

## CAPITULO 3

### FORMACIONES DE SUELOS

Francisco ALBERTO

Javier MACHIN

#### 1.- PRESENTACION

**Geográficamente** la sierra de Urbasa constituye una plataforma alargada en sentido E-W. Se extiende sobre algo más de 250 km y sus límites están bien marcados: al N. por el valle de la Burunda y falla (fosa tectónica de Zumbelz), al S. el de Las Amescoas, al E. la falla de Lizarraga que la separa de la sierra de Andía y al W. la sierra de Encia.

**Estructuralmente** está formada por un sinclinal colgado cuyo eje sigue en principio la dirección EW pasando posteriormente al WSW-ENE y finalmente dobla el N. (MANGIN, 1959).

**Litológicamente** (MANGIN, 1959, KIND, 1967) contienen calizas de diversos pisos del Eoceno y, sobre ellas, en el fondo de la hondonada del sinclinal han quedado retenidos conglomerados y areniscas del Oligoceno (MANGIN, 1959).

La disposición de los estratos, su naturaleza caliza y la influencia de los movimientos diapíricos próximos han hecho de Urbasa un macizo fácilmente karstificable.

**Hidrológicamente** la plataforma de Urbasa tiene un comportamiento típico de zona kárstica. A pesar de la alta pluviometría, no existen cauces de agua superficial que descienden de ella sino pequeños cauces temporales o barrancos como el del Bagayo y el del Enebral que da lugar al regajo de los Yesos, y el de Zolocoturri: todos ellos van perdiendo agua a lo largo de su cauce y acaban en un ponor (BIELZA, 1969). Las surgencias en la superficie de la sierra son numerosas y ejemplos de ello son las fuentes.

Por debajo del nivel de la sierra, hay otras muchas surgencias siendo el manantial de Urederra el principal desagüe del acuífero de Urbasa. Sus caudales están fuertemente ligados a la pluviometría y oscilan entre los 50 m<sup>3</sup>/seg. y los 0.25 m<sup>3</sup> en estiaje. (CASTIELLA et al. 1984).

El material dominante sobre el que actuaron los procesos edafogenéticos son las calizas, instalándose los suelos en el residuo de disolución del carbonato cálcico.

Parte de estos carbonatos vuelven a ser reprecipitados. El carácter horizontal de la superficie de la sierra, la ausencia de una red desarrollada de cauces superficiales y de las condiciones hidrológicas kársticas, así como las climáticas y de vegetación, han condicionado una buena permanencia de los residuos de disolución de las calizas y consecuentemente de los suelos.

Los suelos de Urbasa fueron estudiados por ALBAREDA et al.(1960) y cartografiados por GUERRA et al.(1968) en el Mapa de Suelos de España. Recientemente IÑIGUEZ et. al.(1980) lo han hecho con los de la porción alavesa de la sierra.

Perfiles representativos (podsoles, terras rossas y terras fuscas decoloradas) fueron estudiados por ALBERTO et al.(1969) discutiendo aspectos de su génesis y mineralogía especialmente en lo referente a fraccionamiento e identificación del contenido en oxihidróxidos de hierro y manganeso.

IÑIGUEZ et al.(1980) describen dos perfiles de la sierra (podzolvisol dystrico y rendsina molica), analizan su composición granulométrica y química. VAL (1979) en su Memoria de Tesis doctoral "Estudio de suelos desarrollados en la Sierra de Urbasa (Navarra)" describe marco y micromorfológicamente 22 perfiles, estudia su granulometría, composición química, mineralogía de la fracción arcilla, etc. Describe el paisaje de cada uno de los suelos y se plantea numerosas interrogantes sobre su génesis.

Como consecuencia del reconocimiento de los suelos llevado a cabo en apoyo de los estudios de sedimentos de yacimientos arqueológicos correspondientes a esta Memoria, se ha hecho más patente el desconocimiento que existe sobre la génesis y propiedades de los suelos de Urbasa.

Algunas de las conclusiones alcanzadas se expondrán a continuación aún reconociendo que son insuficientes para explicar la situación actual de los suelos y en general del paisaje de esta sierra para la que sus peculiaridades exigen un profundo estudio: para darlos a conocer, para que sirvan de apoyo a su explotación racional y para planificar su protección frente a agresiones de cualquier tipo.

#### 2.- LOS FACTORES DE PROYECCION DE LOS SUELOS

La morfología de los suelos actuales y sus propiedades son el resultado de la acción de diversos factores de formación. El clima, la roca madre, topografía, etc. se han combinado para diferenciar los diversos tipos de suelos y ofrecer la distribución que observamos en Urbasa. Si bien una cartografía edafológica de los suelos de la sierra rebasa los planteamientos de este trabajo los esquemas que se incluyen en este capítulo sirven para ilustrar tal aspecto.

### a.- El clima

Las oscilaciones climáticas intracuaternarias, aunque todavía mal estudiadas en la Depresión del Ebro, han pasado repetidamente de climas más o menos cálidos y húmedos a más fríos y secos. De esta alternancia BIELZA (1969) encuentra testigos en los depósitos del Urederra e Yranzu.

El clima actual, de acuerdo con LISO y ASCASO (1969) para Alsasua y en la estación de Urbasa (VAL 1979), se puede clasificar de acuerdo con los criterios de Thornthwaite como perhúmedo mesotérmico I con pequeña o ninguna falta de agua.

Los regímenes de humedad y temperatura y de los suelos (VAL, 1979, ALBERTO et al. 1984 y ARRUE et al. 1984) los definen como údico y méxico respectivamente. Regímenes que propician la continuidad en el lavado de carbonatos, la formación de epipedones mollicos y úmbricos (en el sentido de la Soil Taxonomy) y fenómenos de eluviación de arcilla; lo que conduce a la formación de suelos iniciales del tipo rendsina y pararrendsina y la evolución de los suelos profundos hacia términos con horizontes B texturales a expensas del empobrecimiento de los horizontes superiores en fracción arcilla y oxihidróxidos. De modo general se puede indicar que las formas de humus no alcanzan los grados de oligotrofia que conduciría a fenómenos generalizados de podsolización; pero que en condiciones específicas de roca y vegetación puede alcanzarse localmente.

Suelos testigos de acción edafogenética de climas más calidos que los actuales se encuentran en toda la sierra. Terras rossas y terras fuscas en los que la mineralogía de arcillas muy rica en caolinita (que podrían indicar la acción de climas tropicales y subtropicales) y el grado de envejecimiento de los oxihidróxidos de hierro confirman estas condiciones de formación.

### b.- La topografía

A través de su horizontalidad, el papel más destacable que ha jugado la topografía ha sido en la conservación "in situ" de los materiales edafizados. La curva de nivel de 900 m. cierra una zona elíptica deprimida que ocupa más del 25% de la superficie total de la sierra y en la que los suelos formados y los productos disueltos tienen como única vía de exportación el sistema kárstico.

La mesotopografía es también poco quebrada; su configuración guarda relación con la diferente resistencia a la meteorización de las diversas litologías, grado de fisuraciones, etc.

La morfología kárstica está presente en toda la sierra; dolinas, poljes, etc., tapizan su superficie. Sus relaciones con las unidades geológicas han sido estudiadas por BIELZA (1969) pero la cartografía detallada, la tipificación de todas las unidades y el estudio de sus relaciones con los suelos y su evolución paralela están por hacer.

Fenómenos naturales (incendios, desplome de árboles), solifluciones, fundamentalmente la acción antrópica (deforestación, cultivo, sobrecarga ganadera, etc.) han producido localmente fenómenos erosivos y conducido a que se instalen secuencias o catenas topográficas con términos iniciales de suelos en equilibrio con las condiciones climáticas actuales. Las toposecuencias así diferenciadas se relacionan muy estrechamente con la roca subyacente y se considerarán en ese apartado.

### c.- La vegetación

La vegetación dominante en la sierra es el hayedo, con diversas subalianzas. Las comunidades pratenses se asemejan a las de las praderas húmedas centroeuropeas (LOPEZ 1970 cit. VAL, 1979).

El grado de dominación del brezo en el sotobosque de hayedo señala claramente el nivel de acidificación del suelo y/o su espesor hasta la capa de caliza; su papel en la diferenciación de los suelos (a través de las formas de humus) no parece muy preponderante. Aunque se produzcan altos porcentajes de recubrimiento de las superficies de suelos podsólicos, el brezo sólo actúa como acelerador del proceso de podsolización, no como causante directo.

