

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TECNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRARIA

**Jaume Boixadera y Juan Herrero Isern,
investigador EEAD-CSIC, codirectores
del Proyecto.**

**EVALUACION DE TIERRAS MEDIANTE LA APLICACION
DEL METODO F.A.O. 1976 Y SU INTEGRACION EN UN
SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL, EN LAS
26.000 ha, (SECTORES IV AL XI), REGADAS POR EL
CANAL DEL FLUMEN, (HUESCA).**

MEMORIA

AUTOR: JESUS NOGUES NAVARRO

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE Y CIENCIAS DEL SUELO

Lleida, Junio de 1994

- AGRADECIMIENTOS.

* A Jaume Porta por avalar el presente Proyecto de Investigación Fin de Carrera.

* A Jaume Boixadera y Juan Herrero, cotutores del Proyecto, por su orientación, consejos y correcciones realizadas.

* A Rafael Rodríguez, por las informaciones geomorfológicas y de suelos en las que se basa el presente trabajo.

* Al Servicio de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón, por permitirme realizar el P.F.C. en sus instalaciones y poner los medios tanto materiales como humanos necesarios para su correcto desarrollo.

* Al personal del Gabinete de Teledetección de la Unidad de Suelos y Riegos de éste Servicio de Investigación Agraria: Auxi Casterad, Jose Luis Atucha, Faouzi El Batti, y especialmente a Berta Bescós por su inestimable ayuda en el uso del ARC/INFO.

* A Dolors Jové y Arturo Nogués por su ayuda en la corrección y mecanografiado del texto.

* A los agentes de extensión agraria y a los técnicos de las cooperativas de las localidades de Sariñena y Grañén, por su ayuda en la realización de las encuestas de campo.

* A los agricultores del área de estudio que han colaborado en las encuestas de campo sobre las producciones y problemática de los diferentes cultivos y suelos.

*** MEMORIA.**

INDICE.

pag.

1.-INTRODUCCION.....	1
2.- OBJETIVOS.....	2
3.- ANTECEDENTES.....	3
3.1.- ASPECTOS GENERALES.....	3
3.2.- LA EVALUACION DE TIERRAS.....	3
3.3.- USOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION TERRITORIAL EN ARAGON.....	4
3.4.- ESTUDIOS PREVIOS DE LOS SUELOS DE LA ZONA.....	5
3.5.- ANTECEDENTES DEL METODO FAO (1976).....	6
4.- ESTUDIO DEL MEDIO FISICO.....	7
4.1.- LOCALIZACION.....	7
4.2.- LITOLOGIA.....	7
4.2.1.- LOS MATERIALES DEL TERCIARIO.....	7
4.2.1.- LOS MATERIALES DEL CUATERNARIO.....	9
4.3.- GEOMORFOLOGIA.....	10
4.3.1.- PLATAFORMAS ESTRUCTURALES.....	10
4.3.2.- PLATAFORMAS RESIDUALES.....	10
4.3.3.- VERTIENTES Y VERTIENTES EN GLACIS.....	11
4.3.4.- FONDOS.....	11
4.4.- CLIMATOLOGIA.....	11
4.4.1.- INTRODUCCION.....	11
4.4.2.- TEMPERATURAS.....	12
4.4.3.- BALANCE HIDRICO.....	13
4.4.4.- REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO.....	15
4.5.- LOS SUELOS.....	15
4.6.- USOS DEL TERRITORIO.....	17
4.6.1.- USOS DEL SUELO.....	17
4.6.2.- ACCION ANTROPICA.....	18
5.- MATERIAL Y METODOS.....	19
5.1.- MATERIAL.....	19
5.1.1.- MATERIAL EN LA EVALUACION DE TIERRAS FAO (1976).....	19

5.1.2.- MATERIAL EN LA INTEGRACION DE LA INFORMACION DISPONIBLE EN EL SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL.....	21
5.2.- METODOS.....	22
5.2.1.- METODOS EN LA EVALUACION DE TIERRAS.....	22
5.2.1.1.- ASPECTOS GENERALES.....	22
5.2.1.2.- DESARROLLO GENERICO DEL ESQUEMA DE EVALUACION UTILIZADO EN EL AREA.....	23
5.2.1.3.- DESARROLLO PRACTICO DEL ESQUEMA DE EVALUACION UTILIZADO EN EL AREA.....	28
5.2.1.4.- DESCRIPCION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA.....	32
5.2.1.5.- CRITERIOS DE ASIGNACION FINAL DE LOS NIVELES DE APTITUD A PARTIR DE LOS NIVELES DE UTILIDAD.....	50
5.2.1.6.- APLICACION DEL METODO DEL VALOR INDICE, BOIXADERA & PORTA,(1991).....	50
5.2.1.7.- ASIGNACION DE NIVELES DE PRODUCCION DE LOS DIFERENTES LUT PARA CADA LEU CONSIDERADA.....	52
5.2.2.- METODOS EN LA INTEGRACION DE LA INFORMACION EN EL SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL.....	53
5.2.2.1.- ASPECTOS PREVIOS.....	53
5.2.2.2.- PROCESO DE DIGITALIZACION DE LAS DIFERENTES COBERTURAS.....	54
5.2.2.3.- PROCESO DE CORRECCION DE ERRORES.....	55
5.2.2.4.- PROCESO DE UNION DE LAS DIFERENTES HOJAS.....	56
5.2.2.5.- PROCESO DE ASIGNACION DE ATRIBUTOS A LAS COBERTURAS GRAFICAS.....	56
6.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	58
6.1.- RESULTADOS EN LA EVALUACION DE TIERRAS.....	58
6.1.1.- ASPECTOS GENERALES.....	58
6.1.2.- LUT MAIZ.....	60
6.1.2.1.- ATRIBUTOS CLAVE CONSIDERADOS.....	60
6.1.2.2.- DESCRIPCION DEL LUT.....	60
6.1.2.3.- REQUERIMIENTOS DEL LUT MAIZ.....	61

6.1.2.4.- CUALIDADES DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.....	65
6.1.2.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD A CADA UNIDAD DE EVALUACION, (EU).....	70
6.1.2.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).....	72
6.1.3.- LUT ALFALFA.....	80
6.1.3.1.- ATRIBUTOS CLAVE CONSIDERADOS.....	80
6.1.3.2.- DESCRIPCION DE ESTE TIPO DE UTILIZACION DEL TERRITORIO.....	80
6.1.3.3.- REQUERIMIENTOS DEL USO DE LA TIERRA DE TIPO ECOLOGICO LUT ALFALFA.....	81
6.1.3.4.- CUALIDADES DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.....	85
6.1.3.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD Y EL VALOR NUMERICO CORRESPONDIENTE, (VN), A CADA UNIDAD DE EVALUACION, (EU).....	91
6.1.3.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).....	93
6.1.4.- LUT TRIGO.....	100
6.1.4.1.- ATRIBUTOS CLAVE CONSIDERADOS.....	100
6.1.4.2.- DESCRIPCION DE ESTE LUT.....	100
6.1.4.3.- REQUERIMIENTOS DEL USO DE LA TIERRA DE TIPO ECOLOGICO, LUT TRIGO.....	101
6.1.4.4.- CUALIDADES DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.....	105
6.1.4.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD Y SU VALOR NUMERICO, (VN), A CADA UNIDAD DE EVALUACION CONSIDERADA,(EU)....	111
6.1.4.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).....	114
6.1.5.- LUT ARROZ.....	122
6.1.5.1.- ATRIBUTOS CLAVE.....	122

6.1.5.2.- DESCRIPCION DEL TIPO DE UTILIZACION DEL TERRITORIO, (LUT), ARROZ.....	122
6.1.5.3.- REQUERIMIENTOS DEL USO DE LA TIERRA DE TIPO ECOLOGICO. LUT ARROZ.....	123
6.1.5.4.- REQUERIMIENTOS, (CUALIDADES), DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.....	126
6.1.5.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD Y EL VALOR NUMERICO CORRESPONDIENTE (VN), A CADA UNIDAD DE EVALUACION, (EU)...	132
6.1.5.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMEROS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).....	134
6.1.6.- RESULTADOS EN LA APLICACION DEL METODO DEL VALOR INDICE MODIFICADO, (BOIXADERA & PORTA, 1991).....	142
6.2.- RESULTADOS DE LA INTEGRACION EN EL SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL.....	146
6.2.1.- SUPERFICIACION DEL MAPA DE UNIDADES DE SUELOS.....	147
6.2.2.- SUPERFICIACION DEL MAPA DE EVALUACION DE TIERRAS.....	147
6.2.3.- SUPERFICIACION DEL MAPA DE APTITUD ACTUAL.....	148
7.- CONCLUSIONES.....	149
8.- BIBLIOGRAFIA.....	152

*** TOMO ANEJOS.**

- INDICE	<u>pag.</u>
1.- MAPAS.....	1
2.- INFORMACION DE SUELOS.....	3
3.- SINTESIS DE LAS ENCUESTAS DE CAMPO REALIZADAS.....	39
4.- DISPONIBILIDADES HIDRICAS PARA LOS DIFERENTES LUT CONSIDERADOS.....	47

1.- INTRODUCCION.

Las tendencias actuales hacia una economía global, propiciadas por los acuerdos GATT, afectan de forma particularmente intensa a los sectores agrarios de países pertenecientes a la Unión Europea, con explotaciones agrarias poco competitivas.

En consecuencia, la Reforma de la Política Agraria Común, establece una nueva forma de funcionamiento, como lo es el cambio de las subvenciones a producción por subvenciones a superficie, así como unas Medidas de Acompañamiento constituidas fundamentalmente por:

* Reglamento, (CEE), 2078/92 del Consejo de 30 de Junio de 1992, por el que se priman entre otras la retirada de la producción de tierras de labor durante al menos 20 años, para utilizarlas con fines relacionados con el medio ambiente.

* Reglamento, (CEE), 2079/92 del Consejo de 30 de Junio de 1992, por el que se establece un régimen Comunitario de ayudas a la jubilación anticipada en Agricultura.

* Reglamento, (CEE), 2080/92 del Consejo de 30 de Junio de 1992 por el que se establece un régimen Comunitario de ayudas a la Reforestación de Suelos Agrarios.

En consecuencia, el futuro próximo del sector agrario pasa, muy probablemente, por la reducción tanto del porcentaje de población activa dedicado a la agricultura como el de superficie cultivada, y por la creación de explotaciones agrarias competitivas, tanto por su dimensión como por los insumos requeridos para alcanzar un determinado nivel de producción.

La aplicación de lo anterior al área que se estudia en el presente Proyecto de Investigación, constituida por las aproximadamente 26.000 ha en su mayor parte regadas por el Canal del Flumen, hace necesaria una evaluación productiva de los diferentes suelos, así como el establecimiento de criterios objetivos para la asignación de prioridades en el cese de la actividad agrícola de los mismos.

2.- OBJETIVOS.

Los objetivos que se plantean en el presente proyecto de investigación son los siguientes:

- Realizar una recopilación funcional de la información referente a los suelos y a algunos cultivos del área de estudio.

- Evaluar los suelos según el método FAO (1.976).

- Establecer prioridades objetivas para la aplicación sobre los diferentes suelos del área de estudio, de las medidas de acompañamiento dictadas por la Política Agraria Común, como son la reforestación de suelos agrícolas, o su retirada de la producción para utilizarlos con fines relacionados con el medio ambiente.

- Elaborar la información disponible y darle el formato adecuado para incorporarla a un Sistema de Información Territorial, de forma que permita la introducción continuada en el tiempo de capas de información diversas, haciendo posible a su vez la obtención de nueva información. (Utilización del software ARC/INFO).

- Adquirir una formación en evaluación de tierras y en el manejo de sistemas de información geográfica.

3.- ANTECEDENTES.

3.1.- ASPECTOS GENERALES.

En Aragón, las áreas regadas han tenido un gran impulso a lo largo del presente siglo, como respuesta a la cada vez menor viabilidad económica de las explotaciones agrícolas en seco, situándose actualmente la superficie de nuevos regadíos en cerca de las 400.000 ha.

Las transformaciones en regadío mediante tecnologías poco acertadas, ha llevado en las últimas décadas a una serie de problemas post-transformación. El más importante es la salinidad de muchos suelos, que repercute seriamente en el nivel de competitividad de las explotaciones afectadas.

3.2.- LA EVALUACION DE TIERRAS.

El concepto de evaluación de tierras se ha formalizado a raíz de la publicación por la F.A.O. en 1.976 del boletín titulado " *Framework for Land Evaluation*". Esta publicación, define la evaluación como el proceso de juzgar el comportamiento de un uso del territorio mediante la ejecución o interpretación de estudios y cartografías de suelos, geomorfología, vegetación, clima y otros aspectos del territorio, con el fin de identificar y realizar una comparación de los tipos de uso del territorio prometedores, en relación con unidades específicas del territorio, en términos aplicables a los objetivos de la evaluación.

En la determinación del potencial productivo de las tierras, intervienen entre otros factores, el suelo, el clima, el agua y los contextos social y económico. Todo ello hace que una evaluación del territorio basada únicamente en información de suelos sólo resulta satisfactoria cuando las

variaciones del resto de los factores sean poco significativas.

Para el área que se estudia en el presente Proyecto de Investigación, se considera que factores como el clima y los contextos social y económico tienen un alto grado de homogeneidad, por lo que el factor suelos será determinante en la evaluación.

Por último, y en lo referente a la metodología de evaluación de tierras, cabe señalar que el esquema FAO utilizado, fué desarrollado con el fin de disponer de un método sistemático, capaz de estudiar y predecir los resultados de usos alternativos de una determinada parte del territorio, (Purnell, 1986), lo cual lo convierte en un método muy versátil por lo que hace referencia tanto a los diferentes tipos de uso como a la información de suelos disponible.

3.3.- USOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION DEL TERRITORIO EN ARAGON.

Los sistemas de información del territorio en Aragón, son usados por organismos de la Administración Central con propósitos catastrales, así como por organismos de cometidos específicamente geográficos, como lo son el Instituto Geográfico Nacional y el Instituto Geográfico del Ejército. En ningún caso, están disponibles mapas informatizados de escala mayor que 1/50.000.

La Administración Aragonesa, dispone de información siempre de cobertura parcial y dispersa, siendo la temática de la misma variada y de difícil interrelación. Así mismo, no existe un servicio que suministre dicha información al público en general.

Es importante destacar el hecho de que en recientes fechas se intentó crear un sistema de información de recursos y medio ambiente, recopilando los datos de fuentes heterogéneas y de calidad dispar. Esta información hasta la fecha tampoco se ha puesto a disposición del público.

Todas las informaciones anteriormente citadas, aparte de su difícil acceso, son inservibles para los objetivos del presente Proyecto de Investigación, bien sea ésto debido a la temática, área de cobertura o escala.

Otro hecho importante es la no existencia, hasta la

fecha, de información de suelos informatizada actualizada y fiable.

3.4.- ESTUDIOS PREVIOS DE LOS SUELOS DE LA ZONA.

Las evaluaciones de suelos realizadas en el área de trabajo son más bien escasas, aunque es importante destacar el tratamiento del tema que se realiza en Porta *et al* (86), donde se discute el uso de las metodologías U.S.B.R. y F.A.O. para la zona. Sin embargo, el enfoque general que se realiza es de evaluación de la aptitud de los suelos frente al riego, y de mejora de los que ya están regados.

Son abundantes, en cambio, los estudios de cartografía de suelos realizados en el área, siendo el primero del que se tiene constancia SOCINCO (1.974), encargado por el IRYDA, en el que se estudian 4.500 ha en 15 bloques, seleccionados como representativos de 40.000 ha dentro del sistema de riegos Flumen-Monegros.

Otros trabajos fueron: INYPSA (1.975), sobre el sector Flumen, e INTECSA (1975), si bien éste último se realizó sobre los tramos II y III del canal de Monegros. Tomando como base ambos proyectos encargados por el IRYDA, se puede cifrar que sobre un total de 62.000 ha, del orden de un 30% están salinizados, otro 30% sufren procesos de salinización-sodificación y un 3% están sodificados, con lo que se puede apreciar claramente la presencia de factores limitantes de la competitividad de estos suelos.

Otros estudios realizados por el IRYDA en la zona son ILACO (1.975), donde se estudiaron y proyectaron dos fincas experimentales de drenaje, una en San Juan de Flumen y otra en San Lorenzo de Flumen.

Posteriormente se han realizado otros estudios de suelos como: Ontañón (1.978), sobre suelos alcalinos, no nátricos, de bajo nivel de salinidad; Alberto, *et al* (1.979), en el que se describen diversos tipos de perfiles, Herrero, (1.987), que estudia las relaciones suelo-vegetación; Herrero, (1.982), donde se tratan las tendencias de la salinidad-sodicidad en los suelos del sector Flumen y Aragües, (1.986), que estudia algunos parámetros del comportamiento del agua en los suelos afectados por salinidad del sistema.

ANTECEDENTES

Así mismo, también el Departamento de Meteorología y Ciencia del suelo de la E.T.S.I.A. de LLEIDA, ha efectuado diversas investigaciones en esta área, como son: Herrero, J., Rodríguez, R., y Porta, J. (1.990), donde se presentan problemas de degradación de suelos y el impacto que supuso la transformación en regadío de la zona; Betrán, J. (1.986); Martínez Casanovas, J.A., (1.989); Viguera, R. (1.990) y Nogués, J. (1.991).

3.5.- ANTECEDENTES DEL METODO FAO (1976).

Es importante destacar como antecedente de la aplicación de este método, y como documento básico utilizado en el presente Proyecto de Investigación, a Boixadera, & Porta, (1.991), donde se evalúan los suelos del término nunicipal del Prat de Llobregat, en la provincia de Barcelona.

4.- ESTUDIO DEL MEDIO FISICO.

4.1.- LOCALIZACION.

La demarcación estudiada comprende los sectores IV al XI de la zona del Canal del Flumen, delimitada en el BOE de 29 de Abril de 1956. La mayor parte de lo actualmente regado toma el agua de dicho Canal, mientras que una parte menor, que son las denominadas "huertas viejas", la toman a partir de azudes en los ríos Flumen y Alcanadre.

El área, figura 4.0., se encuentra al Sur de la ciudad de Huesca y al Norte de la Sierra de Alcubierre, que separa las provincias de Huesca y Zaragoza. El canal del Flumen constituye el límite del área al Norte, siendo el propio río Flumen el que constituye el límite al Sur y al Oeste. El límite Este lo determina el río Alcanadre, desde la unión con la acequia del Flumen hasta la desembocadura del Flumen al Alcanadre, en el término municipal de Albalatillo.

Las poblaciones más importantes dentro de la zona son Sariñena y Grañén.

4.2.- LITOLOGIA.

4.2.1.- LOS MATERIALES DEL TERCIARIO.

(Quirantes 1.969), describe la litología Terciaria de la zona Norte de Monegros, distinguiendo en la formación Sariñena dos grupos de materiales importantes, como son las formaciones de arenitas y lutitas.

Los cuerpos sedimentarios de arenitas, tienen por lo general una forma laminar y los buzamientos estratigráficos siempre son menores del 5%. Solamente en la zona de San Lorenzo de Flumen, hay frecuentes paleocanales acintados, que la erosión ha dejado como relieves invertidos (Rodriguez et al. 1.989).

También según Rodriguez et al. (1.989), hay un claro predominio de lutitas sobre arenitas, estando las lutitas

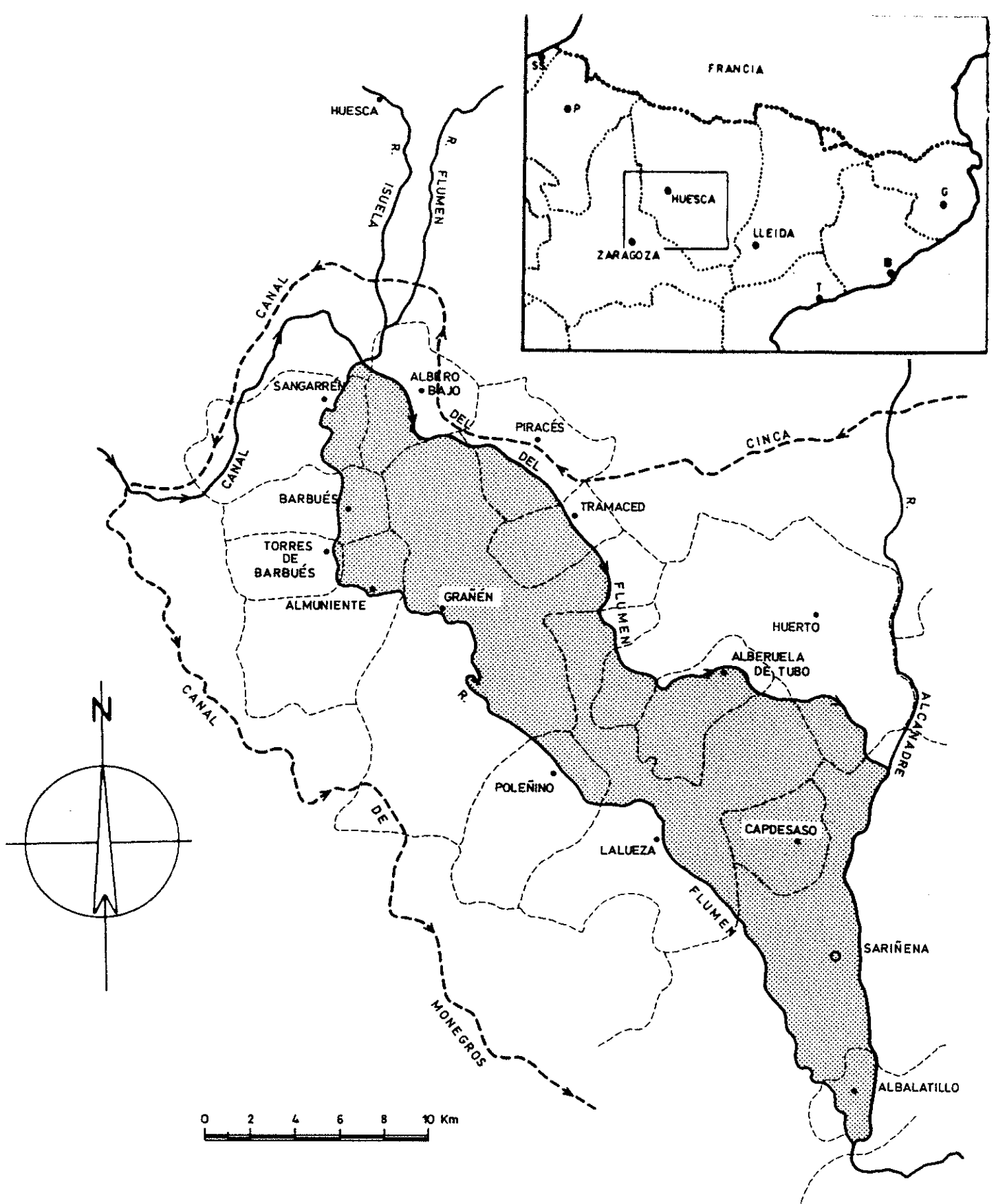


Figura 4.0. Situación del área de estudio.

compuestas por un 87% de ilitas, no detectándose arcillas expandibles, un 8% de cuarzo y un 25% de feldespatos.

Según los mismos autores, los niveles de salinidad en lutitas oscilan entre 1,42 y 48,5 dS/m a 25° C, teniendo un 89,7 % de las muestras valores superiores a 4 dS/m a 25°C y siendo el valor medio igual a 16,2 dS/m. tambien a 25°C.

En cuanto a la sodicidad, los valores de SAR se sitúan entre 0,7 y 85,7 superando el 72% de las muestras al valor de 13, (Rodriguez et al. 1.989).

El tipo de salinidad es preferentemente sódica, siendo la relación Ca^{2+}/Mg^{2+} inferior a la unidad en el 82,8 % de los casos. Por otro lado, los aniones denotan una salinidad de tipo Clorurada y Sulfatada, situándose la relación Cl^{-}/SO_4^{2-} entre 0,13 y 9,89, con un valor superior a la unidad en el 93% de las muestras realizadas, (Rodriguez et al. 1.989).

4.2.2.- LOS MATERIALES DEL CUATERNARIO.

Las terrazas de los ríos se disponen de forma escalonada a partir del cauce, formando secuencias aluviales que responden en la mayor parte de los casos al tipo de terrazas encajadas, con sustrato aflorante bajo la acumulación detrítica, cuya potencia oscila entre los 2 y los 4 metros, (Alberto et al. 1.984). Al Este de Lalueza, aunque de forma aislada, presentan las plataformas escasa potencia, aflorando en algunos puntos el sustrato terciario y en muchos casos, existiendo problemas de salinidad en suelos.

En las terrazas, se diferencian dos tipos de materiales. Presentan sedimentos finos aquellos con menor altura respecto al cauce fluvial del Flumen, y sedimentos detríticos gruesos aquellos más antiguos y de mayor cota.

