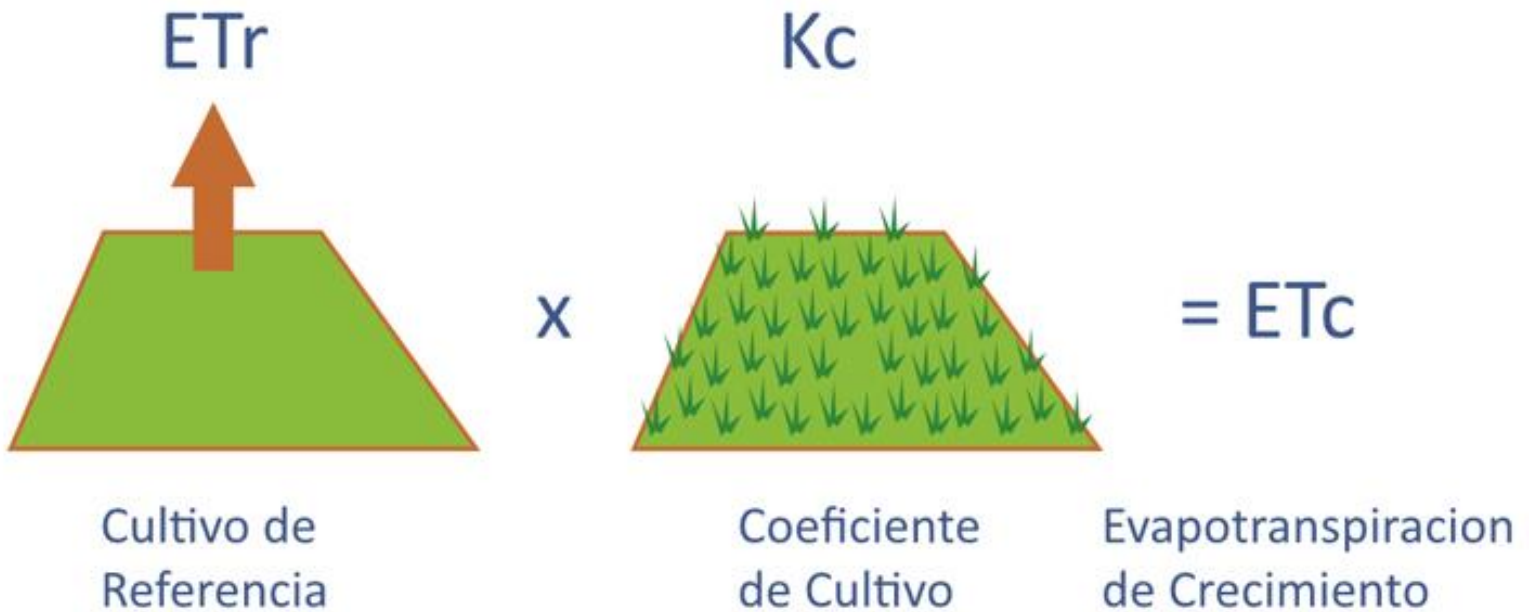


acuriego

USO EFICIENTE DE RIEGO
EN EL CULTIVO DE LA VID

- La clave es estimar evapotranspiración del viñedo.
- ETo potencial combinando MDT y estaciones **Cesens/MeteoNavarra**
- Kcb temporal a nivel de parcela mediante uso de **satélite**.
- Ks: potencial suelo > mapa suelos **IDENavarra**.

$$ET_c = K_c * ET_r$$



- La evapotranspiración (ET) es la suma de la transpiración de la planta y la evaporación del suelo.
- La E_{To} representa la demanda evaporativa de la atmósfera y depende de factores meteorológicos. Se calcula a partir de datos de estaciones agroclimáticas.
- El modelo estima la ET como el producto $K_c \times E_{To}$. Permite separar la transpiración de la evaporación usando un K_c basal (K_{cb}) y un coeficiente evaporativo (K_e):
 - **$ET = K_c \times E_{To} + K_e \times E_{To}$**
 - **$ET = (K_s \times K_{cb}) \times E_{To} + K_e \times E_{To}$**

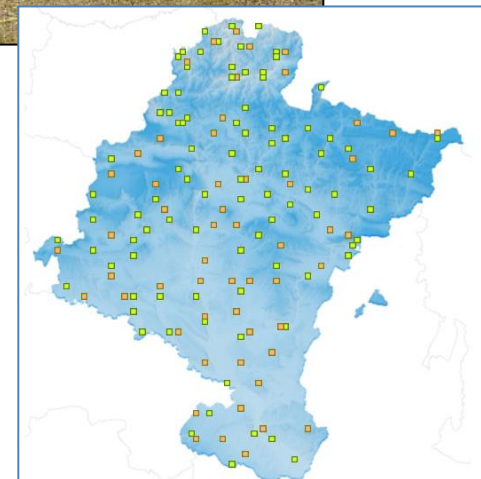
ETo = Evapotranspiración potencial

1. Varía según la localización de la parcela

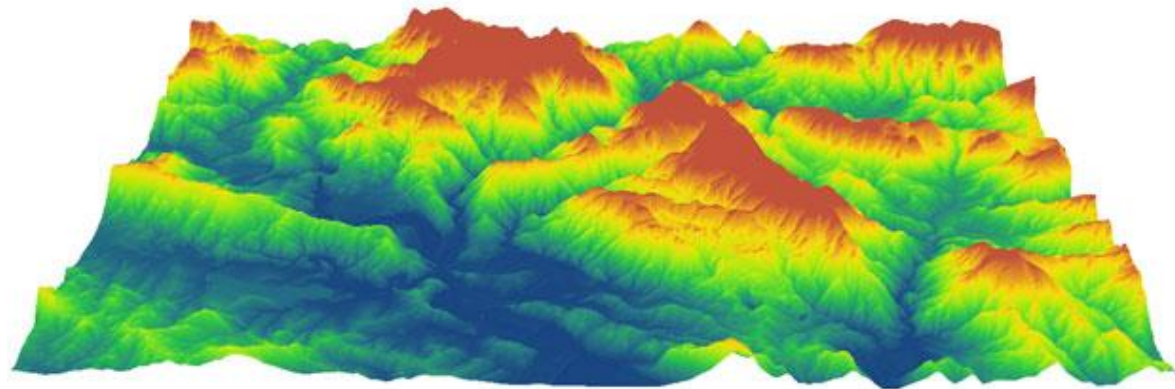
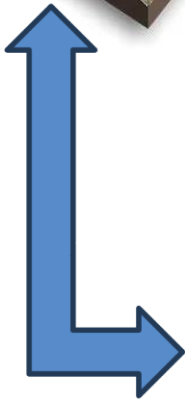
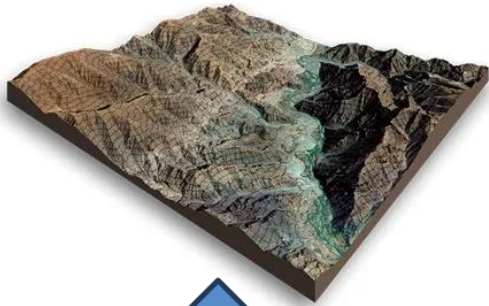
2. Varía cada día



meteo.navarra



GIS = MODELOS DIGITALES DEL TERRENO



$$ET_0 = 0,0023 (t_{med} + 17,78) R_0 * (t_{dm\acute{a}x} - t_{dmin})^{0,5}$$

donde: ET_0 = evapotranspiraci3n potencial, mm/día

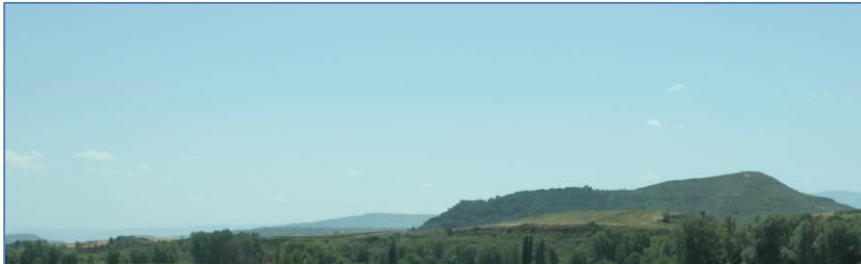
t_{med} = temperatura media diaria, °C

R_0 = Radiaci3n solar extraterrestre , **en mm/día** (tabulada, documento P019)

