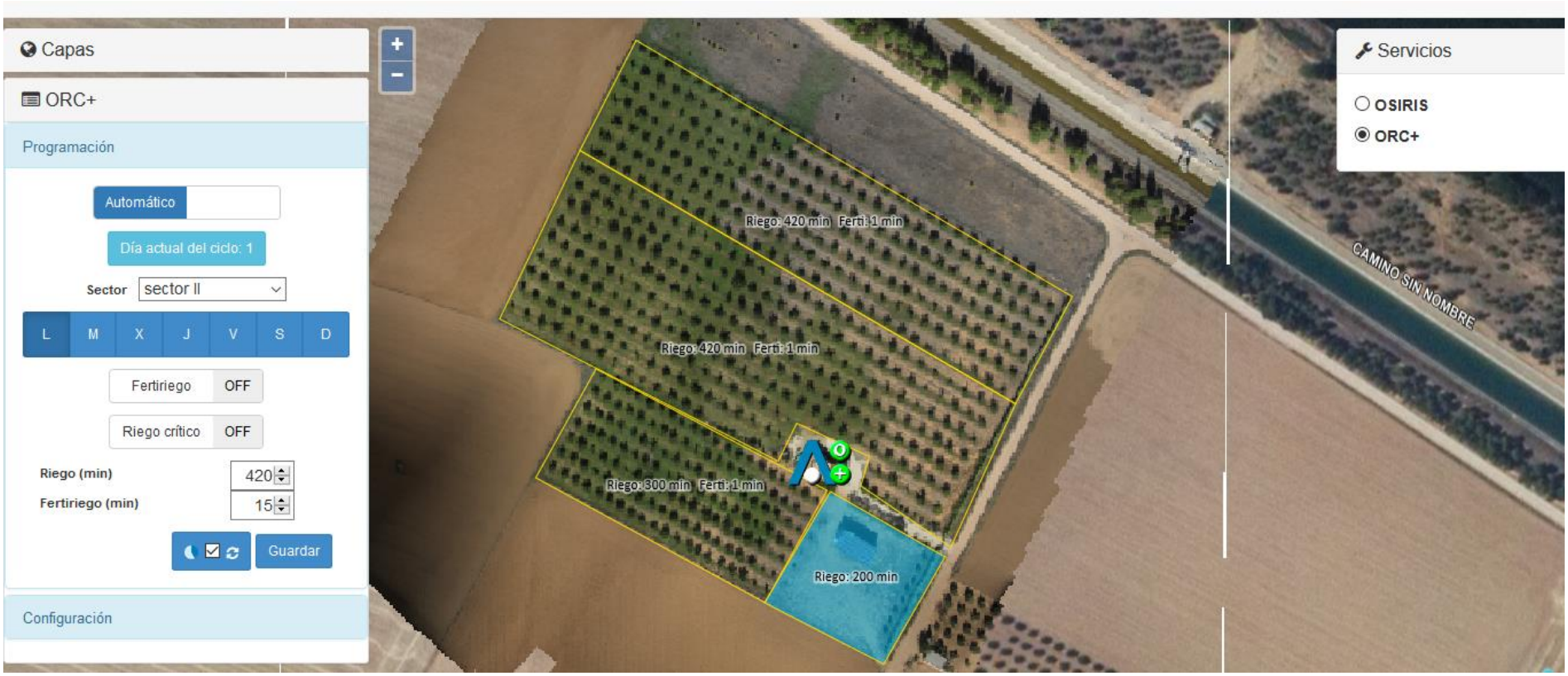

UCLM
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA


ARENTIO

Gestión del bombeo solar en red



Gestión del bombeo solar en red



http://apprentio.arentio.com/

No es seguro | apprentio.arentio.com

Aplicaciones | Escuela Técnica Sup... | Nueva pestaña | Sede Electrónica -... | Thermal Analysis wi... | InCites | TICPA | CALENDARIOS - TI...

