

Raíces del futuro: Calidad y cartografía de los suelos para una viticultura sostenible

Presente y futuro de la cartografía de suelos

Joaquín Cámara Gajate

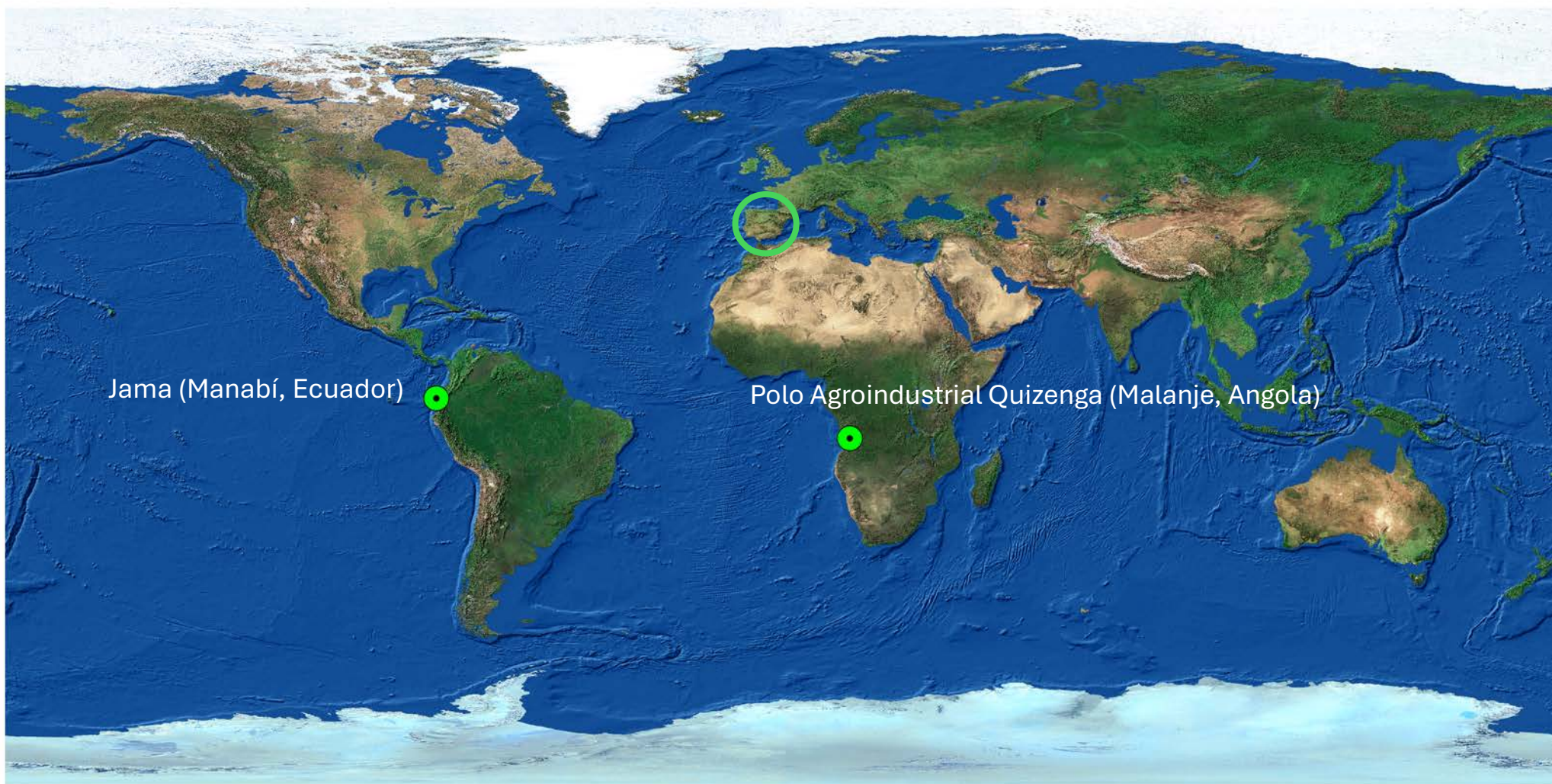
Dr. Ingeniero Agrónomo

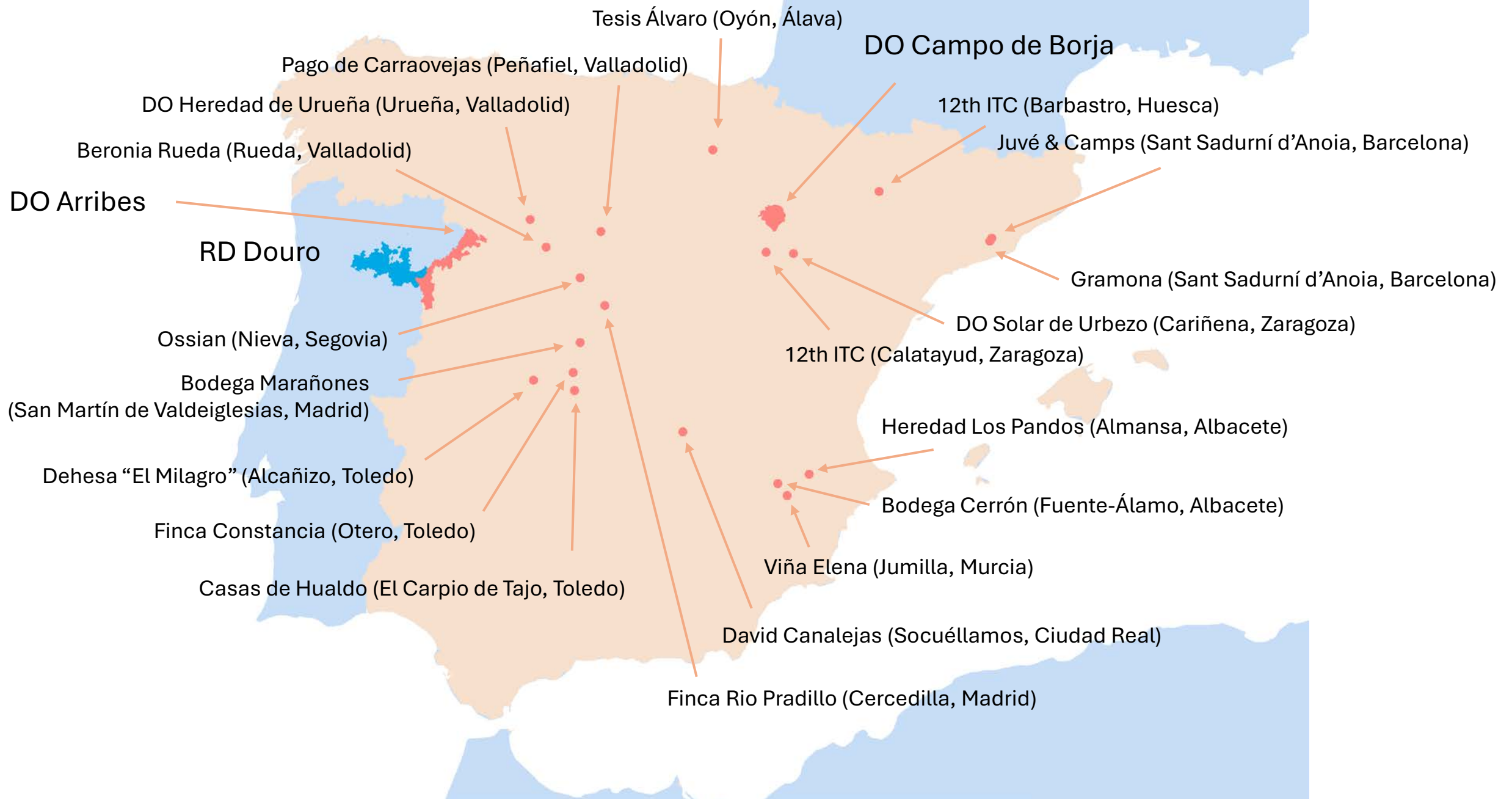
Profesor Ayudante Doctor. Dpto. Producción Agraria

Ud. Edafología. Universidad Politécnica de Madrid

CONTENIDO

1. Camino recorrido
2. Cartografía *tradicional* de suelos
3. Aspectos innovadores de la cartografía *digital* de suelos
4. Líneas de trabajo a seguir





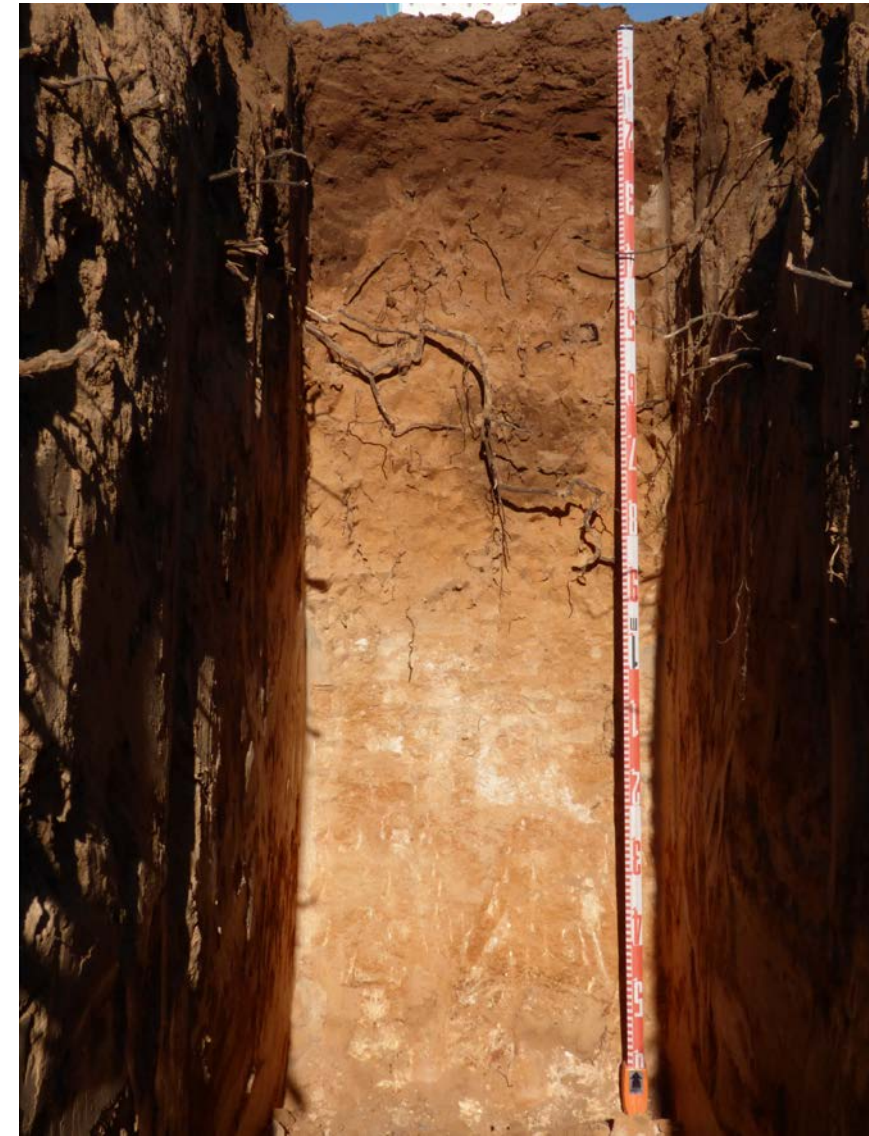
CARTOGRAFÍA TRADICIONAL DE SUELOS

1. Objeto, escala y recursos
2. Observaciones y muestreo
3. Lenguaje y clasificación
4. Metodología
5. Resultados

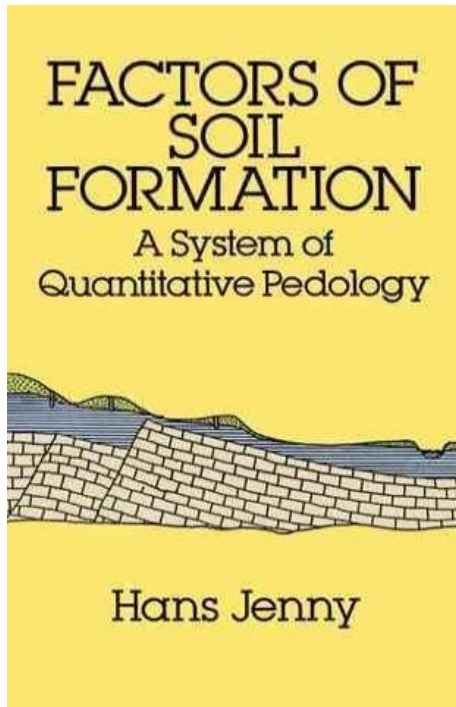
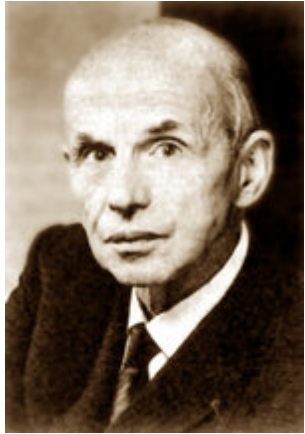
DEFINICIÓN DE SUELO