$t_{dm\acute{a}x}$ = temperatura diaria m\acute{a}xima

t_{dmin} = temperatura diaria m\acute{in}ima

Para una descripci3n m\acute{as detallada de la f3rmula, ver en “Pr\acute{a}cticas superficial” el documento P019

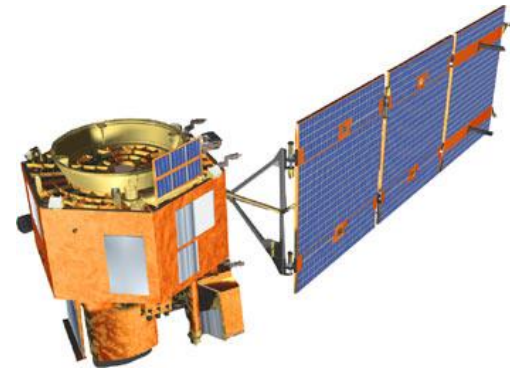


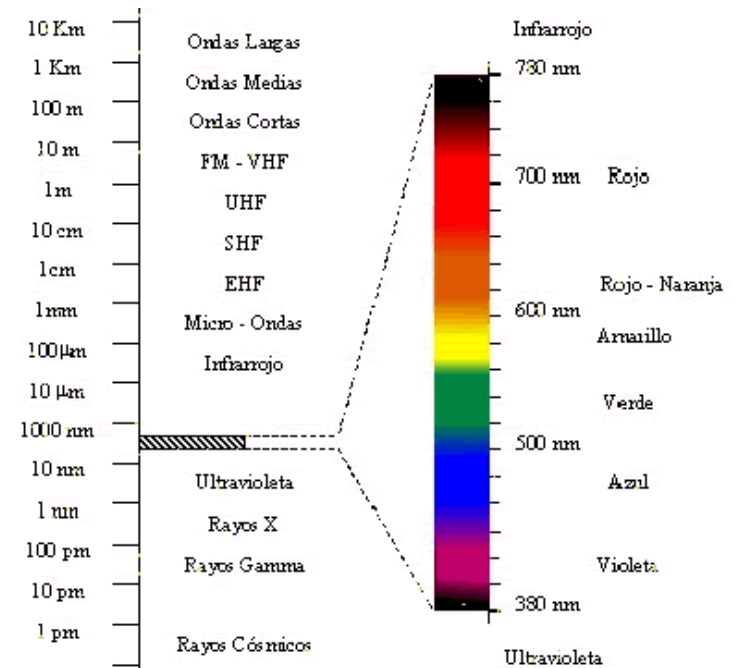
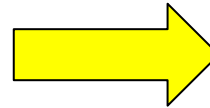
Kcb = Coeficiente Basal del cultivo

1. **Varía según momento fenológico del viñedo**
2. **Varía según el tipo de parcela**