En los fondos aparecen paquetes sedimentarios claramente laminados. Están formados por capas cuyo espesor va de centimétrico a decimétrico, lo que le confiere un aspecto por el que se le denomina "hojaldre", Rodriguez et al. 1989. Su estudio detallado ha puesto de manifiesto que se trata de capas limosas y arcillosas alternantes, si bien predominan las primeras, Rodriguez et al. 1989.

4.3.- GEOMORFOLOGIA

Tres son los factores principales que determinan la forma del relieve: la litología, la estructura y el clima.

Es importante remarcar también, la escasa incidencia tectónica en la génesis del relieve, (Rodríguez-Vidal, 1.986). Sólo una suave tectónica de plegamiento y fracturación afecta a los materiales miocenos (Quirantes, 1.978), no detectándose procesos neotectónicos.

Para la descripción de las formas del paisaje, se han seguido los criterios establecidos por Rodríguez, R. & al. (1989), siendo éstas: plataformas estructurales, plataformas residuales, fondos, vertientes, vertientes en glaciares y terrazas fluviales.

4.3.1.- PLATAFORMAS ESTRUCTURALES.

Existen relieves estructuras en forma de plataformas sobre calcarenitas en la zona Vicién-Barbués-Callén.

La morfología de estos estratos de arenita, se corresponde con cuerpos sedimentarios laminares de notable desarrollo lateral, con dirección W-SW, y con buzamientos menores de 5°.

El área de San Lorenzo de Flumen, se caracteriza por afloramientos frecuentes de paleocanales de arenita, que compartimentan la red de drenaje.

4.3.2.- PLATAFORMAS RESIDUALES.

Están constituidas por materiales detríticos gruesos, ocupando una gran superficie dentro de la depresión de Sariñena, estimándose por Mensua et al. (1.977), en más de 30.000 ha. A partir de estas formas se han desarrollado suelos de alto potencial agrícola por la no existencia de problemas

de salinidad-sodicidad.

Son también éstos suelos, debido a su alto rendimiento y características de C.R.A.D., (capacidad de retención de agua disponible), los beneficiados mayoritariamente de la instalación de riegos por aspersion, fundamentalmente en el margen izquierdo del río Alcanadre.

Se deben introducir aquí también, las plataformas residuales con sedimentos detríticos finos que constituyen las terrazas fluviales de los ríos Flumen y Alcanadre.

4.3.3.- VERTIENTES Y VERTIENTES EN GLACIS.

Constituyen el resultado de diversos factores, como las condiciones climáticas a lo largo del cuaternario, el encajamiento de la red fluvial, y las características propias de los materiales excavados.

Se han considerado vertientes de diferentes tipos, como lo son las formadas sobre lutitas y arenitas miocenas, que en algunos casos constituyen acantilados rocosos, y las vertientes en glacis, que enlazan las formaciones cuaternarias preexistentes y las líneas de drenaje actual, que son el río Flumen y sus barrancos tributarios.

4.3.4.- FONDOS.

Constituyen fondos las partes bajas de barrancos, que a su vez son las líneas de drenaje natural de la zona, así como las depresiones cerradas o sin exutorio.

Debido al movimiento del agua en el paisaje, los suelos desarrollados en éstas unidades, son los que presentan problemas mayores de salinidad sodicidad así como capas freáticas excesivamente altas.

4.4.- CLIMATOLOGIA.

4.4.1.- INTRODUCCION.

El sucinto tratamiento de la climatología en el presente

Proyecto de Investigación, se basa en los datos termopluviométricos del observatorio de Monte Sodeto (Grañén), de coordenadas UTM:

- Cuadrado de 100 km. 30 T YM.
- X= 728.250 m
- Y= 4.641.750 m
- Z= 365 m

La elección de dicho observatorio, responde a criterios de posibilidad de extrapolar dichos datos a la totalidad del área de estudio.

Los datos se han obtenido a partir de León y Col. (1.976; 1.987) y Forteza (1.985), citados en Faci, JM & A. Martinez-Cob (1.991). El periodo de años considerado es de 18 para la temperatura y de 23 para las precipitaciones.

4.4.2.- TEMPERATURAS.

El régimen térmico queda recogido en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Régimen térmico y valores de humedad relativa e insolación del observatorio de Monte Sodeto. (Año medio, según Faci y Martinez-Cob ,1.991).

MES	T _{máx} (°C)	T _{mín} (°C)	T _{med} (°C)	HR _{min} (%)	n/N
ENERO	9.9	0.6	5.3	69	0.44
FEBRERO	12.6	1.2	6.9	59	0.53
MARZO	10.2	2.8	9.5	49	0.58
ABRIL	20.1	5.5	12.8	48	0.57
MAYO	24.6	9.5	17.0	49	0.57
JUNIO	29.6	13.8	21.7	43	0.65
JULIO	32.8	16.1	24.5	37	0.74

EL MEDIO FISICO

AGOSTO	34.5	16.4	24.5	40	0.73
SEPTIEM.	28.0	13.3	20.6	46	0.64
OCTUBRE	22.0	8.3	15.1	55	0.58
NOVIEM.	15.1	3.3	9.4	64	0.50
DICIEM.	9.2	-0.2	9.5	72	0.41
AÑO			14.3		

En cuanto al periodo de heladas, la no disponibilidad de datos publicados a partir del observatorio de Monte Sodeto, hace que se considere los publicados en Rodriguez *et al.* (1.989) para el observatorio de Montesusín, Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Riesgos de heladas establecidos con el criterio de Emberger, (Obs. de Montesusín).

<u>Riesgo de heladas</u>	<u>T. Media Min.</u>	<u>Duración</u>
Seguro	< 0 °C	DIC-ENE
Frecuente	< 3 °C	NOV-MAR
Poco frecuente	3-7 °C	NOV-ABR
Muy poco frecuente	>7 °C	OCT-MAY

4.4.3.- BALANCE HIDRICO.

El balance hídrico considerado para la zona de estudio se muestra en el cuadro nº 4.3.

Cuadro 4.3. Balance hídrico para el observatorio de Grañén-Monte Sodeto. (Según Faci y Martínez-Cob, 1991).

	P(mm)	ETo (mm/dia)	ETo(mm/mes)	P-ETo(mm)
Enero	40,4	0,6	18,6	21,8

Febrero	35,0	1,4	39,2	-4,2
Marzo	47,3	2,5	77,5	-30,2
Abril	45,3	3,6	108	-62,7
Mayo	56,1	4,8	148,8	-92,7
Junio	50,1	6,5	195	-144,9
Julio	28,2	7,6	235,6	-207,4
Agosto	32,9	6,8	204	-171,1
Septiembre	60,7	4,6	142,6	-81,9
Octubre	47,3	2,7	83,7	-36,4
Noviembre	44,3	1,2	37,2	7,1
Diciembre	37,4	0,4	12,4	25
AÑO	525,0	--	1303,6	777,6

La ETo, se toma de Faci J.M. & A. Martínez-Cob, (1991), calculada según el método FAO Blaney-Criddle, (Doorembos y Pruitt, 1977). El diagrama ombrotérmico, se muestra en la Figura 4.1.

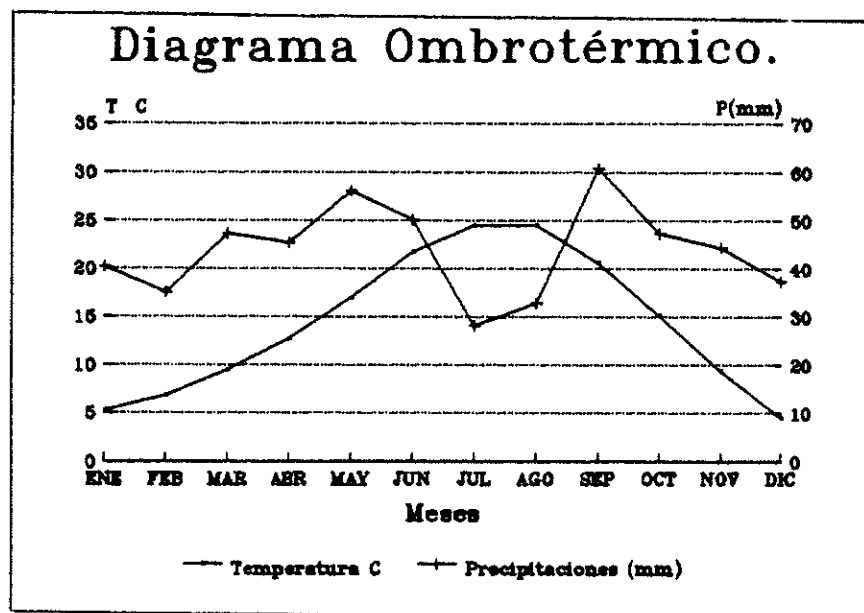


Figura 4.1. Diagrama Ombrotérmico del observatorio de Grañén-Monte Sodeto.

4.4.4.- REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO.

Son varios los estudios sobre el régimen de humedad de los suelos de la zona.

Alberto et al. (1984), aplica el modelo Newhall y pone de manifiesto que en la zona de estudio se produce una transición o contacto entre los regímenes de humedad Arídico y Xérico.

Rodríguez et al. (1989), aplican el modelo propuesto por Jarauta (1989) a los datos del observatorio de Pallaruelo de Monegros, cuyos resultados sirven como una aproximación general del área de estudio.

Posteriormente el Grupo de Trabajo "Flumen", del Departamento de Medio Ambiente y Ciencia del Suelo de la E.T.S.I.A. de Lleida, aplicó el método Jarauta (1989), a los observatorios de Grañén-Monte Sodeto y Sariñena. En dicho estudio se definen los regímenes Arídico y Xérico según los criterios de Soil Taxonomy, (SSS,1975), y se establece la separación de ambos regímenes en base a la profundidad de los suelos, lo cual fué utilizado posteriormente en Nogués (1991), para la realización del Mapa de Suelos de escala 1/100.000 del área.

4.5.- LOS SUELOS.

Las unidades de suelos que se describen para el área de estudio en el presente Proyecto de Investigación, se han podido clasificar, (Soil Taxonomy), gracias a informaciones geomorfológicas y de suelos obtenidas a partir de Rodríguez, R. (1991), y Rodríguez, R. (1993). Dichas unidades, tal y como muestra el mapa 2 de los Anejos son las siguientes:

* A.1.1.- Suelos de las plataformas estructurales en regadío. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos, con inclusiones de Torriorthent líticos.

* A.1.2.- Suelos de las plataformas estructurales en secano. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

* A.2.1.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

* A.2.2.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en secano. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos, Paleorthid xeróllicos y Haploxeralf cálcicos.

* B.1.- Suelos de las vertientes en glacis. Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos, con inclusiones de Xerochrept fluvénticos y Natrixeralf típicos.

* B.2.1.- Suelos de las otras vertientes en regadío. Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

* B.2.2.- Suelos de las otras vertientes en secano y no cultivados. Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

* C.1.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona alta, (Huertas de Grañén y del río Alcanadre). Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos.

* C.2.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona centro, (La Rambla y la huerta de Poleñino). Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos.

* C.3.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona Salobral de Poleñino. Torriorthent xéricos.

* C.4.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona baja. Xerofluent típicos.

* D.1.- Unidad de suelos de los fondos regados. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

* D.2.- Unidad de suelos de los fondos no regados y no cultivados. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

4.6.- USOS DEL TERRITORIO.

4.6.1.- USOS DEL SUELO.

En el área confluyen dos sistemas fundamentales de cultivo, como son el cultivo en secano de cereales y, de forma mayoritaria, los cultivos de regadío.

En el regadío, los cultivos más generalizados son la alfalfa, el trigo, el girasol, la cebada y el maíz. En los últimos años, las producciones relativas de éstos, han sufrido altibajos irregulares asociados a las circunstancias de la P.A.C.. Un caso típico lo ha sido el maíz.

Otro cultivo de suma importancia es el arroz, que se viene cultivando en determinadas áreas de suelos que tienen limitaciones referentes fundamentalmente a drenaje y salinidad.

La colza, se está empezando a extender en la zona, motivado esto fundamentalmente y al igual que ocurre con el girasol, por las subvenciones Comunitarias.

En secano, se cultivan mayoritariamente trigo y cebada y de forma aislada veza-avena, y centeno. Las producciones de trigo y cebada oscilan entre los 1500 kg/ha y los 2500 kg/ha, siendo por lo general y en secano la cebada más productiva que el trigo.

En cuanto a la tecnología utilizada, es frecuente el uso de nivelación LASER, así como de trenes de siembra directa,

debido ésto último a las subvenciones que reciben algunos cultivos, lo que hace que en ocasiones, se tienda a reducir al máximo los costes de producción.

Es raro el uso de técnicas de conservación de suelos, como el laboreo con arados de cincel, (chisels), utilizándose por lo general subsoladores, arados rotativos y gradas de discos, estando los arados de vertedera en fase de desuso en el regadío, aunque siguen siendo en ocasiones utilizados en seco. El cuadro 4.4., presenta algunos datos estadísticos de los cultivos más extendidos en la zona.

4.6.2.- ACCION ANTROPICA.

Los efectos más aparentes de la acción antrópica en el área son fundamentalmente las nivelaciones, que han provocado, entre otros efectos, la ruptura de la red de drenaje natural, con la implantación de una nueva artificial.

Por otro lado, la tecnología de riego a manta que se utilizó en la instauración del regadío, sin el uso de técnicas de capaceo adecuadas, provocó la pérdida de horizontes superficiales aceptables y puso en superficie materiales agronómicamente limitantes.

Cuadro 4.4. Superficie de los principales cultivos en la zona de Flumen y porcentaje de la superficie total aforada, para tres años. Datos obtenidos por el SIA, Diputación General de Aragón a partir de muestreo de verdad terreno y datos de satélites.

Año	1990		1991		1993	
	Superficie estudiada (ha)	%	Superficie estudiada (ha)	%	Superficie estudiada (ha)	%
ARROZ	2042	7,9	2447	9,2	2800	8,4
ALFALFA Y FORRAJE	1885	7,3	4382	16,6	6488	19,6
CEREAL DE INVIERNO	6345	24,8	7875	29,9	7533	22,7
GIRASOL	1648	6,4	1224	4,6	6032	18,2
MAIZ	1812	7,0	2230	8,5	772	2,3
% AFORADO		53,4		68,8		71,2

5.- MATERIAL Y METODOS.

5.1.- MATERIAL.

5.1.1.- MATERIAL EN LA EVALUACION DE TIERRAS FAO (1976).

Se toma como base la recopilación de información de los suelos del área que se realiza en Nogués, (1991), (Trabajo Final de Carrera, realizado bajo la dirección del prof. Rafael Rodríguez Ochoa), constituida por la información correspondiente a las descripciones y los datos analíticos de 110 pediones, así como por los datos analíticos de 47 sondeos, lo que hace un total de 157 observaciones en las aproximadamente 26.000 ha del área de estudio.

También en Nogués (1991), se presenta por un lado una Geomorfología a escala 1/50.000 de la zona de estudio, realizada mediante fotointerpretación del vuelo USAF-B del año 1957 y de escala 1/33.000, (basada en Rodríguez, R. 1991), y por otro un mapa de suelos a escala 1/100.000.

Para poder utilizar toda la información citada anteriormente en el presente Proyecto de Investigación, ha sido necesario un proceso de reelaboración de la misma en los siguientes aspectos:

a) Se ha establecido una nueva base geomorfológica, para corregir la deformación de la anterior. Para ello y en aquellas partes del área cubiertas por el Mapa Topográfico Nacional de escala 1/25.000, (M.O.P.T., 1991), se ha cruzado la información topográfica del mismo con la geomorfológica que aparece en Nogués (1991), corrigiendo todo el proceso a partir de fotointerpretación mediante vuelo a escala 1/18.000 del año 1981. Las hojas del Mapa Topográfico Nacional utilizadas son: 324-I, (Grañén), 324-II, (Sesa), 324-IV, (Lalueza), 325-III, (Capdesaso), 357-I, (Sariñena) y 357-III, (Sena). Aquellas zonas no cubiertas por los 1/25.000, se han fotointerpretado en el vuelo del año 1981, a escala 1/18.000, y plasmado la información en los planos parcelarios de la Confederación Hidrográfica del Ebro de escala 1/5.000, números: 356-1.8., 356-2.8., 356-3.8., 286-7.3., 286-7.4. y 286-8.4..

MATERIAL Y METODOS

Se obtiene en consecuencia un mapa geomorfológico en proyección U.T.M., el cual se recompone a escala 1/25.000.

b) Se ha realizado un estudio más detallado de la información de suelos disponible y se han definido unas nuevas Unidades Cartográficas del Mapa de Suelos, que son las que se han establecido anteriormente en el capítulo dedicado al medio físico, apartado 4.5.

c) Cada una de las unidades cartográficas o de suelos establecidas, está constituida por un conjunto de Unidades de Evaluación, (E.U.), que se corresponden con los diferentes taxones de suelos que las integran, a unos niveles de Subgrupo y en ocasiones de fases de Subgrupo. Los datos descriptivos y analíticos considerados importantes para la realización de la evaluación y que posteriormente son los que aparecen asignados a cada Unidad de Evaluación, (E.U.), tal y como se muestra en el capítulo 2 de los anejos dedicado a la información de suelos, son los siguientes:

- Profundidad (m)
- Salinidad (CE_p, dS/m a 25°C)
- Sodicidad (SAR, (meq/l)^{0.5})
- pH_p (en extracto de pasta saturada)
- Textura del horizonte superficial
- Textura del horizonte subsuperficial
- Estructura del horizonte superficial
- Materia orgánica del horizonte superficial (%)
- CaCO₃ equivalente (%)
- C.I.C., (Capacidad de Intercambio Catiónico)
- C.R.A.D., (Capacidad de Retención de Agua Disponible, m³/ha)
- Drenaje

Por otro lado, la información sobre los requerimientos y factores limitantes de los usos considerados en la Evaluación, se han obtenido mediante revisión bibliográfica, así como también a partir de encuestas de campo y a personal especializado en los diferentes cultivos.

Los usos del suelo considerados son: Maíz, Alfalfa, Trigo y Arroz, puesto que son mayoritariamente los cultivos de la

zona, y que en principio no están sujetos a una Normativa Comunitaria, como es el caso del Girasol, de subvenciones altas a superficie cultivada, que desnaturalizan en gran medida este uso de la tierra, haciéndolo poco apto para la evaluación de tierras.

5.1.2.- MATERIAL EN LA INTEGRACION DE LA INFORMACION DISPONIBLE EN EL SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL.

Un Sistema de Información del Territorio, (S.I.T.), constituye un conjunto de actividades y procesos que comportan la reunión sistemática de datos del territorio referenciados geográficamente, su almacenamiento, manipulación y recuperación utilizando técnicas de proceso de datos, (Boixadera, J. & J. Porta, 1991).

Para facilitar la construcción de los S.I.T., se han desarrollado en los últimos años los denominados Sistemas de Información Geográfica, (G.I.S.). Estos sistemas, permiten el almacenamiento de datos espaciales, considerando al propio espacio cubierto de un sistema de coordenadas. En la mayoría de los G.I.S., la información se organiza en una o varias capas, también denominadas coberturas, por lo que para cada punto del espacio, el vector columna define todos los valores que caracterizan el territorio en ese punto.

Los datos introducidos pueden estar referenciados también temporalmente, haciendo posibles análisis de evolución de las características estudiadas tanto espacial como temporalmente.

También es importante reseñar el hecho de que se requieren equipos potentes y rápidos, que permitan realizar consultas en las que intervengan numerosas variables, por lo que al alto precio de adquisición del Software, hay que añadir el precio aún mayor de los sistemas de Hardware adecuados.

Como G.I.S. en el presente Proyecto de Investigación, se utiliza el Software ARC/INFO, de la empresa E.S.R.I., (Environmental Systems Research Institute, U.S.A).

El Hardware utilizado, está basado en una Estación de Trabajo SUN SPARCSTATION 10, a la que se acopla una tabla digitizadora, tamaño DIN A0, de marca CALCOMP, modelo DRAWING BOARD III.

Todo el proceso de uso y manejo del G.I.S., se ha realizado en el Gabinete de Teledetección de la Unidad de Suelos y Riegos del Servicio de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón.

Como material base para la digitalización de las diferentes coberturas realizadas, se han utilizado las hojas topográficas anteriormete ya citadas: 324-I, (Grañén), 324-II, (Sesa), 324-IV, (Lalieza), 325-III, (Capdesaso), 357-I, (Sariñena) y 357-III, (Sesa), todos ellas de escala 1/25.000, y pertenecientes al M.T.N., así como las hojas 286-7.3., 286-7.4., 286-8.4., 356-1.8., 356-2.8. y 356-3.8. pertenecientes al mapa parcelario de escala 1/5.000 de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

5.2.- METODOS.

5.2.1.- METODOS EN LA EVALUACION DE TIERRAS.

5.2.1.1.- ASPECTOS GENERALES.

El esquema FAO (1976), se desarrolla con el fin de disponer de un método sistemático que permita estudiar y predecir los resultados de usos alternativos de una determinada parte del territorio, (Purnell, 1986). En consecuencia, se plantea un sistema de evaluación abierto y dinámico, que busca una gama de aplicaciones lo más amplia posible.

Hay varias posibilidades en cuanto al nivel de intensidad de la evaluación, de forma que la elección de uno u otro, viene determinada por los objetivos perseguidos, así como por la información de suelos disponible. En el presente Proyecto de Investigación, el nivel se sitúa en semidetallado o intermedio, debido al déficit de información de suelos que se dispone. Este nivel, ofrece posibilidad de toma de decisiones en relación al fomento de unos usos determinados para un área de estudio o su cambio por otros.

5.2.1.2.- DESARROLLO GENERICO DEL ESQUEMA DE EVALUACION
UTILIZADO EN EL AREA.

El método se desarrolla completamente y se aplica de forma práctica en el apartado 5.2.1.3. El presente apartado, expone las líneas generales del método, cuyo funcionamiento para ésta evaluación se esquematiza en la Figura 5.1.

Los pasos seguidos en la realización de la evaluación son los siguientes:

* Se definen los L.U.T., (Land Utilization Type), o tipos de utilización de la tierra. Seguidamente se establecen los requerimientos de cada L.U.T., representados por las siglas "L.R.", así como la importancia de los mismos.

* Se definen las L.E.U., (Land Evaluation Unit), o Unidades Cartográficas de Evaluación, que coinciden con las unidades del mapa de suelos definidas previamente, tal y como muestra el mapa 2 del anejo de mapas. Estas unidades del mapa de suelos, debido a que no se trata de una cartografía detallada, están constituidas por asociaciones y consociaciones de Subgrupos, lo cual hace que no sea posible establecer para toda una unidad de suelos del mapa o LEU, unos datos analíticos y descriptivos homogéneos, que permitan la evaluación directa de dicha LEU. En consecuencia, para cada unidad cartográfica de evaluación, se definen unas E.U., (Evaluation Units), o Unidades de Evaluación, que se corresponden con perfiles tipo clasificados a nivel de Subgrupo o en ocasiones de fases de Subgrupo. También la información de suelos disponible, hace que dentro de cada LEU, o unidad de suelos, se conozcan los suelos principales y las inclusiones que los componen, EU, pero que se desconozcan sus límites. La figura 5.2. ilustra ésta situación.

* Posteriormente, se establecen las cualidades de la tierra, representadas por las siglas L.Q., llegándose a la obtención de tablas generales de gradación de las mismas para el área de estudio.