### d.- El factor tiempo

La evaluación del factor tiempo en la evolución de los suelos es un aspecto de gran interés pero que conlleva grandes dificultades. Por las condiciones geológicas, topográficas y climáticas, la sierra es un buen emplazamiento para abordar problemas relacionados con la edafogénesis en medio calizo tales como el origen de las terras rossas o fuscas, la evolución de minerales de arcilla heredados, etc... Para el Cuaternario reciente los yacimientos arqueológicos al aire libre asociados a procesos erosivos suaves (pies de laderas, dolinas, etc.) ofrecen buenas expectativas dada la agresividad del clima pero deben buscarse nuevos yacimientos. Las cistas, túmulos, etc. son adecuados para el estudio de la evolución de ciertas propiedades y características de los suelos, especialmente en lo referente a dinámica de materia orgánica (cantidad y calidad de compuestos húmicos), evolución de oxihidróxidos de Fe y Mn, lavado de carbonatos, etc..

En los apartados correspondientes a cada yacimiento se discuten alguno de estos aspectos. Las conclusiones alcanzadas tienen poca relevancia pero de ellas se deduce claramente que sólo un acúmulo de evidencias permitirá sacar conclusiones válidas.

## 3.- LOS MATERIALES GEOLOGICOS BASICOS Y SU REPERCUSION EN LOS SUELOS DE LA SIERRA

El sinclinal colgado que constituye la sierra de Urbasa ofrece en superficie una zonación elipsoidal de los materiales geológicos (MANGIN 1959, KIND 1967, CASTIELLA et al. 1984).

La litología dominante la constituyen los materiales carbonatados; diferencias en su textura, porosidad, microestructura, composición de los carbonatos y naturaleza del residuo insoluble han dado lugar a diferencias en su velocidad de meteorización. Como consecuencia del predominio general de materiales carbonatados y de las condiciones climáticas, el desarrollo de los suelos se ha producido sobre el residuo insoluble de los mismos. Los productos resultantes de la disolución han abandonado la plataforma -salvo las pequeñas porciones reprecipitadas- a través de las aguas kársticas.

La composición de los carbonatos y los componentes del residuo insoluble han condicionado fuertemente el suelo formado. Con el fin de analizar estas dependencias se han determinado parámetros tales como residuo insoluble, gra-