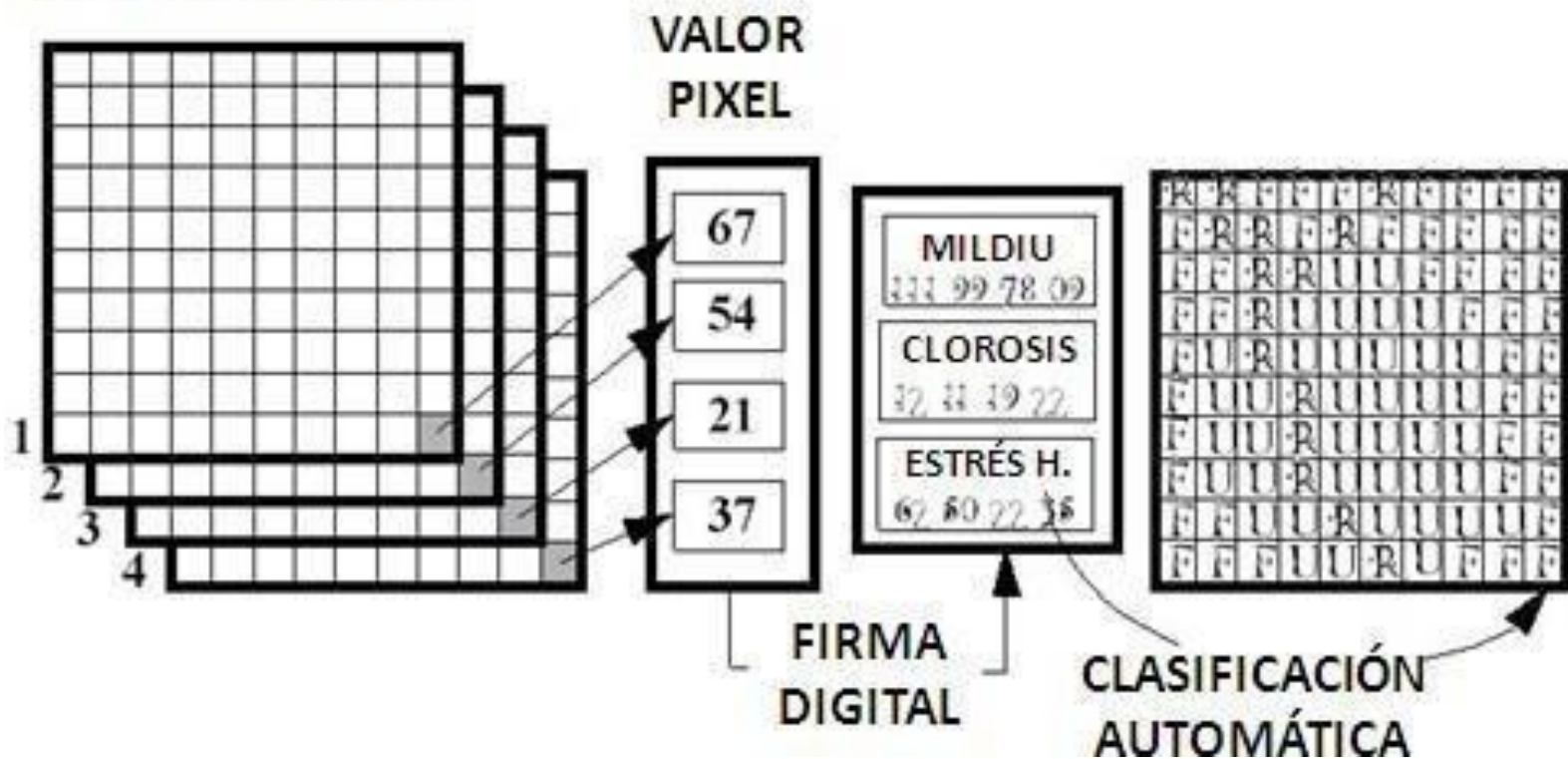


TELEDETECCIÓN

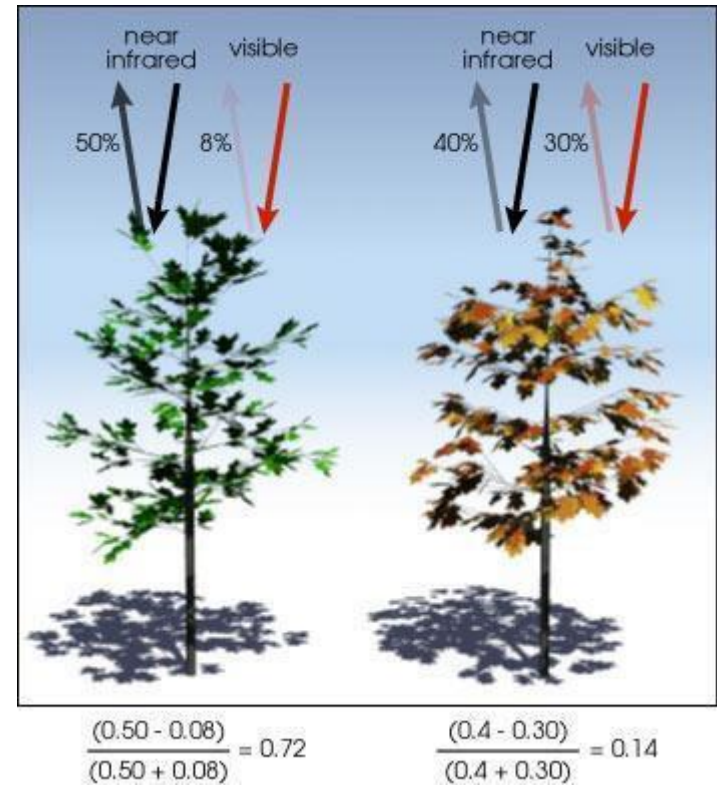


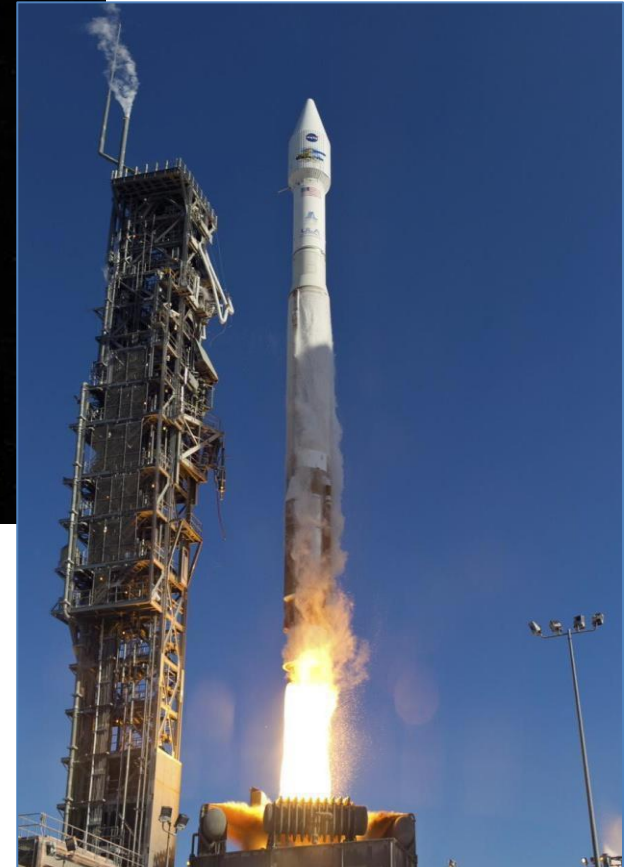
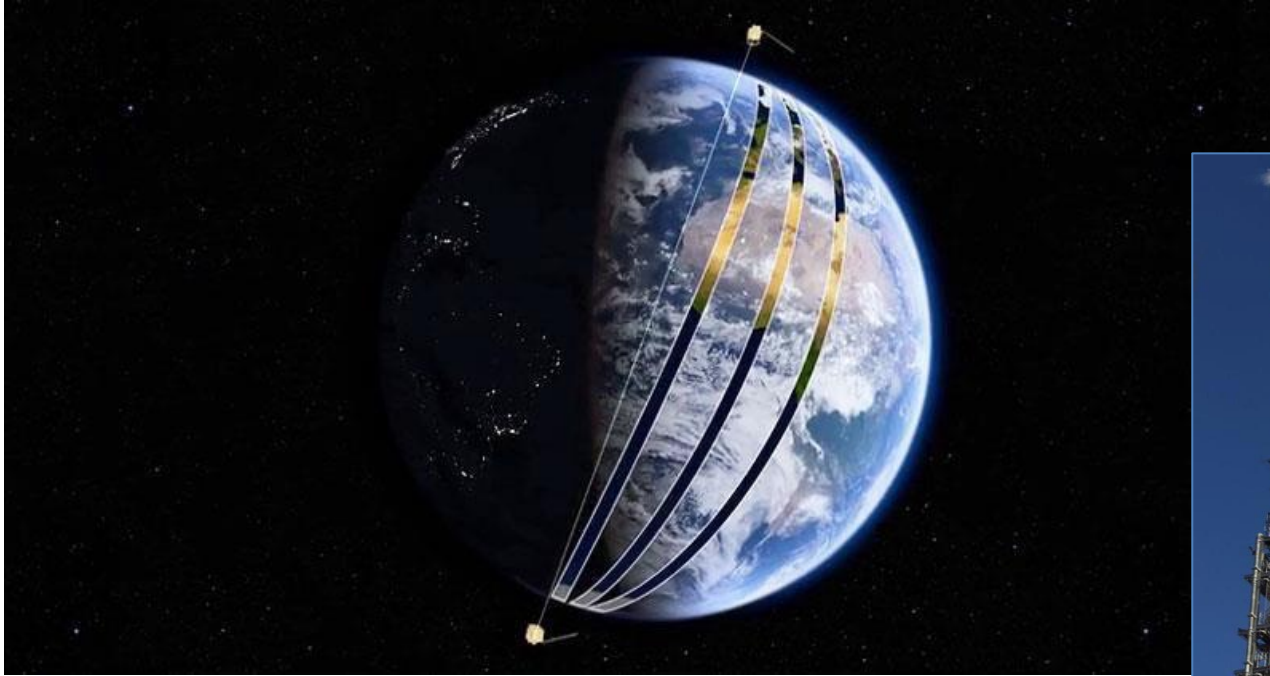


IMÁGENES
MULTIESPECTRALES



ÍNDICES DE VEGETACIÓN





- El NDVI cuantifica el desarrollo y actividad fotosintética del dosel vegetal mediante la combinación de las reflectividades en las bandas roja e infrarroja cercana.
- El NDVI está relacionado con el Kcb ya que ambos dependen del área foliar y la fracción de cobertura vegetal.
- A mayor área foliar y densidad del follaje, mayor NDVI y mayor capacidad de transpiración relativa a la superficie de referencia (mayor Kcb).
- Esta metodología mejora el uso de valores genéricos tabulados de Kcb que no representan las diferencias de desarrollo dentro de una parcela.
- la relación entre NDVI y área foliar, mientras que la ecuación empírica se ajusta a partir de datos observados en campo.

La relación propuesta entre el valor del coeficiente K_{cb} , tal y como se define en FAO56 y el índice NDVI se presenta en la ecuación (5) (Campos et al., 2010b), que es muy similar a la encontrada por Neale et al. (1989).