El **SUELO** es un cuerpo natural que comprende a sólidos, líquidos y gases que se encuentran en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio, que presenta horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, translocaciones y transformaciones de energía y materia, y que tiene la habilidad de soportar plantas en ambiente natural

(Soil Survey Staff, 1999)



DEFINICIÓN DE SUELO



(Hans Jenny, 1941)

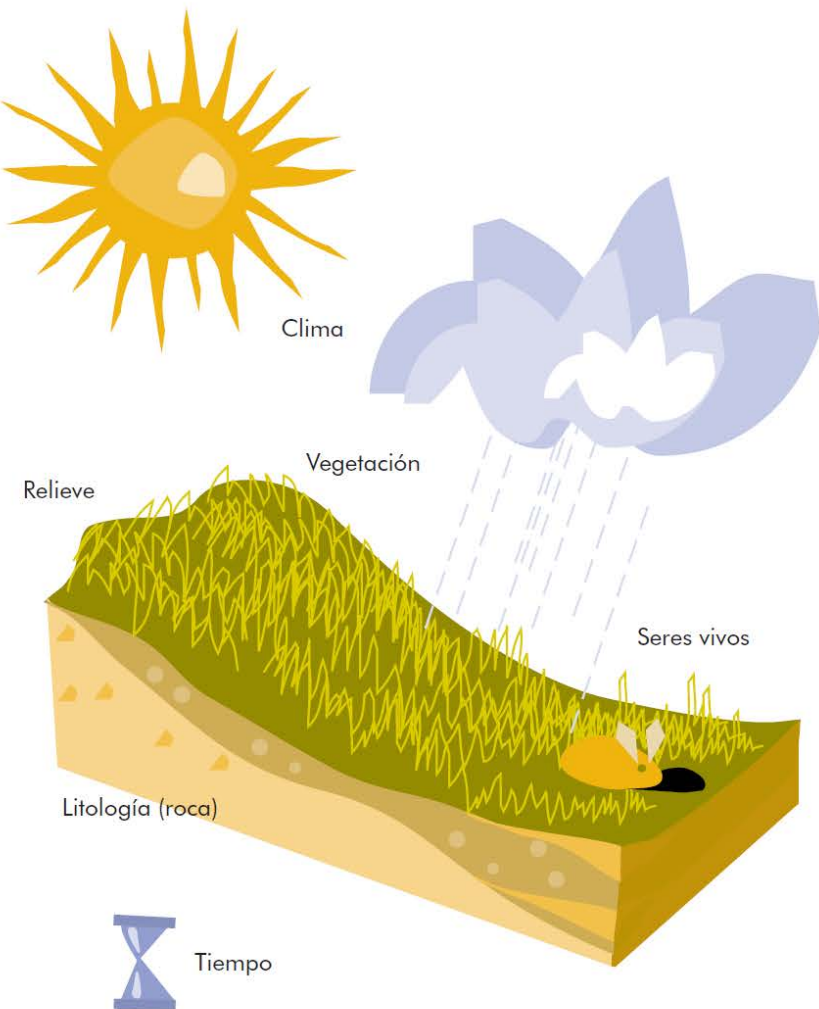
$$S = f (cl , o , r , p , t)$$

donde:

S	el suelo
cl	el clima
o	los organismos
r	el relieve
p	el material geológico
t	el tiempo

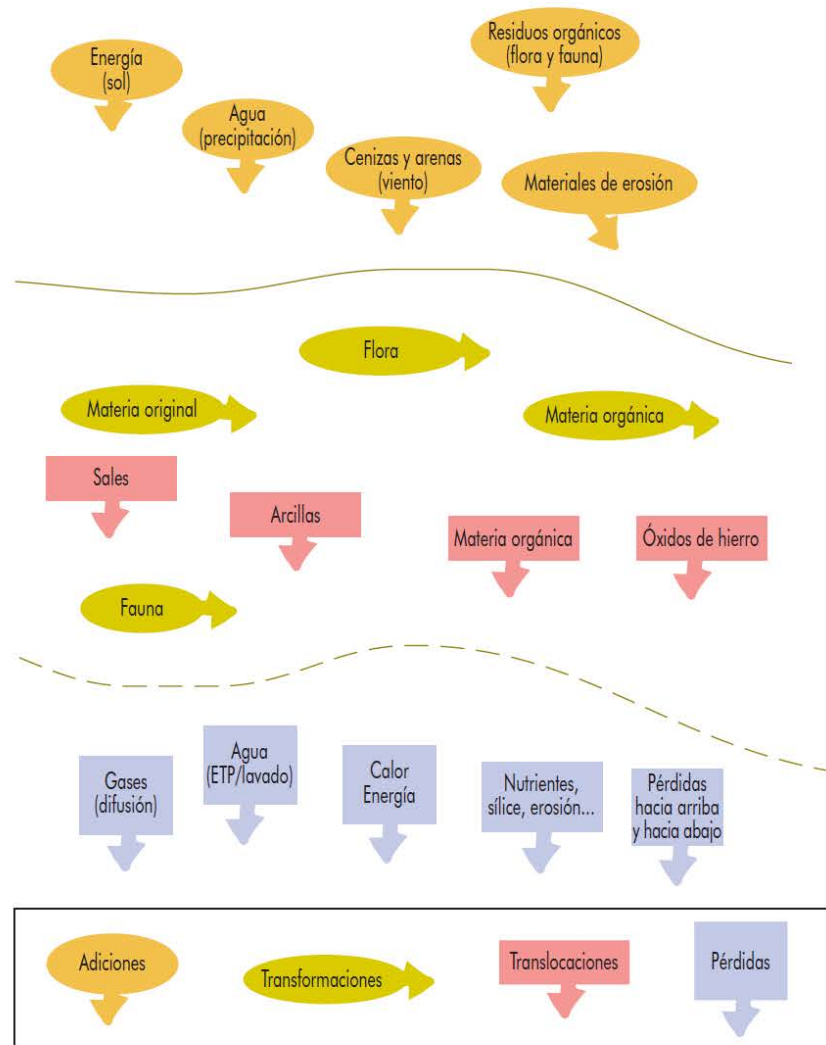
¿QUÉ ES EL SUELO?