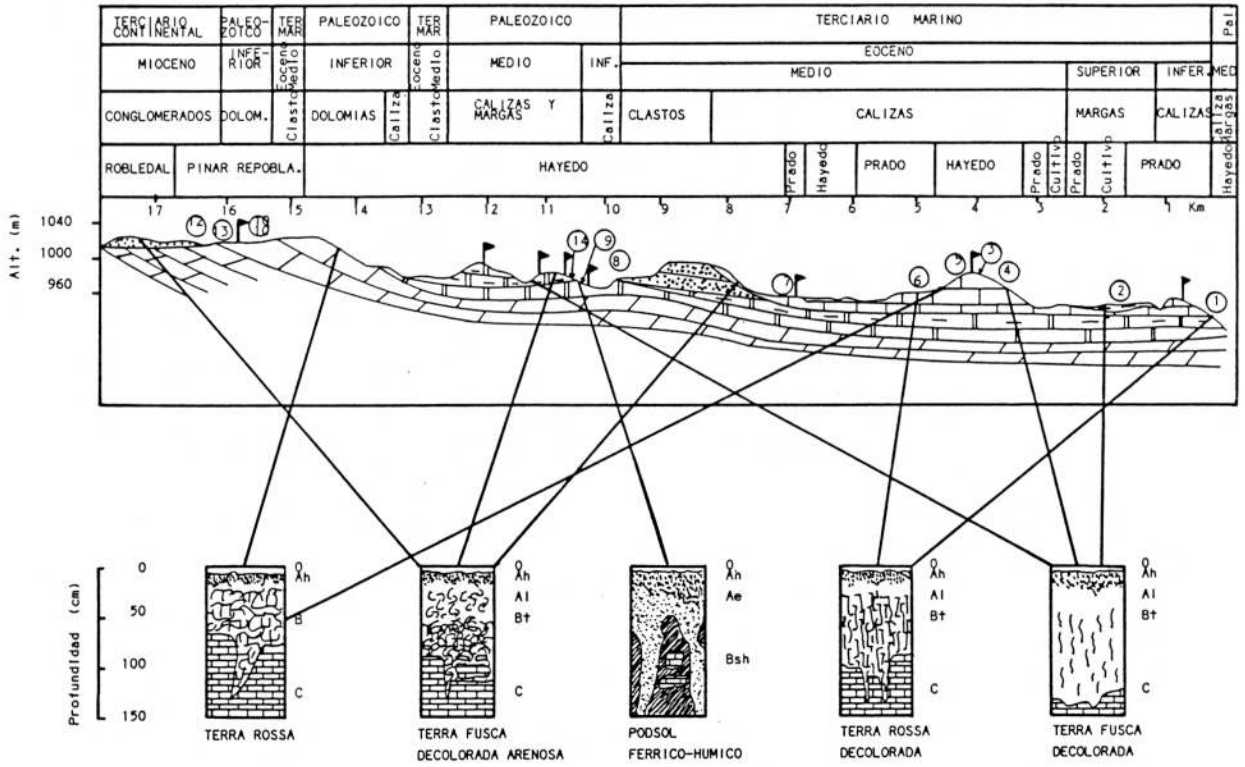


Fig. n.º 23

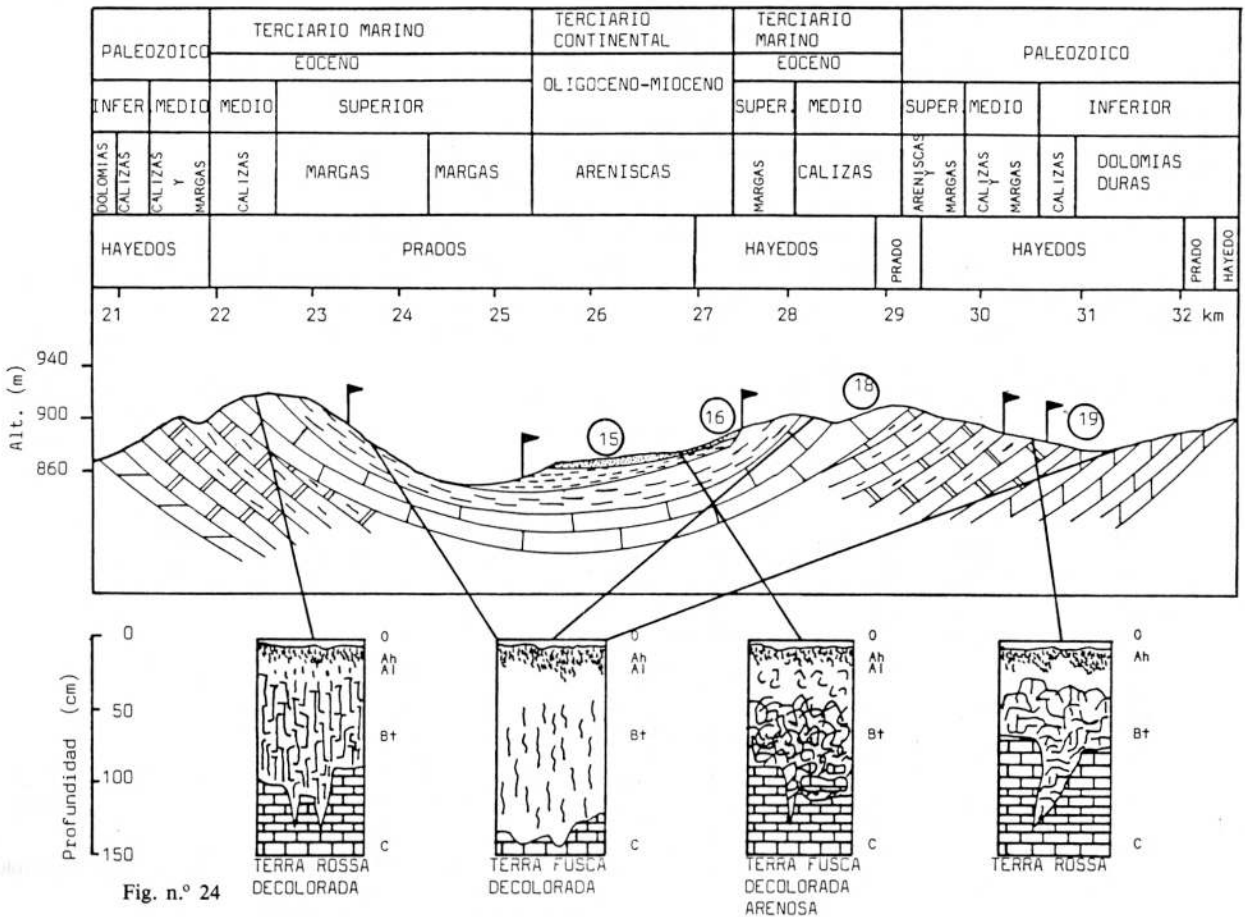


Fig. n.º 24

nulometría del mismo y relación Ca/Mg en la fracción soluble en HCl 3N y a 60° C de un conjunto de muestras seleccionadas como rocas madres representativas de los suelos más característicos. Su localización se da en las figuras 23 y 24 y los resultados obtenidos en el Cuadro de la figura 25.

Si los datos de % de residuo insoluble y % de fracciones arenas (entre 2000 y 63) los representamos en un eje de coordenadas (figura 26), en el cuadrante limitado por las que contienen más del 10% de residuo insoluble y de él más del 70% es de fracción arena se sitúan fundamentalmente los podsoles y las terras fuscas decoloradas arenosas. Ambos grupos de suelos se distribuyen casi homogéneamente en materiales que presentan un % en arena muy próximo a entre el 70% y 90% pero con cantidades muy diferentes de residuo insoluble entre el 20 y 30% para un grupo y entre el 50-60% para otro: todo lo cual indica que la granulometría del esqueleto silíceo de las rocas carbonatadas juega un papel dominante en la diferenciación de los suelos en las condiciones climáticas de Urbasa.

Las terras rossas, fuscas y fuscas decoloradas se forman a expensas de materiales litológicos que contienen menores porcentajes de residuo insoluble y en los que el % de fracciones gruesas es también bajo.

Las rocas con bajas relaciones Ca/Mg (inferior a 3 expresado como relación entre miliequivalentes) (muestras 1 y 10) dan lugar a terras rossas.

Las figuras 23 y 24 recogen los tipos de suelos más evolucionados dentro de la sierra y sus relaciones con la geología y vegetación siguiendo la carretera de Estella a Olazagutía y el camino del puerto de Opacua a la venta de Urbasa, que cortan a la sierra en dos direcciones casi perpendiculares entre sí. Ambos esquemas constituyen una buena base para planificar la cartografía edafológica de todo el altiplano.

#### 4.- TOPOSECUENCIAS

Las siguientes toposecuencias pueden considerarse características dentro de la zona:

Litosuelos (lapiaz) - Rendsina - Rendsina parda (actual o subactual) - *Terra rossa* - *Terra rossa decolorada*.

Litosuelos (lapiaz) - Rendsinas - Rendsina parda - *Terra fusca* - *Terra fusca decolorada*.

Pararendsina - braunerde (actuales o subactuales sobre sedimentos) - *Terra fusca decolorada arenosa*.

Pararendsina - braunerde podsolica - Podsol húmico-férrico.

#### 5.- PROCESOS EROSIVOS

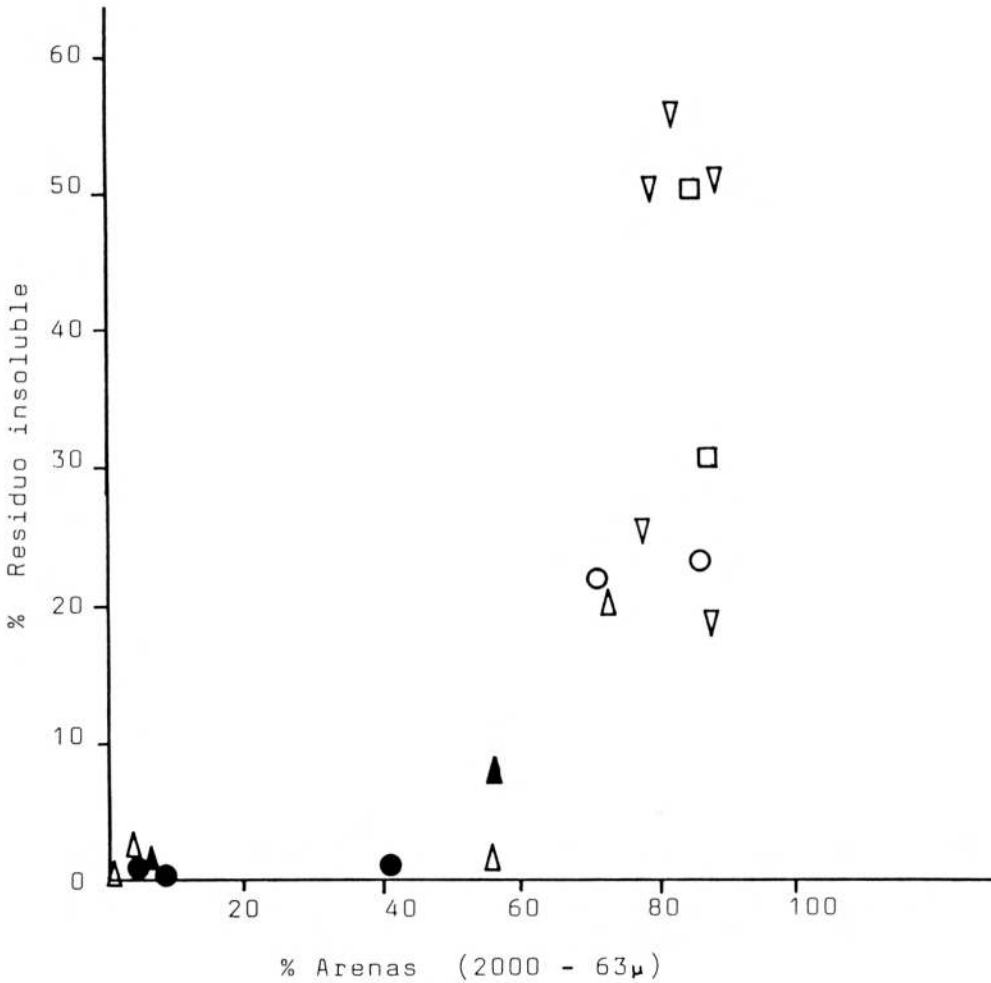
En las condiciones de los yacimientos que analizaremos, los materiales edafizados constituyen los sedimentos que se movilizan como consecuencia de cambios climáticos o acciones antrópicas para enterrar superficies accesibles al hombre, y en las que quedan vestigios de su ocupación. Ello justifica por un lado la introducción edafológica al estudio de los materiales exigiendo simultáneamente una llamada a exponer los mecanismos por los que los sedimentos (o suelos) se pueden trasladar, aunque sea a cortas distancias de su origen, dada la topografía bastante plana de la sierra y el drenaje kárstico y cubrir los yacimientos.

Los procesos que movilizan los materiales pueden agruparse en climáticos, biológicos y antrópicos. Entre los primeros están la soliflucción y otros procesos periglaciales (soil creeping, etc.) y los de arroyada a pesar de la casi continua cubierta vegetal.