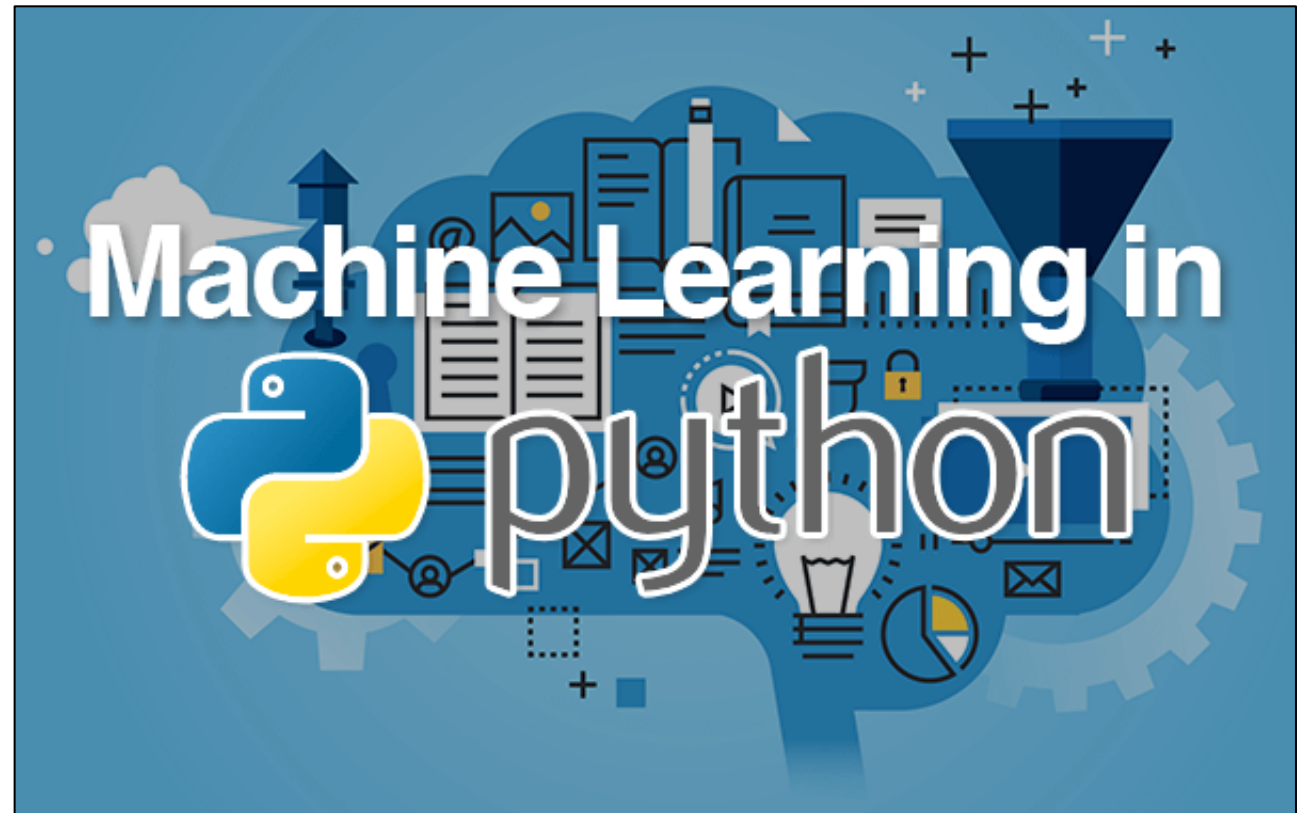
$$5) \quad K_{cb} = 1.44 \text{ NDVI} - 0.1$$

donde:

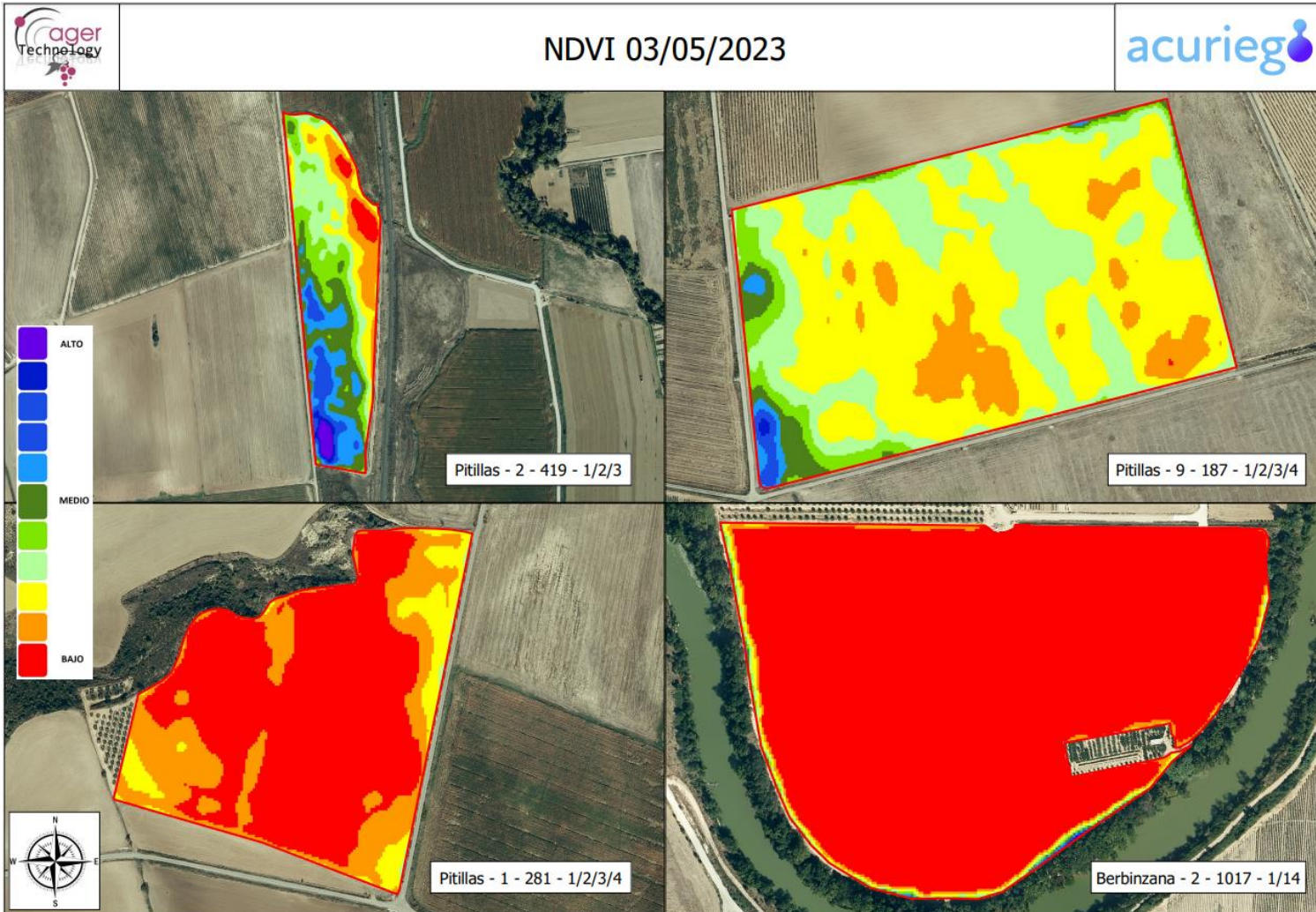
K_{cb} : coeficiente de cultivo basal, con valores que oscilan entre 0.15 y 1.15

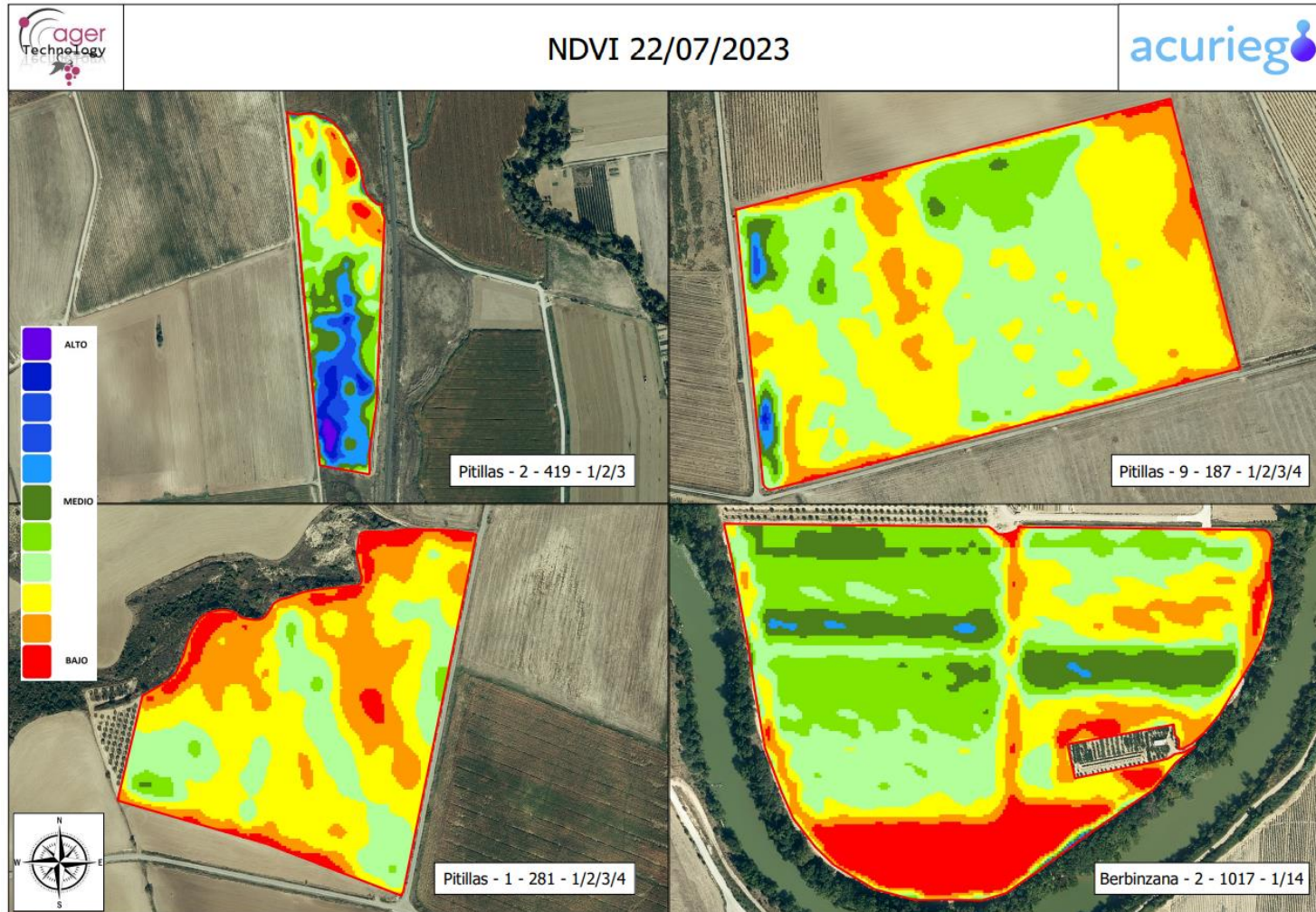
NDVI: Índice de Vegetación por Diferencias Normalizado, obtenido desde imágenes multiespectrales corregidas atmosféricamente y normalizado a las bandas espectrales LandsatETM+; sus valores oscilan entre aproximadamente 0.14 (suelo desnudo) y 0.91 (cubiertas verdes muy densas)