* Cruzando las tablas de gradación de cada una de las

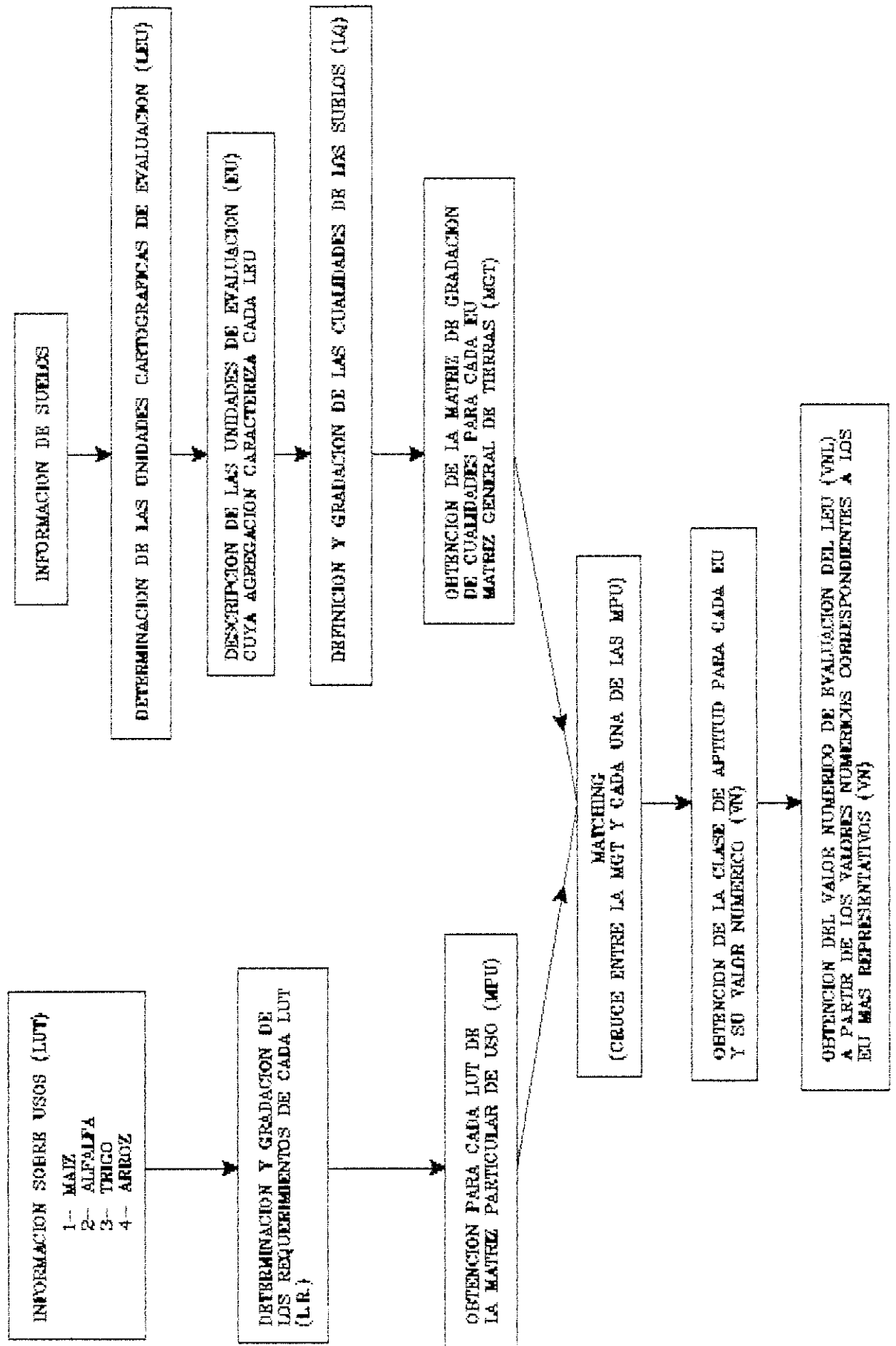


Figura 5.1. Esquema genérico de la metodología de Evaluación de Tierras FAO 1976, y su aplicación en el presente Proyecto de investigación.

MATERIAL Y METODOS

cualidades de la tierra consideradas, con la información de cada EU, se obtiene una matriz que relaciona cada EU con cada una de las cualidades del territorio y le asigna un grado. A ésta matriz, y para simplificar en lo sucesivo se le denominará Matriz General de Tierras, (M.G.T.).

* Para cada LUT, se establece una asignación de los niveles de utilidad para cada cualidad de la tierra, así como su importancia, obteniéndose la que en lo sucesivo se denominará Matriz Particular de Uso, (M.P.U).

* Seguidamente, se realiza el cruce o comparación, ("matching"), entre las cualidades de la tierra de cada EU y los requerimientos de cada LUT, es decir, se cruza la M.G.T. con cada una de las M.P.U., obteniéndose para cada combinación LUT-EU los niveles o clases de utilidad de cada cualidad de la tierra.

* Posteriormente, y para cada EU, se establecen a partir de los niveles o clases de utilidad, los niveles o clases de aptitud, así como el Valor Numérico asignado, (V.N.).

* Finalmente, se obtiene el Valor Numérico de Evaluación de la LEU, (V.N.L), en base a proporciones de los valores numéricos, V.N., de las EU más importantes que los componen. Así, caso de tratarse de una consociación, el V.N.L. vendrá determinado por el V.N. del suelo principal, (EU principal). Caso de tratarse de asociaciones, el V.N.L, vendrá determinado por proporciones iguales de los V.N. de los suelos también principales. En todos los casos, no se consideran las inclusiones, hecho que pese a la pérdida de información que supone, se considera válido para la obtención de un modelo de evaluación funcional.

Los requerimientos de cada L.U.T., expresados como cualidades de la tierra, que a su vez son divididas en características o factores de diagnóstico, se expresan y dividen en cuatro niveles o clases de utilidad:

- S1: Altamente útil.
- S2: Moderadamente útil.

LEU A.2.1. Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept Calcixeróllicos con inclusiones de Calciorthid Xeróllicos.

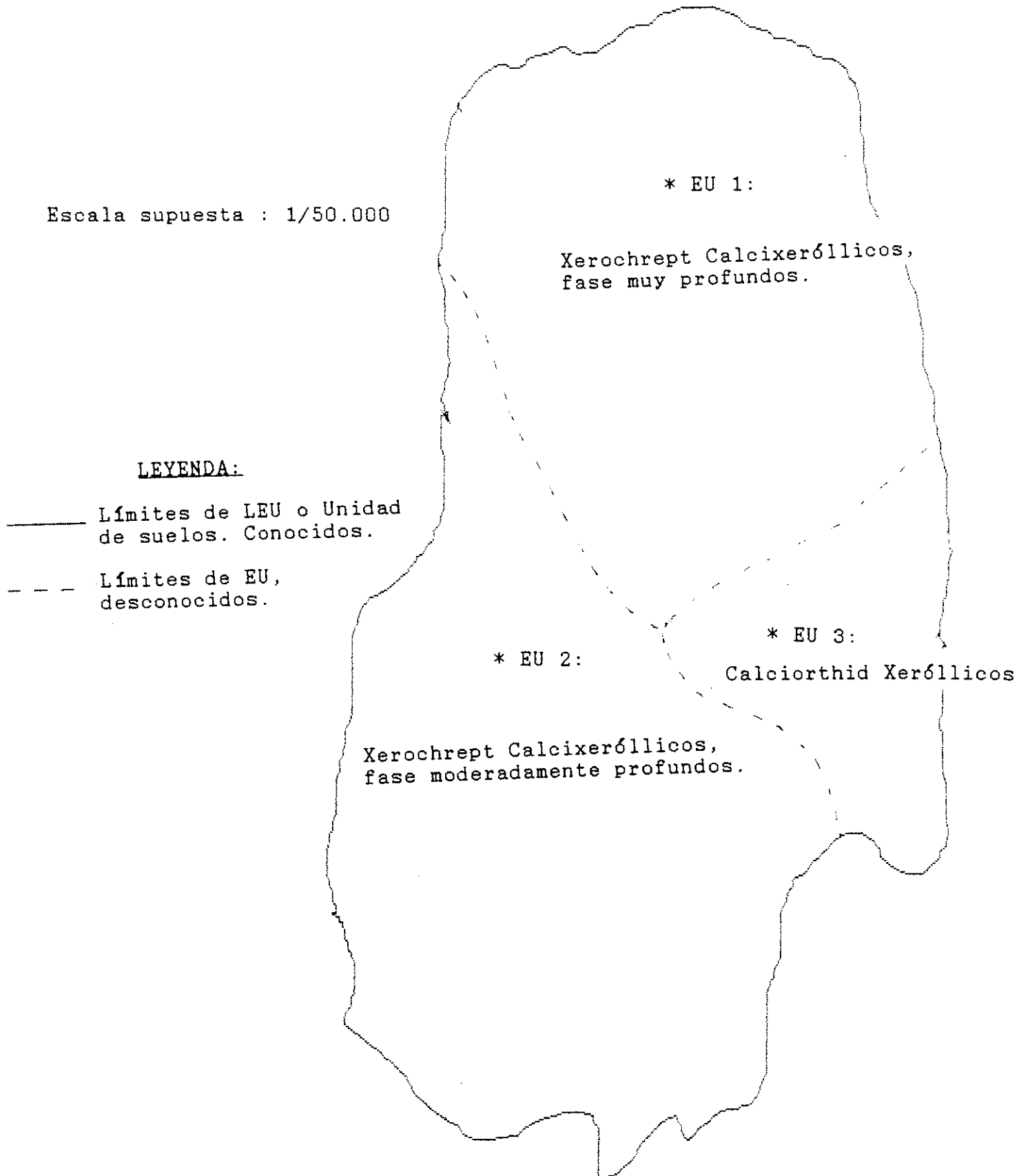


Figura 5.2. Ejemplo genérico de LEU y las EU que lo componen.

- S3: Marginalmente útil.
- N: No útil.

Las clases vienen delimitadas por los valores críticos, que son los que asignan el nivel correspondiente a cada cualidad analizada individualmente. Siguiendo los criterios de Boixadera, J. y J. Porta, (1991), el límite entre las clases S1 y S2, debe fijarse como aquel umbral en el que las condiciones son aún muy satisfactorias para el requerimiento en cuestión, pudiéndose esperar un porcentaje de cosecha superior al 80%. Entre la S2 y la S3, se establece el límite en el que las condiciones empiezan a ser marginales. La clase S2, estará acotada por los límites más amplios, ya que cubre las condiciones que van desde inferiores a las cualidades superiores hasta las marginales. En términos de cosecha, la clase S2 abarca del 40 al 80 % de óptimo de producción. La clase S3, se sitúa entre el 20 y el 40 % del óptimo. El límite entre S3 y N, se puede cifrar en aquellos porcentajes cercanos al 20% del óptimo.

Las clases o niveles de aptitud, se agrupan en 2 órdenes principales, (FAO, 1976):

a) Orden A: apto.

El uso sostenido de la unidad, es capaz de producir beneficios que justifiquen los insumos aportados, sin riesgo de degradación del recurso.

b) Orden N: no apto.

La unidad evaluada, es incapaz de mantener el uso considerado, bien sea esto debido a la inexistencia de beneficios, o bien por los daños en el recurso a largo plazo.

Las clases de aptitud consideradas dentro de cada Orden son las siguientes:

a) Orden apto.

a.1.- Clase A1: La unidad considerada no tiene limitaciones que afecten al mantenimiento de una alta productividad.

a.2.- Clase A2: La unidad presenta limitaciones que afectan moderadamente a la productividad del uso. Estas limitaciones, exigen un mayor nivel de insumos. Los beneficios del uso, son moderados y se sitúan en un nivel sensiblemente

inferior al de la clase A1.

a.3.- Clase A3: La unidad presenta limitaciones severas para la productividad sostenida del uso que se considera. Las limitaciones reducen de forma importante los beneficios, o exigen un nivel de inputs muy elevado, que sólo se justifica marginalmente.

b) Orden no apto.

b.1.- Clase Nc: La unidad presenta limitaciones que implican, un uso de la tierra a un coste excesivamente alto para la producción de beneficios o mantenimiento del recurso a largo plazo.

b.2.- Clase Np: La unidad presenta limitaciones lo suficientemente severas como para excluir la viabilidad del uso en cualquier forma.

Los criterios para la determinación, para cada EU, de su nivel o clase de aptitud a partir de los niveles o clases de utilidad, se establecen en el apartado siguiente.

**5.2.1.3.- DESARROLLO PRACTICO DEL ESQUEMA DE EVALUACION
APLICADO AL AREA DE ESTUDIO.**

Los LUT considerados son cuatro: el cultivo del Maíz, el cultivo del Trigo, el cultivo de la Alfalfa y el cultivo del Arroz. La caracterización de los LUT, sus requerimientos y su Matriz Particular de Uso, (M.P.U.), por coherencia y para facilitar el acceso a la información en el presente Proyecto de Investigación, se establecen para cada cultivo en el capítulo 6, dedicado a los resultados y su discusión.

En cuanto a los LEU, la información de suelos disponible, está constituida por un mapa de suelos del área, que finalmente y pese a que el nivel de prospección de suelos se sitúa a escala 1/100.000, se presenta, con el fin de facilitar la lectura, a escala 1/50.000, (ver anejo de mapas). Se considera esta escala de presentación mínima para la posibilidad de su uso práctico en campo.

En consecuencia, se dispone de unas unidades cartográficas de suelos, (como ya se ha indicado en el apartado 5.1.1., las cuales están constituidas por Asociaciones y Consociaciones de suelos. Para cada una de

MATERIAL Y METODOS

éstas unidades, se dispone de información referente a los suelos que las componen, (EU), con un nivel taxonómico de Subgrupo y en ocasiones de Fases de Subgrupo.

En la Matriz General de Tierras, se consideran 26 EU, (Unidades de Evaluación), que son las que de forma mayoritaria caracterizan las LEU definidas. Estas EU son los siguientes:

LEU:A.1.1. Suelos de las plataformas estructurales en regadío. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos, con inclusiones de Torriorthent líticos.

EU 36, Xerofluvent típicos.

EU 37, Torriorthent xéricos.

A.1.2. Suelos de las plataformas estructurales en secano. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos, con inclusiones de Torriorthent líticos.

EU 36', Xerofluvent típicos.

EU 37', Torriorthent xéricos.

LEU:A.2.1. Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

EU 1, Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos.

EU 2, Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profundos.

LEU:A.2.2. Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en secano. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

EU 1', Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos.

EU 2', Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profundos.

LEU: B.1. Unidad de suelos de las vertientes en glaciais. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos, con inclusiones de Xerochrept fluvénticos y Natrixeralf típicos.

EU 9, Xerofluvent típicos, fase no salina.

MATERIAL Y METODOS

- EU 10, Xerofluvent típicos, fase salina.
- EU 11, Xerorthent típicos, fase no salina.
- EU 12, Xerorthent típicos, fase salina.

LEU: B.2.1. Unidad de suelos de las otras vertientes en regadío. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

- EU 15, Xerorthent típicos, fase no salina.
- EU 16, Xerorthent típicos, fase salina.
- EU 17, Xerofluvent típicos, fase no salina.
- EU 18, Xerofluvent típicos, fase salina.

LEU: B.2.2. Unidad de suelos de las otras vertientes en seco y no cultivadas. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos, con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

Esta unidad no se evalúa debido a que su uso no es agrícola.

LEU: C.1. Suelos de la terraza fluvial del Flumen. Zona alta. (huertas de Grañén y del Alcanadre.) Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos.

- EU 23, Xerofluvent típicos.
- EU 24, Xerorthent típicos.

LEU: C.2. Suelos de la terraza fluvial del Flumen. Zona Central. (la rambla más la huerta de Poleñino). Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos.

- EU 25, Xerofluvent típicos.
- EU 26, Xerorthent típicos.

LEU: C.3. Suelos de la terraza fluvial del Flumen. Zona Salobral de Poleñino. Torriorthent xéricos.

- EU 27, Torriorthent xéricos.

MATERIAL Y METODOS

LEU: C.4. Suelos de la terraza fluvial del Flumen. Zona Baja. Xerofluvent típicos.

EU 28, Xerofluvent típicos, fase sódica.

LEU: D.1. Suelos de los fondos regados. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos, con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

EU 29, Xerofluvent típicos, fase salina.

EU 30, Xerofluvent típicos, fase no salina.

EU 31, Xerorthent típicos, fase salina.

EU 32, Xerorthent típicos, fase no salina.

LEU: D.2. Suelos de los fondos en secano no cultivados. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos, con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

Esta unidad de suelos, debido a su uso no agrícola, no se evalúa.

Los datos analíticos correspondientes a cada una de éstas EU, así como el resto de información de suelos, se encuentra en el capítulo 2 de los anejos.

La descripción de las cualidades de la tierra, (LQ), se realiza en el punto siguiente, el 5.2.1.4, mientras que las matrices General de Tierras y Particulares de Uso, dado que son un resultado del proceso de evaluación, se sitúan en el capítulo 6 de resultados y discusión.

5.2.1.4 DESCRIPCION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA.

En este trabajo se han considerado las cualidades de la tierra (LQ), y sus gradaciones, tomando como base a Boixadera & Porta, (1991), y estableciéndose de la siguiente forma:

A) REFERENTES AL CULTIVO:

* EL CLIMA

En el clima se consideran cuatro subcualidades:

a) Régimen de temperatura.

Se toman en consideración las siguientes características:

- Temperaturas extremas
- Período de heladas
- Total de horas frío
- Alternancia de temperaturas día/noche

Ver cuadro 5.1.

b) Período de crecimiento.

Es aquel período del año en que es posible el crecimiento de los cultivos considerados. Los límites del período de crecimiento vendrán fijados por las temperaturas mínimas para el desarrollo de las plantas.

Ver cuadro 5.2.

c) Radiación solar.

Para su descripción se van a tener en cuenta:

- La cantidad de radiación
- El fotoperíodo

Ver cuadro 5.3.

d) Vientos y pedrisco.

Se consideran estos dos factores. Ver cuadro 5.4.

Cuadro 5.1. Gradación de la subcualidad régimen de temperatura. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Muy adecuado	Existe un corto período de heladas (2-3 meses) con temperaturas extremas relativamente suaves, no inferiores a -3 -4° C. Son posibles algunos cultivos incluso en invierno. El n ^o de horas frío, ($< 7^{\circ}$ C) puede ser suficiente para algunas especies exigentes. En verano no hay temperaturas excesivas o superiores a 35° C. La alternancia de temperaturas es adecuada.
2	Moderado	El período de heladas es superior a 3 meses. Son posibles y frecuentes temperaturas extremas en invierno, (inferiores a -5° C). El n ^o de horas frío es satisfactorio, incluso para especies muy exigentes. Las temperaturas máximas de verano sobrepasan con frecuencia los 35° C y existe un fuerte contraste térmico día/noche. Son frecuentes la presencia de heladas primaverales.
3	Poco adecuado	El período de heladas es superior a 5 meses. Las temperaturas extremas de invierno son menores a -10° C y no es posible el crecimiento de ningún cultivo. El número de horas frío es muy alto para cualquier especie. Las máximas de verano son suaves y el contraste de temperaturas día/noche es moderado. Son frecuentes las heladas primaverales.

Cuadro 5.2. Gradación de la subcualidad período de crecimiento. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Muy adecuado	Periodo de crecimiento lo suficientemente largo para que las especies cultivadas alcancen un máximo desarrollo y maduración que facilite una mayor productividad. Es posible el cultivo de ciertas plantas cultivadas en la estación invernal. Se garantiza la sucesión casi ininterrumpida de cosechas.
2	Moderado	Son posibles la mayoría de los cultivos anuales, pero no es posible la obtención de dos cosechas anuales en un mismo año. El período en el que el crecimiento está restringido es superior a 90 días.
3	Poco adecuado	El periodo de crecimiento está limitado severamente y la fase de crecimiento restringido es superior a 150 días. Hay un elevado número de especies agrícolas que no son posibles o no alcanzan un adecuado desarrollo de maduración.

Cuadro 5.3. Gradación de la subcualidad radiación solar. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Adecuado	No hay problemas de fotoperiodo a lo largo del año. El nivel de radiación recibida por las plantas supera al mínimo requerido para un óptimo desarrollo. Es posible la maduración de todas las especies.

2	Inadecuado	Ciertos cultivos no son posibles por la duración del fotoperiodo, (excesivamente largo o corto). El nivel de radiación recibido por las plantas impide alcanzar un nivel de fotosíntesis óptimo. La maduración de algunas especies es incompleta.
---	------------	---

Cuadro 5.4. Gradación de la subcualidad vientos y pedrisco.
Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Muy adecuado	No se producen vientos con velocidades superiores a 18 m/s en épocas sensibles. No se presentan vientos excesivamente cálidos y secos que induzcan disminuciones sensibles de la producción. Ausencia casi total de pedrisco.
2	Adecuado	Se producen en ocasiones vientos superiores a 18 m/s en épocas sensibles, pero ésto no es común y no suele producir daños graves. Los vientos por su calidez y sequedad, no incluyen disminuciones sensibles de la producción. La frecuencia del pedrisco no hace de él un factor limitante importante.
3	Inadecuado	En la mayoría de los años se presentan vientos excesivos en épocas sensibles. Se presentan con frecuencia vientos excesivamente cálidos y secos, que provocan disminuciones sensibles de la producción. El pedrisco es frecuente, (1 cada 3 años).

* DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Es una propiedad dinámica, y en consecuencia la evaluación debe realizarse también, de forma dinámica. Ello se consigue mediante la realización de un balance hídrico, para lo cual se debe tener en cuenta:

- Curva característica de humedad del suelo, o en su defecto datos de textura y densidad aparente.
 - Profundidad de enraizamiento condicionada tanto por las características del suelo como por las del cultivo, (la más desfavorable de ambas).
 - Lluvia y su distribución.
 - Etc y su distribución.
 - Disponibilidad de agua de riego, considerándose la dotación, el modo de distribución y el tipo de riego.
 - Períodos críticos de crecimiento.
 - Potenciales óptimos para la planta.
- Ver la gradación en el cuadro 5.5.

Cuadro 5.5. Gradación de la calidad disponibilidad de agua para las plantas. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Muy alta	No hay estrés hídrico para el cultivo, o éste es mínimo y se produce en periodos que no son críticos para el crecimiento del cultivo. El sistema de distribución de agua permite regar con frecuencia deseada. Es posible realizar el número de riegos requerido para que no haya estrés, tanto desde el punto de vista de mano de obra, como del volumen de agua a aportar.

2	Moderado	El estrés hídrico sin ser muy severo, limita sensiblemente la producción de los cultivos. Las condiciones de suministro de agua a las plantas, (riegos, capacidad de retención, lluvias, etc... sin ser óptimas, permiten el mantenimiento de niveles moderados y altos de producción.
3	Muy baja	Hay estrés hídrico sensible para todos los cultivos. El crecimiento se ve severamente afectado con fuertes reducciones de la producción. Las condiciones de suministro de agua son deficientes e implican productividades bajas o marginales.

En el Anejo 4 se describe la metodología seguida para cada LUT, en lo referente a las disponibilidades hídricas y la gradación asignada.

* POSIBILIDAD DE ENRAIZAMIENTO.

Define el volumen de suelo explorable por las raíces del cultivo. Para su evaluación se consideran las siguientes características de la tierra:

a) Profundidad efectiva.

Es aquella profundidad hasta la cual la raíces se pueden desarrollar sin impedimentos de tipo físico o químico. Aquí se considera la profundidad efectiva, en cm, de los diferentes suelos que se evalúan.

b) Consistencia del suelo.

Define la mayor o menor resistencia que presenta el suelo a la penetración radicular. Se estima en función de la consistencia en seco, húmedo y mojado, cuadro 5.6.

Cuadro 5.6. Coeficientes de profundidad relacionados con la consistencia del suelo. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Coef.	Consistencia, (seco, húmedo o mojado).
1,00	Suelto a ligeramente duro; Suelto a friable; Ligeramente plástico, y de no adherente a adherente.
0,75	Duro; Firme; Plástico y de no adherente a adherente; ligeramente plástico y muy adherente; arena compacta o mezclas de arena/grava no cementados.
0,50	Muy duro; Muy firme; Muy plástico y de no adherente a adherente; Plástico y muy adherente; roca meteorizada con muchos poros.
0,25	Extremadamente duro; Extremadamente firme; Muy plástico y muy adherente; Roca meteorizada con poros de pocos a muchos. Roca meteorizada o cementada que puede ser fácilmente barrenada de forma manual.
0,00	Roca compacta que no puede ser barrenada o sólo con gran dificultad.

Finalmente, se muestra la gradación final de la calidad posibilidad de enraizamiento, cuadro 5.7.

Cuadro 5.7. Gradación final de la calidad posibilidad de enraizamiento. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Prof. efectiva*coef. de prof.
1	Muy alta	>100
2	Alta	75-100
3	Media	50-75
4	Baja	25-50
5	Muy Baja	<25

* CUALIDAD FERTILIDAD QUIMICA.

Esta cualidad se refiere a la facilidad con que el suelo es capaz de suministrar nutrientes minerales a las raíces de la planta. No depende tanto de la cantidad de nutrientes que por otra parte es relativamente fácil de variar. Es función de las características de la tierra que influyen directamente en la disponibilidad, que son difícilmente modificables, cuadro 5.8.

Cuadro 5.8. Gradación de la fertilidad química.

Grado	Descrip.	pH	MO(%)	CaCO ₃ equiv. (%)	CIC
1	Muy adecuado	6,5-8	>2	10-25	>12
2	Adecuado	<6,5 / 8- 8,5	1-2	25-50	8-12
3	Inadecuado	<6,5/>8,5	<1	>50	<8

* CUALIDAD DE LA TIERRA SALINIDAD.

En cuanto a la determinación de la C_{Ee}, (dS/m a 25°C), en vez de considerar la mayor realizando la división de 2 profundidades de 0 a 30 cm. y de 30 a 120 cm. tal y como se propone en Boixadera & Porta (1991), debido a los datos que se disponen se adopta el criterio ya utilizado en Nogués (1991):

Se considera la conductividad eléctrica del extracto mayor que haya dentro de:

- 75 cm. con textura arcillosa.
- 95 cm. con textura franca.
- 125 cm. con textura arenosa.
- ó hasta contacto lítico, paralítico u horizonte petrocálcico más superficial.