Muestra nº	Relación Ca/Mg (en meq.) en la fracción soluble.	Residuo insoluble %	Fracciones granulométricas en el residuo insoluble (porcentajes en peso)							Relación entre peso de fracciones 200 - 63µ y 630 - 200µ
			> 2000 µ	2000 - 1000 µ	1000 - 630 µ	630 - 200 µ	200 - 100 µ	100 - 63 µ	< 63 µ	
1	2,5	1,9	-	-	0,6	-	0,5	-	98,9	-
2	54,4	20,3	-	0,1	0,5	27,2	41,3	3,3	27,7	1,7
3	66,3	1,3	-	0,1	0,7	22,3	11,7	5,2	59,8	0,8
4	75,0	1,5	-	-	-	2,6	3,1	0,6	93,7	1,4
5	115,6	24,1	-	1,7	4,3	39,2	34,5	6,5	13,9	1,0
6	89,4	24,7	0,9	2,2	3,6	26,4	31,1	7,1	28,8	1,4
7	94,4	50,7	0,4	1,9	3,3	34,4	40,4	7,7	11,9	1,4
8	124,4	18,9	0,3	3,7	4,9	37,2	35,6	6,0	12,4	1,1
9	165,0	30,5	0,3	0,6	1,2	50,2	24,7	11,4	11,7	0,7
10	2,5	0,9	-	-	0,3	3,4	2,4	1,5	92,5	1,1
11	104,4	8,0	1,0	0,7	2,9	24,5	17,0	9,0	44,9	1,1
12	1,3	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-
13	71,0	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
14	58,8	50,2	-	-	0,1	12,2	55,7	16,6	15,5	5,9
15	55,0	56,6	-	0,1	0,3	17,1	55,0	11,1	16,3	3,8
16	43,1	50,7	-	-	-	2,3	58,1	16,9	22,7	32,6
17	61,9	26,1	1,1	2,9	8,1	54,3	7,5	2,7	23,5	0,2
17 bis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	58,1	1,7	-	0,3	0,1	12,2	38,2	4,5	44,8	3,5
19	51,9	2,2	0,2	0,2	0,2	0,7	0,5	0,1	98,1	0,9
20	-	0,2	-	-	-	-	-	-	100,0	-

Fig. n.º 25.- Relaciones CA/Mg en la fracción soluble en HCl 3N a 60°, de rocas carbonatadas de Urbasa y contenido y granulometría del residuo insoluble.





Distribución de algunos tipos de suelos de Urbasa en relación con el contenido de residuo insoluble y porcentaje de arenas de su correspondiente roca madre:

- (□) Podsol
- (○) Terra rossa decolorada
- (●) Terra rossa
- (▽) Terra fusca decolorada arenosa
- (△) Terra fusca decolorada
- (▲) Terra fusca

Fig. n.º 26

Entre los segundos cabe destacar: los efectos de los topes que levantando sus montoncitos de tierra propician su desplazamiento con la lluvia y los movimientos de tierras por desplome de árboles que levantan grandes “zuecas” de raíces y de las que se desprenden y moviliza el suelo por el agua de lluvia. A estos dos hay que añadir las deforestaciones y consiguiente exposición del suelo libre de vegetación a la acción erosiva de las lluvias como consecuencia de los incendios por causas naturales (rayos).

Finalmente, y como causa mas importante en el período de ocupación por el hombre, están las agresiones directas del mismo sobre la cubierta vegetal (deforestación, incendios controlados para creación de pastos, etc.) o los

indirectos causados por sobrecarga ganadera, (especialmente cerdos), laboreo de tierras, etc...

Todas estas acciones han contribuido a hacer desaparecer de la superficie, pero también a conservar, lugares y vestigios de la presencia del hombre sobre Urbasa.

## 6.- ANALISIS DE DEPOSITOS DE SUELOS EN ENCIA Y URBASA

En el verano de 1983 fueron tomadas por nosotros las muestras suficientes para llevar adelante un lote representativo de suelos relacionados con yacimientos arqueológicos

cos en la sierra; muestras complementarias nos fueron aportadas posteriormente para ampliar algunas posibilidades de control (Mendiluce).

Conforme a la metodología que venimos desarrollando en nuestro Departamento de Aula Dei desde hace más de quince años hemos procedido a dichos análisis intentando determinar en las muestras de suelos aportadas la convergencia de factores naturales y antrópicos. El examen de parámetros concreto (P total y susceptibilidad magnética) puede llegar a definir, en series numerosas y bien contrastadas, el peso de la presencia humana en los yacimientos arqueológicos, su intensidad y oscilaciones en la ocupación de los sitios.

En la muestra que ahora presentamos se han incluido siete establecimientos: uno en la zona central de la sierra (Mugarduia, en Urbasa) y los otros seis en varios parajes de su banda occidental (Arrigorrista, Itaida Norte, cueva de Itaida, Burandi, Urkibi y Mendiluce: en Encia). Aparte de Arrigorrista y de la cueva de Itaida (cuyo carácter arqueológico estricto se discute) suponen los sitios analizados otras tantas referencias a: un emplazamiento de taller al aire libre de la Última Glaciación (Mugarduia), un dólmen (Itaida), estructuras tumulares de la Prehistoria o más recientes (Burandi, Urkibi) y un monumento circular prehistórico (Mendiluce).

#### a.- Emplazamiento de Mugarduia

Se corresponde con el sitio Urbasa 2, constituyendo un depósito de suelos en el que se articula un horizonte de ocupación humana, como sitio de taller, que los arqueólogos atribuyen al Paleolítico Superior, en plena glaciación würmiense. Quedando, por ello, fuera del ámbito cronológico-cultural que limita esta Beca se dejan de lado por ahora los resultados en el análisis de suelos de Mugarduia.

#### b.- Emplazamiento de Arrigorrista

La cata está situada a unos 150 m. en dirección de la cantera de caliza y casi exactamente en el centro de una dolina de bordes con suave pendiente, lo que ha condicionado la dinámica de los materiales.

A lo largo del perfil, hasta alcanzar los 100 cm. de profundidad, aparecen algunos cantitos rodados de cuarcita y esquirlas y nódulos de sílex.

El suelo actual se correspondería a una Terra fusca según Kubiena; para braunerde - Terra fusca, decolorada en el sentido de MUCKENHAUSEN (1962).

Granulométricamente el perfil considerado muestra dos capas ligeramente diferentes; los tres primeros estratos parecen formar una unidad. Son más ricos en arena, especialmente la fracción 2000 - 63 $\mu$  y tienen así mismo un tamaño medio mayor; por el contrario son muy semejantes y relativamente altos los coeficientes de equigranulidad lo que parece indicar una falta de selección de materiales durante un eventual transporte (figuras 27 y 28).

El conjunto estratigráfico presenta una sucesión de estratos que se podrían asimilar a un suelo en el que se ha producido un recrecimiento de los horizontes superiores quizá como consecuencia de su localización topográfica en el centro de una suave dolina. La presencia de esquirlas, nódulos de sílex y cantitos rodados de cuarcita, en los estratos superiores, apoyan esta dinámica.

Los otros parámetros analizados (materia orgánica, PH, y Sales) son congruentes con un perfil de suelo modificado.

Especial significación tienen los valores oxihidróxidos de Fe y Mn analizados. Ellos muestran claramente diferenciados (especialmente el Fe) dos grupos de horizontes: los superiores con un relativamente alto porcentaje de fracciones amorfas y los más profundos en los que los oxihidróxidos se encuentran en su totalidad cristalizados, con una distribución semejante a la del horizonte Bt de la terra rossa decolorada (muestra 22358) y que indudablemente hay que asignar a una meteorización muy antigua.

El perfil de ocupación no muestra ninguna singularidad. Los estratos-horizontes superiores presentan un ligero más elevado contenido en P, localizándose en cambio el estrato de máxima susceptibilidad magnética en el centro de la columna. No hay pues coincidencia en señalar un estrato con mayor grado de ocupación a través de ambos parámetros (figura 29).

#### c.- Dólmen de Itaida Norte

Con las muestras tomadas se pretende comparar los contenidos en materia orgánica y otros parámetros indicados de grado de ocupación entre la capa superior y aquella en que se incluyen muchos restos cerámicos.

Desde el punto de vista edafológico ambas se pueden considerar como una sucesión normal de subhorizontes;

Muestra nº	Prof. cm	Análisis granulométricos (%)							Cocientes entre pesos de fracciones		Parámetros granulométricos		Relación Ca / Mg	Residuo Insoluble (%)
		2000 - 630 $\mu$	630 - 200 $\mu$	200 - 63 $\mu$	63 - 20 $\mu$	20 - 6,3 $\mu$	6,3 - 2 $\mu$	< 2 $\mu$	200-63 $\mu$ / 630-200	200-63 $\mu$ / 63-20	Md	So		
1647	0 - 10	3,2	3,2	7,0	27,9	21,3	16,2	21,3	2,2	0,3	-	-	-	-
1646	18 - 30	1,1	1,8	6,5	23,2	18,8	12,9	35,8	3,6	0,3	7	5,3	-	-
1645	40 - 55	1,1	1,6	5,8	25,0	19,2	13,1	34,4	3,6	0,2	7	5,3	-	-
1644	67 - 80	0,3	0,6	3,7	18,3	19,5	13,7	43,9	6,2	0,2	3	5,4	-	-
1643	92 - 106	0,3	0,5	3,1	13,9	19,8	14,2	48,2	6,2	0,2	2	5,4	-	-
1648a	Roca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	2,5
1648b	Roca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	3,5

Fig. n.º 27.- Granulometría de los sedimentos del yacimiento de Arrigorrista.