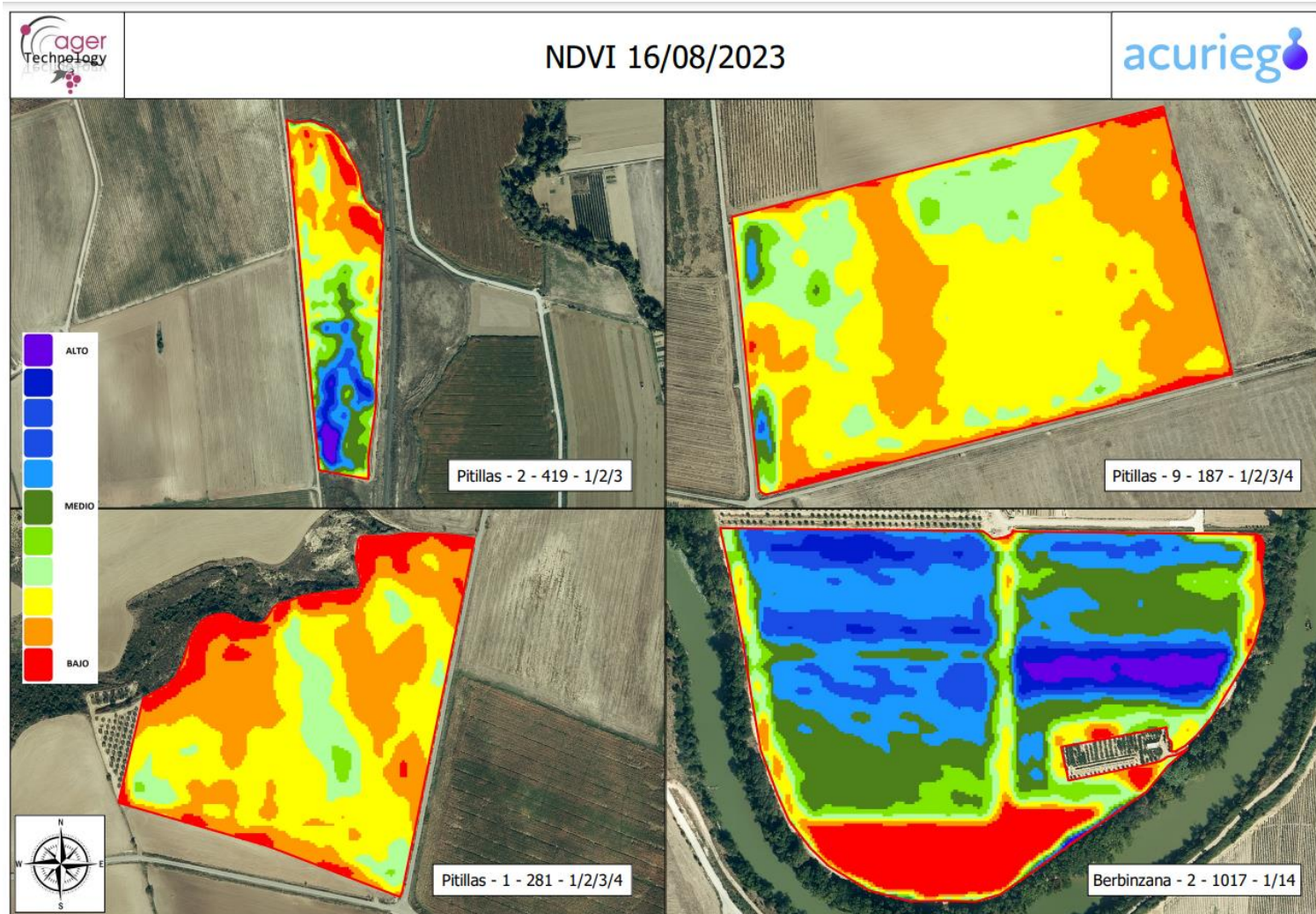
LAI	Kc
0,80	0,38
0,82	0,39
0,84	0,40
0,88	0,41
0,92	0,42
0,96	0,44
1,00	0,45
1,04	0,46
1,08	0,48
1,13	0,49
1,16	0,50
1,20	0,51
1,23	0,52
1,25	0,53
1,26	0,53
1,27	0,53
1,29	0,54
1,31	0,54
1,34	0,55
1,36	0,56
1,38	0,56
1,39	0,56
1,40	0,57
1,41	0,57
1,41	0,57
1,43	0,57