Ver cuadro 5.9., de gradación de la salinidad.

Cuadro 5.9. Gradación de la salinidad.

Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	C _{Ee} en dS/m a 25°C.
1	Bajo	< 4
2	Moderado	4-8
3	Alto	8-16
4	Muy alto	> 16

* CUALIDAD DE LA TIERRA SODICIDAD.

En cuanto a sodicidad, es conveniente evaluar la relación entre la salinidad y la sodicidad.

Debido al poco contenido en sales del agua de riego del Canal del Flumen, al lavar un suelo salino-sódico, la solución de éste se va haciendo cada vez más rica en sodio, llegando en horizontes profundos a desplazar al calcio en las sedes de intercambio catiónico. Se disminuye como consecuencia el poder floculante de las sales del suelo llegándose a la degradación de la estructura del mismo. El cuadro 5.10. establece la gradación a ésta cualidad.

Cuadro 5.10. Gradación de la cualidad sodicidad.

Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	SAR(meq/l) ^{4,5}	CEe(dS/m a 25 eC)
1	Muy Baja	<2	Cualquiera
2	Baja	2-10	>4
3	Media	2-10 10-15	<4 >4
4	Alta	10-15 15-20	<4 cualquiera
5	Muy Alta	>20	Cualquiera

* CUALIDAD DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA LAS PLANTAS.

El drenaje, es un factor determinante de ésta cualidad. En el cuadro 5.11., aparece la gradación de la misma. La determinación del drenaje de las diferentes EU, se ha establecido en base a información obtenida en encuestas de campo.

Cuadro 5.11. Gradación de la cualidad, disponibilidad de oxígeno para las plantas, en función de los diversos tipos de drenaje. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Clases de drenaje establecidas
1	Muy Alta	Excesivamente drenado, algo excesivamente drenado, bien drenado.
2	Alta	Moderadamente bien drenado.
3	Moderada	Imperfectamente drenado.
4	Baja	Pobrementemente drenado.
5	Muy Bajo	Muy pobrementemente drenado.

* CUALIDAD RIESGO DE INUNDACION.

Esta cualidad se evalúa en función de la posición en el paisaje así como de la frecuencia y duración de la inundación. En el presente Proyecto de Investigación, sólomente se considera la posibilidad de inundación en las terrazas del río Flumen, aunque su altura, hace muy poco probable el suceso.

En el cuadro 5.12. se establece la gradación.

Cuadro 5.12. Gradación del riesgo de inundación.
Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
0	No hay	No hay posibilidad de inundación debido a la posición en el paisaje.
1	Muy bajo	Hay una inundación una vez cada 10 años o menos, de corta duración, posición de llanura aluvial.
2	Bajo	Una vez cada 5-10 años, se registra una inundación superior a 5 días de duración. Delta o llanura aluvial.
3	Medio	Hay inundaciones cada 3-5 años, de duración superior a 5 días. Posición de Delta o llanura aluvial.
4	Alto	Hay inundaciones cada 1-3 años, de duración superior a 5 días. Posición de Delta.

* CUALIDAD RIESGO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Se consideran aquí los riesgos de plagas y enfermedades, directamente vinculadas al tipo de tierra que se estudia y a su ubicación.

Se analiza ésta cualidad por medio de la existencia conocida de problemas en una zona determinada y el nivel de tratamiento exigido, debido todo esto a una serie de factores locales como pueden ser humedades en áreas determinadas o endemismos, cuadro 5.13.

Cuadro 5.13. Gradación de la ausencia de riesgo de plagas y enfermedades. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Ausencia de riesgo	Características
1	Alto	No se presentan problemas especiales de plagas y enfermedades.
2	Medio	Se presentan algunos problemas de plagas y /o enfermedades que obligan a tratamientos específicos que no alteran los cultivos y /o su producción.
3	Baja	La incidencia de ciertas plagas y/o enfermedades obliga a la eliminación de algunos cultivos de la rotación. Se exigen tratamientos específicos con carácter continuo.

B) CUALIDADES REFERENTES AL MANEJO Y DESARROLLO.

* CUALIDAD DE LA TIERRA: FACILIDAD PARA EL RIEGO.

El riego por gravedad es altamente exigente en mano de obra por lo que se debería tender a una aplicación adecuada, que a su vez permita minimizar el coste de la operación. Ver la gradación de ésta cualidad en el cuadro 5.14.

Cuadro 5.14 . Gradación de la cualidad: facilidad para el riego. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Infraestructura de riego y drenaje
1	Muy alta	La red de distribución es operativa y de alta eficiencia. La red de drenaje está en adecuadas condiciones. Turno de riego alrededor de 10 días.

2	Alta	La red de distribución y drenaje, presenta deficiencias ligeras de funcionamiento. Turno de riego de 10-15 días.
3	Media	La red de distribución y drenaje, presenta severas deficiencias. Mantenimiento defectuoso de la red. Turno de riegos de 15 a 20 días. 0 riego a manta sobre plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos.
4	Baja	Red de distribución poco operativa, y drenaje no operativo o deficiente.

* CUALIDAD DE LA TIERRA: POTENCIAL DE MECANIZACION.

Para definir ésta cualidad, se han considerado las siguientes características:

- a) Consistencia seco/húmedo.
- b) Tamaño de la parcela.
- c) Pendiente.

La gradación aparece en el cuadro 5.15. Se debe tener en cuenta que la no disponibilidad sistemática de datos para todas las EU sobre consistencia en seco y mojado, hace que de hecho éstas características no se tengan siempre en cuenta.

Cuadro 5.15. Gradación del potencial de mecanización.
Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Pendiente(%)	Consis. Seco	Consis. Mojado	Superficie parcela
1	Alta	0-8	Suelta dura	No adherente, no plástica	>2ha

2	Media	8-16	Muy dura	Adherente, plástica.	0,5-2 ha
3	Baja	>16	Extre. dura	Muy adherente Muy plást.	<0,5 ha

* CUALIDAD DE LA TIERRA FACILIDAD PARA EL LABOREO.

Va a depender fundamentalmente de la textura, consistencia, estructura, contenido de materia orgánica y profundidad de la capa freática, cuadro 5.16. El hecho de que sólo se dispone de descripción de consistencia en húmedo para la mayoría de las EU, hace que la calidad de consistencia en seco no se tenga en cuenta.

Cuadro 5.16. Gradación de la calidad de la tierra facilidad para el laboreo. Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Consist seco	Cosist. húmedo	Estructura.	Mat. Org. %	Textura	Nivel freát. (m)
1	Suelta/liger. dura	Suelta friable	Granular simple/compuest	>2	Arenosa	>1,5
2	Dura	Friable firme	En bloq. media	1-2	Franca	1,2-1,5
3	Muy dura	Muy firme	En bloq. gruesa	0,5-1	Arcillosa	0,7-1,2
4	Extrem. dura	Extrem. firme	Laminar masiva	<0,5	Arcillosa	<0,7

* CUALIDAD DE LA TIERRA LOCALIZACION.

Esta calidad de la tierra, hace referencia a la red de comercialización para los productos agrícolas del área de

estudio. La gradación de la calidad, se realiza en el cuadro 5.17.

Cuadro 5.17. Gradación de la calidad de la tierra, localización. Adaptado de Boixadera *et al.* (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Muy adecuado	Los productos de la parcela tienen un buen acceso a los mercados regionales e internacionales. Hay una buena red de comercialización en la zona donde se ubica la parcela. El acceso a la parcela es posible todo el año.
2	Adecuado	La red de comercialización de los productos no está organizada completamente, y el acceso a los mercados regionales e internacionales no está desarrollado en gran extremo.
3	Inadecuado	Hay déficits claros de comercialización de productos y los canales de venta no están organizados.

* CUALIDAD MANEJO PRE Y POST COSECHA.

En la instauración de nuevos cultivos en el área, los conocimientos acerca del manejo de las operaciones culturales, no se adquieren automáticamente, sino que precisan de un largo período de adaptación, de pruebas y de errores. Ello está relacionado con el nivel tecnológico medio de los agricultores. Otro factor a tener en cuenta en éste punto, es el progresivo envejecimiento de la población agraria, lo que la hace poco adaptable a grandes cambios de técnica. La gradación de la calidad manejo pre y post cosecha, se realiza en el cuadro 5.18.

Cuadro 5.18. Gradación de la cualidad: manejo pre y post cosecha. Adaptado de Boixadera *et al.* (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Alto	Es factible la introducción de casi todos los cultivos razonablemente viables. Hay una estructura comercial y técnica. Larga experiencia y/o tradición, que permite la adaptación a cambios tecnológicos sin traumas importantes. El nivel técnico de las operaciones de cultivo y comercialización es alto.
2	Medio	Algunos cultivos, por la complejidad que exigen las operaciones culturales, son poco viables. Hay experiencia en ciertas especies, pero la adaptación a cambios tecnológicos es difícil. El nivel técnico de las operaciones de cultivo y comercialización es mejorable.
3	Bajo	Se exige un largo periodo de adaptación para la introducción de nuevos cultivos. Es precisa la realización de intensas campañas de adiestramiento en nuevas operaciones culturales. El nivel técnico es bajo y la red de comercialización muy deficiente

* CUALIDAD DE LA TIERRA: FACILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CULTIVOS.

Los estados iniciales de los cultivos, son especialmente sensibles. Las irregularidades de nascencia y establecimiento pueden condicionar el futuro desarrollo del cultivo.

Para evaluar ésta cualidad, lo que se tiene en cuenta es lo siguiente:

- a) Estructura y consistencia
- b) Susceptibilidad al encostramiento superficial.

La gradación de la calidad, se establece en el cuadro 5.19.

Cuadro 5.19. Gradación de la calidad: facilidad para el establecimiento de los cultivos. Adaptado de Boixadera *et al.* (1991).

Grado	Disponibi.	Descripción:estructura, consistencia	Tendencia a la formación de costra
1	Muy alta	- Granular simple. - Moderadamente fina en bloques subangulares. - Suelta y muy friable en húmedo.	- Ninguna (Textura:Ar,ArF, F-Ar.)
2	Moderada	- Granular gruesa. - Moderada, media en bloques subangulares. De friable a ligeramente firme en húmedo.	- Ligera. (Textura:F)
3	Pobre	- Gruesa, en bloques subangulares. -Débil fina y media en bloques subangulares.	- Moderada (Textura:F-Ac)
4	Muy pobre	- Fuerte, gruesa, en bloques angulares; laminar o prismática fuerte; de muy dura a extremadamente dura en seco; extremadamente firme en húmedo.	- Fuerte (Textura: L;Ac)

C) CUALIDADES DE LA CONSERVACION A LARGO PLAZO.

* CUALIDAD DE LA TIERRA: RIESGO DE SALINIZACION Y/O
ALCALINIZACION A MEDIO Y LARGO PLAZO.

Dado que la calidad del agua de riego para la zona, se puede considerar homogénea y de bajo contenido en sales, el riesgo de salinización-alcalinización, se puede obtener considerando los siguientes factores:

- a) Posición fisiográfica
- b) Capa freática.
- c) SAR.

La gradación de la calidad queda reflejada en el cuadro 5.20.

Cuadro 5.20. Gradación de la calidad de la tierra: riesgo de salinización y/o alcalinización a medio y largo plazo.

Adaptado de Boixadera et al. (1991).

Grado	Descripción	Características
1	Bajo	Suelos libres de capa freática salina, (>150cm), durante todo el año. Red de drenaje funcional con un mantenimiento mínimo de la misma. SAR<10 y presencia de Carbonatos, (CaCO ₃).
2	Medio	Hay una capa freática entre 100 y 150 cm; Es preciso un mantenimiento más cuidado de los drenes que en el caso anterior, o son esperables ascensos importantes del nivel freático. SAR 10-20.
3	Alto	Hay una capa freática a menos de 100 cm y/o el mantenimiento de la red de riego y drenaje debe ser muy cuidadosa. SAR>20.

5.2.1.5.- CRITERIOS DE ASIGNACION FINAL DE LOS NIVELES DE APTITUD A PARTIR DE LOS NIVELES DE UTILIDAD.

Para los LUT considerados, se toman los criterios establecidos por Boixadera, J. & J. Porta, (1991):

a) Siempre que exista en el grupo de cualidades muy importantes o importantes, una valoración de calidad, (nivel de utilidad), N, se considera que la clase de aptitud definitiva es Nc o Np, es decir, no apta.

b) En el caso de que no exista ninguna valoración N o "no útil", se procede en el grupo de cualidades muy importantes, a la selección de la clase de aptitud más desfavorable. Se trata en consecuencia de la aplicación de la ley del mínimo.

c) En el caso de que en el grupo de cualidades denominadas importantes, aparezcan valores inferiores a las del primer grupo, se exige la presencia de al menos dos clases inmediatamente inferiores para que sean éstas las que asignen la clase de aptitud final. En caso de que en éste grupo se presenten valoraciones más distanciadas, (del tipo S1-S3), bastará con una sola clase inferior, (S3), para que la clase de aptitud definitiva sea A2, (la intermedia).

d) En el grupo de cualidades menos importantes, se exige para su consideración, un número de clases con valoración inferior superior a 3.

e) En caso que en el grupo de cualidades muy importantes, existan 3 o más valoraciones del tipo S3 o marginalmente útil, la clase final se considerará Nc o Np, es decir, no apta.

**5.2.1.6.- APLICACION DEL METODO DEL VALOR INDICE,
(BOIXADERA J. & J. PORTA 1991).**

Con el fin de expresar el potencial productivo de una forma cuantitativa, y que permita un buen manejo de datos, se introduce el concepto de Valor Indice, (V.I.), de una tierra. Este índice, toma valores en un intervalo de 0 a 100, y representa una estimación relativa del potencial productivo.

El valor índice, se calcula a partir de los valores

numéricos de evaluación de cada LEU, (VNL), según la siguiente expresión:

$$VI = \frac{\sum VNL}{n} \quad (1)$$

donde:

- * VI es el valor índice
- * VNL es el valor numérico de evaluación de cada LEU para cada LUT.
- * n es el número de LUT considerados.

El valor numérico de evaluación de cada LEU para cada LUT, (VNL), se obtiene, tal y como ya se ha comentado anteriormente en el apartado 5.2.1.2, a partir de los valores numéricos correspondientes a cada EU y para cada LUT, (VN).

Los valores numéricos de las EU correspondientes a sus clases o niveles de aptitud, se establecen en el cuadro 5.21.

Cuadro 5.21. Valores numéricos adjudicados a las diferentes clases o niveles de aptitud, asignados a cada EU y para cada LUT.

Niveles de aptitud	Descripción	Valor numérico(VN)
A1	Muy apto	100
A2	Moderad. apto	75
A3	Marginal. apto	50
Nc	Actual. no apto	25
Np	Permanent. no apto	0

**5.2.1.7.- ASIGNACION DE NIVELES DE PRODUCCION DE LOS
DIFERENTES LUT PARA CADA LEU CONSIDERADA.**

Para la asignación de los niveles de producción, se han realizado encuestas en campo sobre las producciones de los cuatro LUT para cada una de las EU.

Han sido considerados en la realización de las encuestas, dos niveles de manejo para cada cultivo, uno considerado como alto y el otro bajo. Seguidamente, se describe para cada LUT, aquellas operaciones culturales que se corresponden con el nivel considerado alto:

a) LUT Maíz.

- Laboreo completo
- Análisis de tierra cada 3-4 años y abonados en consecuencia.
- Uso de insecticidas y herbicidas adecuados y en las dosis y momentos adecuados.
- No permitir en ningún caso estrés hídrico.

b) LUT Alfalfa.

- En la instalación del cultivo, que los suelos no vengam muy empobrecidos por cultivos previos.
- Abonados de nitrógeno "starter" adecuados.
- Uso de nivelación LASER.
- Tratamientos fitosanitarios adecuados y seguimiento de plagas continuado.
- Rotaciones de cultivo cada cuatro años.

c) LUT Trigo.

- Uso de semilla R1 o R2.
- Tratamientos herbicidas, fungicidas e insecticidas adecuados.
- Nivelación LASER.
- Uso en ocasiones de reguladores del crecimiento.
- Abonado adecuado
- Recolección en el momento adecuado.

d) LUT Arroz.

- Tratamientos de malas hierbas adecuados.
- Tratamientos contra plagas de lepidópteros adecuados.
- Uso de técnicas de desecado contra algas.
- Abonados adecuados.
- Buena compactación del terreno.
- Uso de Nivelación LASER.

Los datos que se obtienen para cada combinación EU-LUT son 6, de los que 3 son repeticiones que corresponden al nivel de manejo alto y los otros 3 son también repeticiones para el nivel de manejo bajo. La organización de los datos obtenidos se muestra en el capítulo de Anejos dedicado a encuestas de campo.

A la hora del tratamiento de los datos, se considera sólomente el nivel de manejo alto, puesto que presenta una mayor homogeneidad. El proceso de asignación de las producciones para cada LUT y para cada LEU, pasa por la asignación de un nivel productivo modal para cada clase de aptitud o valor numérico, (VN), extrapolando los datos obtenidos al valor numérico de evaluación de cada LEU, (VNL).

En el capítulo 6, dedicado a los resultados y su discusión, aparece tras cada evaluación de LEU para cada LUT, la asignación de una producción aproximada, que se correspondería con un nivel de manejo considerado como alto.

Las encuestas se han realizado en:

- Extensión Agraria de Sariñena.
- Cooperativa de Sariñena.
- Varios agricultores de San Lorenzo de Flumen.
- Extensión Agraria de Grañén.
- Cooperativa de Grañén.

5.2.2.- METODOS EN LA INTEGRACION DE LA INFORMACION EN EL SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL.

5.2.2.1.- ASPECTOS PREVIOS.

El software utilizado es el sistema de información geográfica ARC/INFO. Este método está constituido por dos

módulos fundamentales, que son el ARC, que tiene como función la introducción y manejo de la información gráfica y el INFO, que se utiliza para la asignación de información alfanumérica a la información gráfica previamente introducida, y su posterior análisis.

5.2.2.2.- PROCESO DE DIGITALIZACION DE LAS DIFERENTES COBERTURAS.

Tal y como se ha establecido anteriormente, el material gráfico utilizado lo constituyen 6 hojas a escala 1/25.000 y 7 de escala 1/5.000.

Las coberturas que se han introducido tomando como base las anteriores 13 hojas quedan descritas en el cuadro 5.22.

Cuadro 5.22. Coberturas digitalizadas.

Numero cobertura	Nombre de cobertura	Información contenida.
1	Contorno	Límites del área de estudio.
2	Cascurb	Núcleos de población de la zona.
3	Agua	Zonas de agua estancada.
4	Sectores	Sectores, (IV-XI), del sistema de riegos del Canal del Flumen que afectan al área de estudio.
5	Secano	Areas no regadas
6	Suelostot	Unidades de suelos.

Para digitalizar cada cobertura, el primer paso es el de establecer en cada hoja un mínimo de 4 puntos de referencia que son los denominados "TIC-ID", a los cuales les son asignadas de forma automática las coordenadas de tableta.

Una vez se han digitalizado las diferentes líneas y polígonos que constituyen la hoja, se procede a la colocación de "LABELS", que son números que identifican los diferentes polígonos creados. Todo el proceso en el que interviene la digitalización y la visualización se realiza desde un subprograma del ARC, denominado ARCEDIT.

5.2.2.3.- PROCESO DE CORRECCION DE ERRORES.

Hay dos tipos fundamentales de errores que se cometen en el proceso de digitalización de las diferentes hojas.

Los más frecuentes son los derivados del cierre de los polígonos, pudiendo ser éstos por defecto o por exceso.

El otro tipo de errores, es el de asignar a un mismo polígono dos o más LABELS diferentes.

En ambos casos, el sistema informático posee comandos que permiten la visualización de estos errores y su posterior eliminación.

Una vez corregidos los errores, se pasa a la transformación de las coordenadas de tableta a las coordenadas UTM. Para ello se utiliza el comando TRANSFORM, perteneciente al subprograma ARC.

Posteriormente, se crean los ficheros que para cada cobertura y hoja de mapa determinan el área de los polígonos, su perímetro y lo relacionan con el LABEL introducido. Son los denominados P.A.T., (Poligon Attribute Table, figura 5.3.). Caso de que para una cobertura en una hoja no haya ningún polígono, y sólomente aparezcan arcos abiertos, entonces en vez de P.A.T. se les denomina A.A.T., (Arc Attribute Table). Los comandos utilizados para la creación de estas tablas son desde el subprograma ARC el CLEAN o el BUILD.

RECORD	AREA	PERIMETER	SUELO1#	SUELO1-ID
1	-21.285	18.493	1	0
2	2.041	12.500	2	10
3	2.514	13.253	3	11
.
.
.

Figura 5.3. Ejemplo de Poligon Attribute Table, P.A.T.

5.2.2.4.- PROCESO DE UNION DE LAS DIFERENTES HOJAS.

Una vez se ha finalizado la construcción de la P.A.T. correspondiente a cada hoja para una cobertura, se pasa a la unión de las 13 hojas diferentes que constituyen la cobertura total, creándose un fichero único, que en el caso de la cobertura de suelos recibe el nombre de SUELOSTOT.

Esta cobertura ahora completa, debe sufrir un nuevo proceso de corrección de errores, tanto de cierre de polígonos como de LABELS, derivados todos ellos de la unión de polígonos pertenecientes a más de una hoja.

5.2.2.5.- PROCESO DE ASIGNACION DE ATRIBUTOS A LAS COBERTURAS GRAFICAS.

Para la introducción de información alfanumérica a una cobertura gráfica, se siguen los siguientes pasos:

Paso 1.- Creación de un fichero INFO para introducir los atributos.

Si se considera como ejemplo la cobertura referente a unidades de suelos denominada SUELOSTOT, compuesta por la unión realizada anteriormente de las unidades de suelo de las 13 hojas de mapa, el primer paso, es la creación dentro del subsistema ARC de una copia del fichero anterior, denominándola en éste Proyecto de Investigación SUELOSTOT1.

Posteriormente, se procede desde el subsistema INFO a la creación del fichero definitivo a partir del SUELOSTOT1. Al nuevo fichero creado en INFO, se le denomina en éste caso LANDVI.DAT.

Paso 2.- Adición de los atributos al fichero LANDVI.DAT.

Se considera que la información a introducir en éste ejemplo práctico es la asignación del Valor Índice a las diferentes unidades de suelos. Mediante el uso del comando ADD en el subsistema INFO, se introduce la información en la tabla de atributos LANDVI.DAT, figura 5.4.

SUELOSTOT-ID	VALOR INDICE
11	75
12	33
.	.
.	.
.	.

Figura 5.4. Tabla de atributos en INFO, LANDVI.DAT.

Paso 3.- Unión de la tabla de atributos LANDCR.DAT con las tablas PAT O AAT.

En este punto, se establece, mediante el uso del comando JOINITEM del subsistema ARC, la relación entre la tabla de atributos LANDVI.DAT y la tabla P.A.T. correspondiente a la cobertura SUELOSTOT1, tal y como muestra la figura 5.5.

AREA	PERIMETR	SUELOS-TOT1#	SUELOSTOT 1-ID	SUELOSTOT 1-ID	Valor Índice
-21285	18.493	1	0		
2041	12.500	2	10	10	75
2514	13.253	3	11	11	33
.
.
.

Figura 5. . Unión del fichero SUELOSTOT1.PAT con el fichero de atributos LANDVI.DAT.

De forma análoga a la anteriormente expuesta, se realiza la introducción del resto de atributos asignados a la información gráfica.

6.- RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1.- RESULTADOS EN LA EVALUACION DE TIERRAS.

6.1.1.- ASPECTOS GENERALES.

La aplicación de la gradación establecida en el apartado Material y Métodos para cada una de las cualidades de la tierra consideradas, a las características de EU considerados más representativos de cada LEU, permite obtener la Matriz General de Tierras, (M.G.T.). Esta matriz está constituida por 26 columnas y 22 filas, lo que hace un total de 572 datos, cuadro 6.1 .

Los cálculos y contrastes necesarios para la obtención en la citada matriz de la disponibilidad de agua, debido a las características especiales de la cualidad, se encuentran en el capítulo 4 de los Anejos.

En los sucesivos puntos de este capítulo, se describen los diferentes LUT considerados, así como sus correspondientes Matrices Particulares de Uso, (M.P.U.).

Posteriormente, y también para cada LUT, se establecen los resultados del cruce de datos, (matching), entre la Matriz General de Tierras, y las Matrices Particulares de Uso correspondientes.

Seguidamente se asigna a cada LEU, un Valor Numérico de Evaluación, (VNL), para cada uno de los LUT, así como también una estimación de la producción que se obtiene con un nivel de manejo alto de los diferentes LUT.