CAUSAS



FACTORES DE FORMACIÓN

EFFECTOS



PROCESOS DE FORMACIÓN

RESULTADO

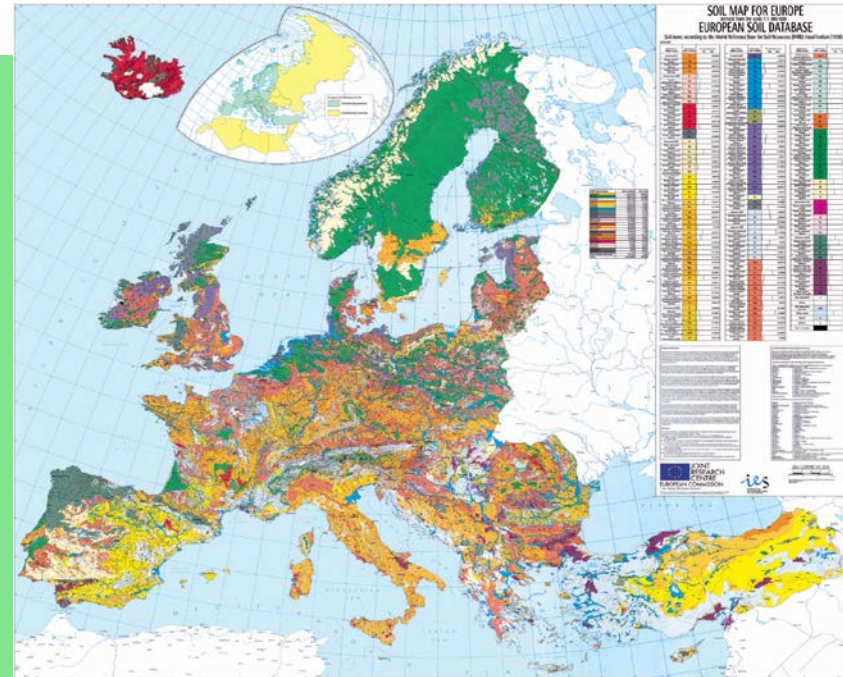


SUELO: HORIZONTES

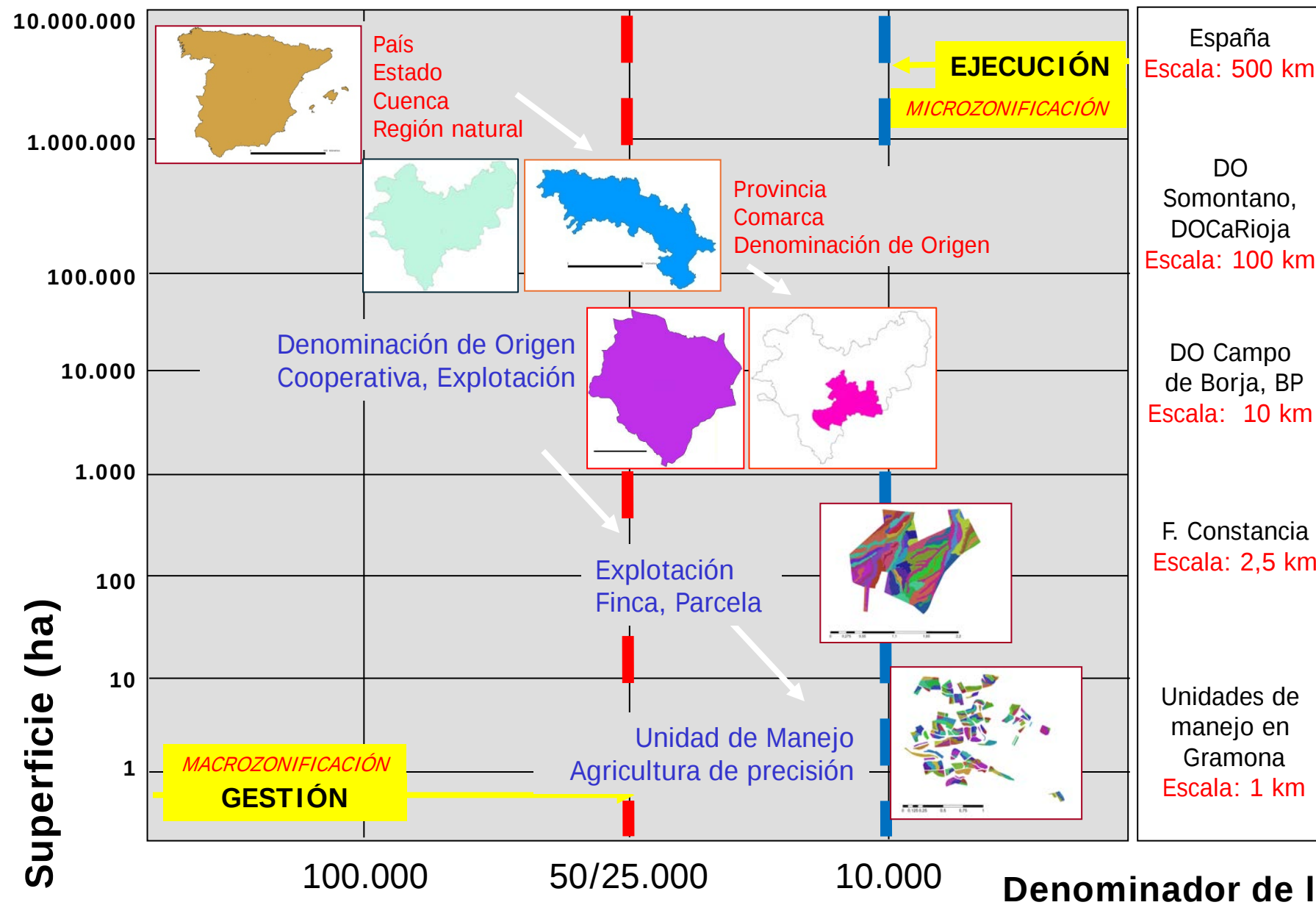
- ¿Para qué queremos el mapa de suelos?
- ¿Con qué nivel de detalle vamos a realizar el mapa de suelos?

Objetivos

- Inventario global de un recurso
- Ordenación territorial
- Organización de la producción
- Manejo del cultivo
- Comunicación comercial



1. OBJETO, ESCALA Y RECURSOS



RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012: LINEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA

0,5 – 1 observación/cm² de mapa

DENSIDAD DE OBSERVACIONES

Escala	0.5 / 1 Obs/cm² de mapa	
	Obs/ km²	Obs / ha
1:100.000	0.5/1	0.005/0.01
1:50.000	2/4	0.02/0.04
1:25.000	8/16	0.08/0.16
1:10.000	50/100	0.5/1.0
1:5.000	200/400	2/4
1:2.500	800/1.600	8/16

Escala	€/ha	Superficie (km²)
1: 50.000	2 - 4	2000-1000
1: 25.000	6 - 15	500-200
1:10.000	100 - 500	5-1
≥ 1:5.000	500 - >2000	1- < 0,1



CALICATAS

SONDEOS

2. OBSERVACIONES Y MUESTREO

Paraje o finca <u>PA. Quizencia</u>		M.T.N. <u>33-S/6584</u> Altitud (m) <u>796,49</u>		Foto N°		Localización		Número	
Municipio <u>Malanje, Angola</u>		Lat. N <u>46S</u> Long. <u>W6584</u>		Pasada Vuelo				<u>PAQ</u> <u>006</u>	
Provincia		UTM <u>836200,73 / 24931772,06</u>							
Reg. Humedad <u>húmeda</u>		E		ESQUEMA DEL RELIEVE		GEOFORMA <u>Ladera (top)</u>			
Reg. Temperatura <u>20-25°C</u>						Pendiente (%) <u>5%</u> Orientación <u>0</u>			
VEGETACION <u>Paro</u>						Desagüe <u>bien</u> Drenaje Int. <u>bueno</u>			
Uso del suelo <u>Cultivo maíz</u>						Drenaje <u>bueno</u> Prof. freática (m)			
LITOLOGIA						CLASIFICACION			
Mat. Originario <u>Gneiss grano fino (2 micas)</u>		OBSERVACIONES <u>Quemado</u>				Soil Tax.			
Roccosidad <u>-</u>						FAO			
Pedregosidad <u>-</u>						C.P.C.S.			
						CAPACIDAD			

PROF. cm	HORIZONTES		Límite Tipo Topo	HUMEDAD	COLOR		MOTEAJOS		TEXTURA	ELEMENT. SAUESOS (% Fe, Mn, Cr)	ESTRUCTURA			COMPACT. POROS, GRISTAO	Cutanes	CONSIST.			RAICES	Reacción HCl 10%	CONCRE- CIÓN CONTINUA	OTROS RASGOS	MUESTRA N°
	Gené- ticos	Diag- nóal.			Sezo Húmedo	Color	Car.	Tipo			Clas	Grado	H			S	M	Cont. Carac.					
11	Ap		N P	S ₃	10YR 4/1 2/1				Fa	-	X	M	D	Apelmazado	✓	F	10/11	A mf.f med.g	-	-		01	
35	A ₁₂		N P	S ₃	10YR 4/2 2/2	2STR 4/8	P F Pa		Fa	-	S	M	D		✓	F	10/11	A mf.f med.g mg	-	-		02	
69	Bt		B I	S ₃	7.5YR 4/3 3/2	2STR 4/8	Pac F P C		F	-	S	M	M		✓	F	10/22	A mf.f med.g mg	-	-	#Stone Line#	03	
115	2Bt		G P	S ₃	5YR 5/4 4/4		A FM P C		F (Fa)	45%	S	F	M		✓	F	10/32	A mf.f	-	Mn		04	
192	2Cr			H ₁	10YR 5/4 4/4				F (Fa)		S	F	M		✓	F	10/32	Pac mf.f	-	Mn	*Redox parte inferior (foto)		

2. OBSERVACIONES Y MUESTREO



Análisis Agro, S.A.

Informe analítico

Código de muestra326-2024-00005369Fecha23/02/2024Página 1/2

Número de informe analíticoAR-24-XK-011570-01 / 326-2024-00005369



DIAGNOTERRA, S.L.

A la atención de

Joaquín Cámara

Plaza de Redondela, 12, 1º 1ª

28029 Madrid

ESPAÑA

Contenido para servicio al cliente :

Nuestra referencia :326-2024-00005369 / AR-24-XK-011570-01Tipo :EX

Descripción de la muestraSuelo / Soil

Fecha de recepción :29/01/2024

Fecha de inicio del análisis :16/02/2024

Fecha de finalización del análisis :21/02/2024

T.Muestra/Transporte :Mensajero

La información que figura en el cuadro inferior, ha sido aportada por el cliente y el laboratorio no es responsable de la misma. Esta información no está amparada por la acreditación.

Descripción por el clienteGR004

Propiedades básicas		Resultados	Interpretaciones (*)
XK003	XK Humedad 105 °C Método : C5110007 Gravimetría	1.16 %	
XK007	XK pH (extracto 1:2.5 H2O) Método : C5110008 Potenciometría	8.2	Medianamente básico
XK008	XK Conduct. Eléctrica 25°C (extr. 1:5 H2O) Método : C5110009 Conductimetría	0.19 dS/m	No limitante
XK005	XK Materia orgánica (W&B) Método : C5110079 Titulación potenciométrica	1.83 % s.m.s.	Medio - bajo
XK009	XK Carbonato cálcico equivalente Método : Método interno Valoración potenciométrica	62.29 % s.m.s.	Extremadamente calcáreo
XK010	XK Caliza activa Método : Método interno Valoración potenciométrica	14 % s.m.s.	Alto, muy dorosante

Nutrientes		Resultados	Interpretaciones (*)
XK123	XK Nitrógeno total (N) Método : C5110096 Conductividad térmica	0.23 % s.m.s.	
XK012	XK Nitrógeno nítrico (N-NO3) Método : C5110272 Espectrofotometría UV-VIS	16 mg/Kg s.m.s.	Normal - Alto
XK014	XK Fósforo (P) (Olsen) Método : C5110080 Espectrofotometría UV-VIS	10.9 mg/Kg s.m.s.	Bajo
XK016	XK Potasio (K) (extracto acetato amónico) Método : C5110105 Espectrometría ICP-OES	118 mg/Kg s.m.s.	Bajo
XK017	XK Calcio (Ca) (extracto acetato amónico) Método : C5110105 Espectrometría ICP-OES	6636 mg/Kg s.m.s.	Alto
XK018	XK Magnesio (Mg) (extracto acetato amónico) Método : C5110105 Espectrometría ICP-OES	99 mg/Kg s.m.s.	Bajo
XK019	XK Sodio (Na) (extracto acetato amónico) Método : C5110105 Espectrometría ICP-OES	48 mg/Kg s.m.s.	Normal

Propiedades físicas		Resultados	Interpretaciones (*)
XK092	XK Elementos gruesos D>2mm Método : Método interno gravimetría		

Eurofins Análisis Agro, S.A.

Parida Setamón, s/n

25222 Sidamon

ESPAÑA

Teléfono+34 973 717 000

Fax+34973717033

analisis.agro@ftb.eurofins.com

www.eurofins.es

Eurofins Análisis Agro S.A.,

ESA25244949





(*) Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación ENAC.



Análisis Agro, S.A.

Informe analítico

Código de muestra326-2024-00005369Fecha23/02/2024Página 2/2

Número de informe analíticoAR-24-XK-011570-01 / 326-2024-00005369

Propiedades físicas		Resultados	Interpretaciones (*)
XK092	XK Elementos gruesos D>2mm Método : Método interno gravimetría		
(*)	Elementos gruesos D> 2 mm	23.8 %	
XK036	XK Textura USDA sedimentación discontinua (5 fracciones) Método : Método interno gravimetría		
(*)	Arcilla < 0,002 mm	15.3 %	
(*)	Limo fino (0.002 - 0.02 mm)	27.1 %	
(*)	Limo grueso (0.02 - 0.05 mm)	13.2 %	
(*)	Arena fina (0.05 - 0.2 mm)	14.6 %	
(*)	Arena gruesa (0.2 - 2 mm)	29.9 %	
(*)	Textura	Franca	
XK095	XK Cap. Reten. Del agua disponible Método : Método interno gravimetría		
(*)	>Not translated in test- Water retention at 0.3 bar	25 %	
(*)	>Not translated in test- Water retention at 15 bar	11 %	

Micronutrientes		Resultados	Interpretaciones (*)
XK032	XK Boro (B) (extracto H2O) Método : Método Interno ICP-OES	0.46 mg/Kg s.m.s.	
(*)	Boro sms		
XK033	XK Microelementos extracción EDTA Método : Método Interno ICP-OES		
(*)	Hierro sms	29 mg/Kg s.m.s.	Bajo
(*)	Cobre (Cu)	4.8 mg/Kg s.m.s.	Normal
(*)	Manganeso sms	25 mg/Kg s.m.s.	Bajo
(*)	Zinc (Zn)	3 mg/Kg s.m.s.	Normal
(*)	Molibdeno (Mo)	<0.1 mg/Kg s.m.s.	

Cationes de cambio		Resultados	Interpretaciones (*)
XK015	XK Capacidad de intercambio catiónico efectiva Método : Método Interno Espectrometría UV-VIS		
(*)	Capacidad de intercambio catiónico efectiva	10.3 mEq/100 g DM	

FIRMA



Maria Rosa Munte

Tecnico Analista Eurofins Análisis Agro, S.A.