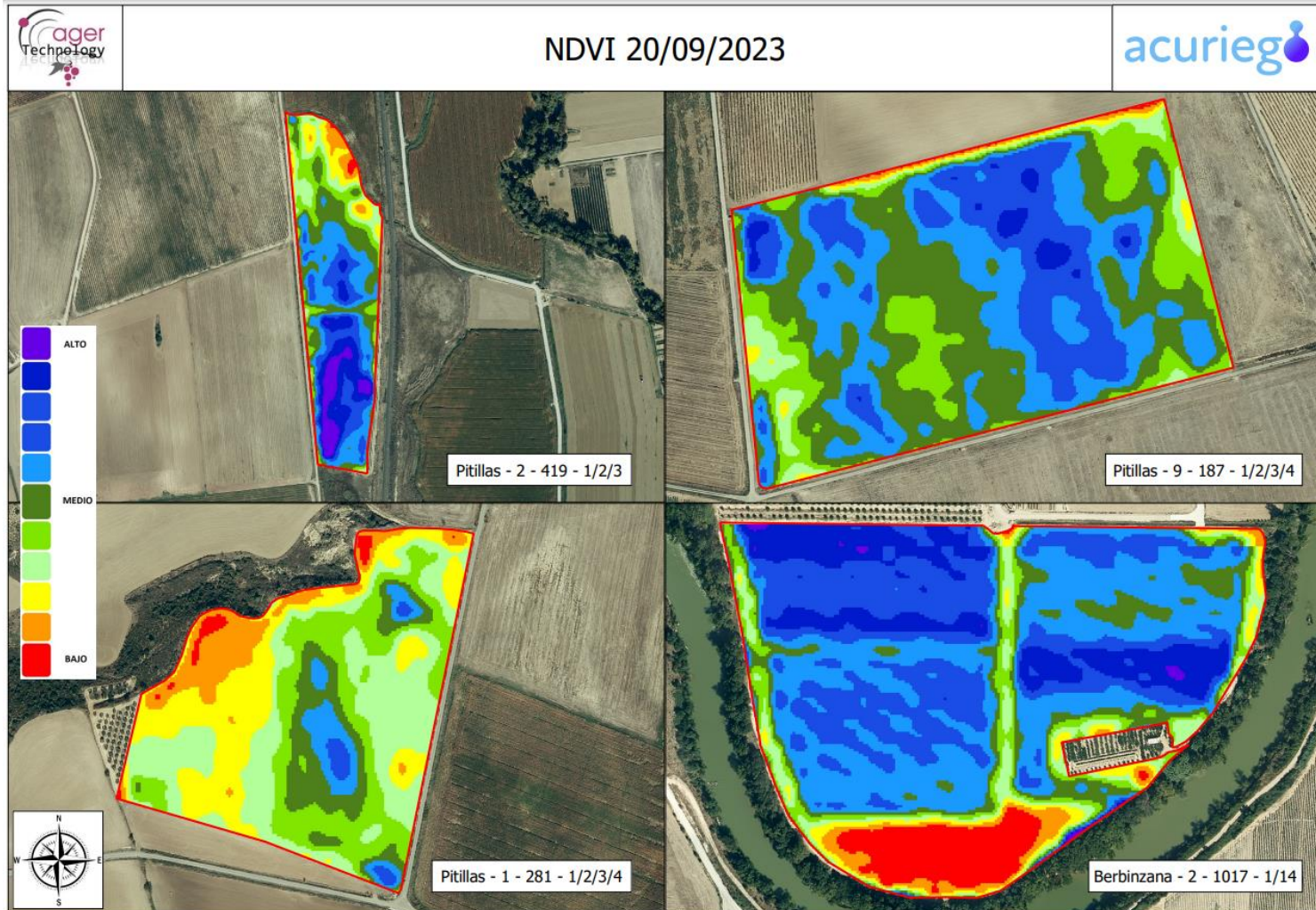












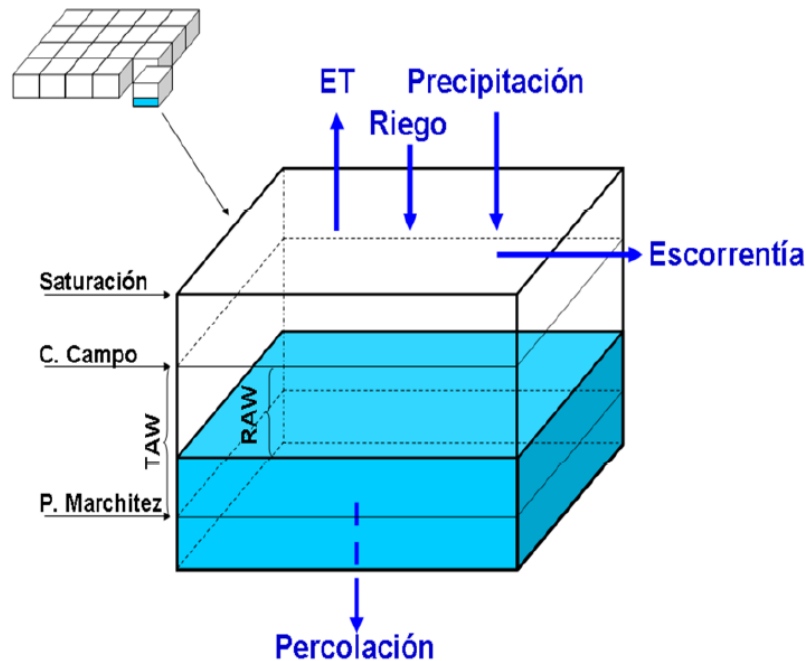
La capacidad de campo (CC) es la máxima cantidad de agua que puede retener un suelo después del drenaje gravitacional.

El punto de marchitez permanente (PMP) es el contenido mínimo de agua en el suelo a partir del cual las plantas no pueden extraer agua y se marchitan.

La diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez define el agua total disponible (TAW) en la zona radicular que las plantas pueden utilizar.

Cuando la humedad del suelo desciende por debajo de RAW, el Ks empieza a disminuir por debajo de 1.

Cuanto más se acerca la humedad del suelo al PMP, más se reduce el Ks, llegando a 0 en condiciones de marchitez permanente.



No toda el agua entre CC y PMP es igualmente asequible para las plantas. A medida que el contenido de agua en el suelo desciende, es más difícil de extraer para las raíces.

El agua fácilmente utilizable (RAW) es la fracción de TAW que la planta puede usar sin restricciones. Es el agua más fácilmente disponible.

RAW depende del tipo de cultivo. Suele ser del 50% de TAW en muchos cultivos.

Cuando la humedad del suelo desciende por debajo de RAW, **el potencial hídrico** del suelo cae por debajo de un umbral crítico.

A partir de ese umbral (RAW), la planta no puede absorber agua con la tasa necesaria para evitar el estrés hídrico.

Cuanto más se agota el suelo por debajo de RAW, mayor es el estrés hídrico, reflejado en menores valores de Ks.

Ks = Coeficiente de sequía

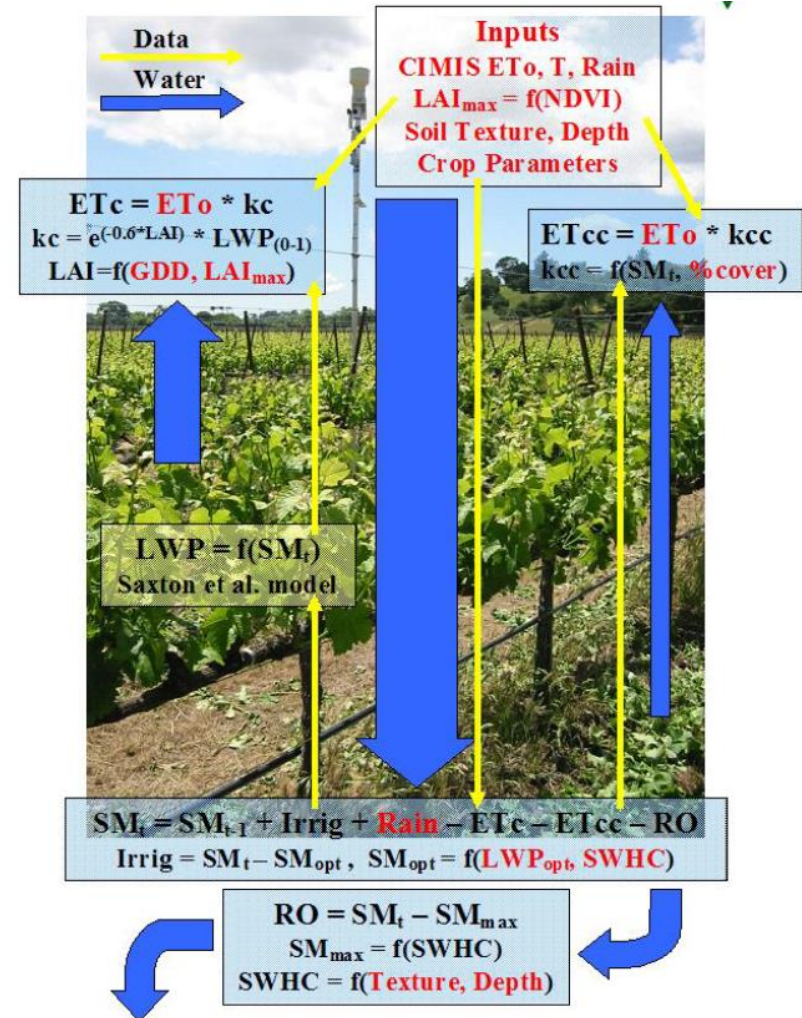
1. **Varía según la textura del suelo**
2. **Varía según la profundidad de la raíz**
3. **Varía según profundidad del suelo**