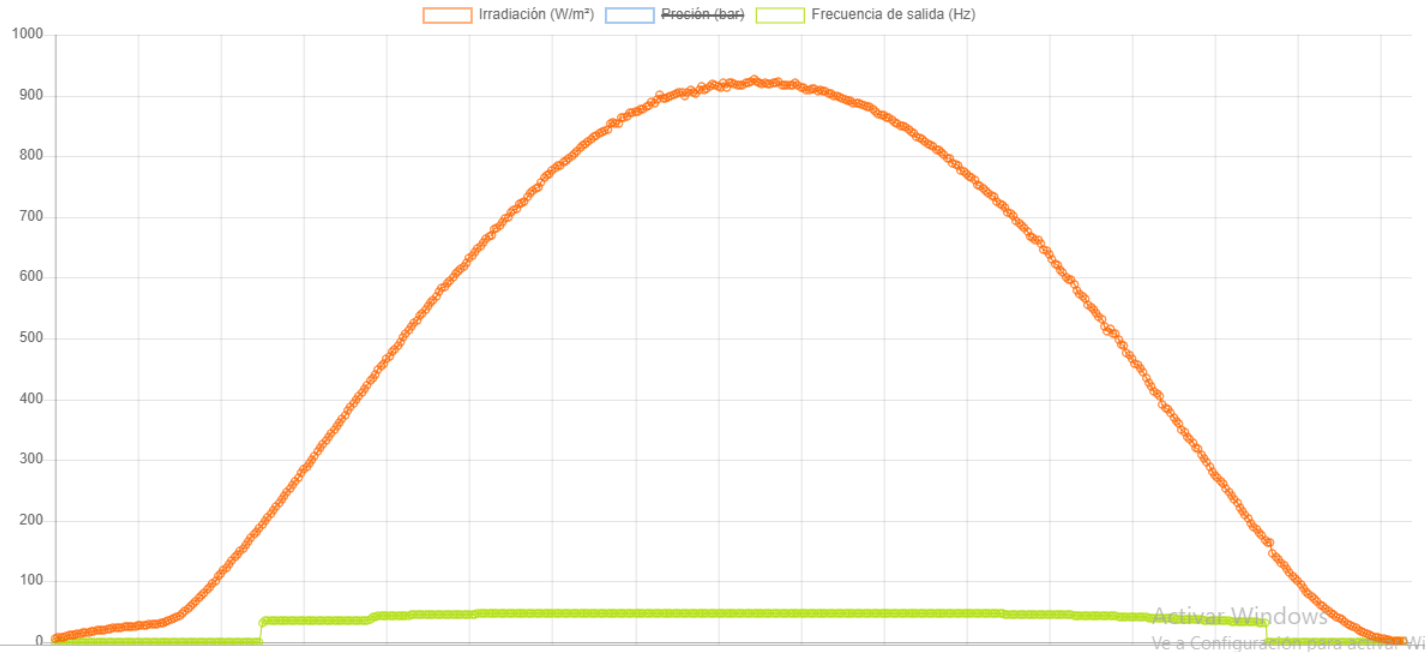
ARENTIO Admin

Volver al visor de mapas | Santa Ana

- Inicio
- Lecturas
  - Funcionamiento
  - Campo solar
  - Presión
  - Datos eléctricos
  - Mantenimiento
- ORC+
- Usuario

Funcionamiento

Últimas - lecturas | Actualización automática | 17/07/2018



key-issues-round-....jpg | key-issues-round-....jpg | key-issues-round-....jpg | Mostrar todo

http://apprentio.arentio.com/

No es seguro | apprentio.arentio.com

Aplicaciones | Escuela Técnica Sup... | Nueva pestaña | Sede Electrónica -... | Thermal Analysis wi... | InCites | TICPA | CALENDARIOS - TI...