Muestra nº	PH			Color								Carbo- natos (\$)	Pérdida por desecac. 105º (\$)	Sales 1/5 mmhos/ cm. (\$)	Mat. org. (\$)	Pérdida por calcin. (\$)
				Suelo completo				Suelo eliminada materia orgánica								
	Agua	KCl	Δ ph	seco	húmedo	G. Enroj.		seco	húmedo	G. Enroj.						
						seco	húmedo			seco	húmedo					
1647	4,9	4,0	0,87	10YR6.5/3	10YR3/3.5	0	0	7.5YR 7/4	-	-	2,2	0	3,03	0,09	3,9	9,8
1646	4,7	3,7	1,02	7.5YR.7/4	7.5YR5/3.5	1,4	3,8	7.5YR 7/4	7.5YR4.5/4	1,0	2,2	0	2,07	0,07	0,9	-
1645	4,7	3,7	1,02	7.5YR6.5/4	7.5YR4.5/4	1,5	2,2	7.5YR 7/4	7.5YR4.5/4	1,0	-	0	1,93	0,03	1,2	-
1644	4,7	3,5	1,36	7.5YR 7/4	7.5YR5/7.5	1,4	3,8	7.5YR 7/4	-	-	-	0	3,70	0,02	0,6	-
1643	5,4	4,7	0,72	7.5YR 7/4	7.5YR5/7.5	1,4	3,8	7.5YR 7/4	-	-	-	tr	4,49	0,14	0,6	-

Muestra nº	Mn extraído por			Fe extraído por		
	Oxal.	Dith.	Dith.	Oxal.	Dith.	Dith.
	(mg/100g)	(mg/100g)	Oxal.	(mg/100g)	(mg/100g)	Oxal.
1647	42,9	49,1	1,1	473	1517	3,4
1646	47,5	45,2	1,1	552	1819	3,3
1645	50,1	53,3	1,1	320	1658	5,2
1644	27,6	31,7	1,8	180	2543	14,2
1643	23,8	30,6	1,3	177	2135	12,0

Fig. n.º 28.- Propiedades y componentes de los sedimentos del yacimiento de Arrigorrista.

Muestra nº	P total mg/100 g.	Susceptibilidad magnética ( $\chi \cdot 10^{-6}$ )	
		Suelo natural	Residuo extracción dithionito
		1647	49
1646	39	10,8	3,3
1645	35	14,1	4,5
1644	31	11,5	6,0
1643	30	11,4	7,3

Fig. n.º 29.- Parámetros analíticos indicadores de ocupación humana de Arrigorrista.

la proximidad a la superficie e indudablemente la acción de organismos (lombrices, topillos, etc.) así como de vegetales han conducido a una remodelación de los materiales sedimentados que fueron quizá aportados en épocas distintas (aunque unos puedan cubrir a los otros) han dado lugar a estos subhorizontes (figuras 30 y 31).

En situaciones extremas de actividad biológica el subhorizonte superior (para capas en superficie) puede ser del mismo material del inferior (con una segregación de partículas finas en el caso de lombrices, pero sin apenas segregación de partículas de tamaño medio en el caso de los topillos), y formado por sobremonte del mismo sobre el que se instala una formación de ambos.

Esta podría ser la explicación para estos dos horizontes dada su homogeneidad en  $\chi$  y oxihidróxidos de Fe y Mn;

si no fuera por los contenidos existentes en P, los de materia orgánica podrían ser explicados por la situación relativa. Si no, la procedencia de este material sobre la capa cerámica se explica mal excepto si viniese de la parte superior del túmulo (figura 32).

El contenido en materia orgánica de ambos horizontes lo asemeja al suelo de Burandi del que dista sólo unos cuantos cientos de metros, si bien topográficamente está a una altitud 50 m. superior.

Como conclusión general se puede indicar que ambas muestras presentan un valor elevado de  $\chi$  respecto de las condiciones generales de la zona.

Al no disponer de una muestra de suelo en que se tenga una cierta seguridad de ausencia de acción antrópica no se puede evaluar la intensidad de dicha acción.

Muestra nº	Fracciones granulométricas %							Cocientes entre pesos de diversas fracciones		Parámetros granulométricos	
	2000 - 630 µ	630 - 200 µ	200 - 63 µ	63 - 20 µ	20 - 6,3 µ	6,3 - 2,0 µ	< 2 µ	$\frac{200 - 63 \mu}{630 - 200}$	$\frac{200 - 63 \mu}{63 - 20}$	Md	So
1226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1650	1,0	4,5	7,5	20,2	14,7	11,8	40,3	1,7	0,4	5,5	10,6
1649	0,8	4,7	7,3	23,5	14,5	9,8	39,8	1,6	0,3	7,0	9,6

Fig. n.º 30.- Granulometría de los sedimentos del yacimiento de Itaida.

Muestra nº	Prof. cm.	Color								Mat. org. (\$)	Pérdida por calcínac. (\$)	ph en			Carbo- natos (\$)	Sales 1/5 mmhos/ cm.	Pérdida por desecc. 105º (\$)
		Suelo completo				Suelo eliminada materia orgánica						Agua	KCl	$\Delta$ ph			
		G. Enroj.		G. Enroj.		G. Enroj.		G. Enroj.									
1626	0 - 20	10YR 4/1	5YR 3/2	0	2,5	-	-	-	-	12,8	14,8	5,8	5,6	0,22	tr	0,19	5,69
1627	20 - 40	10YR 4/1	10YR 4/2	0	3,3	-	-	-	-	7,2	9,1	4,9	3,7	1,23	0	0,05	8,10
1650	45 - 55	10YR6/3.5	10YR3.5/3	0	0	10YR5/3.5	10YR3.5/3	0	0	3,5	-	7,5	6,7	0,66	0,4	0,15	3,09
1749	60 - 70	-	-	-	-	7.5YR 7/5	7.5YR5/5	1,8	2,5	1,1	-	7,6	6,7	0,85	tr	0,14	2,84

Muestra nº	Mn extraído por			Fe extraído por		
	Oxal. (mg/100g)	Dith. (mg/100g)	Dith. Oxal.	Oxal. (mg/100g)	Dith. (mg/100g)	Dith. Oxal.
1626	78,3	77,4	1,0	262	1944	7,4
1627	68,8	67,5	1,0	263	2067	7,9
1650	82,6	70,7	0,9	190	1587	8,3
1749	43,9	40,8	0,9	121	1558	12,9

Fig. n.º 31.- Propiedades y componentes de los sedimentos del yacimiento de Itaida.

Muestra nº	Profundidad cm.	P total mg/100 g.	Susceptibilidad magnética ( $\chi \cdot 10^{-6}$ )	
			Muestra total	Residuo extracción dithionito
1626	0 - 20	44,0	26,2	9,1
1627	20 - 40	36,0	23,7	5,5
1650	45 - 55	59,0	12,7	4,7
1649	60 - 70	41,0	9,4	5,6

Fig. n.º 32.- Parámetros analíticos indicadores de ocupación humana de Itaida.



Los bajos valores de P son por el contrario congruentes con una localidad donde se incinera pero se abandona, no permaneciendo la ocupación más que durante el corto tiempo de la construcción, siendo el planteamiento contrario al de la txabola de Burandi.

Para la diferenciación de túmulos de incineración (del Bronce) de los del Hierro, la  $\chi$  ofrece unas grandes posibilidades con un muestreo detallado en muchos puntos del túmulo.

**d.- Cueva de Itaida**

Se analizaron dos muestras remitidas, sin una problemática especial.

De los datos analíticos disponibles como caracterización general, podemos indicar que ambas muestras se corresponden a horizontes de una terra fusca decolorada, que evidencia un alto nivel de envejecimiento de los oxihidróxidos de Fe.