Finalmente, en el capítulo 6.1.5, se asigna para cada LEU el Valor Índice, que constituye la estimación de la potencialidad productiva del mismo para los LUT considerados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 5.1. Matriz General de Tierras, (M.G.T.), establecida para el área regada por el canal del Flumen.

Cualidades	E.U.	1	1'	2	2'	9	10	11	12	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	36	36'	37	37'		
1.- Régimen de temperatura		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.- Periodo de crecimiento		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.- Radiación solar		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.- Vientos y pedrisco		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5.- Disponibilidad de agua Maíz		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1	2	3	3	3	1	3	1	2	3	3	3	3
6.- Disponibilidad de agua Alfalfa		1	3	1	3	1	3	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	2	3	2	3	2	3
7.- Disponibilidad de agua Trigo		1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	1	3	2	3	3
8.- Disponibilidad de agua Arroz		3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3
9.- Posibilidades de en-raizamiento		1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3
10.- Fertilidad química		2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	1	1	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3
11.- Salinidad		1	1	1	1	1	3	1	3	1	3	1	4	1	1	1	1	2	4	3	4	2	4	1	1	1	1	2	2
12.- Sodicidad		1	1	1	1	1	5	3	5	3	5	3	5	1	1	1	1	2	5	4	5	4	5	3	3	3	4	4	4
13.- Disponibilidad de oxígeno		1	1	1	1	2	3	2	3	2	2	2	3	1	1	1	2	2	4	3	4	2	4	2	2	2	2	2	2
14.- Riesgo de inundación		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.- Plagas y enfermedades		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16.- Facilidad para el riego		3	-	3	-	2	3	2	2	2	3	2	3	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	3	2	-	2	-	-
17.- Pot. de mecanización		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18.- Facilidad de laboreo		2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2
19.- Localización		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20.- Manejo pre/post cosecha		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21.- Facilidad establ. de cultivos		2	2	2	2	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2
22.- Riesgo de sodicidad/alcalinidad		1	1	1	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	2	3	2	2	1	1	2	2	2

6.1.2.- LUT MAIZ.

6.1.2.1.- ATRIBUTOS CLAVE CONSIDERADOS.

Los atributos clave que se consideran en el tipo de uso de la tierra, "cultivo del Maiz", son los que muestra el cuadro 6.2.

Cuadro 6.2. Atributos clave considerados para el cultivo del Maíz.

ATRIBUTO CLAVE	LUT MAIZ.
Producto	Maíz híbrido
Mercado	Nacional
Riego	Gravedad,(tablares).
Nivel tecnológico	Medio alto
Mecanización	Muy alta
Capital circulante	Muy alto
Régimen de tenencia de la tierra	Propia, arrendamiento y aparcería
Infraestructura	Media
Duración del cultivo	Anual
Prácticas del cultivo	Cultivo extensivo
Impacto ambiental	Bajo medio
Producción media	8-12 Tm/ha

6.1.2.2.- DESCRIPCION DEL LUT.

Se trata del cultivo de maíz para grano, con destino a la industria de piensos compuestos. Se consideran variedades híbridas de alto potencial productivo.

El sistema de riego predominante en el área de estudio es el de gravedad por tablares, siendo la práctica del riego por aspersión poco frecuente a diferencia de las terrazas con

gravas presentes en la margen izquierda del Alcanadre, donde el riego por aspersión predomina claramente.

Las operaciones de cultivo están totalmente mecanizadas, e incluyen: labores, siembras, abonados, tratamientos fitosanitarios y recolección.

El propietario de la tierra cultiva directamente sus parcelas, aunque es común la aparcería o el arrendamiento. Las operaciones de cultivo se realizan con equipo propio, aunque siembra y recolección exigen frecuentemente el alquiler de equipos especializados. El nivel tecnológico es medio, realizándose los aportes de fertilizantes nitrogenados y fosfopotásicos a estima del agricultor, así como también los tratamientos fitosanitarios, que incluyen la aplicación de herbicidas, insecticidas y fungicidas.

La infraestructura comercial es media y el nivel de información de mercado es aceptable. Las producciones medias son de 8 a 12 Tm/ha, (al 14% de humedad).

6.1.2.3.- REQUERIMIENTOS DEL LUT MAIZ.

Los requerimientos de considerados para éste LUT se han obtenido entre otras fuentes de Boixadera & Porta 1991.

a) Clima.

a.1) Periodo de crecimiento:

* Periodo crítico de heladas 4-5 meses, a -1,6 C se producen destrucciones foliares, a -4 C se produce la muerte de la planta. Crecimiento entre 5 y 35 C.

* Duración del cultivo: Ciclo corto, (var. tempranas, ciclo 300), de 80 a 110 días. Ciclo largo, (700), de 110 a 140 días.

a.2) Régimen de temperaturas:

* Germinación: T óptima de siembra 10 C, (siembra del 15 de abril al 15 de mayo).

* Periodo vegetativo: T máxima hasta 45 C, si hay un suministro adecuado de agua. T óptima entre 20 y 25 C.

* Floración: T^a máxima de 40 C, posibilidad de producción de daños en el polen.

* Integral térmica: var. tempranas 1800 °Dia, var. medias, (cilco 700), 2500-3500 °Dia.

* Alternancia de temperatura día/noche, es necesaria para

la reducción de la respiración nocturna.

a.3) Régimen de radiación: reacción al fotoperiodo neutral o de día corto.

b) Requerimientos físicos.

b.1) Profundidad de enraizamiento 1-1,5 m, con un 80% de absorción de agua hasta 80-100cm; 100% hasta 170cm.

b.2) Comportamiento malo en suelos pesados y arenosos. Prefiere suelos ricos en materia orgánica y con presencia de elementos finos que aumentan las reservas.

b.3) Drenaje: No soporta encharcamiento. Especialmente sensible en floración, 50% de reducción de cosecha. Exige suelos bien drenados.

b.4) Nivel freático: Soporta N.F. hasta 50 cm, en función de la textura. Probablemente no aplicable la afirmación anterior a las condiciones de los suelos de la zona de estudio, debido a la salinidad de las aguas freáticas.

b.5) Otros: Exigencia en suelos bien estructurados y ricos en M.O.

c) Requerimientos químicos.

c.1) Niveles en N, P y K : para 12 Tm/ha de cosecha potencial 300-100-200 unidades fertilizantes.

c.2) pH óptimo: 5,5-7,5 ó de 5-7. Valores limitantes 9-9.5.

c.3) Salinidad: La disminución de la producción en función de la salinidad, queda expresado en el cuadro 6.3.

Cuadro 6.3. Reducción de la producción de maíz en función de la salinidad del suelo, (Ayers, 1976).

Red. prod.(%)	0	10	25	50	100
CEe(dS/m a 25 ^o)	1,7	2.5	3,8	5,9	10

c.4) Sodicidad:-

c.5) Micronutrientes: al Ca respuesta media, de B bajas necesidades, aunque si hay mas de 2 ppm pueden surgir problemas, Mo y Mn tienen baja respuesta, Zn: alta respuesta

RESULTADOS Y DISCUSION

con unos niveles adecuados en torno a 0,5 ppm, (Boixadera & Porta 1991).

Requerimientos generales según Llanos-84, (en uF): Ca:38; Mg:44; S: 22; Cu: 0,1; Zn: 0,3; B:0,2; Fe: 1,9; Mn: 0,3; Mo: 0,01.

d) Requerimientos de agua.

d.1) Demanda global en el área de cultivo en torno a los 900 mm/campaña, (adaptado de Faci & Martinez-Cob 1992).

d.2) Periodos de sensibilidad: Floración

d.3) Periodos de relativa tolerancia al déficit hídrico: periodo vegetativo, maduración.

En el cuadro 6.4., se establece la gradación estimada de los requerimientos del LUT cultivo del Maíz.

Cuadro 6.4. Gradación de los requerimientos estimados para el LUT 1, cultivo del Maíz.

REQUERI.	ADECUADO	LIMITANTE LIGERO	LIMITANTE FUERTE	NO UTIL
1.- Clima				
Per. crítico de heladas(meses)	<3	4	5	>5
Germinación(°C)	16-18	14	12	<10
Periodo vegetativo(°C)	20-25	17-20/ 25-35	15-17/ 35-45	<15/>45
Floración(°C)	20-25	25-30	30-40	>40
Integral térmica(°Dia))	2500/ 3500	2000/ 2500	1500/ 2000	<1500

RESULTADOS Y DISCUSION

2.- Req. físicos				
Prof. enraizamiento(m)	>1	0,75-1	0,5-0,75	0,25-0,5
Nivel freático (m)	>1	>1	0,75-1	<0,75
Drenaje	Bién drenados	Mod/bién drenados	Imperfectamente drenados	Escasamente drenados
Materia Orgánica(%)	2	1-2	<1	<0,5
3.-Req. químicos				
N-P-K(kg/ha)	300-100-200	200-70-150	1500100	100-50-100
pH	5-7	7-8	8	>9
Salinidad,CEe (dS/m a 25°C)	<4	5	6	>8
4.-Req. de agua				
Requerimientos genéricos para el área(mm/año), (Ciclo 700)	900	800	600	500

6.1.2.4.- CUALIDADES DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.

Para cada LUT, se recogen los requerimientos, (cualidades), y factores de diagnóstico, teniendo en cuenta su nivel de importancia, dividido en 3 niveles:

- Muy importante
- Importante
- Poco importante

En consecuencia, y para el LUT Maíz, se establece la siguiente división:

* Aquellas cualidades consideradas como muy importantes son:

- Clima
- Posibilidad de enraizamiento
- Fertilidad química
- Salinidad
- Disponibilidad de agua
- Sodicidad
- Riesgo de salinidad y alcalinidad

* Aquellas cualidades consideradas como importantes son:

- Disponibilidad de oxígeno para las plantas.
- Riesgo de plagas y enfermedades.
- Potencial de mecanización.
- Facilidad para el establecimiento de los cultivos.

* Aquellas cualidades consideradas poco importantes son:

- Facilidad para el laboreo
- Facilidad para el riego
- Riesgo de inundación
- Localización
- Manejo pre y post cosecha

RESULTADOS Y DISCUSION

* Las producciones que se han considerado para cada nivel de utilidad de la tierra son las siguientes:

- Tierra altamente aceptable (S1).....10-12 Tm/ha
- Tierra moderadamente aceptable (S2).....8-10 Tm/ha
- Tierra marginalmente aceptable (S3).....7-8 Tm/ha
- Tierra normalmente no aceptable (Nc).....6-7 Tm/ha

En el cuadro 6.5., se establece el contenido y la importancia de las cualidades que afectan al LUT considerado, mientras que el cuadro 6.6., define la Matriz Particular de Uso.

Cuadro 6.5. Contenido e importancia de las cualidades de la tierra que afectan al LUT Maz.

Cualidades de la Tierra	Factores de diagnóstico	Import. de los factores	Import. de la calidad	Observaciones a considerar en cada calidad
1.-Clima	Per. crec. Reg. T ^a Radiación Viento/ped Otros	*** ** ** **	***	-Cero vegetativo = 6°C
2.-Disp. de agua	Bal. Hídrico	***	***	-Sist. radic. bien desarrollado
3.-Pos. de enraizamiento	Prof. efectiva, consistencia	***	***	-Mejor en suelos prof.
4.-Ferti. química	CIC pH M.O. CaCO ₃ Cal. act.	** ** * * -	***	-CIC altas--> más disp. de nutrientes. -pH altos--> menos disp. de nutrientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

5.-Sali- nidad	CEe	***	***	
6.-Sodi- cidad	SAR,CEe	***	***	
7.-Disp. de O ₂	Drenaje	**	**	
8.-Riesgo de inun- dación	Posición de paisaje	*	*	
9.-Riesgo de plagas y enfer- medades	Endemismos	**	**	
10.-Faci- lidad para el riego	Aspectos del riego	*	*	
11.-Pot. de meca- nización	Pendiente, consisten- cia	**	**	
12.-Faci- lidad para el laboreo	Cosisten- cia, estructura	*	*	
13.-Loca- lización	Acceso a mercados	*	*	facilidad de conservación
14.-Mane- jo pre/ post cosecha	Nivel del manejo	*	*	Humedad de cosecha <15%
15.-Esta. de cultivos	Estructura Consisten- cia	**	**	

RESULTADOS Y DISCUSION

16.-Riesgo de salinidad alcalinidad	SAR Nivel freático	*** **	***	Posibilidad de acabar con el recurso suelo
-------------------------------------	-----------------------	-----------	-----	--

* Significación de los factores y cualidades:

- *** Muy importante
- ** Importante
- * Poco importante

Cuadro 6.6. Matriz Particular de Uso para el LUT cultivo del Maíz.

Cualidades de la tierra	Factores de diagnóstico	S1	S2	S3	N	Impor de la cualidad	Obs
1.- Clima	Periodo de crec.	2	2	3	3	***	
	Rég. de T ^m	2	2	3	3		
	Radiación	1	1	2	2		
	Vientos y pedrisco	2	2	3	3		
2.-Disp. de agua	Balance hídrico	1	2	2	3	***	
3.-Posibilidades de enraizamiento	Profundidad efectiva, consistencia	2	3	4	5	***	
4.-Fertilidad química	pH, M.O., CaCO ₃	1	2	2	3	***	
5.-Salinidad	CEe	1	2	2	3	***	
6.-Sodicidad	SAR, CEe	2	2	3	4	***	

RESULTADOS Y DISCUSION

7.-Dispo- nibilidad de oxigeno	Drenaje interno	1	2	3	4	**	
8.-Riesgo de inundación	Posición geomorfológica	1	2	2	3	*	
9.-Riesgo de plagas y enfer.	Estimación del riesgo	2	2	3	3	**	
10.- Facilidad para el riego.	Aspectos del riego	2	2	3	4	*	
11.- Potencial de mecaniza- ción	Gradiente, consistencia.	1	1	2	3	**	
12.-Faci- lidad para el laboreo	Cosistencia, estructura, MO, Txt, mat. finos	2	2	3	4	*	
13.-Loca- lización	Acceso a mercados	2	2	3	3	*	
14.-Manejo pre/post cosecha	Nivel del manejo	1	2	2	3	*	
15.-Faci- lidad para establ. de cultivos.	Estructura/consis- tencia/encostra- miento	2	2	3	4	**	
16.-Riesgo de salini- zación al- caliniz.	SAR/profundidad del nivel freático	2	2	3	3	***	

**6.1.2.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD A CADA
UNIDAD DE EVALUACION, (E.U.)**

Del cruce entre los datos de la matriz general de tierras y los datos de la matriz particular de uso correspondiente al Lut Maíz, se obtienen los diferentes niveles o clases de utilidad de cada unidad de evaluación, (E.U.), para cada cualidad de la tierra, (L.Q.). Los niveles o clases de aptitud, se establecen a partir de los anteriormente citados niveles de utilidad en el cuadro 6.7.

Cuadro 6.7. Asignación de las clases de aptitud para el LUT cultivo del Maíz y las Unidades de Evaluación Consideradas, (EU).

LUT MAÍZ	EU.	Importancia de la cualidad	1	1'	2	2'	9	10	11	12	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	36	36'	37	37'	
1.-Clase		III	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
2.-Disponibilidad de agua		III	S1	N	S1	N	S1	N	S1	N	S1	N	S1	N	S1	S1	S1	S2	S2	N	N	N	N	S1	S2	N	N	N	
3.-Pueb. de enraizamiento		III	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	
4.-Fertilidad química		III	S2	S2	S2	S2	N	S2	N	S2	N	S2	N	N	S1	S1	S2	S2	S2	N	N	N	N	N	S2	S2	N	N	
5.-Salinidad		III	S1	S1	S1	S1	N	S1	N	S1	N	S1	N	N	S1	S1	S2	S2	S2	N	N	N	N	S1	S1	S1	S2	S2	
6.-Soledad		III	S1	S1	S1	S1	N	S3	N	S3	N	S3	N	N	S1	S1	S1	S1	S1	N	N	N	N	S3	S3	S3	N	N	
7.-Disponibilidad de oxígeno		II	S1	S1	S1	S1	S2	S3	S2	S3	S2	S2	S2	S3	S1	S1	S2	S2	S2	N	S3	N	N	S2	S2	S2	S2	S2	
8.-Riesgo de inundación		I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S4	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
9.-Riesgo de plagas y enfer.		II	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S	S1	S1	S1	S1	S1	S1
10.-Facilidad para el riego		I	S3	--	S3	--	S1	S3	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	N	N	N	N	N	S3	S1	--	S1	--	
11.-Pot. de mecanización		II	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
12.-Facilidad de laboreo		I	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	N	S1	S3	S3	S3	S1	S1	S1	S1	S1
13.-Localización		I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
14.-Manejo pre post cosecha		I	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2
15.-Fac. est. del cultivo		II	S1	S1	S1	S1	S3	N	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	N	S3	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1
16.-Riesgo est./alcalind.		III	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	N	N	S2	S1	S1	S1	S1	S1
Clase aptitud			A2	Np	A2	Np	A2	Nc	A3	Nc	A3	Nc	A3	Nc	A2	A2	A2	A2	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	A3	Np	Nc	Np	
Valor numérico (V _N)			75	0	75	0	75	25	50	25	50	25	50	25	75	75	75	75	25	25	25	25	25	25	50	0	25	0	

6.1.2.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).

Tal y como ya se ha explicado en el capítulo dedicado a material y métodos, las unidades de evaluación de la tierra, (LEU), coinciden con las unidades del suelo que se han establecido, (mapa 2 de Anejos).

Seguidamente se realiza la evaluación de las diferentes LEU para el LUT cultivo del maíz:

* **LEU A.1.1.-** Suelos de las plataformas estructurales en regadío. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

La agrupación de las clases de Aptitud y los valores numéricos correspondientes, (VN), a cada unidad de evaluación, (EU), que caracterizan ésta LEU A.1.1., se establece en el cuadro 6.8.

Cuadro 6.8. Clases de aptitud y valores numéricos de las EU que constituyen la LEU A.1.1.

Unidades de evaluación (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase de Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36: Xerorthent típico	A3	50
EU 37: Torriorthent xérico	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU, (VNL), corresponderá en éste caso a:

$$VNL = 0,5*50 + 0,5*25 = 37,5$$

La producción que se le asigna en base a las encuestas realizadas, se sitúa en torno a los 8.000 kg/ha.

* **LEU A.1.2.-** Suelos de las plataformas estructurales en secano. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

En el cuadro 6.9., se establece la agregación de las unidades de Evaluación que describen esta LEU.

Cuadro 6.9. Agrupación de las unidades de evaluación que describen la LEU A.1.2.

Unidades de evaluación, (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36': Xerorthent típicos en seco	Np	0
EU 37': Torriorthent xéricos en seco	Np	0

En consecuencia, el valor numérico de evaluación correspondiente a ésta LEU A.1.2, viene determinado por:

$$VNL = 0$$

Por lo tanto se considera que el cultivo no es posible para esta LEU.

* LEU A.2.1.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept calcixerólicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xerólicos y Paleorthid xerólicos.

La reunión de las EU que caracterizan esta LEU A.2.1, se establece en el cuadro 6.10.

Cuadro 6.10. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU A.2.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 1: Xerochrept calcixerólicos, fase muy profundos.	A2	75
EU 2: Xerochrept calcixerólicos, fase moderadamente profunda.	A2	75

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1, viene determinado por:

$$VNL = 75$$

La producción estimada a partir de las encuestas de campo, se sitúa en torno a los 11.000 kg/ha.

* LEU A.2.2. - Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en secano. Consociación de Xerochrept calcixerólicos con inclusiones de Xerochrept petrocálicos, Calciorthid xerólicos y Paleorthid xerólicos.

La agrupación de las EU que constituyen esta LEU A.2.2, se establece en el cuadro 6.11.

Cuadro 6.11. Unidades de evaluación que caracterizan la LEU A.2.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase de aptitud	Valor numérico (VN)
EU 1': Xerochrept calcixerólicos, fase muy profundos, en secano	Np	0
EU 2': Xerochrept calcixerólicos, fase moderadamente profundos, en secano	Np	0

El valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1., viene determinado por:

$$VNL = 0$$

No es posible el desarrollo del LUT Maíz sobre ésta LEU.

* LEU B.1: Suelos de las vertientes en glacis. Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Xerochrept fluvénticos y Natrixeralf típicos.

La agrupación de las EU que caracterizan las LEU B.1., se establece en el cuadro 6.12.

Cuadro 6.12. Unidades de evaluación, (EU), que caracterizan la LEU B.1.

Unidades de evaluación. (E.U.), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 9: Xerofluvent típicos, fase no salina	A2	75
EU 10: Xerofluvent típicos, fase salina	Nc	25
EU 11: Xerorthent típicos, fase no salina	A3	50
EU 12: Xerorthent típicos, fase salina	Nc	25

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU B.1, se establece según:

$$U.N.L. = 0,25 \times 75 + 0,25 \times 25 + 0,25 \times 50 + 0,25 \times 25 = 43,75$$

La producción asignada se sitúa en torno a los 8.500 kg/ha.

* LEU B.2.1. - Suelos de las otras vertientes en regadío: Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

El conjunto de las EU que caracterizan ésta LEU B.2.1, se establece en el cuadro 6.13.

Cuadro 6.13. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU B.2.1.

Unidades de evaluación, (EU), de la LEU B.2.1	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 15: Xerorthent típicos, fase no salina	A3	50
EU 16: Xerorthent típicos, fase salina	Nc	25
EU 17: Xerofluvent típicos, fase no salina	A3	50
EU 18: Xerofluvent típicos, fase salina	Nc	25

El valor numérico de evaluación que caracteriza ésta LEU B.2.1, corresponde en éste caso a:

$$VNL = 0,25*50+0,25*25+0,25*50+0,25*25 = 37,5$$

El nivel de producción estimado se sitúa en 8.000 kg/ha.

* LEU C.1.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona alta, (huertas de Grañen y del Alcanadre). Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos.

El conjunto de EU que caracterizan ésta LEU C.1., queda descrito en el cuadro 6.14.

Cuadro 6.14. Unidades de Evaluación que describen la LEU C.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 23: Xerofluvent típicos	A2	75
EU 24: Xerorthent típicos	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU C.1. es en éste caso:

$$VNL = 75$$

La producción que se le estima, se situa en torno a los

11.000 Kg/ha.

* LEU C.2.- Suelos de la terraza del río Flumen. Zona centro, (La Rambla y la huerta de Poleñino). Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos.

Las EU que caracterizan ésta LEU C.2., se describen en el cuadro 6.15.

Cuadro 6.15. Agrupación de las EU que describen la LEU C.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 25: Xerofluvent típicos	A2	75
EU 26: Xerorthent típicos	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU C.2. se sitúa en éste caso en:

$$UNL = 75$$

El nivel de producción que se le asigna está en los 11.000 Kg/ha.

* LEU C.3.- Suelos de la terraza fluvial del Flumen, zona Salobral de Poleñino. Torriorthent xéricos.

El cuadro 6.16. describe la clase de aptitud y el valor numérico correspondientes a la unidad de evaluación que describe ésta LEU C.3.

Cuadro 6.16. EU que describen la LEU C.3.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 27: Torriorthent xéricos	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU C.3., es en

éste caso : VNL = 25

El nivel de producción asignado se sitúa en torno a los 7.000 kg/ha.

* LEU C.4.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona baja. Xerofluvent típicos.

En el cuadro 6.17. se describe la unidad de evaluación, EU, que caracteriza a ésta LEU C.4.

Cuadro 6.17. Unidades de evaluación que caracterizan esta LEU C.4.

Unidades de evaluación (EU), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 28: Xerofluvent típicos, fase sódica	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU C.4., se sitúa en este caso en: VNL = 25

La producción asignada está situada en torno a 7.000 kg/ha.

* LEU D.1.- Unidad de suelos de los fondos en regadío. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

El cuadro 6.18. agrupa las unidades de evaluación que caracterizan esta LEU D.1.

Cuadro 6.18 . Unidades de Evaluación, (EU), que caracterizan la LEU D.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 29: Xerofluvent típico, fase salina	Nc	25
EU 30: Xerofluvent típico, fase no salina	Nc	25
EU 31: Xerorthent típico, fase salina	Nc	25
EU 32: Xerorthent típico, fase no salina	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU D.1., se sitúa en éste caso en : $VNL = 25$

La producción que se asigna en base a las encuestas de campo para ésta combinación LUT-LEU es de 7.000 kg/ha.

6.1.3.- LUT ALFALFA.

6.1.3.1.- ATRIBUTOS CLAVE CONSIDERADOS.

Los atributos clave que se consideran en el tipo de uso de la tierra, "cultivo de alfalfa", son los que se muestran en el cuadro 6.19.

Cuadro 6.19. Atributos clave considerados para el LUT cultivo de Alfalfa.

ATRIBUTO CLAVE	LUT ALFALFA
Producto	Alfalfa para heno y pienso
Mercado	Nacional
Riego	Gravedad, (tablares).
Nivel tecnológico	Medio
Mecanización	Muy alta
Infraestructuras	Media
Duración del cultivo	Plurianual 4-5 años
Producción media	12-15 Tm/ha
Impacto ambiental	Bajo

6.1.3.2.- DESCRIPCION DE ESTE TIPO DE UTILIZACION DEL TERRITORIO.