Química validado por Maria Rosa Munte

Informe validado electrónicamente por : Maria Rosa Munte

NOTA ACLARATORIA

Este documento sólo puede ser reproducido en su totalidad y sólo da fe de la muestra analizada. Cuando el laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados se han realizado e informado de acuerdo con nuestros términos y condiciones generales de venta disponibles bajo petición. Cuando se declara conformidad o no conformidad, la incertidumbre asociada con el resultado se ha añadido o eliminado para obtener un resultado que pueda ser comparado con los límites reglamentarios o especificaciones. La incertidumbre no se ha tenido en cuenta para los estándar que ya incluyen incertidumbre en la medida. Las incertidumbres de los resultados han sido calculadas y están a disposición del cliente. Los tests se identifican con un código de cinco dígitos cuya descripción está disponible bajo petición.

Los tests identificados con las dos letras del código XK se realizan en el laboratorio Eurofins Análisis Agro, S.A.

Eurofins Análisis Agro, S.A.

Parida Setamón, s/n

25222 Sidamon

ESPAÑA

Teléfono+34 973 717 000

Fax+34973717033

analisis.agro@ftb.eurofins.com

www.eurofins.es

Eurofins Análisis Agro S.A.,

ESA25244949





(*) Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación ENAC.

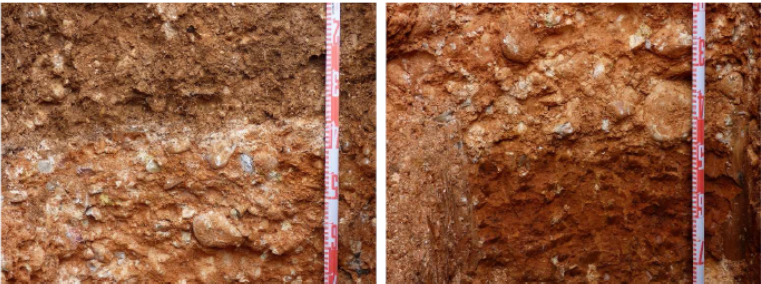
2. CARTOGRAFÍA TRADICIONAL DE SUELOS

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBSERVACIONES

PERFIL GR068

Características macromorfológicas

Localidad:	Sant Sadurní d'Anoia
Provincia:	Barcelona
Paraje:	Mas Escorpi
Coordenadas:	X UTM - 396885
(Sist. Coord. WGS84 31N)	Y UTM - 4586868
Altitud:	245,4 m.s.n.m
Vegetación o uso:	Vifedo
Hoja MTN:	419 (Vilafranca del Penedés)
Material original:	Conglomerados y arcillas
Geoforma:	Parte alta de ladera.
Posición:	Concavidad.
Orientación:	NW (334 °)
Pendiente:	3,2 %
Pedregosidad:	65 %, cantos, 2 a 10 cm Ø
Profundidad efectiva:	145 cm
Condiciones de humedad:	Húmedo
Drenaje:	Ligeramente impedido
Fecha descripción:	08/11/2024
Descrito y clasificado por:	Joaquín Cámara Gajate
Régimen de humedad:	Xérico
Régimen de temperaturas:	Mésico
Clasificación taxonómica:	Typic Haploxeralf (USDA, 2022)



ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Descripción del Perfil GR068

Horizonte	Prof.	Descripción
Ap	0 - 15 cm	Húmedo; Matriz de color 7,5YR4/4 en húmedo y 7,5YR5/3,5 en seco; Textura franca; Elementos gruesos comunes (20%), cantos, de 3 a 10 cm de diámetro; Estructura en bloques subangulares, media y de moderada a débil; Sin cutanes; Consistencia firme en húmedo y ligeramente dura en seco; Plástico y adherente en mojado; Raíces abundantes, muy finas, finas y medias; Reacción intensa al HCl; Límite inferior neto y plano. Horizonte óchrico.
A12	15 - 35 cm	Húmedo; Matriz de color 7,5YR4/4 en húmedo y 7,5YR5/3,5 en seco; Textura franca; Elementos gruesos comunes (20%), cantos, de 3 a 10 cm de diámetro; Estructura en bloques subangulares, media y moderada; Presencia de algunos cutanes; Consistencia firme en húmedo y ligeramente dura en seco; Plástico y adherente en mojado; Raíces abundantes, muy finas, finas, medias y gruesas; Reacción intensa al HCl; Límite inferior brusco y plano. Horizonte óchrico.
Btk1	35 - 75 cm	Húmedo; Matriz de color 5YR5/6 en húmedo y 5YR6/4 en seco; Textura francoarcillosa; Elementos gruesos muy abundantes (65%), cantos, de 3 a 15 cm de diámetro; Estructura en bloques subangulares, media y moderada; Presencia abundante de cutanes; Consistencia firme en húmedo y ligeramente dura en seco; Plástico y adherente en mojado; Raíces comunes, muy finas y finas; Reacción intensa al HCl; Concreciones abundantes de CaCO ₃ , formando costras y micelios de tamaño fino; Límite inferior neto y plano. Horizonte argílico.
Btk2	75 - 145 cm	Húmedo; Matriz de color 5YR5/6 en húmedo y 5YR6/4 en seco; Textura francoarcillosa; Elementos gruesos muy abundantes (65%), cantos, de 3 a 15 cm de diámetro; Estructura en bloques subangulares, media y moderada; Presencia abundante de cutanes; Consistencia firme en húmedo y ligeramente dura en seco; Plástico y adherente en mojado; Raíces comunes, muy finas y finas; Reacción intensa al HCl; Concreciones comunes de CaCO ₃ , pseudomicelios de tamaño fino; Límite inferior brusco y plano. Horizonte argílico.
2Bt	145 - 172 cm	Húmedo; Matriz de color 5YR4/7 en húmedo y 5YR5/6 en seco; Textura francoarcillosa; Sin elementos gruesos; Estructura en bloques angulares, media a gruesa y moderada a fuerte; Presencia abundante de cutanes; Consistencia firme en húmedo y dura en seco; Muy plástico y muy adherente en mojado; Raíces pocas, muy finas y finas; Reacción al HCl; Concreciones comunes de manganeso, finas y medias; Límite inferior neto y plano. Horizonte no diagnóstico.
2Btk	172 - 210 cm	Húmedo; Matriz de color 7,5YR4/5 en húmedo y 7,5YR5/4 en seco; Textura francoarcillolimsa; Sin elementos gruesos; Estructura en bloques angulares, media a gruesa y moderada a fuerte; Presencia abundante de cutanes; Consistencia firme en húmedo y dura en seco; Muy plástico y muy adherente en mojado; Raíces pocas, muy finas y finas; Reacción intensa al HCl; Concreciones comunes a abundantes de CaCO ₃ , masas friables gruesas y muy gruesas. Horizonte no diagnóstico.

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Horizontes del suelo e identificación

Horizonte genético	Horizonte de diagnóstico	Límite _{cm}		Espesor _{cm}	Elementos gruesos %V > 0,5 cm	Referencia Muestra	
		Superior	Inferior			en campo	laboratorio
Ap	Óchrico	0	15	15	20	GR172	69411
A12	Óchrico	15	35	20	20	-	-
Btk1	Argílico	35	75	40	65	-	-
Btk2	Argílico	75	145	70	65	GR173	69412
2Bt	No diagnóstico	145	172	27	0	GR174	69413
2Btk	No diagnóstico	172	210	38	0	-	-

Propiedades físicas y químicas

Horiz.	Profundidad _{cm}	C.E. ext. 1:5 d5/m	pH ext. 1:2,5 H ₂ O	Caliza g/100g		M.O. g/100g	N total g/100g	C/N	P Olsen mg/kg	K mg/kg	IPC
				Total	Activa						
Ap	0 - 15	0,14	8,3	64	20	2,10	0,15	14,0	12	202	16
A12	15 - 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Btk1	35 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Btk2	75 - 145	0,15	8,6	71	24	0,10	0,01	11,1	<5	75	38
2Bt	145 - 172	0,13	8,4	13	3	0,05	0,00	12,5	<5	179	0
2Btk	172 - 210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Características del complejo de cambio

Hor.	Prof. cm	cmol(+)/kg					H %	V %	PCI %	PMI %	PNI %	PKI %	K/Mg	Ca/Mg	cmol(+)/kg	
		CIC	Ca	Mg	Na	K									CIC/Ac	α
Ap	0 - 15	12,2	10,7	0,98	0,04	0,52	0	100	87,4	8,0	0,4	4,2	0,53	10,88	0,66	43
A12	15 - 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Btk1	35 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Btk2	75 - 145	13,4	12,9	0,31	0,04	0,19	0	100	95,9	2,3	0,3	1,4	0,61	41,09	0,37	36
2Bt	145 - 172	17,3	16,1	0,64	0,11	0,46	0	100	93,0	3,7	0,6	2,6	0,71	25,07	0,44	44
2Btk	172 - 210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Color del suelo y propiedades hídricas

Hor.	Prof. cm	Color Munsell®		Moteados		Humedad % p/p			ρ _d g/cm³	Reserva de agua mm	
		Seco	Húmedo	Color	Prop.	saturac.	a 33 kPa	a 1500 kPa		Horiz.	Acumul.
Ap	0 - 15	7,5YR5/3,5	7,5YR4/4	-	-	-	22	10	12	1,42	14
A12	15 - 35	7,5YR5/3,5	7,5YR4/4	-	-	-	-	-	13	1,42	33
Btk1	35 - 75	5YR6/4	5YR5/6	-	-	-	-	-	14	1,42	40
Btk2	75 - 145	5YR6/4	5YR5/6	-	-	-	27	14	13	1,42	24
2Bt	145 - 172	5YR56	5YR4/7	-	-	-	27	12	15	1,42	24
2Btk	172 - 210	7,5YR5/4	7,5YR4/5	-	-	-	-	-	17	1,40	85

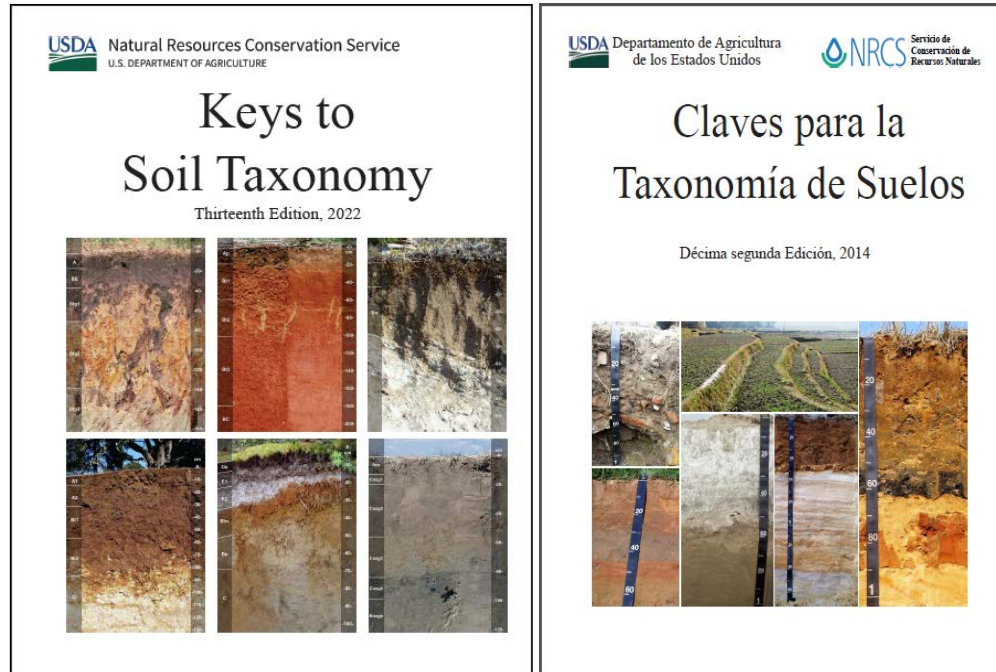
Oligoelementos y granulometría USDA

Hor.	mg/kg					Yeso g/100g	ELEM. GRUESOS 5 - 2 mm	ARENA GRUESA 2-0,2 mm	ARENA FINA 0,2-0,05 mm	LIMO GRUESO 0,05-0,02 mm	LIMO FINO 0,02-0,002 mm	ARCILLA <0,002 mm	CLASE TEXTURAL
	Fe	Cu	Mn	Zn	B								
Ap	35	28,7	23	7	0,46	-	62,4	36,6	12,2	10,1	22,6	18,5	F
A12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
Btk1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FA
Btk2	25	1,8	8	2	<0,25	-	89,2	29,7	8,8	11	13,7	36,7	FA
2Bt	99	4,6	606	3	<0,25	-	72,1	7,9	22,1	13,7	17,4	39	FA
2Btk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FAL

Solución del suelo

Hor.	Prof.	H sat	pHe	CEe	meq/l										SAR
					Aniones				Cationes						
	cm	%	dS/m	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ H ⁻	ΣA ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	ΣC ⁺			
Ap	0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
A12	15 - 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Btk1	35 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Btk2	75 - 145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2Bt	145 - 172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2Btk	172 - 210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

3. LENGUAJE Y CLASIFICACIÓN



USDA (2022) *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture. NRCS. 13th Edition.