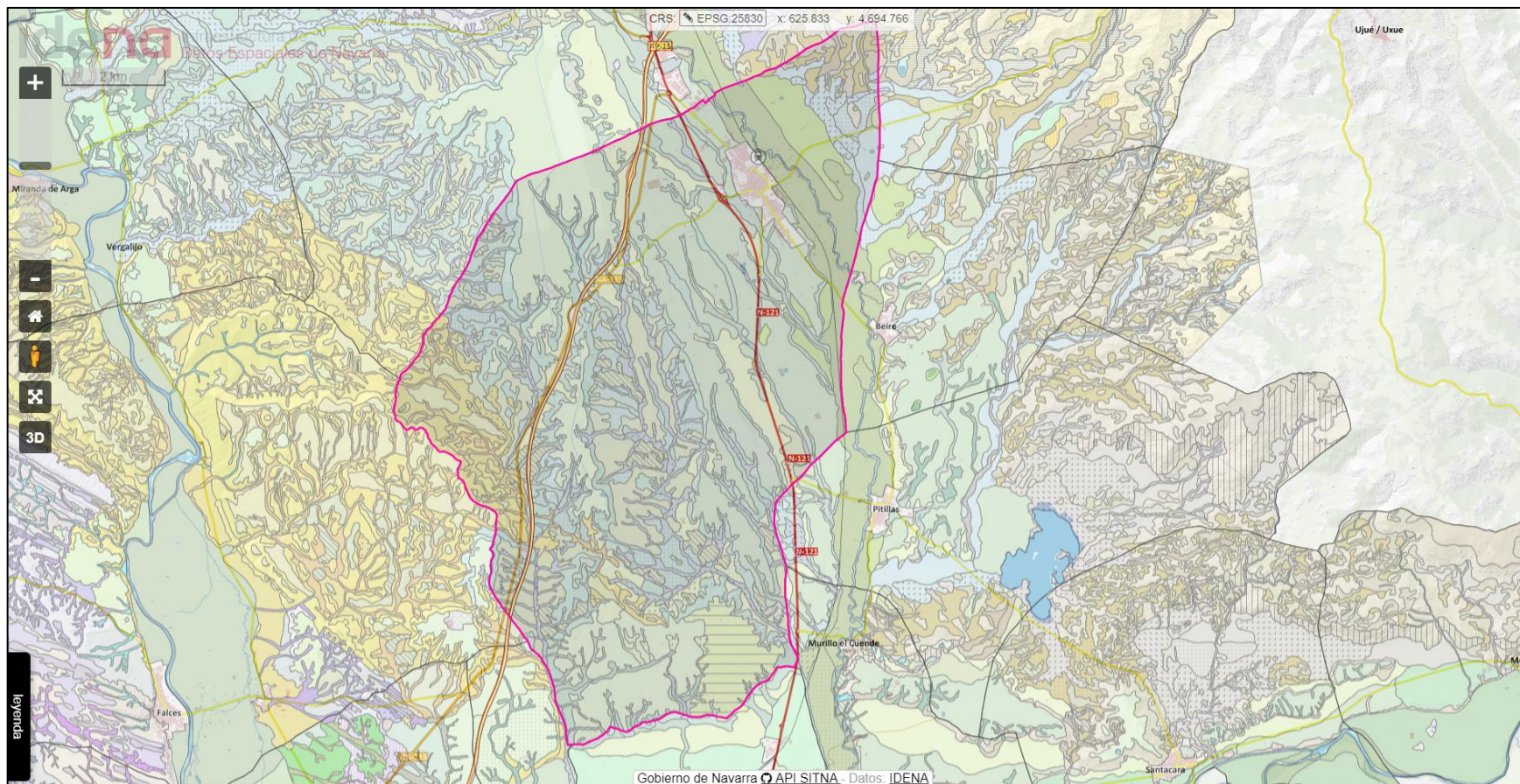


MAPA SUELOS DE IDENA NAVARRA



- Las ecuaciones de **Saxton** permiten estimar las características de retención de agua en el suelo a partir de su textura.
- Relaciona el contenido volumétrico de agua en el suelo con su potencial hídrico matricial para diferentes clases texturales.
- A menor contenido de agua en el suelo, más negativo es el potencial hídrico (suelo más seco).
- Es decir **las ecuaciones de Saxton** permite vincular numéricamente el Ks con la humedad del suelo y su textura a través del potencial hídrico.





GOB Gobierno de Navarra
124 Parlamento Gobierno
125 Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente
Landa Garaperoio eta Ingurumeneko Departamentua

Negociado de Suelos y Climatología
848421869 / 848422937
suelosnavarra@navarra.es
González Tablas, 9
31005 PAMPLONA

SERIE 1

Clasificación Soil Taxonomy: **Petrocalcic Palexerolls**
Familias: Esquelética franca, carbonática, somera
Horizonte superficial: Franca, mixta
Geomorfología: Terrazas altas del Cidacos y del Aragón (70-80 m)

Estos suelos se localizan en el interfluvio entre la cuenca baja del Cidacos y el Arga y en la margen derecha del tramo bajo del Aragón. Son suelos someros, desarrollados sobre terrazas altas. Su principal característica es la elevada pedregosidad, que los incluye en las familias esqueléticas, y la presencia de un horizonte cálcico cementado (petrocálcico) a más o menos profundidad (normalmente a menos de 50 cm de profundidad).

Los epipedones de estos suelos poseen un contenido en materia orgánica superior al 2%, y cumplen los requerimientos de los horizontes mólicos. Este porcentaje de materia orgánica se puede considerar alto para la zona de estudio.

En cuanto a la textura, son perfiles bastante homogéneos. La familia textural en la sección control es generalmente la esquelética franca (piedras en la sección control en más del 35%).


En el horizonte superficial predomina la clase textural franca.

La familia mineralógica es generalmente carbonática para la sección control (con valores de carbonatos superiores al 40%). El horizonte superficial suele ser mixto.


La fertilidad de estos suelos es moderada, el volumen explorable por las raíces es medio a bajo, y disponen de buen drenaje. La capacidad de retención de agua por el contrario es limitada.

Son aptos para el cultivo, con las limitaciones que imponen la pedregosidad, la presencia de horizontes cementados y el alto contenido en carbonatos.

Producción media de cereal estimada: 1.500 kg/ha.



Familia textural Sección Control



Clase Textural del horizonte superficial


GOB Gobierno de Navarra
124 Parlamento Gobierno
125 Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente
Landa Garaperoio eta Ingurumeneko Departamentua

Negociado de Suelos y Climatología
848421869 / 848422937
suelosnavarra@navarra.es
González Tablas, 9
31005 PAMPLONA

Perfil característico: Pitillas 121

DATOS GENERALES:

Clasificación: Petrocalcic Palexeroll, Esquelética franca, Mixta, Somera
Geomorfología: Terraza alta **Material de partida:** Gravas y materiales finos aluviales
Fecha de la Observación: 09/09/1999 **Autores:** A. Vicente y M. San Roque
Localización (UTM, ETRS 89, Huso 30N): x = 614466, y = 4694819; Z= 440.
Aprovechamiento: Pastizal/Matorral **Pendiente general:** 10% **Pendiente particular:** 4% **Altitud:** 440m **Pedregosidad Superficial:** 80% de cantos rodados con recubrimiento total **Salinidad/Alcalinidad:** Libre



El Ke cuantifica la evaporación de agua desde el suelo desnudo en el modelo de coeficiente dual de cultivo.

Ke es alto al inicio del ciclo cuando el suelo está descubierto. Disminuye a medida que el cultivo crece y lo cubre (**cubiertas vegetales**).

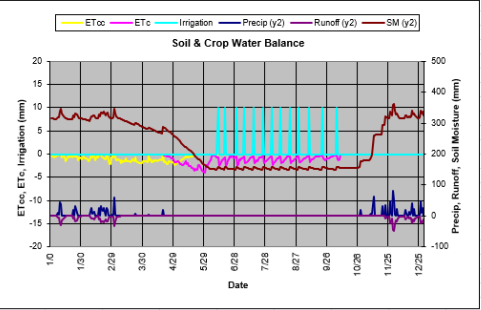
Valores altos de NDVI indican mayor actividad fotosintética y por tanto mayor cobertura vegetal (fc cercana a 1).