Este LUT se basa en el cultivo de alfalfa para heno e industria de piensos compuestos. Las variedades utilizadas son ecotipos adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, (variedad Aragón fundamentalmente). El riego es por gravedad, (tablares), aunque en algunas explotaciones de suelos de saso se usan sistemas a aspersión.

La planta permanece una media de 4 años en el campo. Una vez establecido el cultivo, las operaciones del mismo estan completamente mecanizadas. Los cortes (5-6), se realizan a inicio de floración.

El propietario cultiva directamente sus parcelas, si bien también se da aparcería.

El nivel tecnológico es medio. Los tratamientos fitosanitarios, aplicación de insecticidas y abonados se efectúan por lo general a estima del agricultor.

La infraestructura comercial está medianamente desarrollada, y la comercialización de los productos no presenta mayores problemas. El nivel de información del mercado es aceptable. Las producciones medias de heno son de 12-15 Tm/ha al 10-15% de humedad.

Se debe hacer notar la existencia de subvenciones de la CEE sobre el cultivo hacia las industrias transformadoras, que repercuten posteriormente en el precio que recibe el agricultor, estando éste sobre las 15 ptas/Kg a la presente fecha.

6.1.3.3.- REQUERIMIENTOS DEL USO DE LA TIERRA DE TIPO ECOLOGICO LUT ALFALFA.

a) Clima

a.1) Periodo de crecimiento:

a.1.1.- Límites: Temperatura mínima de crecimiento 10°C. Temperatura máxima para crecimiento 40°C.

a.1.2.- Duración 104-365 días. (Siembra en primavera y otoño, Casallo 1.963).

a.2) Régimen de temperaturas:

a.2.1.- Germinación o rebrote: En función de las variedades, pero para germinar temperatura mínima 2-3°C.

a.2.2.- Periodo vegetativo.

Crecimiento óptimo 18-28 °C. con temperaturas medias de 15°C la producción forrajera es considerable.

Resiste sin problemas temperaturas bajas, del orden de -10°C, -15°C.

a.2.5.- Integral térmica y número de cortes: En variedades de precocidad media, como las utilizadas en el área de estudio, y considerando una temperatura base de 4°C, se requiere 10370D, hasta el primer corte, (Del Pozo 1.983). Si se considera $T_b=5°C$, los cortes estarán separados unos 5000D. Se realizan 5-6 cortes en el área de estudio. Se inician a finales de Abril, y se repiten cada 30 días aproximadamente.

a.2.6.- Alternancia de temperaturas, (día/noche): No se precisan para su desarrollo, pero tiene su influencia el momento de corte (momento del día), en la calidad de producto.

a.3) Fotoperiodo.

Reacción al fotoperiodo, día largo.

a.4) Humedades.

Preferible humedad relativa baja en climas templados.

b) Requerimientos Físicos.

b.1.) Profundidad de enraizamiento: >2 m.

b.2.) Texturas: Acepta gran variedad de texturas, pero es preferible la presencia de texturas medias.

b.3.) Drenaje: Exige un buen drenaje. Baja tolerancia a encharcamiento.

b.4) Nivel freático: Profundidad mínima : 50cm. (75% cosecha).

c) Requerimientos químicos.

c.1) Niveles de N,P,K, para 20 Tm/ha de producción:

N: 200 uF.

P₂O₅: 60 uF.

K₂O: 180 uF.

c.2) pH óptimo: 6,5-7,5.

c.3) Salinidad: La disminución de la producción en función de la salinidad de los suelos, se establece en el cuadro 6.20.

Cuadro 6.20. Disminución de la producción en función del nivel de salinidad de los suelos, (Ayers & al., 1976).

Disminución de la producción (%)	0%	10	25	50	100
CEe (dS/m)	2,0	3,4	5,4	8,8	15,5

c.4) Sodicidad: Según Ayers y Westcott 1976, la Alfalfa se incluye entre los cultivos tolerantes a la sodicidad.

c.5) Micronutrientes: Cu, 0,2 ppm adecuado; B sensible a su carencia. Si suelo pesado y B < 0,5 ppm carencia; si suelo arenoso y B < 0,3 ppm carencia; Ma y Mb: respuesta media.

d) Requerimientos de agua.

d.1) El cuadro 6.21., establece la demanda hídrica para diversas áreas de Aragón.

Cuadro 6.21. Demanda hídrica del cultivo de la Alfalfa en varias localizaciones de Aragón, (Faci & Martínez-Cob, 1992).

	Zaragoza	Caspe	Daroca	Huesca	Calamocha
Alfalfa (mm/año)	1079	996	701	913	623

RESULTADOS Y DISCUSION

d.2) Períodos de sensibilidad máxima: Después de cada corte.

En el cuadro 6.22 ., se establece una gradación estimada de los requerimientos del LUT, cultivo de la Alfalfa.

Cuadro 6.22 . Gradación estimada de los requerimientos para el LUT , cultivo de Alfalfa.

REQUERI.	ADecuADO	LIMITANTE LIGERO	LIMITANTE FUERTE	NO UTIL
1.- Clima				
Régimen de temperatura				
Germinación	18-30°C	10°C	<5°C	<3°C
Periodo vegetativo (Tª medias anuales)	18-26°C	15°C	10°C	4°C
Integral térmica, (hasta 12 cortes)	10372D	9002D	7002D	5002D
2.-Requerimientos Físicos.				
Profundidad de enraizamiento. (cm)	>100	75-100	50-75	<50
Nivel freático	>150cm	100-150cm	<100cm	<50cm
Drenaje	Suelo bien drenado, drenaje rápido.	Moderado bien drenado.	Imperfectamente drenado.	Escasamente drenado.
Materia Orgánica(%)	1,5-2	1	<1	<0,5
3.- Requerimientos químicos.				
Niveles de N-P-K (uP)	220-60-180	200-400-120	150-30-90	100-20-60
P.H. Óptimo.	6,5-7,5	6-8	5,5-9	<5 ; >10
Salinidad. (CEc, dS/m)	4-8	4-8	8-16	>16
Sodicidad. (SAR)	<10	<10	10-20	>20
4.- Requerimiento de agua. (mm/año).	1000 mm	800 mm	700 mm	500 mm

6.1.3.4.- CUALIDADES DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.

* Cualidades consideradas como muy importantes son:

- Clima
- Disponibilidad de agua para las plantas.
- Posibilidades de enraizamiento.
- Disponibilidades de oxígeno.
- Riesgo de salinidad alcalinidad.

* Las cualidades consideradas importantes son:

- El riesgo de inundación.
- La facilidad para el riego.
- La facilidad para el establecimiento de los cultivos.
- Potencial de mecanización.

* Aquellas consideradas como poco importantes:

- La fertilidad química.
- La salinidad.
- La sodicidad.
- El riesgo de plagas y enfermedades.

- La facilidad para el laboreo.
- La localización.
- Manejo pre/post cosecha.

* Las producciones que se han considerado para cada nivel de utilidad de la tierra son las siguientes:

- Tierra altamente aceptable (S1) 15-18 Tn/ha(heno)
- Tierra moderadamente aceptable (S2).. 12-15 Tn/ha(heno)
- Tierra marginalmente aceptable (S3).. 8-12 Tn/ha(heno)
- Tierra normalmente no aceptable (Nc). <8 Tn/ha(heno)

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 6.23., se establece el contenido y la importancia de las cualidades que afectan al LUT considerado, mientras que el cuadro 6.24., define su Matriz Particular de Uso.

Cuadro 6.23. Contenido e importancia de las cualidades de la tierra que afectan al LUT Alfalfa.

Cualidades de la Tierra	Factores de diagnóstico	Import. de diagnóstico	Import. de la cualidad	Observaciones a considerar en cada cualidad
1.- Clima	Per.Crec. Reg. T _a . Radiación Vient/pedr	*** ** * *	***	Un largo periodo de crecimiento, aumenta el nº de cortes. Lluvias fuertes provocan encharcamientos a lo que es muy sensible la alfalfa.
2.- Disp. de agua para las plantas.	Balace hídrico.	***	***	Es muy exigente en déficit y exceso de agua. Temperaturas altas se pueden resistir con buena dotación de agua.
3.- Pos. crecimien.	Profund. efectiva, consistencia.	***	***	1 m. como mínimo.

RESULTADOS Y DISCUSION

4.- Ferti. química.	CIC pH M.O. CaCO ₃ Cal.act.	*	*	Potasio importante ya que mejora el contenido en meteria seca. Fósforo menos importante. Con pH elevado limitación de la absorción de Boro.
5.-Sali- nidad.	CEe	*	*	
6.- Sodi- cidad	SAR, CEe	*	*	
7.-Disp. de O2.	drenaje interno.	***	***	
8.-Riesgo de inundación	Posición geomorfológi ca.	**	**	Muy sensible a encharcamiento .
9.-Plagas y enferm.	Endemismos	*	*	
10.- Facilidad riego.	Aspectos del riego.	**	**	Evitar encharcamiento s.
11.-Pot. de meca- nización.	pendiente/gr adien- te consisten. seco/húm.	*	*	
12.-Faci- lidad para el laboreo	Consisten- cia, estructura, M .O., textura, N.F.	*	*	

RESULTADOS Y DISCUSION

13.- Localización.	Acceso a mercados	*	*	
14.- Manejo pre/post cosecha	Nivel del manejo	*	*	
15.- Fac. est. de cultivos.	Estructura consistencia, encostramiento	**	**	Importante en la fase inicial del cultivo.
16.- Riesgo de salinidad alcalinidad	SAR. Profundidad nivel freático.	*** ***	 ***	

* Nivel de significación de los factores y cualidades:

- *** Muy Importante.
- ** Importante.
- * Poco Importante.

Cuadro 6.24. Matriz Particular de Uso para el LUT cultivo de la Alfalfa.

Cualidades de la tierra	Factores de diagnóstico	S1	S2	S3	N	Imp. de la cualidad	Obs
1.-Clima	Periodo de crec.	2	2	3	3		
	Rég. de T _a .	2	2	3	3		
	Radiación.	1	2	2	2	***	
	Vientos y pedrisco.	2	2	2	2		

RESULTADOS Y DISCUSION

2.-Disp. de agua para las plantas.	Balance hídrico.	1	2	3	3	***	
3.-Posibilidades de enraizamiento.	Profundidad efectiva, consistencia.	1	2	3	4	***	
4.- Fertilidad química.	CIC pH M.O. CaCo	2	2	3	3	*	
5.-Salinidad.	CEe	2	2	3	4	*	
6.-Sodicidad.	SAR, CEe	2	3	4	5	*	
7.-Disponibilidad de oxígeno.	Drenaje interno.	1	2	2	3	***	
8.-Riesgo de inundación.	Posición de paisaje.	1	2	2	3	**	
9.-Riesgo de plagas y enfermedades.	Estimación riego.	2	2	3	3	*	
10.-Facilidad para el riego.	Aspectos del riego.	2	3	4	4	**	
11.-Potencial de mecanización.	Tipo de pendiente. Consistencia. Tamaño parcela.	2	2	3	3	**	

RESULTADOS Y DISCUSION

12.-Faci- lidad para el laboreo	Consistencia, estructura, M.O., textura, N.F.	2	2	3	4	*	
13.-Loca- lización.	Acceso a mercados.	2	2	3	3	*	
14.-Manejo pre/post cosecha.	Nivel de manejo.	2	2	3	3	*	
15.-Faci- lidad para el estableci- miento de cultivos.	Estructuras, consistencia, encostramien- to.	1	2	3	4	**	
16.- Ries- go de salinidad/al calini- dad	SAR Profundidad N.F.	1	2	3	3	***	

6.1.3.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD Y EL VALOR NUMERICO CORRESPONDIENTE, (VN), A CADA UNIDAD DE EVALUACION, (EU).

Del cruce entre los datos de la matriz general de tierras, (MGT), y los de la matriz particular de uso, (MPU), correspondiente al LUT Alfalfa, se obtienen los diferentes niveles o clases de utilidad de cada unidad de evaluación, EU, para cada cualidad de la tierra, LQ. Los niveles o clases de aptitud, se obtienen a partir de los niveles o clases de utilidad en el cuadro 6.25.

6.1.3.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).

Seguidamente se realiza la evaluación de las diferentes LEU para el LUT cultivo de Alfalfa.

* LEU A.1.1.- Suelos de las plataformas estructurales en regadío. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

La agrupación de las clases de Aptitud y los valores numéricos correspondientes, (VN), a cada unidad de evaluación, (EU), que caracterizan esta LEU A.1.1., se establece en el cuadro 6.26.

Cuadro 6.26. Clases de aptitud y valores numéricos de los EU que constituyen la LEU A.1.1.

Unidades de evaluación (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase de Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36: Xerorthent típico	A2	75
EU 37: Torriorthent xérico	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU, (VNL), corresponderá en éste caso a:

$$VNL = 75$$

La producción asignada se sitúa en 13.700 kg/ha.

* LEU A.1.2.- Suelos de las plataformas estructurales en seco. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

En el cuadro 6.27., se establece la agregación de las unidades de Evaluación que describen esta LEU.

Cuadro 6.27. Agrupación de las unidades de evaluación que describen la LEU A.1.2.

Unidades de evaluación, (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36': Xerorthent típicos en seco	Np	0
EU 37': Torriorthent xéricos en seco	Np	0

En consecuencia, el valor numérico de evaluación correspondiente a esta LEU A.1.2, viene determinado por:

$$VNL = 0$$

Luego no es posible el desarrollo del LUT Alfalfa en esta LEU.

* LEU A.2.1.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

La reunión de las EU que caracterizan esta LEU A.2.1, se establece en el cuadro 6.28.

Cuadro 6.28. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU A.2.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 1: Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos.	A2	75
EU 2: Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profunda.	A2	75

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1, viene determinado por:

$$VNL = 75$$

La producción estimada a partir de las encuestas de campo, se sitúa en torno a los 13.700 kg/ha.

* LEU A.2.2.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en seco. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

La agrupación de las EU que constituyen esta LEU A.2.2, se establece en el cuadro 6.29.

Cuadro 6.29. Unidades de evaluación que caracterizan la LEU A.2.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase de aptitud	Valor numérico (VN)
EU 1': Xerochept calcixeróllicos, fase muy profundos, en seco	Np	0
EU 2': Xerochept calcixeróllicos, fase moderadamente profundos, en seco	Np	0

El valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1., viene determinado por:

$$VNL = 0$$

No es posible el desarrollo del LUT Alfalfa sobre esta LEU.

* LEU B.1: Suelos de las vertientes en glacis. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Xerochrept fluvénticos y Natrixeralf típicos.

La agrupación de las EU que caracterizan la LEU B.1., se establece en el cuadro 6.30.

Cuadro 6.30. Unidades de evaluación, (EU), que caracterizan la LEU B.1.

Unidades de evaluación. (E.U.), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 9: Xerofluvent típicos, fase no salina	A2	75
EU 10: Xerofluvent típicos, fase salina	Nc	25
EU 11: Xerorthent típicos, fase no salina	A2	75
EU 12: Xerorthent típicos, fase salina	Nc	25

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU B.1, se establece según:

$$V.N.L. = 50$$

La producción asignada se sitúa en torno a los 10.700 kg/ha.

* LEU B.2.1. - Suelos de las otras vertientes en regadío: Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

El conjunto de las EU que caracterizan esta LEU B.2.1, se establece en el cuadro 6.31.

Cuadro 6.31. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU B.2.1.

Unidades de evaluación, (EU), de la LEU B.2.1	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 15: Xerorthent típicos, fase no salina	A3	50
EU 16: Xerorthent típicos, fase salina	Nc	25
EU 17: Xerofluent típicos, fase no salina	A3	50
EU 18: Xerofluent típicos, fase salina	Nc	25

El valor numérico de evaluación que caracteriza esta LEU B.2.1, corresponde en éste caso a:

$$VNL = 37,5$$

El nivel de producción estimado se sitúa en 9.200 kg/ha.

* LEU C.1.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona alta, (huertas de Grañen y del Alcanadre). Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos.

El conjunto de EU que caracterizan ésta LEU C.1., queda descrito en el cuadro 6.32.

Cuadro 6.32. Unidades de Evaluación que describen la LEU C.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 23: Xerofluent típicos	A2	75
EU 24: Xerorthent típicos	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU C.1. es en éste caso:

$$VNL = 75$$

La producción que se le estima, se sitúa en torno a los 13.700 kg/ha.

* LEU C.2.- Suelos de la terraza del río Flumen. Zona centro, (La Rambla y la huerta de Poleñino). Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos.

Los EU que caracterizan ésta LEU C.2., se describen en el cuadro 6.33.

Cuadro 6.33. Agrupación de los EU que describen la LEU C.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 25: Xerofluent típicos	A2	75
EU 26: Xerorthent típicos	A3	50

El valor numérico de evaluación de la LEU C.2.se situa en éste caso en:

$$UNL = 62,5$$

El nivel de producción que se le asigna está en los 12.200 kg/ha.

* LEU C.3.- Suelos de la terraza fluvial del Flumen, zona Salobral de Poleñino. Torriorthent xéricos.

El cuadro 6.34. describe la clase de aptitud y el valor numérico correspondientes a la unidad de evaluación que describe ésta LEU C.3.

Cuadro 6.34. EU que describen la LEU C.3.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 27: Torriorthent xéricos	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU C.3., es en este caso : VNL = 25

El nivel de producción asignado se sitúa en torno a los 7.700 kg/ha.

* LEU C.4.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona baja. Xerofluvent típicos.

En el cuadro 6.35. se describe la unidad de evaluación, EU, que caracteriza a ésta LEU C.4.

Cuadro 6.35. Unidades de evaluación que caracteirzan ésta LEU C.4.

Unidades de evaluación (EU), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 28: Xerofluvent típicos, fase sódica	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU C.4., se sitúa en este caso en: VNL = 25

La producción asignada está situada en torno a 7.700kg/ha.

* LEU D.1.- Unidad de suelos de los fondos en regadío. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

El cuadro 6.36. agrupa las unidades de evaluación que caracterizan ésta LEU D.1.

6.1.4.- LUT TRIGO.

6.1.4.1.- ATRIBUTOS CLAVE CONSIDERADOS.

Los atributos clave que se consideran en el tipo de uso de la tierra, "cultivo del Trigo", son los que muestra el cuadro 6.37.

Cuadro 6.37. Atributos clave considerados para el cultivo del Trigo.

ATRIBUTO CLAVE	LUT TRIGO.
Producto	Trigo blando, grano para consumo humano.
Mercado	Nacional.
Riego	Gravedad (tablares).
Nivel Tecnológico	Medio.
Mecanización	Muy alta.
Infraestructura	Media.
Duración del cultivo	Anual.
Prácticas del cultivo	Extensivo.
Producción media	4-6 Tn/ha.
Impacto ambiental	Bajo.

6.1.4.2.- DESCRIPCION DE ESTE LUT.

Consiste en el cultivo de trigo de ciclo largo. El grano se destina a la industria harinera para el consumo humano.

El riego es por gravedad, realizándose el mismo por tablares. Las operaciones de cultivo, estan totalmente mecanizadas, e incluyen, la preparación del suelo, siembra, tratamientos fitosanitarios, abonados de fondo y cobertera, riegos, recolección por equipos de maquinaria alquilados, y la incorporación al suelo de los restos de la cosecha.

El nivel tecnológico es medio y los aportes de fertilizantes nitrogenados y fosfopotásicos se realizan a estima del agricultor, así como los tratamientos fitosanitarios, incluyendo desinfección de semillas y la

aplicación de herbicidas.

La infraestructura comercial es media, y su nivel de información del mercado es aceptable. Las producciones de grano van de 4 a 6 Tm/ha, al 12-15% de humedad.

6.1.4.3.- REQUERIMIENTOS DEL USO DE TIERRA DE TIPO ECOLOGICO. LUT TRIGO.

Los requerimientos que aquí se consideran, toman como base los aparecidos en Boixadera *et al.*, (1991).

a) Clima (Requerimientos ambientales)

a.1) Periodo de crecimiento.

* Límites: Temperatura mínima de crecimiento 5-10°C, según autores.

* Duración: 120-210 días.

a.2) Régimen de temperaturas.

* Germinación: Temperatura media mensual >5°C (en estadios iniciales soporta hasta -20°C).

* Periodo vegetativo:

Temperatura media mensual óptima, en torno a los 23°C.

Temperatura máxima mensual en torno a 43 °C.

Para crecimiento y encañado 15-20°C de Temperatura media.

* Floración.-

* Maduración: Temperaturas máximas de 38-40°C pueden provocar asurado.

* Integral térmica: de otoño hasta 2.200°C
de primavera hasta 1.500°C.

a.3) Régimen de radiación.

Es interesante en trigos de otoño un fotoperiodo de 12-14 horas.

b) Requerimientos físicos.

b.1) Profundidad de enraizamiento: 1,5 m máxima. (85% del volumen en 0,6 m), mínima profundidad 0,5 m.

Profundidad suelo (m)	0-30	30-60	60-90	90-120
Absorción Agua (%)	47,4	31,2	15,6	5,7

b.2) Texturas: Mejor si son medias o finas.

b.3) Drenaje: Sensible al encharcamiento continuo.

b.4) Nivel freático: Tolerante. De FAR a FL, NF 0,6-0,8 m y a 0,25 m. durante periodos cortos.

En Ar hasta 0,5 m. en periodos largos (20-25% de reducción de cosecha).

b.5) Otros: Evitar suelos turbosos que contengan niveles muy altos de Na, Mg y Fe.

c) Requerimientos químicos.

c.1) Para 3.000 Kg/ha de grano: 70-30-60.

c.2) pH óptimo: 6-8 a 6-7,5.

c.3) Salinidad: El cuadro 6.38., establece la relación entre la conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada y el supuesto porcentaje de pérdida de cosecha.

Cuadro 6.38. Relación entre salinidad y pérdida de cosecha en el LUT cultivo del trigo, (Ayers et al. 1976).

Disminución de la producción (%)	0	10	25	50	100
CEe (ds/m)	6,0	7,4	9,5	13,0	20

c.4) Sodicidad: semitolerante: ESP 40-60 en condiciones no salinas.

c.5) Micronutrientes:

Mn: respuesta alta <1 déficit; >1 adecuado, (ppm).

Cn: respuesta apta >0,2 ppm adecuado.

Mo: respuesta media-baja.

Zn: respuesta baja.

B : poco sensible a su carencia.

d) Requerimientos de agua.

d.1) Demanda Global, de 400-500 m. El cuadro 6.39., establece diferentes demandas hídricas en diferentes localizaciones en Aragón.

Cuadro 6.39. Demanda anual de agua del LUT Trigo para diversas áreas de Aragón, Faci & Martínez-Cob, (1982).

	Zaragoza	Caspe	Daroca	Huesca	Calanocha
Trigo (mm/ciclo)	546	491	329	494	339

d.2) Periodos de sensibilidad al déficit: Floración > formación de grano > periodo vegetativo.

d.3) Periodos de relativa tolerancia al déficit hídrico: Periodo vegetativo.

El cuadro 6.40., muestra una gradación aproximada de los requerimientos del LUT.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 6.40. Tabla de gradación de requerimientos del cultivo. Lut 3 Trigo.

REQUERI.	ADECUADO	LIMITANTE LIGERO	LIMITANTE FUERTE	NO UTIL
1.- Clima				
Rég. de Ta:				
Germinación (°C).	>5	-5 - 5	-5 - -20	< -20
Periodo vegetativo (°C).	15-20	10-15	5-10	<5
Maduración (°C).	25-30	30-35	35-40	>40
Integral Térm. (°D).	2.200	1800-2000	1800-1500	<1500
2.- Req. físicos.				
Profundidad de enraizamiento.	>1m.	50-75 cm.	25-50 cm.	<25 cm.
Drenaje	Bien drenado, drenaje rápido.	Moderadamente bien drenado.	Imperfectamente drenado.	Pobremente drenado.
M.O.	2 %	1-2%	<1	<0,5%
N.F.	1 m.	0,75 m.	0,5 m.	<0,5 m.

RESULTADOS Y DISCUSION

3.- Req. químicos.				
N.P.K.(uF)	100-50-80	70-30-60	50-20-40	<30-<10-<20
pH	6,5-8	8-8,5	5,5-9	5-9,5
Salinidad (dS/m)	<4	4-8	8-16	>16
Sodicidad (SAR)	2-10	2-10	10-20	>20
4.- Req. de agua.	600 mm.	500 mm.	400 mm.	<350 mm.

6.1.4.4.- CUALIDADES DE LA TIERRA A CONSIDERAR Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.

Para el LUT Trigo, se establece la siguiente división:

* Cualidades consideradas como muy importantes son:

- Disponibilidad de agua para las plantas.
- Riesgo de salinidad y alcalinidad.
- Potencial de mecanización.