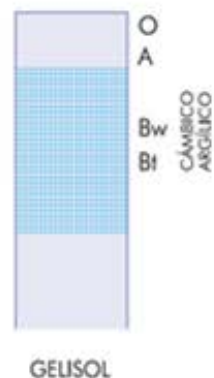


FAO (2022). *World Reference Base For Soil Resources 2022*. 4th edition. World Soil Resources Reports No 103, FAO, Rome

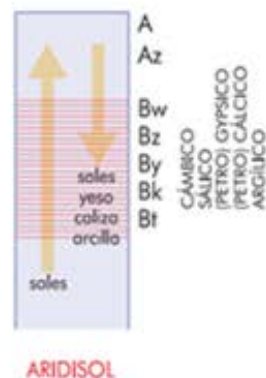


0. Clima determinante

0.1 Régimen de temperatura (permafrost)

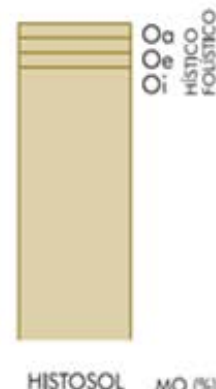


0.2 Régimen de humedad (arídico)



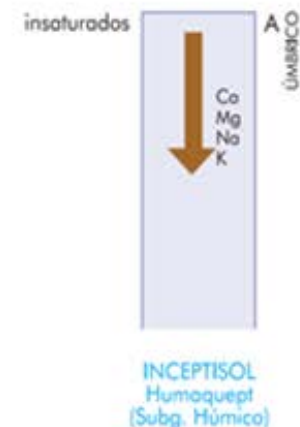
1. Suelos orgánicos

1.1.- Acumulación de materia orgánica (MO > 20%)



2. Suelos minerales

2.1.- Equilibrio mineralización/humificación (MO > 1%)



2.2.- Predominio de la mineralización (MO < 1% EPIPEDON ÓCHRICO)

2.2.1- ALTERACIÓN

Sin endopedones

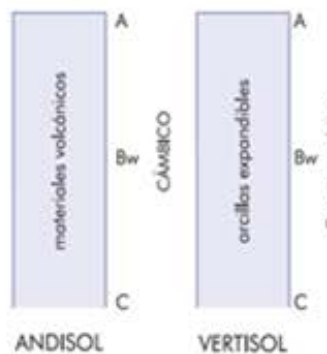


AGREGACIÓN



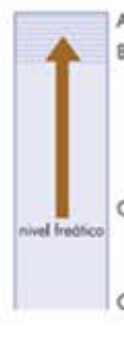
ARIDISOL
Cambid

VERTISOLIZACIÓN



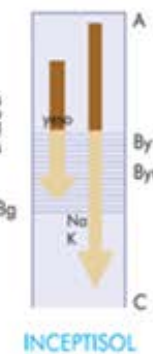
VERTISOL

SALINIZACIÓN



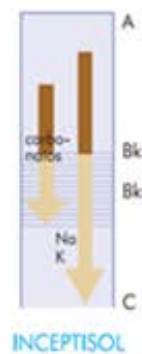
ARIDISOL
Solid

GYPSIFICACIÓN



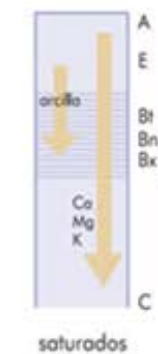
ARIDISOL
Gypsid

CALCIFICACIÓN



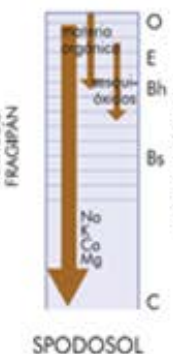
ARIDISOL
Calcid

ARGILUVIACIÓN



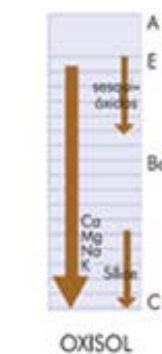
ARIDISOL
Argid

PODSOLIZACIÓN



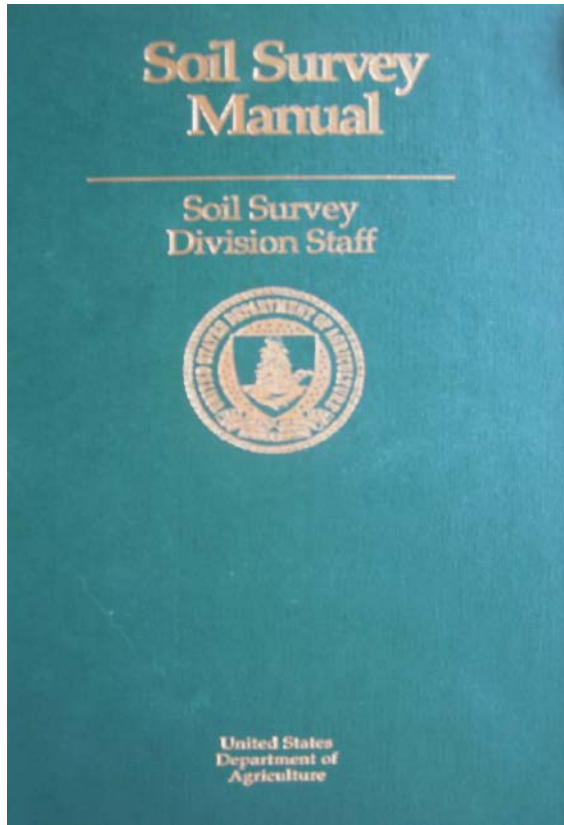
SPodosol

LATERITIZACIÓN



OXISOL

intensidad de la edafogénesis



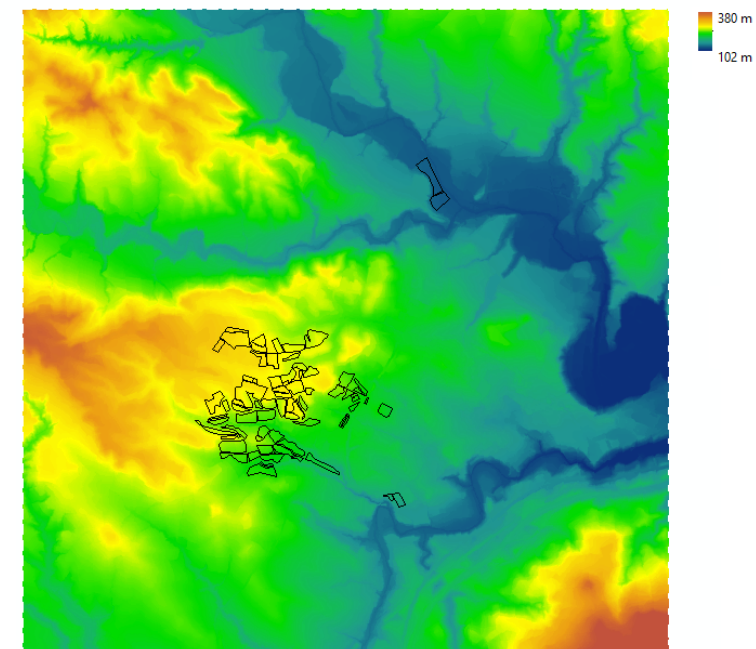
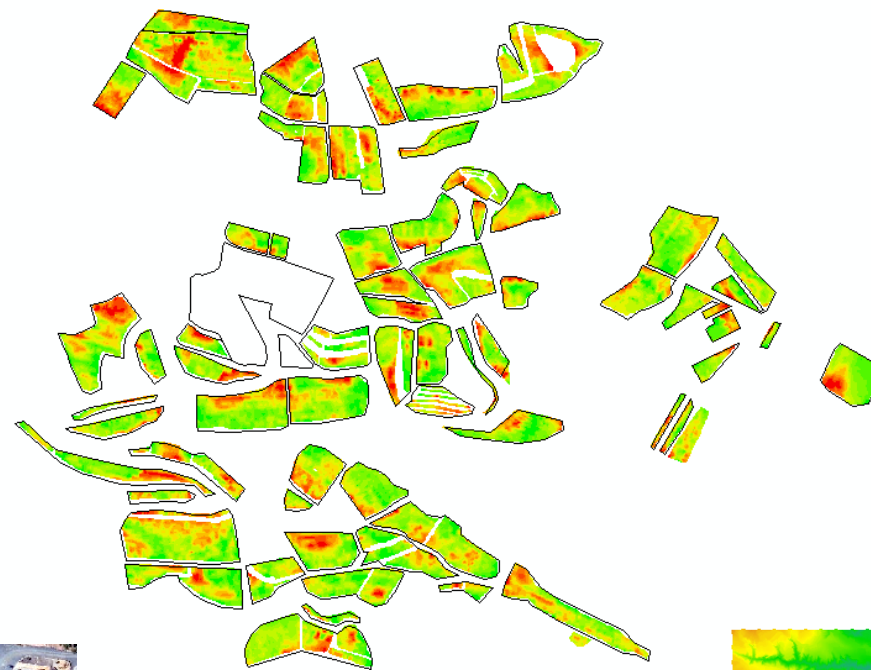
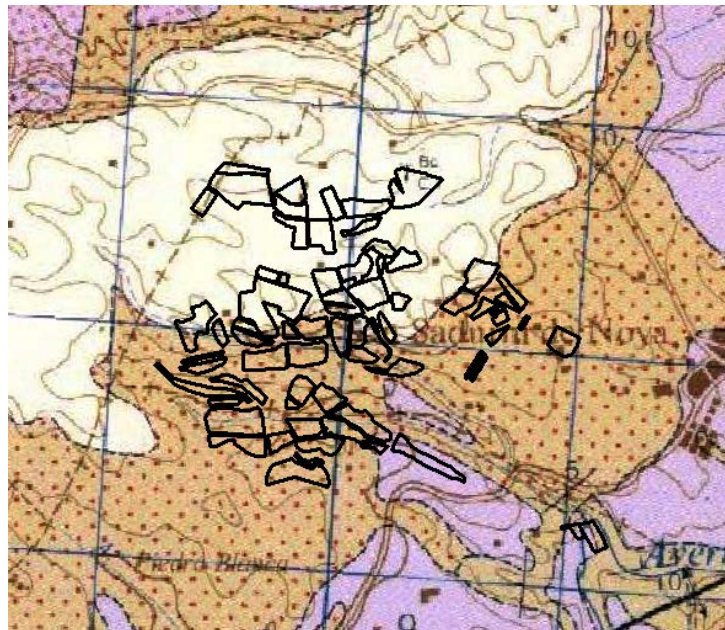
Soil Survey Staff, 2017. Soil Survey Manual. Soil Survey Division Staff . USDA