En cuanto a los parámetros indicadores de grado de influencia antrópica las conclusiones son diversas: mientras que parecen señalar un bajo nivel de participación de los efectos resultantes de hogares, los valores de P son bastante elevados especialmente en la capa superior. Esto podría estar relacionado con una ocupación duradera por los animales, que al igual que el hombre también aportan P y una baja ocupación por el hombre (que hace fuego).

**e.- Sitio de Burandi**

El muestreo se realizó en dos emplazamientos bien diferentes. El primer conjunto de muestras comprende tres horizontes de una rendsina parda, con aspecto de no muy removido y conservado bajo una laja caliza del muro. La

otra muestra está a su vez constituida por dos horizontes de un suelo semejante al anterior, con menor grado de evolución y tomado en las inmediaciones (a aproximadamente 2 m. de distancia).

Se pretende comparar ambos suelos para ver si en el momento de la fosilización del suelo presentaba unos caracteres semejantes a los de los actuales y en qué dirección se establecen las posibles diferencias. Simultáneamente se pretende comparar entre ambos los niveles de parámetros de ocupación  $\chi$  y P, puesto que es posible que aún antes de la construcción de la txabola la zona estuviera ocupada dadas las evidencias arqueológicas encontradas fuera de su túmulo.

Los datos analíticos parecen mostrar que ambos suelos presentan unos valores de PH bastante semejantes; cuyas diferencias se pueden explicar por el más alto contenido en materia orgánica del suelo actual respecto del fósil enterrado. Los contenidos en carbonatos son muy semejantes en ambos componentes con la profundidad que pretenden y las condiciones climáticas actuales que exigen un lavado total de los mismos. (ALBERTO et al. 1979) (figuras 33 y 34).

Muy semejantes son también los niveles de Mn solubles en oxalato y dithionito, sus relaciones así como los valores oxihidróxidos de Fe amorfos extraídos por el oxalato. La diferenciación que se aprecia en el contenido en oxihidróxidos solubles totales extraídos por dithionito pueden tener su origen en variaciones locales de contenido en minerales alterables que lo contienen entre ambos emplazamientos (las diferencias sólo alcanzan entre el 16 y el 20% según qué suelo se toma como término de comparación). Comparativamente el suelo al aire libre es más rico en materia orgánica en ambos horizontes que el correspondiente fosilizado. Estos resultados son coincidentes con los ha-

Muestra nº	Fracciones granulométricas %							Cocientes entre pesos de diversas fracciones		Parámetros granulométricos	
	2000 - 630 $\mu$	630 - 200 $\mu$	200 - 63 $\mu$	63 - 20 $\mu$	20 - 6,3 $\mu$	6,3 - 2,0 $\mu$	< 2 $\mu$	$\frac{200 - 63 \mu}{630 - 200}$	$\frac{200 - 63 \mu}{63 - 200}$	Md	So
1621	0,5	1,0	1,9	10,9	9,7	8,1	67,9	1,9	0,2	-	30,1
1622	1,0	1,1	1,5	10,5	8,0	6,9	71,0	1,4	0,1	-	72,5
1623	0,9	0,6	1,1	8,7	6,7	8,4	73,6	1,8	0,1	-	27,3
1624	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. n.º 33.- Granulometría de los sedimentos del yacimiento de Burandi.

Muestra nº	Prof. cm.	Color								Mat. org. (\$)	Pérdida por calcinac. (\$)	PH			Carbo- natos (\$)	Sales 1/5 (mmh/ cm.25º)	Pérdida por desecac. 105º (\$)
		Suelo completo				Suelo eliminada materia orgánica						Agua	KCl	Δ ph			
		seco	húmedo	G. Enroj.		seco	húmedo	G. Enroj.									
				seco	húmedo	seco	húmedo	seco	húmedo								
1621	0 - 15	7.5YR5/2	5YR4/3.5	1,0	4,4	7.5YR5/4	10YR3.5/4	2,0	0	4,9	8,6	7,4	6,3	1,09	0,2	0,12	5,79
1622	15 - 15	7.5YR5/2	5YR4/3.5	1,0	4,4	7.5YR4.5/4	5YR4/4	2,2	5	3,4	-	7,4	6,3	1,14	0,1	0,12	5,24
1623	25 - 35	7.5YR5/2	5YR4/3.5	1,0	4,4	7.5YR4.5/4	5YR4/4	2,2	5	2,2	-	7,5	6,3	1,20	2,0	0,16	6,49
1624	0 - 15	5YR4/1	5YR4/2	1,3	2,5	-	-	-	-	10,1	13,5	6,8	6,0	0,81	0,1	0,23	-
1625	15 - 25	5YR4/1	5YR4/2	1,3	2,5	-	-	-	-	7,5	10,9	7,0	6,0	0,98	1,9	0,21	-

Muestra nº	Mn. extraído por			Fe. extraído por		
	Oxal. (mg/100g)	Dithion. (mg/100g)	Dith. Oxal.	Oxal. (mg/100g)	Dith. (mg/100g)	Dith. Oxal.
1621	57,0	65,5	1,2	305	2205	7,2
1622	55,0	56,8	1,0	296	2229	7,5
1623	45,5	52,1	1,1	268	2261	8,4
1624	64,4	64,4	1,0	338	1845	5,5
1625	59,3	61,9	1,0	295	1874	6,4

Fig. n.º 34.- Propiedades y componentes de los sedimentos del yacimiento de Burandi.

Muestra nº	Profundidad cm.	P total mg/100 g.	Susceptibilidad magnética ( $\chi \cdot 10^{-6}$ )	
			Muestra total	Residuo extracción dithionito
1621	0 - 15	63	40,3	5,1
1622	15 - 25	44	26,8	5,4
1623	25 - 35	41	22,7	5,2
1624	0 - 15	60	39,8	6,2
1625	15 - 25	55	29,4	5,2

Fig. n.º 35.- Parámetros analíticos indicadores de ocupación humana de Burandi

Muestra nº	Prof. cm.	Color			Mat. org. \$	Pérdida por calcinac. \$	ph			Carbo- natos \$	Pérdida por desecac. 105ºC \$	Sales 1/5 (mmhos/ cm.)	Mn. extraído			Fe extraídos		
		Seco	Húmedo	G.E.			Agua	KCl	Δ ph				Oxal. (mg/100g)	Dithion (mg/100g)	Dith. Oxal	Oxal. (mg/100g)	Dithion (mg/100g)	Dith. Oxal
1617	0 - 10	10YR4/1	10YR3/1	0	18,6	19,6	5,0	4,0	0,97	0	7,13	0,07	31,3	30,7	1,0	190	1546	8,1
1618	10 - 20	10YR4/1	10YR3/1	0	13,9	15,3	4,9	3,8	1,01	0	7,04	0,15	23,8	26,1	1,1	197	1673	8,5
1619	20 - 30	10YR4/1	10YR3/1	0	11,3	12,3	4,9	3,8	1,26	0	7,50	0,08	21,6	22,3	1,0	184	1780	9,7
1620	30 - 40	10YR4/1	10YR3/1	0	9,6	10,5	5,0	3,7	1,27	0	7,78	0,05	17,8	19,3	1,1	156	2156	13,7

Fig. n.º 36.- Propiedades y componentes de los sedimentos del yacimiento de Urkibi.

llados por MATTINGLY et al. (1962) y los también deducidos en otro emplazamiento de este mismo trabajo.

De comparaciones entre situaciones como ésta se dispone de poca bibliografía y escasos datos concretos en lo que se refiere a la conservación de la materia orgánica de los suelos. Así como es conocida la relativamente corta persistencia de restos orgánicos enterrados, la evolución del humus puede ser más baja su estructura de núcleos condensados difícilmente atacables por los microorganismos sin una fuente de energía renovable (restos orgánicos frescos).

Las relaciones oxihidróxidos totales a extraídos por el oxalato se asemejan bastante pero son menores en el suelo actual.

Desde el punto de vista granulométrico ambos tienen una textura "a mano" semejante. Del que poseemos datos analíticos, es imprescindible señalar su elevado contenido en fracción menor de  $2\mu$  lo que explica algunas características de las señaladas en la memoria arqueológica.