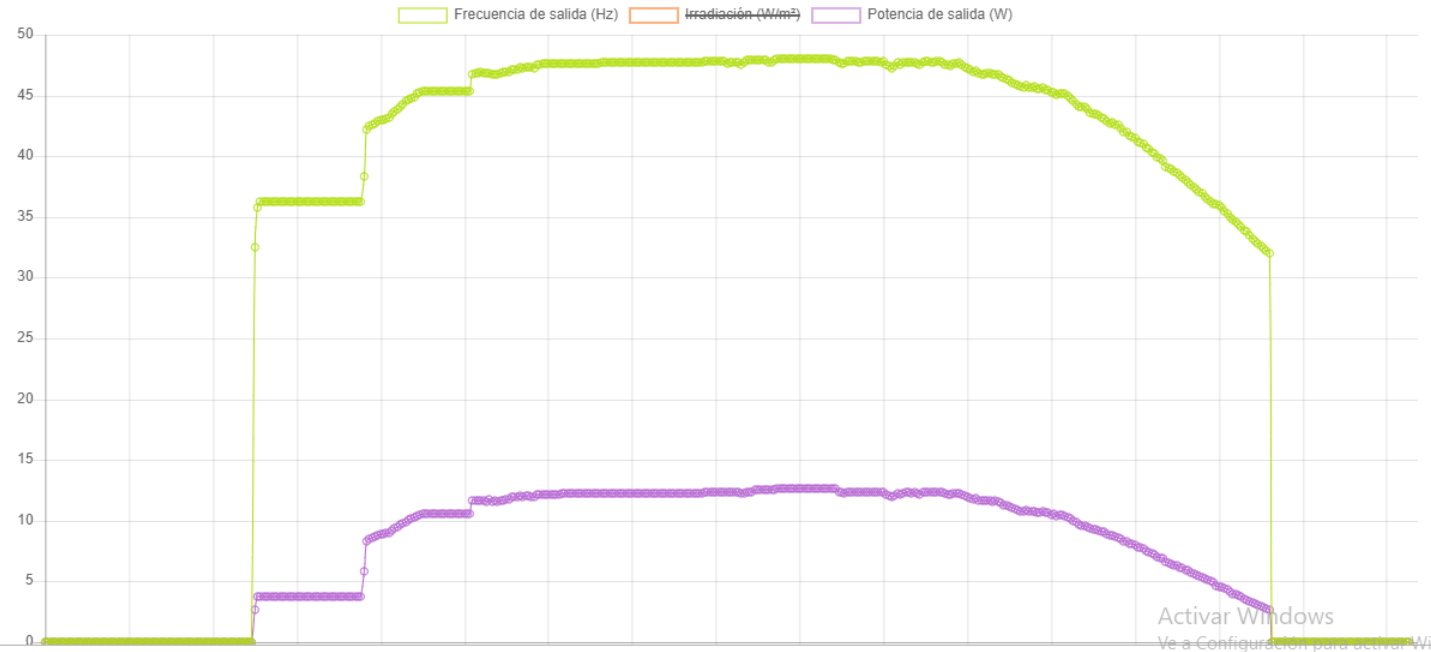
ARENTIO Admin

Volver al visor de mapas | Santa Ana

- Inicio
- Lecturas
  - Funcionamiento
  - Campo solar
  - Presión
  - Datos eléctricos
  - Mantenimiento
- ORC+
- Usuario

Datos eléctricos

Últimas - lecturas | Actualización automática | 17/07/2018



key-issues-round-....jpg | key-issues-round-....jpg | key-issues-round-....jpg | Mostrar todo

http://apprentio.arentio.com/

No es seguro | apprentio.arentio.com

Aplicaciones | Escuela Técnica Sup... | Nueva pestaña | Sede Electrónica -... | Thermal Analysis wi... | InCites | TICPA | CALENDARIOS - TI...