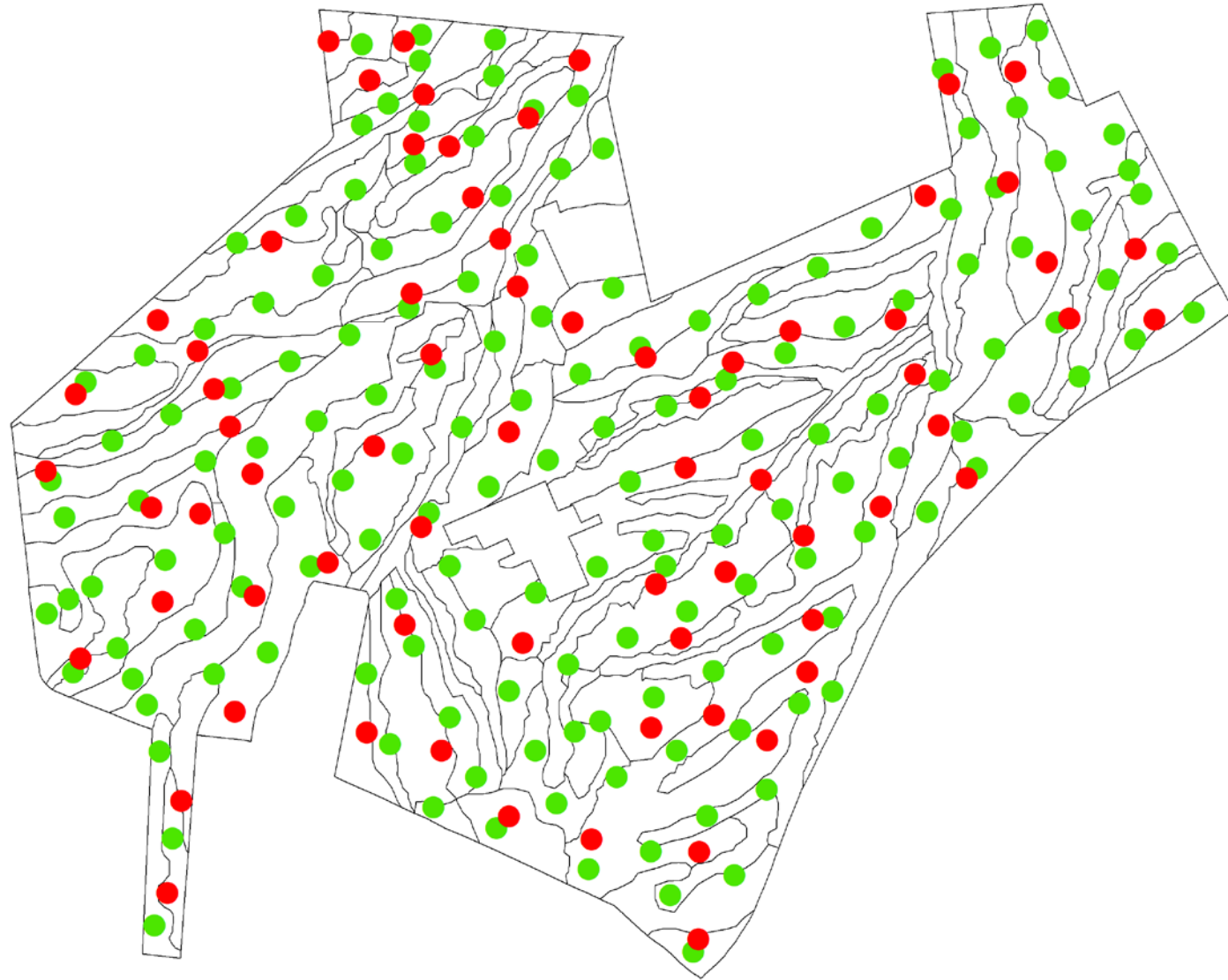
- Delineación
- Correlación de las unidades
- Diseño del muestreo
- Trabajos de campo y laboratorio
- Caracterización de los suelos
- Correlación de unidades y suelos

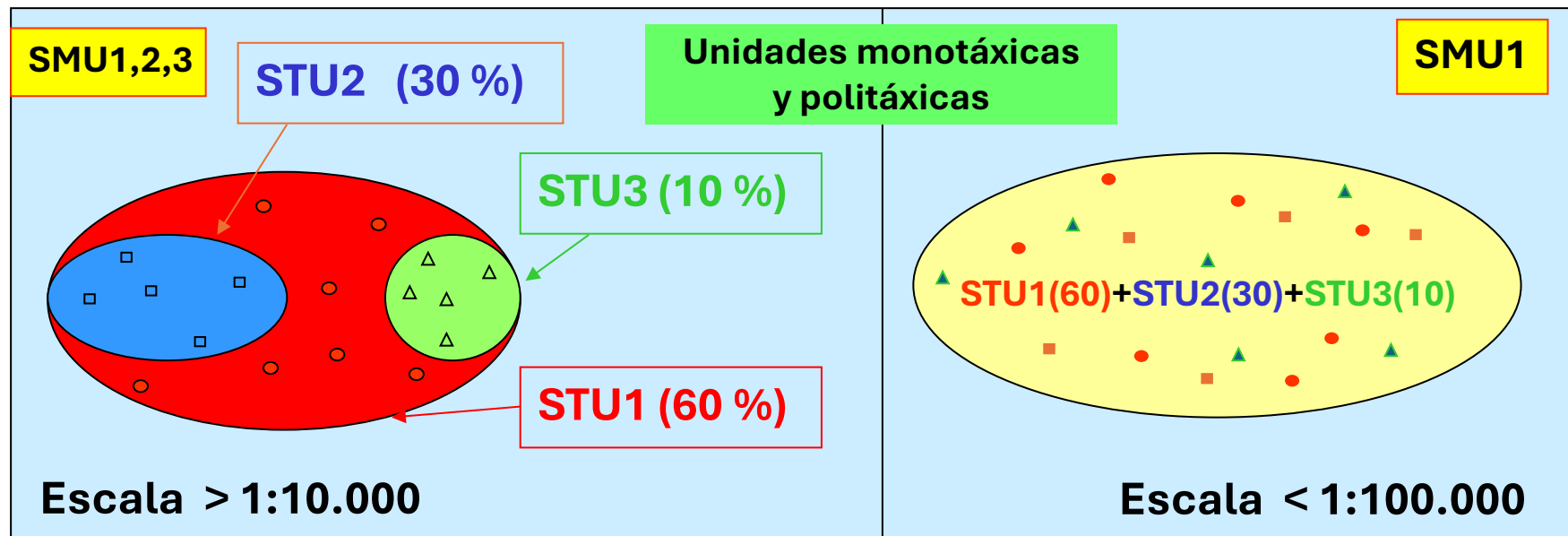
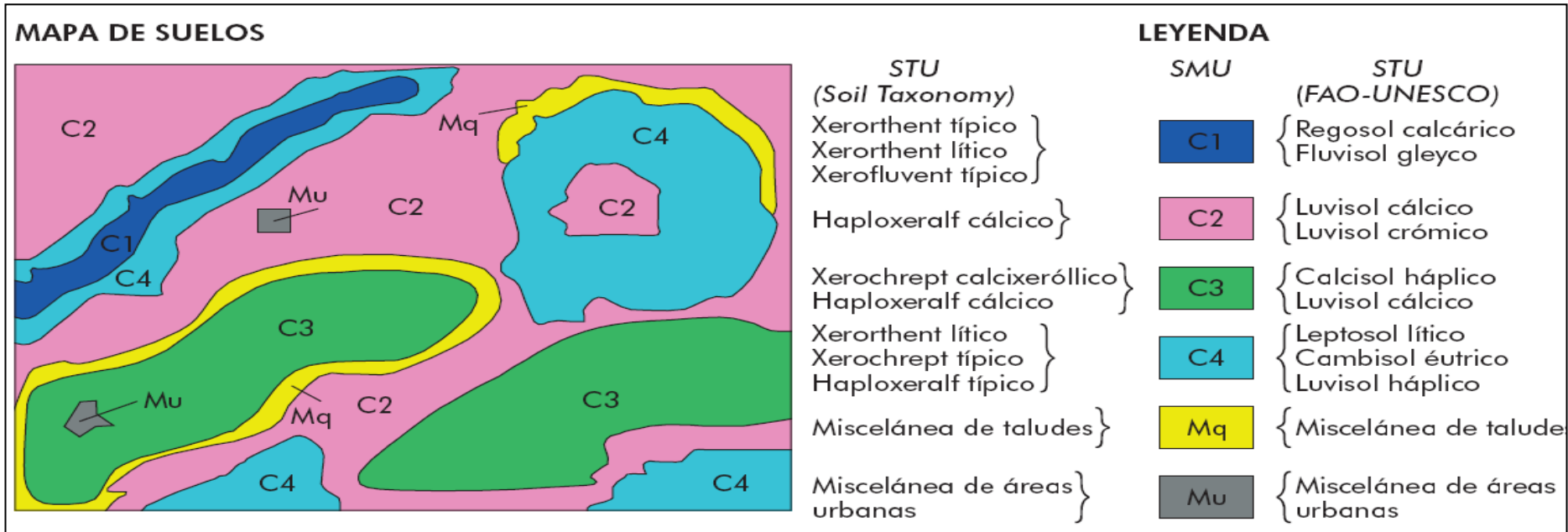
DELINEACIÓN

- Información geológica
- Fotointerpretación
- Teledetección (NDVI, IR, ...)
- Modelo digital del terreno
- Resistividad electromagnética