Desde el punto de vista de los parámetros de "grado de ocupación" cabe señalar como aspectos comunes los altos valores de P en los horizontes superiores de ambos suelos y lo mismo en los horizontes AIB correspondientes (figura 35). En el contexto de Urbasa ambos valores parecen concordantes en señalar una relativamente alta ocupación; aún sin olvidar que se trata de un emplazamiento estable y que ha sido ocupado durante un largo período de tiempo.

#### f.- Túmulo de Urkibi

El muestreo se realizó en el cuadrante SE. y está formado por cuatro capas. Las dos superiores se sitúan sobre un nivel de carbones que han sido datados como del 400 a. de C. Las otras dos capas se sitúan bajo este nivel y pueden representar la superficie del suelo en el momento de la construcción del túmulo.

Desde el punto de vista edafológico, ambos grupos de capas son ricos en materia orgánica, superando los valores medios que encontramos en los suelos de la zona por lo que cabría pensar en unos aportes suplementarios o en un proceso de acumulación localizada. Las capas bajo los restos de hoguera muestran un contenido ligeramente inferior. ¿Consecuencia de la pérdida por la incineración que se llevó a cabo sobre ellas?. Los datos de  $\chi$  parecen sugerir una mayor acción reductora que en los superiores, aunque no muy importante (figura 37).

En lo que hemos visto para el contexto de Urbasa, los valores de  $\chi$  resultan elevados, aunque la acción antrópica es muy localizada y específica. La diferencia de estos valores con respecto a los de los sedimentos eliminados, los oxihidróxidos producidos por la edafización, parecen confirmar un fuerte incremento que no es explicable por las formas de oxihidróxidos naturales. La simultaneidad con la abundancia de P parece confirmar su origen antrópico.

Los valores de la relación Fe ditionito/Fe oxalato muestran un valor elevado, señalando que sólo un 10% de los oxihidróxidos (aproximadamente) están en estado amorfo; pero simultáneamente que la proporción de amorfo disminuye gradualmente de la capa superior a la inferior. ¿Hay una edafización actual de los materiales de terra fusca con formación de oxihidróxidos amorfos a partir de los cristalinos? ¿Se ha continuado la meteorización de los minera-

les primarios y con éstos los suministrados de oxihidróxidos amorfos? ¿Son estos sedimentos superiores producto de neoformación de las rocas que forman el túmulo y estos oxihidróxidos los correspondientes minerales secundarios? (figura 36).

Con las evidencias disponibles no es posible *contestar* taxativamente a cada pregunta.

#### g.- Estructura circular de Mendiluce

El perfil edáfico en capas sucesivas de 10 cm. se ha desarrollado fundamentalmente a expensas de los materiales silicatados insolubles contenidos en la caliza subyacente. Su morfología y datos analíticos permiten clasificarlo como una "terra rossa" ligeramente decolorada semejante a otras existentes en Urbasa, y entre ellas a una descrita por nosotros (ALBERTO et al. 1969) de la que se diferencia fundamentalmente por una textura mucho más arcillosa y por la ausencia de minerales magnéticos.

Desde el punto de vista estratigráfico, a pesar de que el proceso de decoloración conlleva una eluviación de arcilla y oxihidróxidos, se observa que las capas superiores de 0-10 cm. y 10-20 cm. (que como indica la memoria arqueológica cubren la capa de 18 a 25 cm. que es la arqueológicamente fértil en toda la extensión del cromlech), presentan una granulometría diferente del resto siendo más pobres en arcillas y ricas en fracciones limo  $63-20\mu$ ,  $20-6,3\mu$  y  $6,3$  a  $2\mu$  (figuras 38 y 39).

Para este *enriquecimiento* en estas fracciones hay que buscar otro mecanismo distinto del proporcional consecuencia del *empobrecimiento* en fracciones arcillosas. En apoyo del aporte eólico está su granulometría (la adecuada); también quedaría explicado el ligero contenido en caliza (siempre como partículas) y cuya presencia es común en otros perfiles de la sierra. (Así en Mugarduia).

El crecimiento de este estrato sobrepuesto al arqueológico podría sugerir una reincorporación de materiales del estrato subyacente debido a fenómenos biológicos (lombrices, y especialmente topos); no obstante, la desconexión analítica entre ambas capas parece clara (susceptibilidad, contenido en P, granulometría, etc.). Además de la vía eólica, la meteorización de las rocas que forman el círculo del cromlech, si éstas fueran ricas en estas fracciones granulométricas, podría explicar su origen.

Las características morfológicas y analíticas son las que corresponden a un perfil edáfico del tipo reseñado. Los oxihidróxidos de Fe y Mn muestran un comportamiento plenamente congruente con ello; hay más fracción amorfa en los horizontes superiores, es también más alta la relación Fe soluble en ditionito - Fe soluble en oxalato conforme se asciende en el perfil, etc... El contenido en Fe total muestra también una homogeneidad en todas las *capas*, lo que indica un origen común; únicamente la *capa* superior, aún corregida del contenido en materia orgánica, muestra una ligera diferencia con el resto.

De los parámetros *indicadores de ocupación*, el P muestra valores mayores en las capas de 0-20 cm. siendo las demás muy homogéneas en su contenido en P. La susceptibilidad magnética presenta dos valores extraños a las profundidades de 0-10 y 30-40 cm. difíciles de explicar en el contexto edafológico. Los relativamente más altos valores de las capas de 10-20 y 20-30 cm. se deben considerar en relación con el estrato arqueológico fértil que se sitúa en la capa de 18 a 25 cm. (figura 40).

Muestra nº	Profundidad cm.	P total mg/100 g.	Susceptibilidad magnética ( $\chi \cdot 10^{-6}$ )	
			Muestra total	Residuo extracción dithionito
1617	0 - 10	65,0	20,8	4,2
1618	10 - 20	59,0	22,3	3,9
1619	20 - 30	57,0	25,7	3,9
1629	30 - 40	49,0	24,1	3,7

Fig. n.º 37.- Parámetros analíticos indicadores de ocupación humana de Urkibi.

Muestra nº	Fracciones granulométricas %							Cocientes entre pesos de fracciones	
	2000 - 630 $\mu$	630 - 200 $\mu$	200 - 63 $\mu$	63 - 20 $\mu$	20 - 6,3 $\mu$	6,3 - 2 $\mu$	< 2 $\mu$	$\frac{200 - 63 \mu}{630 - 200}$	$\frac{200 - 63 \mu}{63 - 20}$
2252	0,3	1,2	6,1	8,4	10,6	10,6	62,8	5,2	0,73
2253	0,1	0,6	4,8	6,1	5,4	5,7	77,2	7,7	0,78
2254	0,1	0,5	5,2	3,3	4,5	3,3	83,1	11,2	0,74
2255	0,1	0,4	5,5	4,3	3,8	3,7	82,2	14,9	1,11
2256	0,0	0,3	4,5	3,3	4,0	2,6	85,5	17,2	1,37
2257	0,0	0,3	2,7	2,6	4,1	2,9	87,4	10,0	1,02
2258	0,2	0,4	3,8	3,2	4,3	2,9	85,2	9,0	1,17
2259	0,0	0,4	3,7	4,6	6,8	4,7	79,7	8,5	0,81
2260	0,0	0,4	3,5	5,5	5,1	5,0	80,4	8,4	0,65

fig. n.º 38.- Granulometría de los sedimentos del yacimiento de Mendiluce.

Siguiendo las indicaciones del grupo de arqueólogos, sobre la muestra B se realizaron las determinaciones analíticas correspondientes para compararla con los horizontes profundos del perfil edáfico. Los resultados no pueden ser más concluyentes: el color, contenido en materia orgánica, la pérdida por calcinación, los valores de Ph, el Fe y Mn solubles en oxalato y de dithionito, el Fe total y la distribución granulométrica muestran una perfecta semejanza entre ellos.

Las muestras C y D presentan una clara semejanza en la mayoría de los parámetros analizados, y especialmente en los granulométricos y en los correspondientes a los oxihidróxidos libres. El P parece señalar una ligera diferencia en el grado de ocupación que no confirma la  $\chi$ .

El carácter diferencial más claro de estos materiales respecto del resto parece radicar en el "relativamente" alto

porcentaje de sales solubles que contienen, que se manifiesta en dos aspectos: la alta conductividad eléctrica de los extractos 1/5 en agua y los relativamente bajos valores de Ph. En las condiciones de Urbasa ambos valores podrían indicar una cierta concentración de cenizas en estas capas.