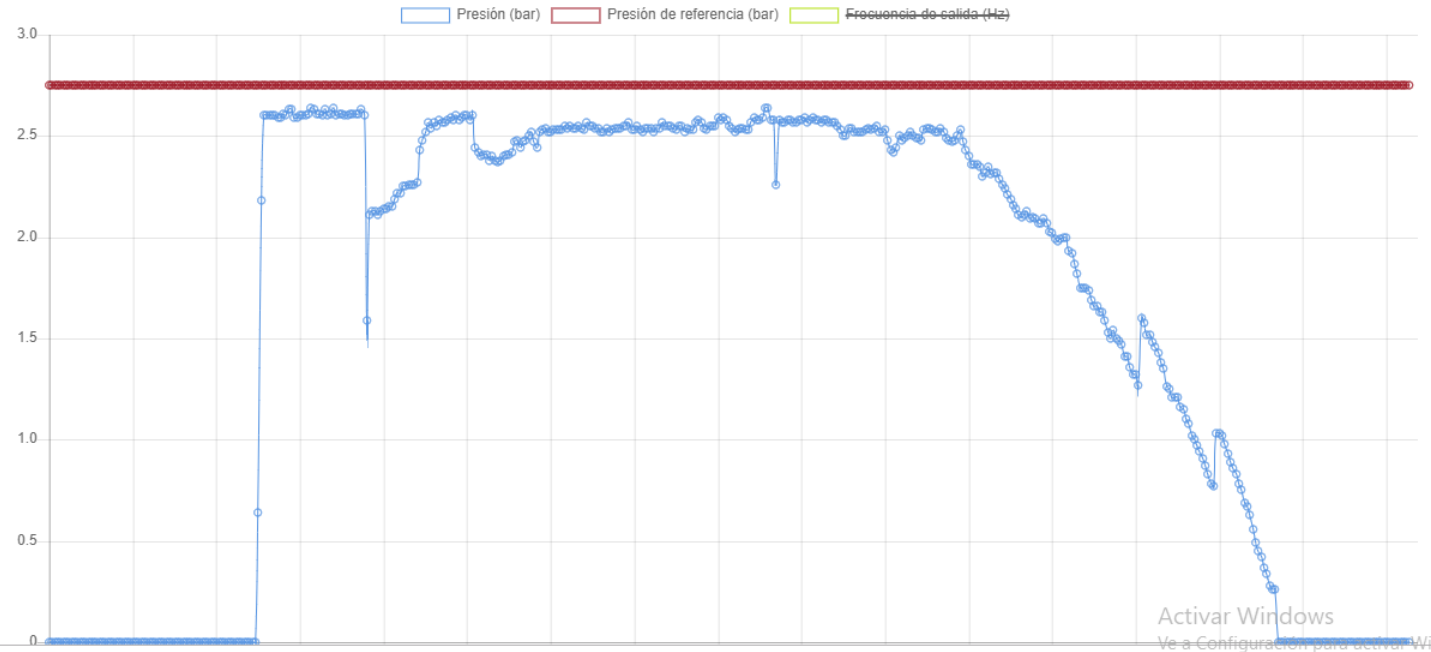
ARENTIO Admin

Volver al visor de mapas | Santa Ana

- Inicio
- Lecturas
  - Funcionamiento
  - Campo solar
  - Presión
  - Datos eléctricos
  - Mantenimiento
- ORC+
- Usuario

Presión

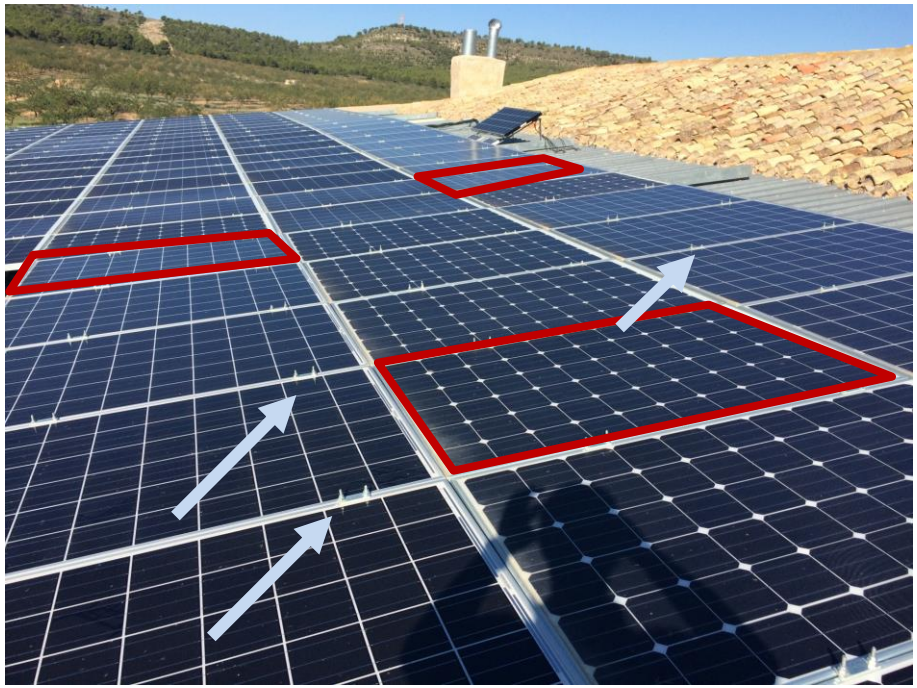
Últimas - lecturas | Actualización automática | 17/07/2018