* Cualidades consideradas como importantes son:

- Clima.
- Posibilidades de enraizamiento.
- Fertilidad química.
- Salinidad.
- Sodicidad.
- Facilidad para el riego.
- Disponibilidades de oxígeno para las plantas.
- Facilidad para el establecimiento del cultivo.

* Cualidades poco importantes:

- Riesgo de inundación.
- Riesgo de plagas y enfermedades.
- Facilidad para el laboreo.
- Localización.
- Manejo pre y post cosecha.

* Las producciones que se han considerado para cada nivel de utilidad de la tierra son las siguientes:

- Tierra altamente aceptable (S1) 6,5-7,5 Tm/ha
- Tierra moderadamente aceptable (S2) 4,5-6,5 Tm/ha
- Tierra marginalmente aceptable (S3) 3,0-4,5 Tm/ha

El cuadro 6.41., describe los factores de diagnóstico que constituyen las diferentes cualidades de la tierra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 6.41. Contenido e importancia de las cualidades que afectan al tipo de utilización de la tierra, (LUT) Trigo.

Cualidades de la tierra.	Factores de diagnóstico.	Import. de los factores.	Import. de la cualidad.	Observaciones a considerar en cada cualidad.
1.- Clima	Per.Crec. Reg. T ^m . Radiación Vient/pe- drisco	** ** * **	**	- Las temperaturas mínimas son críticas en el momento de la diferenciación y crecimiento de la espiga. Periodo crítico Febrero-Marzo. - Temperaturas altas y/o vientos secos y cálidos en periodo final de maduración pueden ser dañinos. Periodo crítico: Mayo-Junio. - Alternancia de Temperaturas no importante.
2.- Disp. de agua.	Balance Hídrico.	***	***	- Es importante una buena disponibilidad de agua, sobre todo en el llenado de espiga, periodo Marzo-Mayo.

RESULTADOS Y DISCUSION

3.- Pos. de enraizamiento.	Prof. efectiva consistencia.	**	**	
4.- Ferti. química.	CIC pH M.O. CaCO ₃	** ** ** *	**	- Exige fuertes abonados de potasio para llegar altas producciones. - Respuesta al Cu y al Mn.
5.- Sali- nidad.	CEe	**	**	
6.- Sodi- cidad.	SAR/CEe	**	**	
7.- Disp. de Oxígeno.	Drenaje interno.	**	**	Sensible en últimas fases del desarrollo.
8.- Riesgo de inundación	Posición geomorfo- lógica.	*	*	Sensibles en periodo final mayo.
9.- Riesgo de plagas y enferme- dades.	Endemismo	*	*	
10.- Faci- lidad para el riego.	Aspectos del riego.	**	**	
11.- Potencial de mecani- zación.	Tipo producto/ gradiente /consis- tencia seco/húme do	**	**	

RESULTADOS Y DISCUSION

12.- Facilidad para el laboreo	Consistencia, estructura, M.O., textura, N.F.	*	*	
13.- Localización.	Acceso a mercados.	*	*	
14.- Manejo pre/post cosecha.	Nivel de manejo	*	*	
15.- Facilidad para el estalb. de los cultivos.	Estruct. Consist. Encostramiento	**	**	
16.- Riesgo de sal/alcal.	SAR Nivel freát.	***	***	

* Significación de los factores y cualidades.

- *** Muy importante.
- ** Importante.
- * Poco importante.

El cuadro 6.42., describe la Matriz Particular de Uso, que se ha considerado para el LUT trigo en ésta evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 6.42. Asignación de los niveles de utilidad para cada cualidad de la tierra: LUT Trigo.

Cualidades de la tierra	Factores de diagnóstico	S1	S2	S3	N	Impor. de la cualidad
1.- Clima	Per. de crecim.	2	2	3	3	**
	Rég. de T ^m .	2	2	3	3	
	Radiación.	1	1	2	2	
	Vientos y pedris.	1	1	2	2	
2.- Disp. de agua	Balance hídrico.	2	2	3	3	***
3.-Posibilidades de enraizamiento.	Profundidad efectiva, consistencia.	2	3	4	5	**
4.- Fertilidad química.	CIC pH M.O. CaCO ₃	1	2	3	3	**
5.- Salinidad.	CEe	1	2	3	4	**
6.- Sodicidad.	SAR, CEe	2	3	4	5	**
7.- Disponibilidad de oxígeno.	Drenaje interno.	1	2	3	4	**
8.- Riesgo de inundación	Posición de paisaje.	1	1	2	3	*
9.- Riesgo de plagas y enfermedades.	Estimación del riesgo.	2	2	3	3	*

RESULTADOS Y DISCUSION

10.- Faci- lidad para el riego.	Aspectos del riego.	2	2	3	4	**
11.-Poten- cial de mecaniza- ción.	Pendiente, consistencia, tamaño parcela.	2	2	3	3	***
12.- Faci- lidad para el laboreo.	Consistencia, estructura, M.O., TXT, N.F.	2	2	3	4	*
13.- Loca- lización.	Acceso a mercados.	2	2	3	3	*
14.- Mane- jo pre/post cosecha.	Nivel de manejo	2	2	3	3	*
15.- Faci- lidad para el estable- cimiento de los cultivos.	Estructura, consistencia, encostramiento.	2	2	3	3	**
16.- Riesgo de salinidad/ alcal.	SAR Nivel freático	2	2	3	3	***

6.1.4.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD Y SU VALOR NUMERICO, (VN), A CADA UNIDAD DE EVALUACION CONSIDERADA, (EU).

El cruce entre la matriz general de tierras, (MGT), y la particular de uso correspondiente en éste caso al arroz, (MPU), permite obtener los diferentes niveles de utilidad para cada una de las cualidades de la tierra que constituyen las

RESULTADOS Y DISCUSION

unidades de evaluación. Dichos niveles de utilidad así como los niveles finales de aptitud, quedan establecidos en el cuadro 6.43.

Cuadro 6.43. Asignación de las clases de aptitud para el LUT cultivo del trigo y las Unidades de Evaluación consideradas, (E.U.).

LUT RIEGO	1	1'	2	2'	9	10	11	12	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	36	36'	37	37'
Importancia de la cualidad																										
1.-Clase	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2.-Disponibilidad de agua	SI	N	SI	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	SI	N	SI
3.-Posibilidad de enraizamiento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4.-Fertilidad química	S2	S2	S2	S2	S2	S3	S2	S3	S2	S3	S2	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	S3	S3	S3	S3	S2	S2	S2	S3
5.-Salinidad	SI	SI	SI	SI	SI	S3	SI	S3	SI	S3	SI	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	S2	N	SI	SI	SI	SI	SI
6.-Sedricidad	SI	SI	SI	SI	SI	N	S2	N	S2	S3	S2	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	S3	N	S2	S2	S2	S2	S3
7.-Disponibilidad de nitrógeno	SI	SI	SI	SI	S2	S3	S2	S3	S2	S2	S2	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	S2	N	S2	S2	S2	S2	S2
8.-Riesgo de inundación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9.-Riesgo de plagas y enfer.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10.-Facilidad para el riego	S3	--	S3	--	SI	S3	SI	SI	SI	S3	SI	S3	SI	SI	SI	SI	SI	N	N	S3	N	S3	SI	--	SI	--
11.-Pot. de mecanización	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	S2	SI	S2	S2	S2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12.-Facilidad de laboreo	SI	SI	SI	SI	SI	S3	SI	S3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	SI	S3	S3	S3	SI	SI	SI	SI
13.-Localización	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14.-Manejo pre post cosecha	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15.-Facilidad para el establecimiento del cultivo	SI	SI	SI	SI	SI	N	S3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16.-Riesgo de salinidad alcalinidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	S3	SI	S3	SI	S3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Clase aptitud	A2	Nc	A2	Nc	A2	Nc	A2	Nc	A2	A3	A2	Nc	A2	A2	A2	A2	A3	Nc	A2	A2	Nc	A2	Nc	A2	Nc	Nc
Valor Numérico	75	25	75	25	75	25	75	75	75	50	75	25	75	75	75	75	50	75	75	75	25	75	25	75	25	25

Cuadro 6-23. Asignación de las clases de aptitud para el LUI cultivo de la Alfalfa y las unidades de evaluación consideradas, (EU).

LUI ALFALFA	Importancia de la cualidad	1	1'	2	2'	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	36	36'	37	37'		
1.- Clases	III	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
2.- Disponibilidad de agua	III	S1	N	S1	N	S1	S3	S1	S2	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	N	S1	N	S1	S2	N	S2	N	S2	N
3.- Posibilidad de enraizamiento	III	S1	S1	S2	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1	S3	N	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S2	S2
4.- Fertilidad química	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
5.- Salinidad	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
6.- Sodicidad	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
7.- Disponibilidad de oxígeno	III	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
8.- Riesgo de inundación	II	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
9.- Riesgo de plagas y enferma.	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
10.- Facilidad para el riego	II	S2	--	S3	--	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
11.- Pot. de mecanización	II	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
12.- Facilidad de laboreo	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
13.- Localización	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
14.- Manejo pre post cosecha	I	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
15.- Facilidad para el establecimiento del cultivo	II	S2	S2	S2	S2	S3	N	S3	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2
16.- Riesgo de salinidad alcalinidad	III	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
Clase aptitud		A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp	A2	Mp
Valor numérico (V.N.)		75	0	75	0	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	0

6.1.4.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).

Seguidamente se realiza la evaluación de los diferentes LEU para el LUT cultivo del Trigo.

* LEU A.1.1.- Suelos de las plataformas estructurales en regadío. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

La agrupación de las clases de Aptitud y los valores numéricos correspondientes, (VN), a cada unidad de evaluación, (EU), que caracterizan esta LEU A.1.1., se establece en el cuadro 6.44.

Cuadro 6.44. Clases de aptitud y valores numéricos de las EU que constituyen la LEU A.1.1.

Unidades de evaluación (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase de Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36: Xerorthent típico	A2	75
EU 37: Torriorthent xérico	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU, (VNL), corresponderá en éste caso a:

$$VNL = 75$$

El nivel de producción asignada en éste caso se sitúa en torno a los 5.100 kg/ha.

* LEU A.1.2.- Suelos de las plataformas estructurales en secano. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

En el cuadro 6.45., se establece la agregación de las unidades de Evaluación que describen esta LEU.

Cuadro 6.45. Agrupación de las unidades de evaluación que describen la LEU A.1.2.

Unidades de evaluación, (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36': Xerorthent típicos en seco	Nc	25
EU 37': Torriorthent xéricos en seco	Nc	25

En consecuencia, el valor numérico de evaluación correspondiente a ésta LEU A.1.2, viene determinado por:

$$VNL = 25$$

La producción que se estima para el mismo, es de 2.100 kg/ha.

* LEU A.2.1.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

La reunión de las EU que caracterizan ésta LEU A.2.1, se establece en el cuadro 6.46.

Cuadro 6.46. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU A.2.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 1: Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos.	A2	75
EU 2: Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profunda.	A2	75

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1, viene determinado por:

$$VNL = 75$$

La producción estimada a partir de las encuestas de campo, se sitúa en torno a los 5.100 kg/ha.

* LEU A.2.2.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en secano. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

La agrupación de las EU que constituyen ésta LEU A.2.2, se establece en el cuadro 6.47.

Cuadro 6.47. Unidades de evaluación que caracterizan la LEU A.2.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase de aptitud	Valor numérico (VN)
EU 1': Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos, en secano	Nc	25
EU 2': Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profundos, en secano	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1., viene determinado por:

$$VNL = 25$$

El nivel de producción asignado en ésta combinación LUT-LEU, es de 2.100 kg/ha.

* LEU B.1: Suelos de las vertientes en glacis. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Xerochrept fluvénticos y Natrixeralf típicos.

La agrupación de las EU que caracterizan la LEU B.1., se establece en el cuadro 6.48.

Cuadro 6.48. Unidades de evaluación, (EU), que caracterizan la LEU B.1.

Unidades de evaluación. (E.U.), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico. (VN)
EU 9: Xerofluvent típicos, fase no salina	A2	75
EU 10: Xerofluvent típicos, fase salina	Nc	25
EU 11: Xerorthent típicos, fase no salina	A2	75
EU 12: Xerorthent típicos, fase salina	Nc	25

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU B.1, se establece según:

$$VNL = 50$$

La producción asignada se sitúa en torno a los 3.700 kg/ha.

* LEU B.2.1.- Suelos de las otras vertientes en regadío: Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Terriorthent xéricos.

El conjunto de las EU que caracterizan ésta LEU B.2.1, se establece en el cuadro 6.49.

Cuadro 6.49. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU B.2.1.

Unidades de evaluación, (EU), de la LEU B.2.1	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 15: Xerorthent típicos, fase no salina	A2	75
EU 16: Xerorthent típicos, fase salina	A3	50
EU 17: Xerofluent típicos, fase no salina	A2	75
EU 18: Xerofluent típicos, fase salina	Nc	25

El valor numérico de evaluación que caracteriza ésta LEU B.2.1, corresponde en éste caso a:

$$VNL = 56,25$$

El nivel de producción estimado se sitúa en los 4.000 kg/ha.

* LEU C.1.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona alta, (huertas de Grañen y del Alcanadre). Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos.

El conjunto de EU que caracterizan ésta LEU C.1., queda descrito en el cuadro 6.50.

Cuadro 6.50. Unidades de Evaluación que describen la LEU C.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 23: Xerofluent típicos	A2	75
EU 24: Xerorthent típicos	A2	75

RESULTADOS Y DISCUSION

El valor numérico de evaluación de la LEU C.1. es en este caso:

$$VNL = 75$$

La producción que se le estima, se sitúa en torno a los 5.100 kg/ha.

* LEU C.2.- Suelos de la terraza del río Flumen. Zona centro, (La Rambla y la huerta de Poleñino). Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos.

Las EU que caracterizan esta LEU C.2., se describen en el cuadro 6.51.

Cuadro 6.51. Agrupación de las EU que describen la LEU C.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 25: Xerofluvent típicos	A2	75
EU 26: Xerorthent típicos	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU C.2. se sitúa en este caso en:

$$UNL = 75$$

El nivel de producción que se le asigna está en los 5.100 kg/ha.

* LEU C.3.- Suelos de la terraza fluvial del Flumen, zona Salobral de Poleñino. Torriorthent xéricos.

El cuadro 6.52. describe la clase de aptitud y el valor numérico correspondientes a la unidad de evaluación que describe esta LEU C.3.

Cuadro 6.52. EU que describen la LEU C.3.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 27: Torriorthent xéricos	A3	50

El valor numérico de evaluación de la LEU C.3., es en éste caso : VNL = 50

El nivel de producción asignado se sitúa en torno a los 3.700 KG/ha.

* LEU C.4.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona baja. Xerofluent típicos.

En el cuadro 6.53. se describe la unidad de evaluación, EU, que caracteriza a ésta LEU C.4.

Cuadro 6.53. Unidades de evaluación que caracterizan ésta LEU C.4.

Unidades de evaluación (EU), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 28: Xerofluent típicos, fase sódica	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU C.4., se sitúa en este caso en: VNL = 25

La producción asignada está situada en torno a 2.100 kg/ha.

* LEU D.1.- Unidad de suelos de los fondos en regadío. Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 6.54. agrupa las unidades de evaluación que caracterizan esta LEU D.1.

Cuadro 6.54. Unidades de Evaluación, (EU), que caracterizan la LEU D.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 29: Xerofluent típico, fase salina	Nc	25
EU 30: Xerofluent típico, fase no salina	A2	75
EU 31: Xerorthent típico, fase salina	Nc	25
EU 32: Xerorthent típico, fase no salina	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU D.1., se sitúa en éste caso en : $VNL = 50$ La producción que se asigna en base a las encuestas de campo para ésta combinación LUT-LEU es de 3.700 Kg/ha.

6.1.5.- LUT ARROZ.

6.1.5.1.- ATRIBUTOS CLAVE.

Los atributos clave que se consideran en el tipo de uso de la tierra, "Cultivo del Arroz", son los que muestra el cuadro 6.55.

Cuadro 6.55. Atributos clave considerados para el cultivo del arroz.

ATRIBUTOS CLAVE	LUT ARROZ.
Producto	Arroz en grano
Mercado	Nacional
Riego	Gravedad (Tablares)
Nivel tecnológico	Medio alto
Mecanización	Muy alta
Infraestructura	Media
Duración del cultivo	Anual
Prácticas del cultivo	Cultivo extensivo
Producción media	5-6.000 Kg/ha.
Impacto ambiental	Medio

6.1.5.2.- DESCRIPCION DEL TIPO DE UTILIZACION DEL TERRITORIO (LUT), ARROZ.

Este Lut, hace referencia al cultivo de arroz para grano, con destino a la industria alimenticia.

El riego lógicamente es por gravedad, y la aplicación de agua en las parcelas se efectúa en tablares. Las operaciones de cultivo, completamente mecanizadas, incluyen: labores, siembras, abonados, tratamientos fitosanitarios y recolección.

El propietario de la tierra, cultiva directamente sus parcelas, aunque también es común que se produzca aparcería.

Las operaciones de cultivo se efectúan con equipo propio, aunque para recolección se alquila equipo especializado.

RESULTADOS Y DISCUSION

El nivel tecnológico es medio-alto. Los aportes de fertilizantes nitrogenados y fosfopotásicos se realizan a estima del agricultor, así como los tratamientos fitosanitarios que incluyen la aplicación de herbicidas e insecticidas.

La infraestructura comercial es media, y el nivel de información del mercado es aceptable. Las producciones medias son de 5-6 Tm/ha.

Orden de labores efectuadas: cosecha (Noviembre); Fangueo; pase de cultivador; pase de rotovator; abonado (Abril); pase de cultivador, siembra (hasta 15 de Mayo).

Los problemas más importantes que presenta el cultivo y las soluciones que se adoptan son:

- Presencia de malas hierbas como la Echinochloa sp. para la que se realizan tratamientos con herbicidas como molinato a razón de 60 Kg/ha.

- Contra las algas, la solución a adoptar es el desecado de las parcelas.

- En cuanto a las plagas de lepidópteros que le afectan, se realizan tratamientos de Fenitrotión, tratándose solamente la 2ª generación a primeros de Agosto.

6.1.5.3.- REQUERIMIENTOS DEL USO DE TIERRA DE TIPO ECOLOGICO, LUT ARROZ.

a) Clima. (Requerimientos ambientales).

a.1) Periodo de crecimiento:

* Límite temperatura óptima durante la vida de la planta 20-37°C (Grist, 1.982).

* Temperatura óptima del agua de riego durante el crecimientos del arroz 28,5 a 32 °C.

a.2) Régimen de temperaturas:

* Germinación.-

* Periodo vegetativo; temperatura óptima 20-37°C.

* Floración.-

* Maduración.-

* Integral térmica; entre 1130^{°D} y 1500^{°D}.

a.3) Régimen de radiación:

Hay dos tipos de variedades, las sensibles y las no sensibles. Las sensibles florecen cuando la longitud del día disminuye.

b) Requerimientos físicos.

b.1) Profundidad de enraizamiento: suficiente con 50 cm.

b.2) Mejores texturas finas y pesadas.

b.3) Drenaje: favorables suelos imperfectamente drenados, o mal drenados.

b.4) Nivel freático: Tolerante, incluso hasta profundidades que rondan aproximadamente los 50 cm, para todo tipo de suelos.

b.5) Otros: El arroz tiene exigencias más precisas respecto al agua de riego que respecto al suelo.

c) Requerimientos químicos.

c.1) Abonados exigidos para producción 7000 kg/ha: 90-45-45, uF.

c.2) pH óptimo: 5,5 a 6,5, pero también se puede cultivar arroz de forma exitosa con pH mayores que 8.

c.3) Salinidad: La relación entre el porcentaje de pérdida de cosecha y la conductividad eléctrica del suelo, se establece en el cuadro 6.56.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 6.56. Relación entre salinidad del suelo y producción en el cultivo del Arroz, (Ayers, 1976).

Disminución de la producción (%)	0	10	25	50	100
C _{Ec} (ds/m)	3	4	5,1	7,2	11,5

c.4) Sodicidad: Tolerancia media ESP=20-40 (Pearson-1.960).

c.5) Micronutrientes: Influyen en el cultivo: Cn, Mb, Vn, Fe, Mg.

d) Requerimientos de agua.

* En algunas zonas asiáticas los requerimientos se sitúan entorno a los 1500 mm/campaña.

* En Louisiana y Texas (USA)- de 1200-1500 mm/anales.

* En California (USA) - de 1525 a 1830 mm/año.

* Se consideran para el área de trabajo unos requerimientos en torno a los 1500 mm/anales, Casterad *et al.*, (1991).

En el cuadro 6.57., se establece una gradación estimada de los requerimientos del LUT cultivo del Arroz.

Cuadro 6.57. Tabla de Requerimientos del cultivo. LUT ARROZ.

REQUERI.	ADECUADO	LIMITANTE LIGERO	LIMITANTE FUERTE	NO UTIL
1.- Clima				
Régimen T ^a .	--	--	--	--
Germinación	--	--	--	--
Periodo vegetativ	20-37 ^a C	10-20 ^a C	5-10 ^a C	<5 ^a C
Integral térmica.	1500 ^a D	1300 ^a D	1000 ^a D	<1000 ^a D

RESULTADOS Y DISCUSION

2.- Req. Físicos.				
Prof. enraizamiento.	50-70cm	50cm	25-50	<25
Drenaje	Pobremente drenado.	Imperfectamente drenado.	Mod/bien drenado.	Drenaje rápido.
N.F.	>0,7 m	0,4-0,7 m	0,2-0,4 m	<0,2 m
3.- Req. químicos				
NPK	90-45-45	70-35-35	50-20-20	40-15-15
pH	5,5-6,5	6,5-8,5	<6,5/>8,5	<6,5/>8,5
Salinidad	4-8	8-16	>16	>16
Sodicidad (SAR)	2-10	10-15	15-20	>20
4.- Req. de agua (mm)	1500	1200	700-1000	>700

6.1.5.4.- REQUERIMIENTOS, (CUALIDADES), DE LA TIERRA A CONSIDERAR PARA EL LUT ARROZ Y SU NIVEL DE IMPORTANCIA.

Los requerimientos, (cualidades), de la tierra, se agrupan en tres grupos:

- Muy importantes
- Importantes
- Poco importantes

* Cualidades consideradas como muy importantes son:

- Disponibilidad de agua para las plantas.
- Clima
- Disponibilidad de oxígeno para las plantas. (tipo de drenaje).

* Cualidades consideradas como importantes son:

- Posibilidades de enraizamiento.
- Potencial de mecanización.
- Facilidad para el establecimiento de los cultivos.
- Facilidad para el riego.
- Fertilidad química.

* Cualidades consideradas como poco importantes son:

- Riesgo de inundación.
- Riesgo de plagas y enfermedades.
- Facilidad para el laboreo.
- Localización.
- Manejo pre/post cosecha.
- Salinidad.
- Sodicidad.
- Riesgo de sal-sodicidad.

* Las producciones que se han considerado para cada nivel de utilidad de la tierra son las siguientes:

- Tierra altamente aceptable (S1) 5-7 Tm/ha
- Tierra moderadamente aceptable (S2) 4-5 Tm/ha
- Tierra marginalmente aceptable (S3) 2-4 Tm/ha

En el cuadro 6.58., se establece la importancia de las cualidades que se consideran así como los factores de diagnóstico que las componen.

Cuadro 6.58. Contenido e importancia de las cualidades que afectan al tipo de utilización de la tierra LUT Arroz.

Cualidades de la tierra.	Factores de diagnóstico.	Import. de los factores.	Import. de la cualidad.	Observaciones a considerar en cada cualidad.
1.- Clima	Per.Crec. Reg. T ^a . Radiación Vient/ped Otros	*** *** ** ** *	***	Es importante la temperatura del agua de riego, considerándose como óptima entre 8-13°C.
2.- Disp. de agua.	Bal. hídrico.	***	***	
3.- Pos. de enraizamiento.	Prof. efectiva, consistencia.	**	**	
4.- Ferti. química.	CIC pH M.O. CaCos	** ** ** *	**	
5.- Sali- nidad.	CEe	*	*	
6.- Sodi- cidad.	SAR/CEe	*	*	
7.- Disp. de Oxígeno.	Drenaje interno.	***	***	Son adecuados suelos de escaso drenaje.
8.- Riesgo de inundación	Posición geomorfo- lógica.	*	*	

RESULTADOS Y DISCUSION

9.- Riesgo de plagas y enfermedades.	Endemismos.	*	*	
10.- Facilidad para el riego.	Aspectos del riego.	**	**	
11.- Potencial de mecanización.	Tipo gradiente Consist. seco/húmedo.	**	**	
12.- Facilidad para el laboreo	Consistencia, estruct. M.O., textura, N.F.	*	*	Empleo de equipos de maquinaria exclusivos del cultivo.
13.- Localización.	Acceso a mercados.	*	*	Producto de buena calidad.
14.- Manejo pre/post cosecha.	Nivel manejo.	*	*	
15.- Facilidad para la estabilidad de los cultivos.	Estruct. consistencia, encrestamiento.	**	**	
16.- Riesgo de salinidad-alcalinidad.	N.F., SA72	*	*	

* Significación de los factores y cualidades:

- *** Muy Importante
- ** Importante
- * Poco Importante

El cuadro 6.59., muestra la Matriz Particular de Uso considerada para el LUT arroz en la presente evaluación.