Por lo que respecta a su semejanza con otros estratos del yacimiento, parece claro que desde el punto de vista de contenido en materia orgánica, relación Fe soluble en dithionito a soluble en oxalato, color, etc., se asemejan mucho a las capas superiores del perfil edafológico y especialmente a la de 10-20 cm.

Sorprendentemente la granulometría de estas capas muestra las mismas desviaciones respecto del resto de la columna que al comienzo hemos señalado.



Muestra nº	Prof. cm.	Color				Mat. org. (%)	Pérdida por calcinac. (%)	ph			Carbo-natos (%)	Sales 1/5 mmhos/cm.	Pérdida por desecac. 105º (%)
		seco	húmedo	G. Enroj.				Agua	KCl	Δ ph			
				seco	húmedo								
2252	0 - 10	5YR4/3.5	5YR3/2	4,4	3,3	12,1	19,0	5,48	4,71	0,77	0,4	0,07	7,3
2253	10 - 20	7.5YR5/4	5YR3/3	2,0	5,0	7,4	14,4	5,26	4,08	1,18	0,0	0,02	7,8
2254	20 - 30	7.5YR2/4	5YR4/3	2,5	3,8	4,2	11,6	5,23	4,02	1,21	0,0	0,01	8,2
2255	30 - 40	7.5YR5/4	5YR3/3	2,0	5,0	4,2	11,6	5,19	3,96	1,23	0,0	0,02	7,7
2256	40 - 90	5YR5/4	2.5YR3/5	4,0	12,5	3,5	10,9	5,34	3,99	1,35	0,0	0,01	8,3
2257	50 - 60	5YR4/4	2.5YR3/5	5,0	12,5	3,2	11,0	5,88	4,88	1,00	0,0	0,08	8,7
2258	B	5YR3/4	2.5YR3/4	6,7	10,0	3,9	11,6	5,83	4,89	0,94	0,0	0,04	9,9
2259	C	7.5YR5/4	5YR4/3	2,0	3,8	7,4	15,6	6,01	5,21	0,80	0,0	0,15	6,9
2260	D	7.5YR5/4	5YR3/4	2,0	6,7	8,1	15,3	5,86	5,04	0,82	0,0	0,14	6,8

Muestra nº	Mn extraído por			Fe extraído por				
	Oxal. (mg/100g)	Dith. (mg/100g)	Dith. Oxal.	Oxal. (mg/100g)	Dith. (mg/100g)	Dith. Oxal.	Total (mg/100g)	Total Dith.
2252	43,1	42,0	0,97	188,5	3778	20,1	4800	1,27
2253	31,9	34,0	1,07	174,9	4280	24,5	5250	1,23
2254	23,1	25,2	1,09	153,9	4540	29,5	5550	1,22
2255	18,1	21,6	1,19	141,5	4480	31,6	5300	1,18
2256	21,3	24,4	1,15	125,3	4512	36,0	5400	1,20
2257	37,5	36,8	0,98	115,0	4408	38,3	5350	1,21
2258	30,0	31,2	1,04	126,5	4428	35,0	5750	1,30
2259	62,5	62,4	1,00	205,6	4452	21,7	4700	1,06
2260	61,2	61,2	1,00	202,1	4460	22,1	4000	-

Fig. n.º 39.- Propiedades y componentes de los sedimentos del yacimiento de Mendiluce.

Muestra nº	Fósforo total mg/100 g.	Susceptibilidad magnética (X. 10 <sup>-6</sup> )
2252	166,5	8,5
2253	160,8	24,7
2254	149,6	27,6
2255	151,3	9,8
2256	150,2	22,5
2257	140,6	22,5
2258	166,7	22,5
2259	159,0	25,0
2260	139,5	25,8

Fig. n.º 40.- Parámetros analíticos indicadores de la ocupación humana en Mendiluce.

## BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL CAPITULO 3

- ALBAREDA, J.M.; A. GUERRA, F. MONTURIOL, J.P. MATEOS, J.G.<sup>a</sup>. VICENTE, J.J. ALONSO (1960).- "Study of the soils of the Valley. I. Provinces of Logroño y Navarra. Final Technical report". Instituto de Edafología y Fisiología vegetal. C.S.I.C. Madrid.
- ALBERTO, F.; I. MURILLO. (1969a).- "Fraccionamiento del Fe y del Mn en algunos tipos de suelos de Urbasa por medio del CHI en gradiente de concentración". *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei* 10 (4); 905-921.
- ALBERTO, F.; I. MURILLO. (1969b).- "Estudio comparativo del pirofosfato, oxalato y CHI, en gradiente de concentración como extractantes de Fe en suelos". *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei* 10 (4): 922-936.
- ALBERTO, F.; J. MACHIN, J.A. CUCHI, R. POZA, (1979).- "VIII Reunión de Suelos. Memoria y guía de las excursiones científicas". Zaragoza, Septiembre 1979.
- ALBERTO, F.; J.L. ARRUE, J. MACHIN, (1984).- "El clima de los suelos de la Cuenca del Ebro. I. Regímenes de humedad". *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*. En prensa.
- ARRUE, J.L.; F. ALBERTO, J. MACHIN, (1984).- "El clima de los suelos de la Cuenca del Ebro. II. Regímenes de temperatura". *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*. En prensa.
- ALEXANDER, E.G. (1974).- "Extractable Iron in relation to soil age on terraces along the Truckee River, Nevada". *Soil Science Society of America Proceedings* 38: (1): 121-124.
- BIELZA DE ORY, B. (1969).- "El modelado Kárstico de la Sierra de Urbasa". *Homenaje al Dr. Canellas*. Zaragoza. 1969.
- CASTIELLA, J.; J. SOLE, S. NIÑEROLA, A. OTAMENDI (1982).- "Las aguas subterráneas en Navarra". Dirección de Obras Públicas Servicio Geológico. Diputación Foral de Navarra.
- GUERRA. A.; GUITIAN, G. PANEQUE, A. GARCIA RODRIGUEZ, J.A. SANCHEZ FERNANDEZ, F. MONTURIOL, J.L. MUDARRA, (1968).- "Mapa de Suelos de España (Península y Baleares)". Escala: 1.000.000. Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología. C.S.I.C. Madrid.
- IÑIGUEZ, J.; I. SANCHEZ-CARPINTERO, J.C. BASCONES, R. VAL, A. ROMEO, (1980).- "Mapa de Suelos de Alava". Departamento de Edafología. Universidad de Navarra.
- KIND, H.D. (1967).- "Diapire und Attertiär in südostlichen Baskeland (Nordspanien)". *Diapir-Tektonik und Stratigraphie im Vorland der Spanischen Westpyrenäen. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*. 66:127-174.
- LISO, M.; A. ASCASO, (1969).- "Introducción al estudio de la evapo-transpiración y clasificación climática de la cuenca del Ebro". *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*. 10 (1/2) 524 pp.
- LOPEZ FERNANDEZ, M.L. (1970).- "Flora y paisaje vegetal de Urbasa, Andía, Santiago de Lóquiz y Perdón". Tesis doctoral. Universidad de Navarra. Pamplona.
- MANGIN, J.P. (1959).- "Le Nemzmulitique Sud-Pyrénéen à l'ouest de l'Aragón". *Pirineos* n°s 51-58. Zaragoza 1959-1960. 631 pp.
- MATTINGLY, G.E.G.; R.J.B. WILLIAMS, (1962).- "A note on the chemical analysis of a soil buried since Roman times". *Journal of Soil Science*: 13: 254-258.
- MUCHENHAUSEN, E. (1962).- "Entstehung Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundes Republik Deutschland". dlg. Verlag Frankfurt (Main).
- TORRENT, J.; U. SCHWERMANN, D.G. SCHULZE, (1980).- "Iron oxide mineralogy of some soils of two river terrace sequences in Spain". *Geoderma* 23: 191-208.
- VAL, R. (1979).- "Estudio de Suelos desarrollados en la Sierra de Urbasa". 488 pp. Tesis doctoral. Universidad de Navarra. Pamplona.
- WALKER, A.L. (1983).- "The effects of Magnetite on Oxalate-and Dithionite - Extractable". *Iron. Soil Science Society of America Proceedings* 47: 1022-1026.