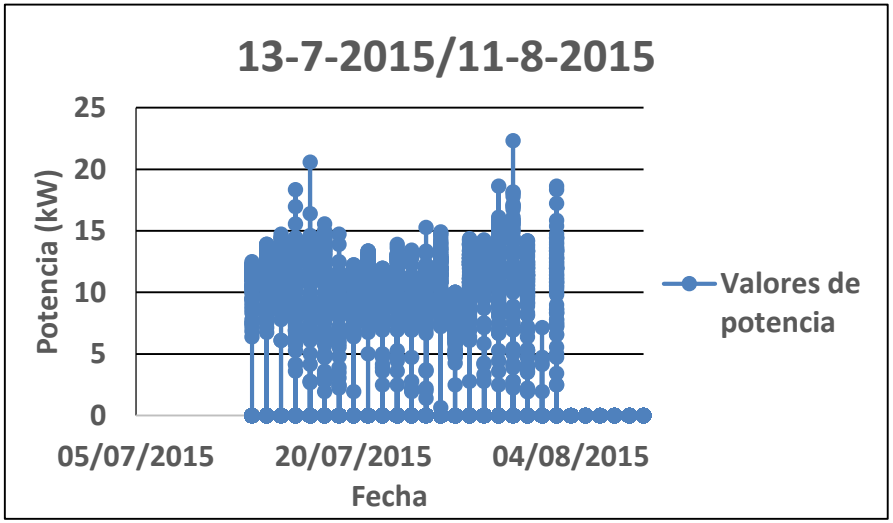
key-issues-round-....jpg | key-issues-round-....jpg | key-issues-round-....jpg | Mostrar todo