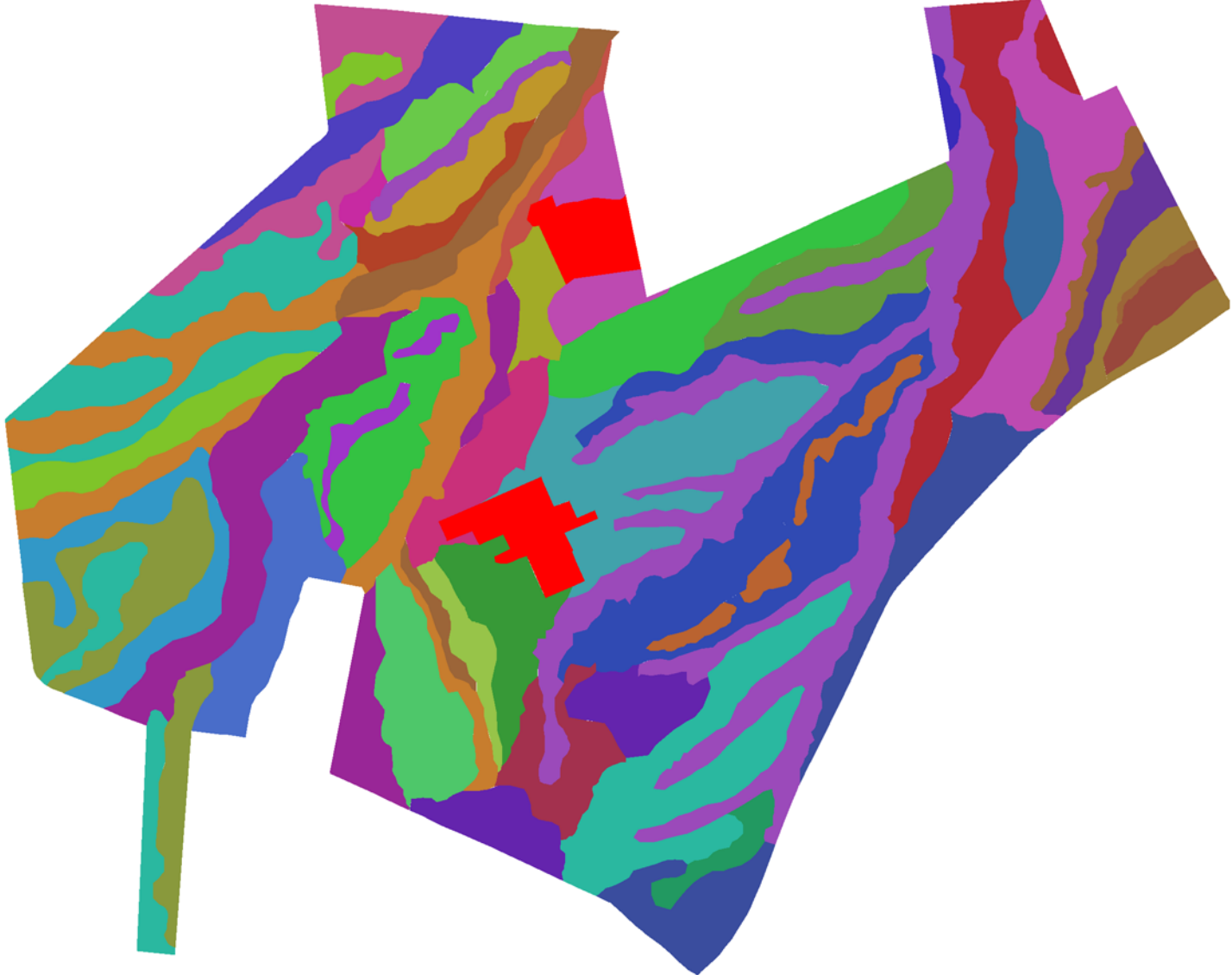






Unidades cartográficas

C01	C21
C02	C22
C03	C23
C04	C24
C05	C25
C06	C26
C07	C27
C08	C28
C09	C29
C10	C30
C11	C31
C12	C32
C13	C33
C14	C34
C15	C35
C16	C36
C17	C37
C18	C38
C19	ZAM
C20	



Inclusiones



Disímiles



ASPECTOS INNOVADORES DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL DE SUELOS

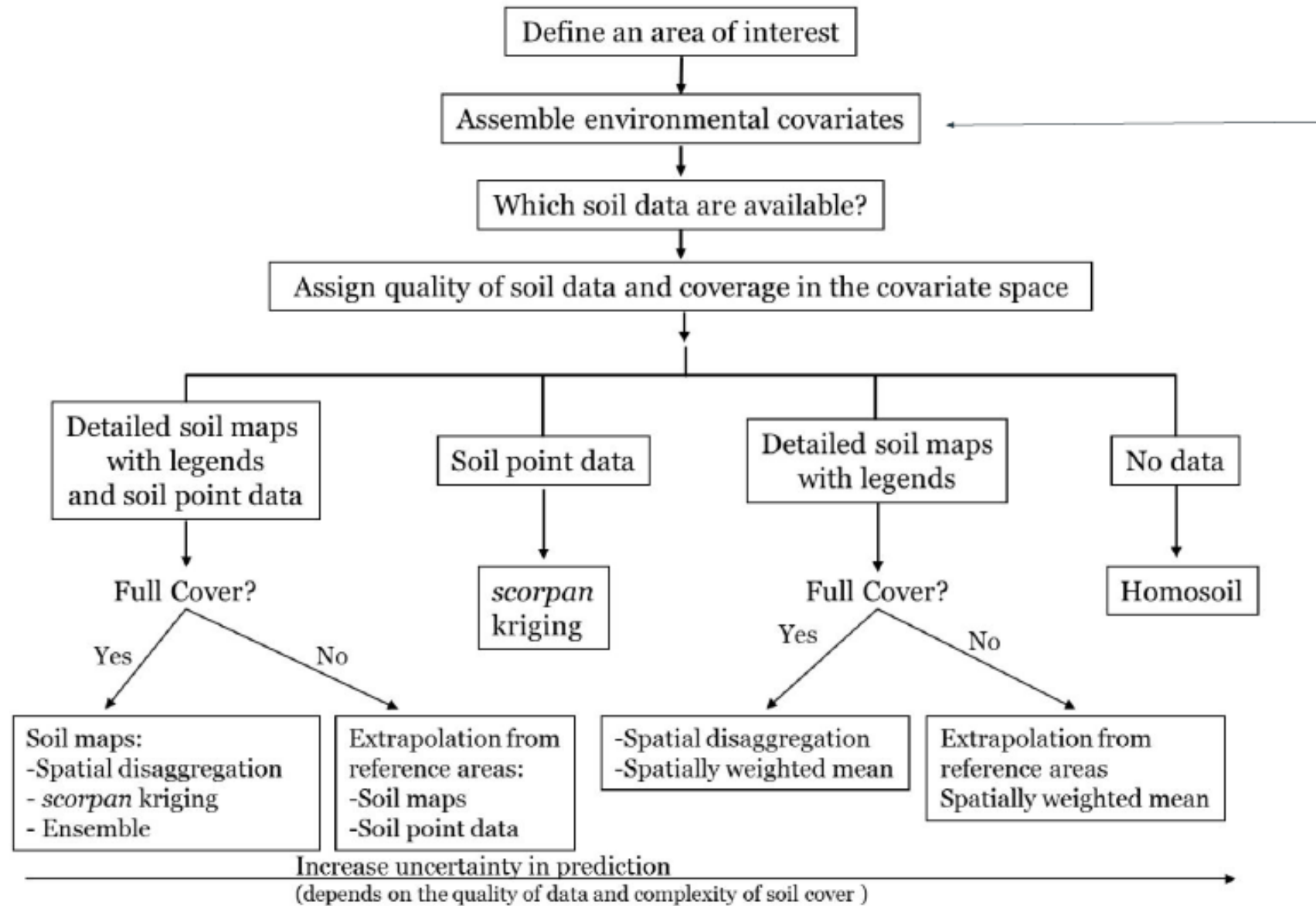


(McBratney et al, 2003)

$$S = f(s, c, o, r, p, a, n)$$

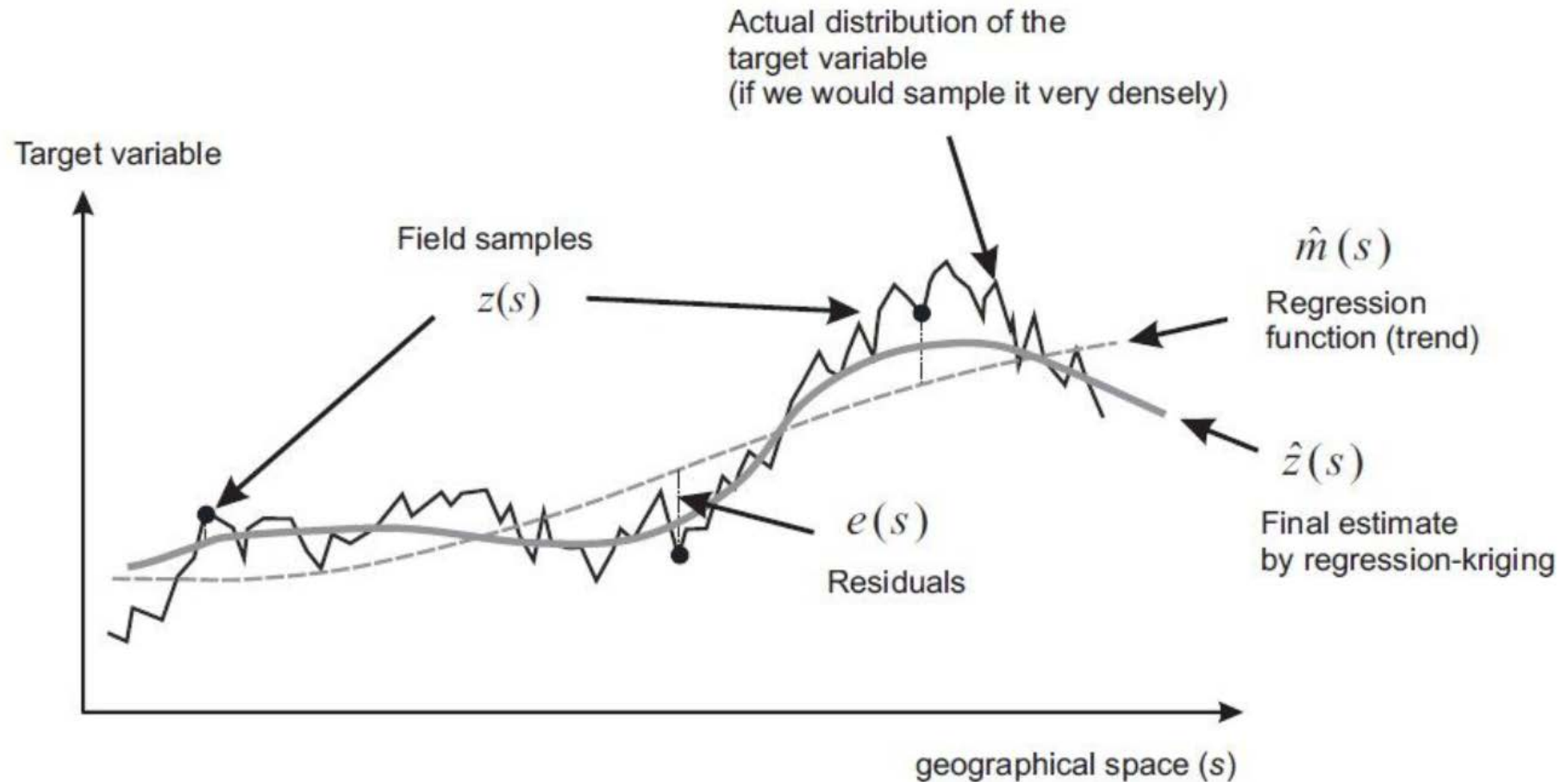
donde:

S	el suelo
s	otras propiedades del suelo
c	el clima
o	los organismos
r	el relieve
p	el material geológico
a	el tiempo
n	la posición espacial