Valores bajos de NDVI se asocian a poco desarrollo vegetal y mayor suelo descubierto (fc cercana a 0).

Existen ecuaciones empíricas que relacionan directamente NDVI con fc.

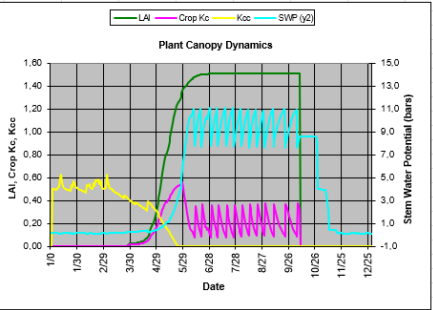
Una **fc** más alta implica un menor coeficiente Ke, ya que hay menos fracción de suelo expuesto y por tanto menor evaporación.

Block Name	Block	Variable Name	Value
VSIM-1D - version 030106 (March 1, 2006)			
% Sand (surface to rooting depth)	25	Sand	
% Clay (surface to rooting depth)	30	Clay	
% Gravel (surface to rooting depth)	15	Gravel	
Plant Rooting Depth (m)	1	RootDepth	
Optimal midday stem water potential (bars)	9	OptLWP	
Last Day of Cover Crop (year/day)	150	CCLastDay	
Cover of Cover Crop (0-1, = 0 for no CC)	0.5	CC_cover	
Fractional soil moisture to senesce cover crop	0.6	CC_SMdeath	
Peak seasonal Leaf Area Index (LAI)	1.5	MaxLAI	
Light Extinction Coefficient	0.6	ExtCoeff	
Degree-day sum at budbreak (Tbase = 0)	865	GDD_budbreak	
Degree-day sum at peak LAI (Tbase = 10)	600	GDD_MaxLAI	
Year/day of leaf drop & canopy senescence	295	LeafDropDay	
Water potential value to initiate reduction in Kc	5	LWP_KcMax	
Stem water potential value at which Kc = 0	12	LWP_Kc0	
distance between rows (ft)	4,00	rowSpace	
distance between vines (ft)	4,00	vineSpace	
Simulate Irrigation? (0=no, 1=yes)	1	SimIrr?	
Alter vine Kc by LWP? (0=no, 1=yes)	1	AlterKc?	
Soil water model A coefficient	0,0476	SoilA	
Soil water model B coefficient	-5,79	SoilB	
Soil moisture storage @ Field Capacity (mm)	315	SMaFC	
Soil moisture storage @ Wilting Pt. (mm)	152	SMaLWP	



Soil & Crop Water Balance

ETc = ET of cover crop (mm/day)
ETv = ET of vine (mm/day)
Irrigation = Actual or Simulated Irrigation (mm/day), depending upon value in B20



Plant Canopy Dynamics

LAI = Daily leaf area index (m2 leaf area / m2 ground area), crop canopy density
Crop Kc = Daily crop Kc after reduction due to plant water stress (if any)
Kcc = Daily Kc for the Cover Crop

Date	ETc	ETv	Irrigation	Precip	Runoff	SM (y2)	LAI	Crop Kc	Kcc	SWP (y2)									
1/0	20.55	6.35	0.00	20.55	10.55	329.45	1.23	0.52	1.00	0.52	0.02	-0.11	-3.30	0.00	0.00	189.87	189.87	0.00	2.80
2/0	20.30	6.35	0.00	20.30	10.30	339.75	1.25	0.53	1.00	0.53	0.00	-0.02	-3.34	0.00	0.00	186.51	186.51	0.00	3.11
3/0	17.50	4.57	0.00	17.50	7.50	347.25	1.26	0.53	1.00	0.53	0.00	0.00	-2.42	0.00	0.00	184.08	184.08	0.00	3.35
4/0	15.55	4.57	0.00	15.55	5.55	352.80	1.27	0.53	1.00	0.53	0.00	0.00	-2.44	0.00	0.00	181.65	181.65	0.00	3.62
5/0	15.00	5.08	0.00	15.00	5.00	357.80	1.29	0.54	1.00	0.54	0.00	0.00	-2.73	0.00	0.00	178.92	178.92	0.00	3.96
6/0	15.85	5.84	0.00	15.85	5.85	363.65	1.31	0.54	1.00	0.54	0.00	0.00	-3.17	0.00	0.00	175.75	175.75	0.00	4.39
7/0	19.45	6.35	0.00	19.45	9.45	373.10	1.34	0.55	1.00	0.55	0.00	0.00	-3.50	0.00	0.00	172.25	172.25	0.00	4.93
8/0	25.00	6.85	0.00	25.00	15.00	388.10	1.36	0.56	1.00	0.56	0.00	0.00	-3.83	0.00	0.00	168.42	168.42	0.00	5.61
9/0	25.55	7.87	0.00	25.55	15.55	403.65	1.38	0.56	0.91	0.51	0.00	0.00	-4.04	0.00	0.00	164.38	164.38	0.00	6.46
10/0	18.60	5.58	0.00	18.60	8.60	412.25	1.39	0.56	0.79	0.45	0.00	0.00	-2.50	0.00	0.00	161.89	161.89	0.00	7.06
11/0	16.40	6.09	0.00	16.40	6.40	418.65	1.40	0.57	0.71	0.40	0.00	0.00	-2.44	0.00	0.00	159.45	159.45	0.00	7.71
12/0	17.25	6.60	0.00	17.25	7.25	425.90	1.41	0.57	0.61	0.35	0.00	0.00	-2.31	0.00	0.00	157.14	157.14	0.00	8.39
13/0	17.20	6.60	0.00	17.20	7.20	433.10	1.41	0.57	0.52	0.30	0.00	0.00	-1.95	0.00	0.00	155.20	155.20	0.00	9.01
14/0	17.50	6.60	0.00	17.50	7.50	440.60	1.43	0.57	0.43	0.25	0.00	0.00	-1.62	0.00	0.00	153.58	153.58	0.00	9.58
15/0	20.30	6.60	0.00	20.30	10.30	450.90	1.44	0.58	0.35	0.20	0.00	0.00	-1.32	0.00	0.00	152.26	152.26	0.00	10.07
16/0	23.85	3.05	0.00	23.85	13.85	464.75	1.45	0.58	0.28	0.16	0.00	0.00	-0.49	0.00	0.00	151.77	151.77	0.00	10.26
17/0	20.00	2.28	0.00	20.00	10.00	474.75	1.45	0.58	0.25	0.14	0.00	0.00	-0.33	0.00	0.00	151.44	151.44	0.00	10.39
18/0	17.50	2.03	0.00	17.50	7.50	482.25	1.46	0.58	0.23	0.13	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00	151.17	151.17	0.00	10.50
19/0	16.70	2.03	0.00	16.70	6.70	488.95	1.46	0.58	0.21	0.13	0.00	0.00	-0.25	0.00	0.00	150.91	150.91	0.00	10.60
20/0	18.35	3.30	0.00	18.35	8.35	497.30	1.47	0.59	0.20	0.12	0.00	0.00	-0.39	0.00	0.00	150.53	150.53	0.00	10.76
21/0	20.00	6.85	0.00	20.00	10.00	507.30	1.48	0.59	0.18	0.10	0.00	0.00	-0.71	0.00	0.00	149.81	149.81	0.00	11.06
22/0	21.40	7.87	0.00	21.40	11.40	518.70	1.48	0.59	0.13	0.08	0.00	0.00	-0.62	10.00	4.91	159.19	159.19	0.00	7.78
23/0	21.95	7.36	0.00	21.95	11.95	530.65	1.49	0.59	0.60	0.36	0.00	0.00	-2.62	0.00	0.00	156.57	156.57	0.00	8.56

Input param's description: **DAILY WATER BALANCE** | Oak2001 | Med2005 | SlopeCorrection | Irrig converter

Accesibilidad: No disponible