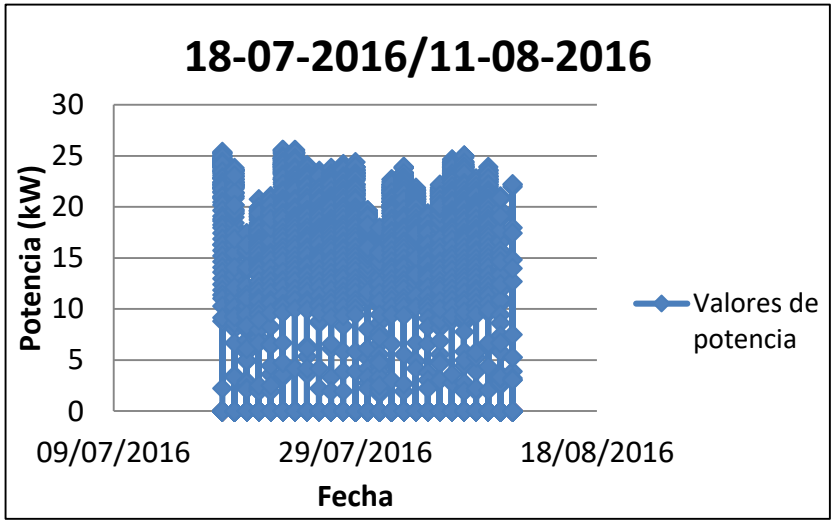

Una verdad
incómoda

Encontramos…

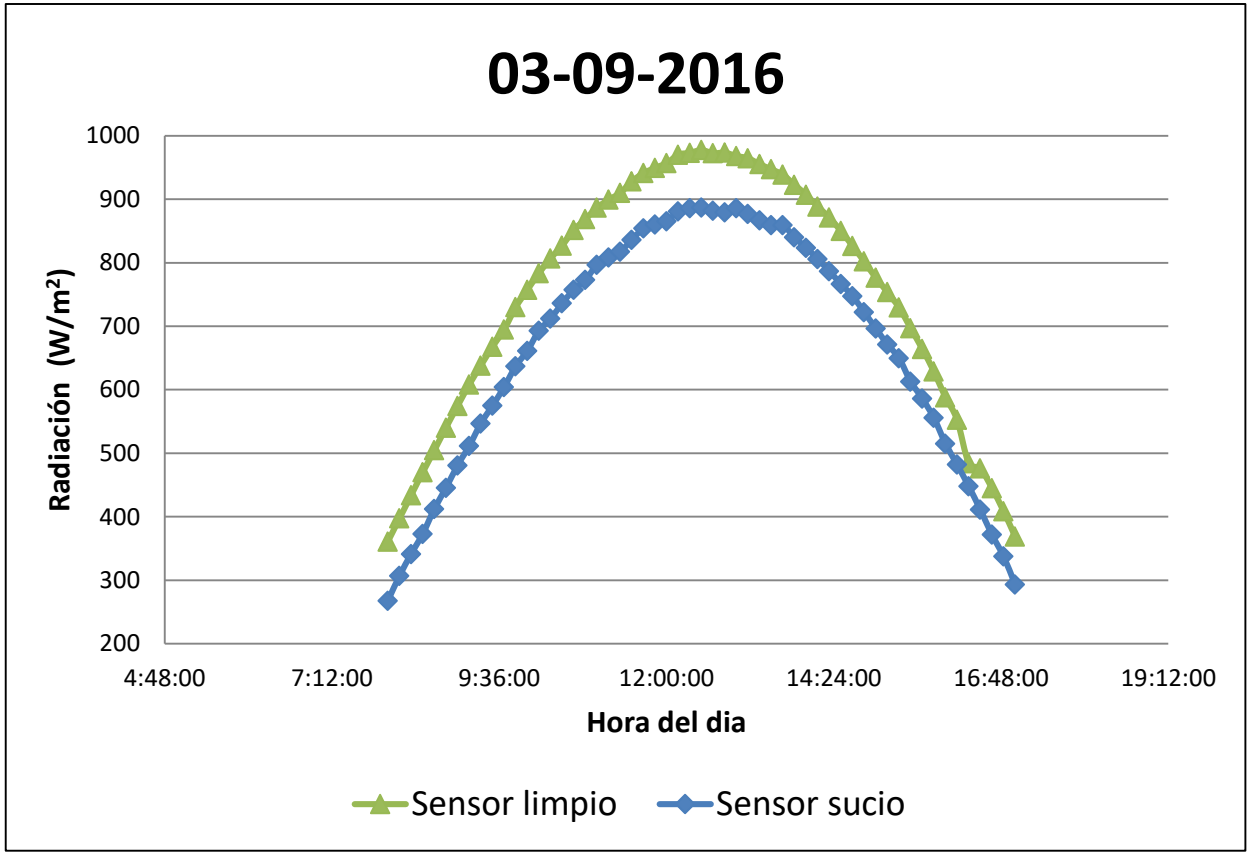


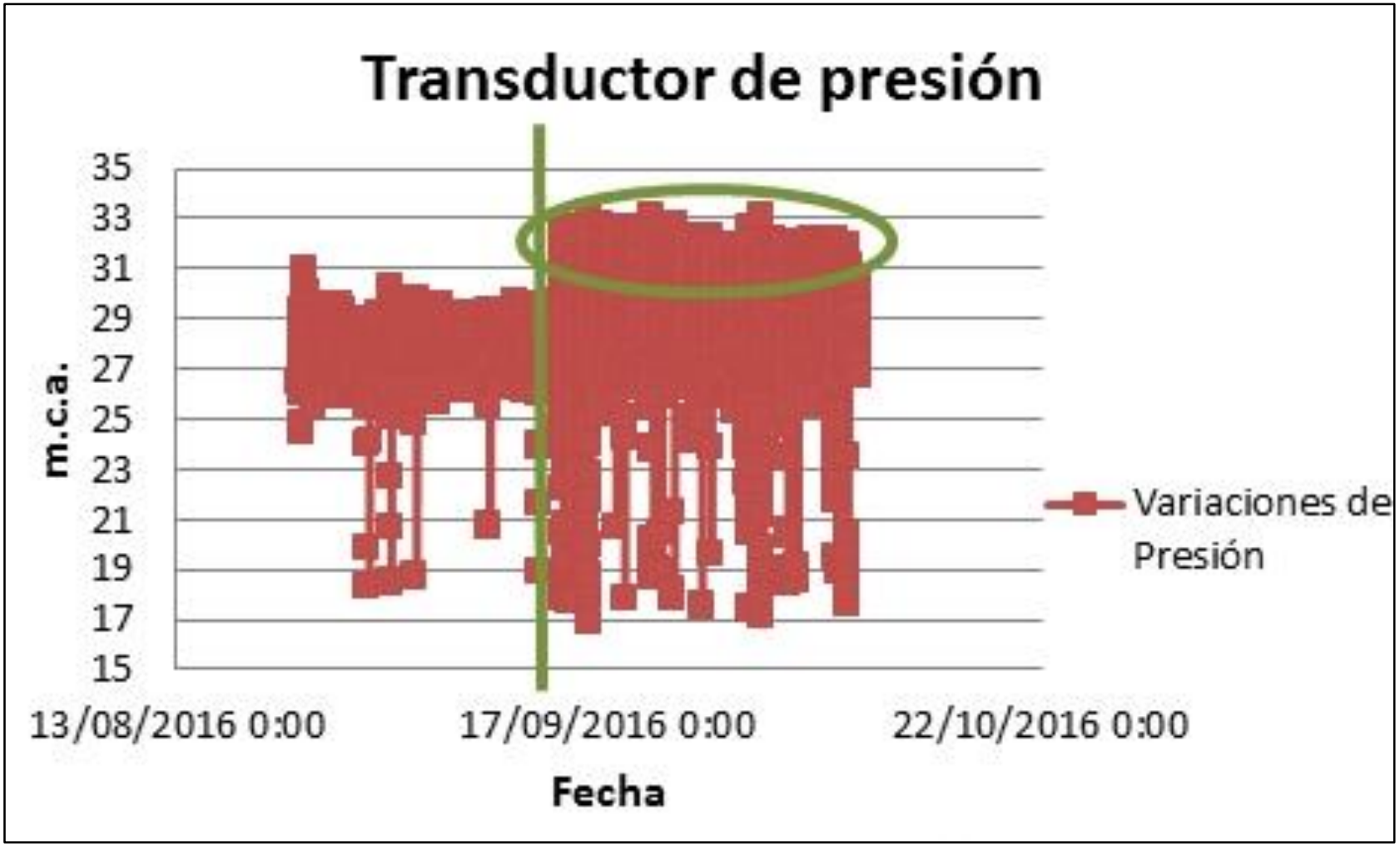
Ahora

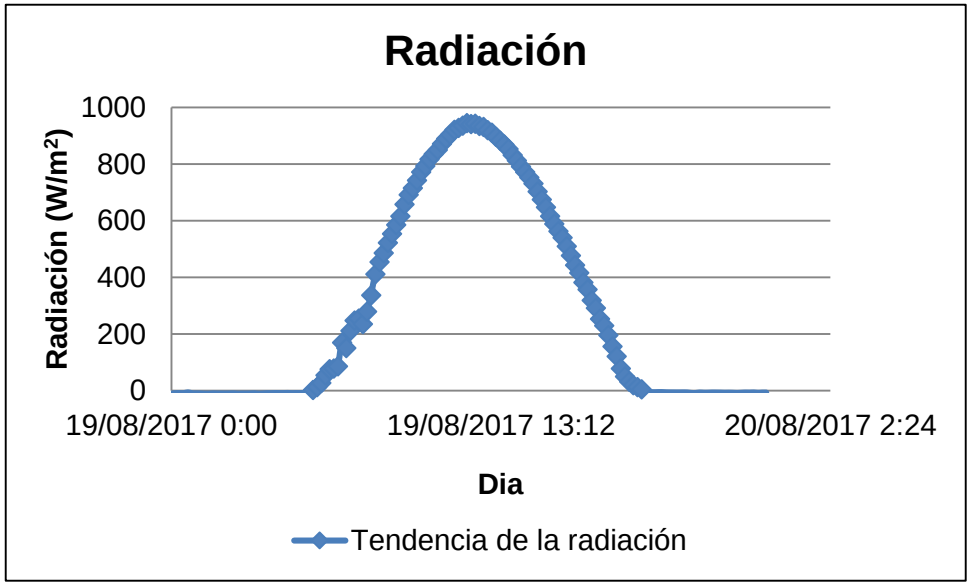


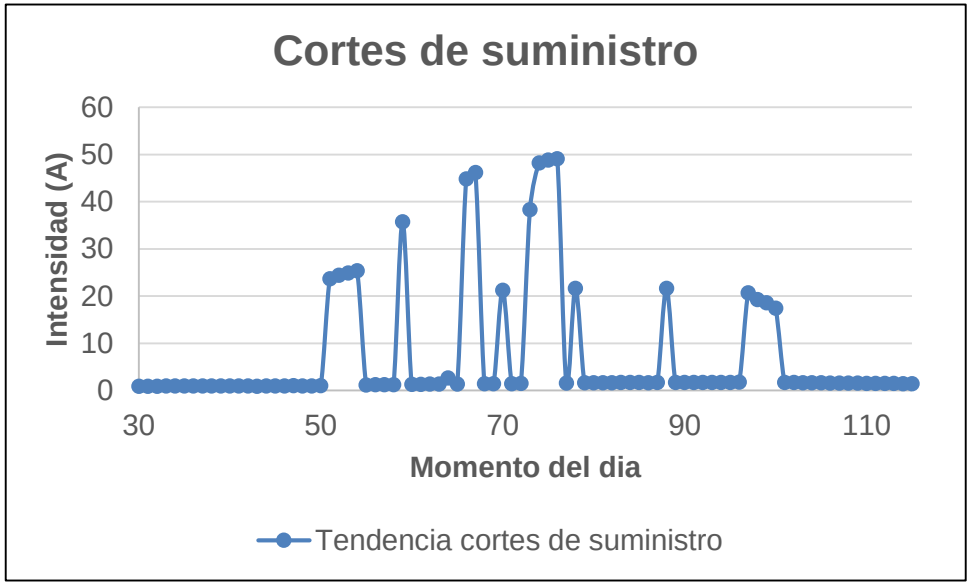


Limpieza de los paneles




Transductor de presión
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
m.c.a.
13/08/2016 0:00
17/09/2016 0:00
22/10/2016 0:00
Fecha
Variaciones de Presión


Radiación
1000
800
600
400
200
0
Radiación (W/m²)
19/08/2017 0:00
19/08/2017 13:12
20/08/2017 2:24
Dia
Tendencia de la radiación


Cortes de suministro
60
50
40
30
20
10
0
Intensidad (A)
30
50
70
90
110
Momento del dia
Tendencia cortes de suministro


ESPERANDO...


AgroAnuncios
Ahorramos energía! Pero…
¿qué pasa con el agua?

Diseño, gestión y manejo del riego por goteo con energía fotovoltaica

Jorge Cervera Gascó
Miguel Ángel Moreno Hidalgo

TICs Aplicadas a la Precisión Agroforestal