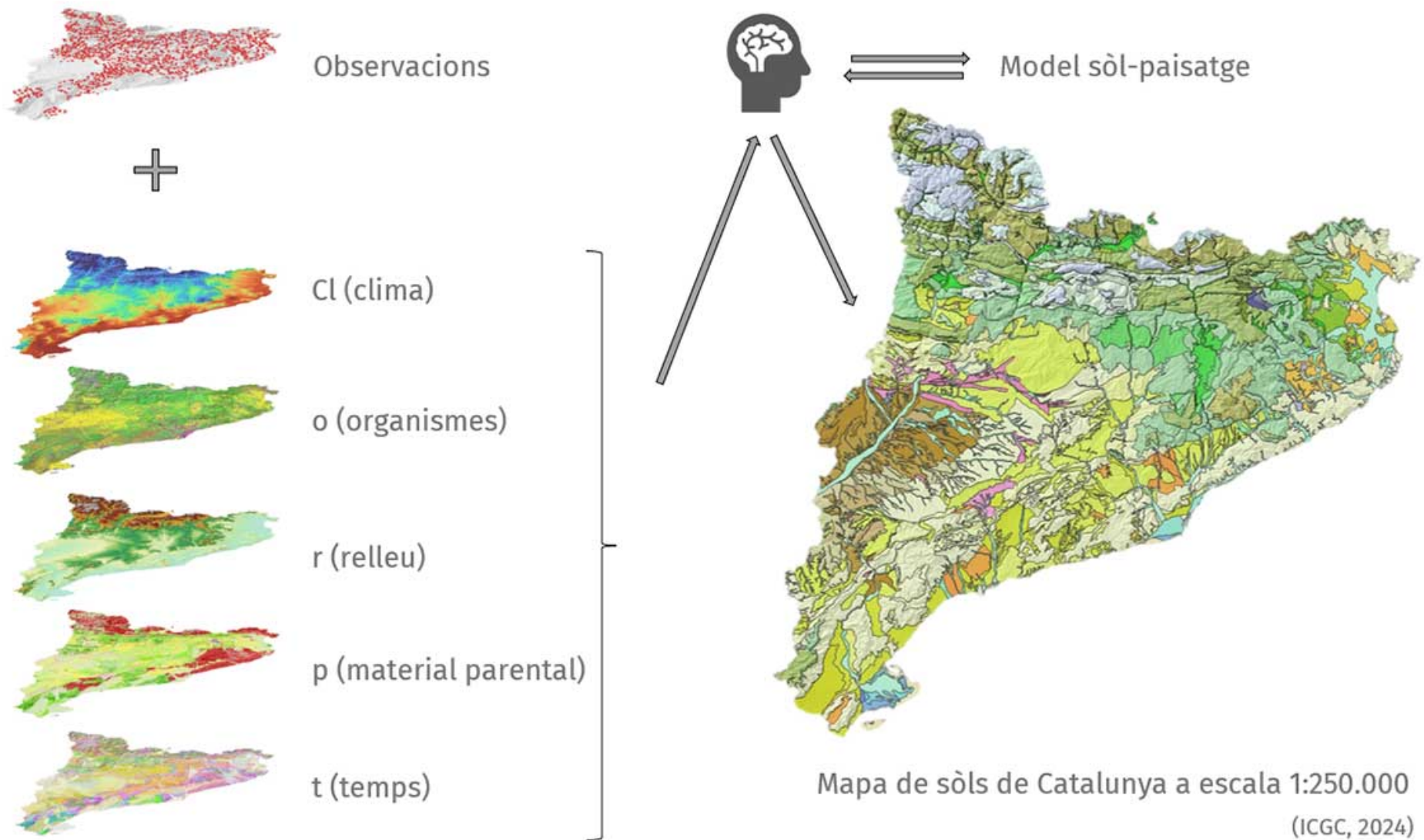


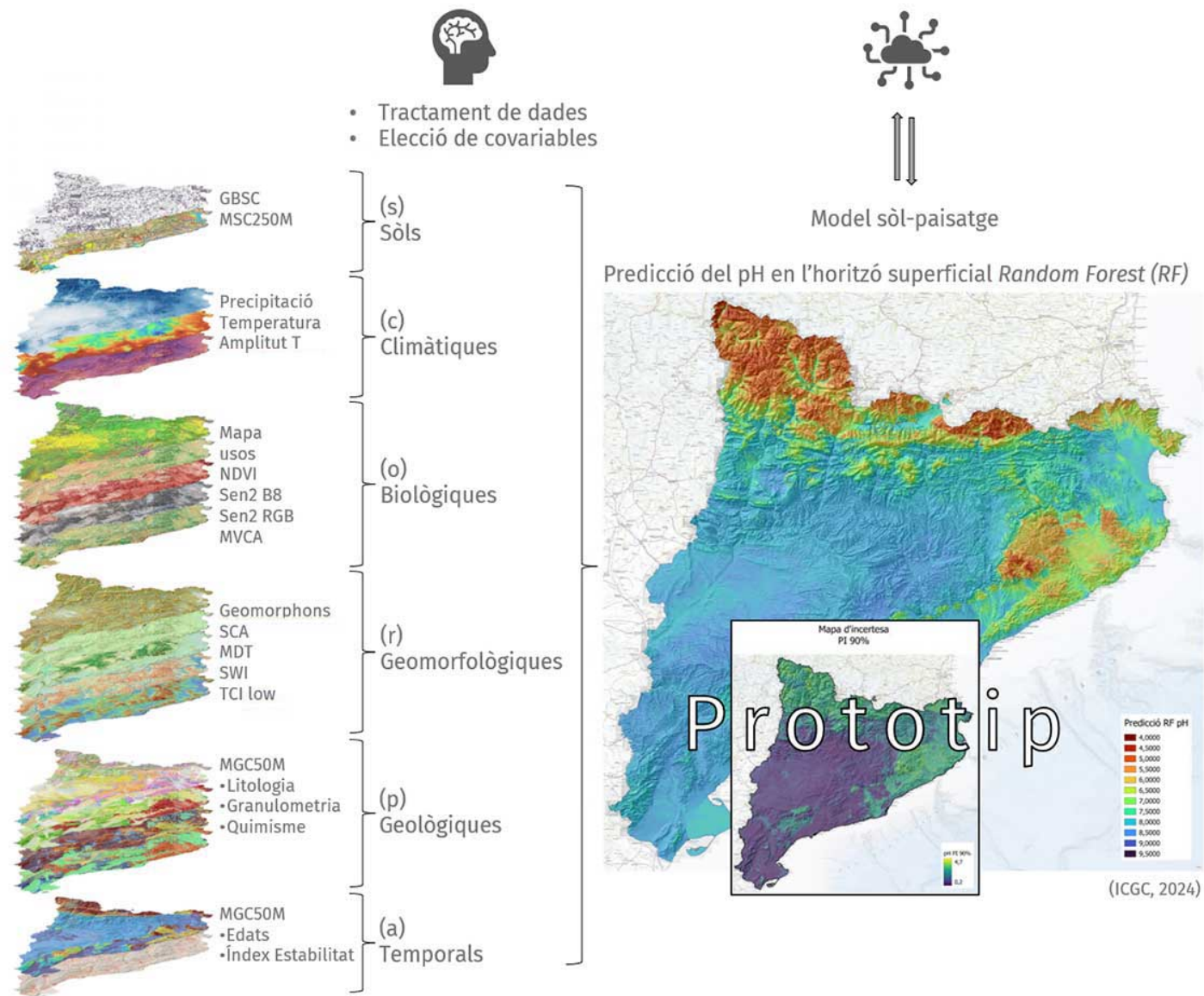
Modelo universal de variación espacial de suelos

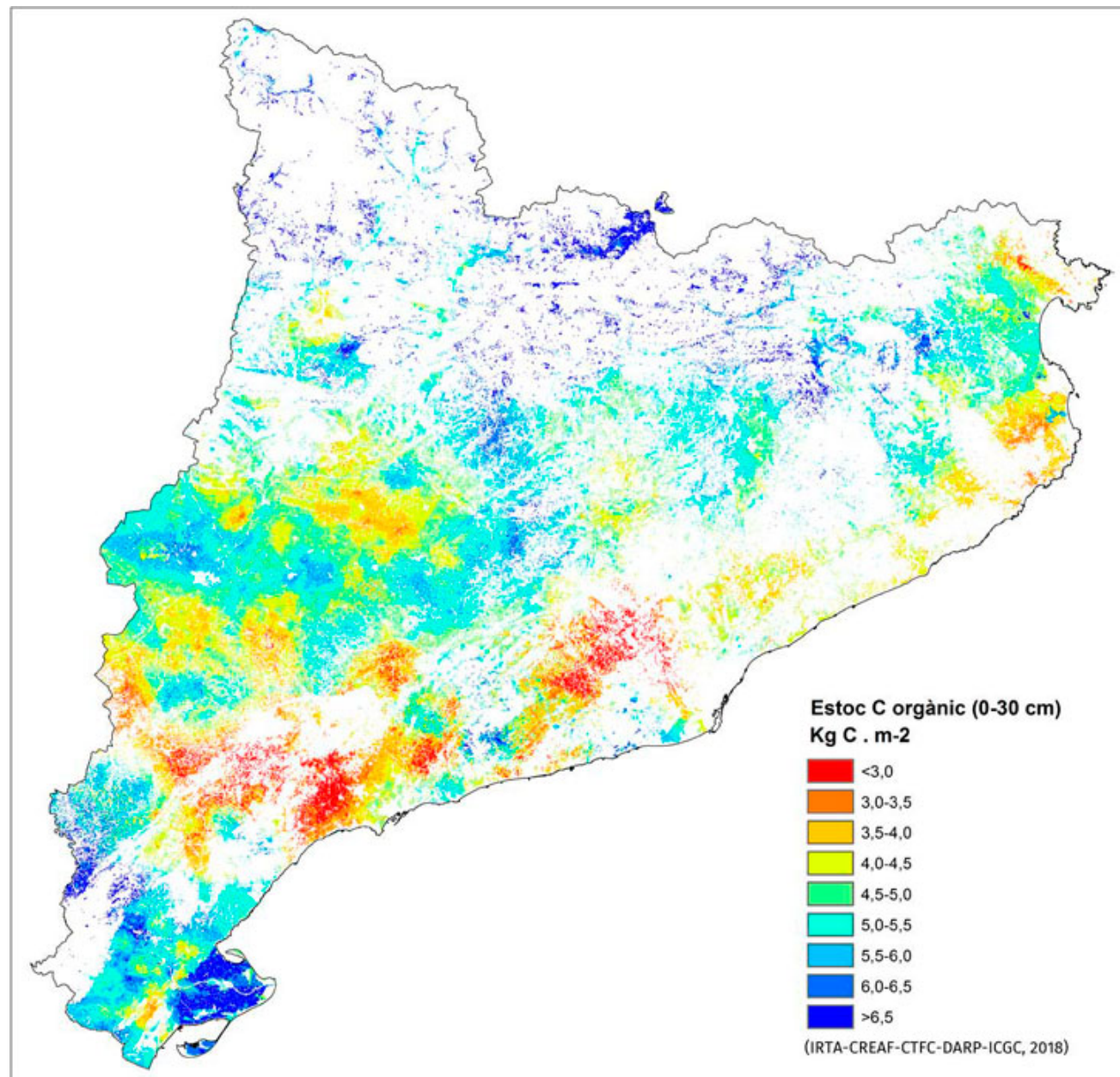
$$Z(s) = m(s) + \varepsilon'(s) + \varepsilon''$$



	Expert/knowledge-driven soil mapping	Data/technology-driven soil mapping
<i>Target variables:</i>	Soil types (soil series)	Analytical soil properties
<i>Spatial data model:</i>	Discrete (soil bodies)	Continuous/hybrid (quantities / probabilities)
<i>Major inputs:</i>	Expert knowledge / soil profile description	Laboratory data / proximal soil sensing
<i>Important covariates:</i>	Soil delineations (photo-interpretation)	Remote sensing images, DEM-derivatives
<i>Spatial prediction model:</i>	Averaging per polygon	Automated (geo)statistics
<i>Accuracy assessment:</i>	Validation of soil mapping units (kappa)	Cross-validation (RMSE)
<i>Data representation:</i>	Polygon maps + attribute tables	Gridded maps + prediction error map
<i>Major technical aspect:</i>	Cartographic scale	Grid cell size
<i>Soil sampling strategies:</i>	Free survey (surveyor selects sampling)	Statistical (design/model-based) sampling)







www.icgc.cat

LÍNEAS DE TRABAJO A SEGUIR

1. Investigación en metodologías de zonificación basadas en cartografía digital
2. Desarrollo de covariables espaciales

Raíces del futuro: Calidad y cartografía de los suelos para una viticultura sostenible

Presente y futuro de la cartografía de suelos

Joaquín Cámara Gajate

Dr. Ingeniero Agrónomo

Profesor Ayudante Doctor. Dpto. Producción Agraria

Ud. Edafología. Universidad Politécnica de Madrid