Cuadro 6.59. Matriz Particular de Uso para el LUT Arroz.

Cualidades de la tierra	Factores de diagnóstico	S1	S2	S3	N	Impor. de la cualidad
1.- Clima	Periodo de crec.	2	2	3	3	***
	Reg. de T ^m .	2	2	3	3	
	Radiación.	1	2	2	2	
	Viento y pedris.	2	2	2	2	
2.- Disp. de agua para las plantas.	Balance hídrico.	1	1	2	3	***
3.-Posibilidades de enraizamiento.	Profundidad efectiva, consistencia.	3	3	4	5	**
4.- Fertilidad química.	CIC pH M.O. CaCO ₃	2	3	3	3	**
5.- Salinidad.	CEe	2	3/4	4	4	*
6.- Sodicidad.	SAR, CEe	3	4	5	5	*

RESULTADOS Y DISCUSION

7.- Disponibilidad de oxígeno.	Drenaje interno.	3	2	2/1	1	***
8.- Riesgo de inundación	Posición paisaje.	1	2	2	3	*
9.- Riesgo de plagas y enfermedades.	Estimación del riesgo.	2	2	3	3	*
10.- Facilidad para el riego.	Aspectos del riego.	4	3	2	1	**
11.-Potencial de mecanización.	Tipo de gradiente, consistencia, tamaño parcela.	2	2	3	3	**
12.- Facilidad para el laboreo.	Consistencia, estructura, M.O., TXT, N.F.	2	2	3	3	*
13.- Localización.	Acceso a mercados.	2	2	3	3	*
14.- Manejo pre/post cosecha.	Nivel de manejo.	2	2	3	3	*
15.- Facilidad para el establecimiento de los cultivos.	Estructura, consistencia, encostramiento.	2	2	3	3	**

RESULTADOS Y DISCUSION

16.- Riesgo de salinidad/ alcalini.	SAR, nivel freático.	2	2	3	3	*
--	-------------------------	---	---	---	---	---

6.1.5.5.- ASIGNACION DE LAS CLASES DE APTITUD Y EL VALOR NUMERICO CORRESPONDIENTE, (VN), A CADA UNIDAD DE EVALUACION, (EU).

A partir del cruce entre los datos de la matriz general de tierras, (MGT), y los datos de la matriz particular de uso, (MPU), correspondiente al LUT Arroz, se obtienen los diferentes niveles o clases de utilidad de cada unidad de evaluación, EU, para cada cualidad de la tierra, LQ. Los niveles o clases de aptitud, se obtienen a partir de los niveles o clases de utilidad en el cuadro 6.60.

Cuadro 63C. Asignación de las clases de aptitud para el LUP cultivo del arroz y las unidades de evaluación

	1	1'	2	2'	9	10	11	12	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	36	36'	37	37'
Reporte-cia de la cualidad																										
1.-Clase	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2.-Disponibilidad de agua	N	N	N	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	N	N	N
3.-Posibilidad de enraizamiento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	N	N	N
4.-Fertilidad química	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5.-Salinidad	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6.-Sedictidad	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7.-Disponibilidad de oxígeno	III	N	N	N	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8.-Riesgo de inundación	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9.-Riesgo de plagas y enfer.	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10.-Facilidad para el riesgo	II	S2	---	S2	---	S3	S2	S3	S3	S2	S3	S2	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	---	---	S3	---
11.-Pot. de arcentización	II	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12.-Facilidad de laboreo	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13.-Localización	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14.-Manejo pre post cosecha	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15.-Facilidad para el establecimiento del cultivo	II	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16.-Riesgo de salinidad alcalinidad	I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Clase aptitud	Mc	Mc	Mc	Mc	A3	A2	A3	A2	A2	A2	A3	A2	A3	A3	A2	A2	A2	Mc	A2	A2	A2	Mc	Mc	Mc	Mc	Mc
Valor Numérico	25	0	25	0	50	75	50	75	75	75	50	75	50	50	75	75	75	75	100	75	75	25	0	25	0	

6.1.5.6.- ASIGNACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE EVALUACION PARA CADA LEU, (VNL).

Seguidamente se realiza la evaluación de las diferentes LEU para el LUT cultivo del Arroz:

* LEU A.1.1.- Suelos de las plataformas estructurales en regadío. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

La agrupación de las clases de Aptitud y los valores numéricos correspondientes, (VN), a cada unidad de evaluación, (EU), que caracterizan ésta LEU A.1.1., se establece en el cuadro 6.61.

Cuadro 6.61. Clases de aptitud y valores numéricos de las EU que constituyen la LEU A.1.1.

Unidades de evaluación (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase de Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36: Xerorthent típico	Nc	25
EU 37: Torriorthent xérico	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU, (VNL), corresponderá en éste caso a:

$$VNL = 25$$

En cuanto al nivel de producción asignado, decir, que no se permite, por la comunidad de regantes, el cultivo de arroz en esta LEU por motivos de excesivo gasto de agua.

* LEU A.1.2.- Suelos de las plataformas estructurales en secano. Asociación de Xerorthent típicos y Torriorthent xéricos con inclusiones de Torriorthent líticos.

En el cuadro 6.45., se establece la agregación de las unidades de Evaluación que describen ésta LEU.

Cuadro 6.45. Agrupación de las unidades de evaluación que describen la LEU A.1.2.

Unidades de evaluación, (E.U.), que caracterizan esta LEU.	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 36': Xerorthent típicos en secano	Np	0
EU 37': Torriorthent xéricos en secano	Np	0

En consecuencia, el valor numérico de evaluación correspondiente a ésta LEU A.1.2, viene determinado por:

$$VNL = 0$$

No es posible el LUT arroz, sobre esta LEU.

* LEU A.2.1.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

La reunión de los EU que caracterizan ésta LEU A.2.1, se establece en el cuadro 6.63.

Cuadro 6.63. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU A.2.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 1: Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos.	Nc	25
EU 2: Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profunda.	Nc	25

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1, viene determinado por:

$$VNL = 25$$

Al igual que sucede con la LEU A.1.1, tampoco se permite la instauración de arroz sobre ésta LEU A.2.1.

* LEU A.2.2.- Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en secano. Consociación de Xerochrept calcixeróllicos con inclusiones de Xerochrept petrocálcicos, Calciorthid xeróllicos y Paleorthid xeróllicos.

La agrupación de las EU que constituyen ésta LEU A.2.2, se establece en el cuadro 6.64.

Cuadro 6.64. Unidades de evaluación que caracterizan la LEU A.2.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase de aptitud	Valor numérico (VN)
EU 1': Xerochrept calcixeróllicos, fase muy profundos, en secano	Np	0
EU 2': Xerochrept calcixeróllicos, fase moderadamente profundos, en secano	Np	0

El valor numérico de evaluación de la LEU A.2.1., viene determinado por:

$$VNL = 0$$

No es posible el cultivo del arroz en esta LEU.

* LEU B.1: Suelos de las vertientes en glacis. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Xerochrept fluvénticos y Natrixeralf típicos.

La agrupación de las EU que caracterizan la LEU B.1., se establece en el cuadro 6.65.

Cuadro 6.65. Unidades de evaluación, (EU), que caracterizan la LEU B.1.

Unidades de evaluación. (E.U.), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico, (VN)
EU 9: Xerofluvent típicos, fase no salina	A3	50
EU 10: Xerofluvent típicos, fase salina	A2	75
EU 11: Xerorthent típicos, fase no salina	A3	50
EU 12: Xerorthent Típicos, fase salina	A2	75

En consecuencia, el valor numérico de evaluación de la LEU B.1, se establece según:

$$VNL = 62,5$$

La producción asignada se sitúa en torno a los 5.500 kg/ha.

* LEU B.2.1.- Suelos de las otras vertientes en regadío: Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con inclusiones de Natrixeralf típicos, Xerochrept calcixeróllicos y Torriorthent xéricos.

El conjunto de las EU que caracterizan ésta LEU B.2.1, se establece en el cuadro 6.66.

Cuadro 6.66. Unidades de Evaluación que caracterizan la LEU B.2.1.

Unidades de evaluación, (EU), de la LEU B.2.1	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 15: Xerorthent típicos, fase no salina	A2	75
EU 16: Xerorthent típicos, fase salina	A2	75
EU 17: Xerofluvent típicos, fase no salina	A3	50
EU 18: Xerofluvent típicos, fase salina	A2	75

El valor numérico de evaluación que caracteriza esta LEU B.2.1, corresponde en éste caso a:

$$VNL = 68,75$$

El nivel de producción estimado se sitúa en torno a los 5.600 kg/ha.

* LEU C.1.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona alta, (huertas de Grañen y del Alcanadre). Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos.

El conjunto de EU que caracterizan esta LEU C.1., queda descrito en el cuadro 6.67.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 6.67. Unidades de Evaluación que describen la LEU C.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 23: Xerofluent típicos	A3	50
EU 24: Xerorthent típicos	A3	50

El valor numérico de evaluación de la LEU C.1. es en este caso:

$$VNL = 50$$

La producción que se le estima, se sitúa en torno a los 5.000 kg/ha.

* LEU C.2. - Suelos de la terraza del río Flumen. Zona centro, (La Rambla y la huerta de Poleñino). Asociación de Xerofluent típicos y Xerorthent típicos.

Los EU que caracterizan ésta LEU C.2., se describen en el cuadro 6.68.

Cuadro 6.68. Agrupación de las EU que describen la LEU C.2.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 25: Xerofluent típicos	A2	75
EU 26: Xerorthent típicos	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU C.2. se sitúa en este caso en:

$$UNL = 75$$

El nivel de producción que se le asigna está en los 5.800 kg/ha.

RESULTADOS Y DISCUSION

* LEU C.3.- Suelos de la terraza fluvial del Flumen, zona Salobral de Poleñino. Torriorthent Xéricos.

El cuadro 6.69. describe la clase de aptitud y el valor numérico correspondientes a la unidad de evaluación que describe este LEU C.3.

Cuadro 6.69. EU que describen la LEU C.3.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 27: Torriorthent Xéricos	Nc	25

El valor numérico de evaluación de la LEU C.3., es en éste caso :

$$VNL = 25$$

El nivel de producción asignado se sitúa en torno a los 4.000 kg/ha.

* LEU C.4.- Suelos de la terraza del río Flumen, zona baja. Xerofluvent típicos.

En el cuadro 6.70. se describe la unidad de evaluación, EU, que caracteriza a ésta LEU C.4.

Cuadro 6.70. Unidades de evaluación que caracteirzan esta LEU C.4.

Unidades de evaluación (EU), que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 28: Xerofluvent típicos, fase sódica	A2	75

RESULTADOS Y DISCUSION

El valor numérico de evaluación de la LEU C.4., se sitúa en este caso en:

$$\text{VNL} = 75$$

La producción asignada está situada en torno a 5.800 kg/ha.

* LEU D.1.- Unidad de suelos de los fondos en regadio. Asociación de Xerofluvent típicos y Xerorthent típicos con indicios de Natrixeralf típicos, Torriorthent xéricos y Xerochrept acuicos.

El cuadro 6.71. agrupa las unidades de evaluación que caracterizan esta LEU D.1.

Cuadro 6.71. Unidades de Evaluación, (EU), que caracterizan la LEU D.1.

Unidades de evaluación que constituyen esta LEU	Clase Aptitud	Valor numérico (VN)
EU 29: Xerofluvent típico, fase salina	A1	100
EU 30: Xerofluvent típico, fase no salina	A2	75
EU 31: Xerorthent típico, fase salina	A2	75
EU 32: Xerorthent típico, fase no salina	A2	75

El valor numérico de evaluación de la LEU D.1., se sitúa en éste caso en :

$$\text{VNL} = 81,25$$

La producción que se asigna en base a las encuestas de campo para ésta combinación LUT-LEU es de 6.000 kg/ha.

6.1.6.- RESULTADOS EN LA APLICACION DEL METODO DEL VALOR INDICE MODIFICADO, (BOIXADERA & PORTA, 1991).

Como ya se ha comentado en el capítulo dedicado a material y métodos, la aplicación de un Valor Indice a cada una de las Unidades de Evaluación de Tierras que se consideran, (LEU), responde a la necesidad de asignar un valor de potencialidad agrícola a los diferentes suelos del área.

Si bien es posible la aplicación del Valor Indice con fines catastrales, no es éste el objetivo del presente Proyecto de Investigación, sino el de su uso en el establecimiento de una gradación del potencial de rentabilidad de los diferentes suelos, en el contexto de su competitividad y en el del establecimiento de unas prioridades a la hora de aplicar las medidas de acompañamiento dictadas por la Unión Europea en referencia al abandono de suelo agrícola.

El cuadro 6.72., muestra los Valores Indice asignados a las LEU, así como los Valores Numéricos de Evaluación, (VNL), de cada LEU para cada LUT.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 6.72. Valores Índice asignados a las LEU, y su relación con los Valores Numéricos de Evaluación, (VNL), asignados para cada combinación LEU-LUT.

LEU	V.N.L. LUT MAIZ	V.N.L. LUT ALFALFA	V.N.L. LUT TRIGO	V.N.L. LUT ARROZ	VALOR INDICE MODIFI.
A.1.1.	37,50	75	75	25	53,13
A.1.2.	0	0	25	0	6,25
A.2.1.	75	75	75	25	62,5
A.2.2.	0	0	25	0	6,25
B.1.	43,75	50	50	62,5	51,56
B.2.1.	37,50	37,50	56,25	68,75	50
C.1.	75	75	75	50	68,75
C.2.	75	62,5	75	75	71,88
C.3.	25	25	25	25	25
C.4.	25	25	50	75	43,75
D.1.	25	43,8	50	81,25	50

En consecuencia, y para la totalidad de LUT considerados, la gradación, de máximo a mínimo potencial económico de las LEU es el que sigue:

- 1.- LEU C.2.
- 2.- LEU C.1.
- 3.- LEU A.2.1.
- 4.- LEU A.1.1.
- 5.- LEU B.1.
- 6.- LEU D.1 y LEU B.2.1.
- 7.- LEU C.4.
- 8.- LEU C.3.
- 9.- LEU A.1.2. y LEU A.2.2.

Así pues, el primer y segundo puestos, los ocupan los suelos de las terrazas del río Flumen en las zonas alta y média, así como las huertas del Alcanadre. El segundo y tercer

lugar los ocupan respectivamente, los suelos sobre plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos en regadío y aquellos sobre las estructurales, también en regadío. Los puestos quinto y sexto son ocupados por los suelos en vertientes y fondos, los séptimos y octavos por suelos de la terraza del río Flumen con graves problemas de salinidad-sodicidad, y en último lugar se sitúan aquellas LEU de secano.

Dado que el LUT arroz puede originar graves problemas de degradación del recurso suelo a medio y largo plazo, se considera de interés el realizar una evaluación paralela sin considerar éste LUT.

El objetivo pues, de ésta nueva evaluación, sería el de obtener una gradación del potencial productivo de los suelos sin peligro de pérdida del recurso suelo a medio y largo plazo, cuadro 6.73.

Cuadro 6.73. Valor Índice asignado a las diferentes LEU sin considerar el LUT Arroz.

LEU	VALOR INDICE MODIFICADO
A.1.1.	62,5
A.1.2.	8,33
A.2.1.	75
A.2.2.	8,33
B.1.	47,92
B.2.1.	43,75
C.1.	75
C.2.	70,83
C.3.	25
C.4.	33,3
D.1	39,6

En éste caso, la gradación del potencial económico de los suelos sería:

- 1.- LEU A.2.1 y C.1.
- 2.- LEU C.2
- 3.- LEU A.1.1.
- 4.- LEU B.1.
- 5.- LEU B.2.1.
- 6.- LEU D.1.
- 7.- LEU C.4.
- 8.- LEU C.3.
- 9.- LEU A.1.2. y A.2.2.

Así pues, para ésta segunda evaluación, que no considera el LUT arroz, los primeros puestos los ocupan los suelos de huertas de las zonas altas y medias y aquellos sobre plataformas estructurales con sedimentos detríticos gruesos. En tercer lugar aparecen las plataformas estructurales regadas, mientras que en cuarto y quinto lugar aparecen los suelos sobre vertientes. La sexta plaza es ocupada por los suelos de los fondos, mientras que la séptima y la octava pertenece a aquellos suelos de huerta del tramo final del río Flumen y del Salobral de Poleñino. Los suelos de secano, ocupan de nuevo el último puesto en potencialidad agrícola.

En cuanto al establecimiento de los usos favorables para cada LEU y en base a la primera evaluación, puesto que es la que describe la situación actual del área de estudio, se obtiene el cuadro 6.74. En la realización de dicho cuadro, se tiene en cuenta el hecho de que se ha obtenido mediante encuestas que el orden de rentabilidad de los diferentes cultivos es:

- 1.- Alfalfa/Arroz
- 2.- Maiz
- 3.- Trigo

Cuadro 8.74. Usos con la mayor aptitud para las distintas LEU entre los 4 LUT considerados.

LEU	APTITUD ACTUAL
A.1.1.	Alfalfa / Trigo
A.1.2.	Trigo
A.2.1.	Alfalfa / Maiz/ Trigo
A.2.2.	Trigo
B.1.	Alfalfa/ Arroz/ Trigo
B.2.1.	Arroz/ Trigo
C.1.	Alfalfa / Maiz/ Trigo
C.2.	Arroz / Maiz/ Trigo
C.3.	Arroz
C.4.	Arroz/ Trigo
D.1.	Arroz

6.2.- RESULTADOS EN LA INTEGRACION EN EL SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL.

Los resultados que constituyen ésta parte del Proyecto de Investigación, consisten en los mapas que se presentan, obtenidos mediante la impresión gráfica de las diferentes coberturas digitalizadas.

Se presentan un total de cuatro mapas, todos ellos a escala 1/50.000, que son los siguientes:

- 1.- Infraestructuras de la zona y sectores de riego.
- 2.- Unidades de Suelos, o Unidades de Evaluación de Tierras, (LEU).
- 3.- Mapa de Evaluación, aplicación Valor Índice modificado.
- 4.- Mapa tentativo de aptitud acutual en relación con los LUT considerados.

6.2.1.- SUPERFICIACION DEL MAPA DE UNIDADES DE SUELOS.

El cuadro 6.75. establece la relación entre las distintas unidades de suelos y su superficie.

Cuadro 6.75. Unidades de suelos y la superficie que ocupan.

UNIDADES DE SUELOS	SUPERFICIE (ha)
A.1.1.	1159
A.1.2.	162
A.2.1.	5057
A.2.2.	242
B.1.	2975
B.2.1.	10708
C.1.	815
C.2.	577
C.3.	87
C.4.	343
D.1.	3708
D.2.	8

6.2.2.- SUPERFICIACION DEL MAPA DE EVALUACION DE TIERRAS.

El cuadro 6.76. establece los Valores Indice de las diferentes tierras y la superficie que ocupan.

Cuadro 6.76. Valores de la evaluación de tierras y la superficie que ocupan.

VALOR INDICE MODIFICADO	SUPERFICIE (ha)
6	404
25	87
43	343
50	14414
51	2975
53	1159
62	5075
68	815
71	577

6.2.3.- SUPERFICIACION DEL MAPA DE APTITUD ACTUAL.

En el cuadro 6.77., se establecen las superficies de las distintas unidades de aptitud actual para los LUT considerados.

APTITUD ACTUAL	SUPERFICIE (ha)
Alfalfa/Trigo	1159
Trigo	404
Alfalfa/Maiz/Trigo	5872
Alfalfa/Arroz/Trigo	2975
Arroz/Trigo	11049
Arroz/Maiz/Trigo	577
Arroz	3794

7.- CONCLUSIONES.

1.- La realización de una evaluación de tierras aplicando el método FAO 1976, precisa de una cartografía a escala detallada, (E= 1/20.000), para que de una forma más simple que la que se lleva a término en el presente Proyecto de Investigación, permita obtener unos resultados más precisos y aplicables a nivel de explotación agraria individual o parcela.

2.- Para poder hacer un uso práctico de la presente evaluación, al nivel de detalle que exigiría una aplicación catastral o de evaluación del potencial competitivo a nivel de parcela, se hace necesario la realización en un futuro de un trabajo complementario de cartografía de suelos que permita identificar los límites de las Unidades de Evaluación, (EU), y su conversión en Unidades de Evaluación del Territorio, (LEU).

3.- Las Unidades de Evaluación, (EU), consideradas para el área estudiada se dividen en cuanto a sus características en dos grandes universos:

a) Unidades de Evaluación constituidas por suelos con fases salinas, salino-sódicas o sódicas, que presentan problemas de infiltración insuficiente, sofusión y estrés hídrico, a los que se les asigna clases o niveles de aptitud A3 y Nc, (excepto en el caso del LUT Arroz).

b) Unidades de Evaluación con suelos sin problemas de salinidad-sodicidad cuyas valoraciones en cuanto a clase o nivel de aptitud se sitúan generalmente en A2. El hecho de que en ninguna Unidad de Evaluación perteneciente a éste grupo se llegue al nivel de Aptitud A1, se debe al bajo nivel de fertilidad de los suelos del área de estudio, cuyos factores limitantes más importantes dentro de ésta fertilidad son la falta de Materia Orgánica y pH excesivamente elevados.

Los únicos suelos con un nivel de fertilidad alto y sin problemas de salinidad-sodicidad, son los correspondientes a las EU 23 y 24, pertenecientes a la LEU C.1. "Suelos de la terraza del río Flumen. Zona alta, (huertras de Grañén y del Alcanadre)", y la EU 25 correspondiente a la LEU C.2. " Suelos de la terraza del río Flumen. Zona central", los cuales no

pueden ser evaluados como A1 debido a que la pequeña superficie de las explotaciones, condiciona su potencial de mecanización.

4.- Los datos obtenidos a partir de las encuestas de campo en cuanto a producción de los diferentes LUT para cada EU, corroboran también el hecho de la no posibilidad de diferenciar de forma genérica entre las clases de aptitud A1 y A2.

5.- La consideración del LUT Arroz en la evaluación, tiene el efecto de aumentar los Valores Índice de las LEU considerados como "peores", y de disminuir los de aquellos considerados "mejores". En consecuencia, se produce una amortiguación de las diferencias entre los suelos con un mayor potencial productivo para otros cultivos y aquellos con uno menor.

6.- Tanto si se considera el LUT Arroz en la evaluación, como no considerándolo, las prioridades para los diferentes LEU del área estudiada, en cuanto a la aplicación de las medidas de acompañamiento dictadas por la Unión Europea y referentes al cese del uso agrario de suelos, se establecen de la siguiente forma:

a) Suelos en secano:

LEU A.1.2. Suelos de las plataformas estructurales.

LEU A.2.2. Suelos de las plataformas residuales con sedimentos detríticos gruesos.

b) LEU C.3. Suelos de la terraza del río Flumen. Zona Salobral de Poleñino.

c) LEU C.4. Suelos de las huertas de la parte baja del Flumen.

d) LEU D.1. Suelos de los fondos.

7.- En el mapa de aptitud actual, (mapa 4 de los Anejos), se establece que sobre un total de aproximadamente 15.000 ha se puede extender el cultivo del arroz. Si se compara esta cifra con las 2.800 ha del año 1993, es de preveer un incremento en el consumo de agua de riego en el área. Este

incremento del consumo hídrico, no solamente está relacionado con una mayor extensión del cultivo, sino que al establecerlo en suelos de vertiente, (con un drenaje superior que en los fondos), provoca un incremento del consumo, pasando éste de ser de 15.000 m³/ha y ciclo a situarse en el intervalo 17.000-20.000 m³/ha y ciclo. A la problemática anterior, debe unirse el hecho de que la infraestructura de riego y transporte de agua no permite el paso de los caudales previsiblemente requeridos.

8.- La escala a la que se considera se obtiene un rendimiento máximo de los S.I.T., es aquella que permite a nivel de parcela, el cruce entre la información gráfica catastral, (ya digitalizada), y la procedente de teledetección, es decir, escalas entre 1/5.000 y 1/10.000.

8.- BIBLIOGRAFIA.

- ALBERTO, F., J. MACHIN & ARAGÜES (1993): "Razones y distribución espacial de la salinidad de los suelos y aguas superficiales de la cuenca del Ebro". Seminario "El sistema integrado del Ebro". Barcelona, 23-15 Febrero, 100pp.

- ALBERTO, F. et al. (1984): "El Cuaternario en la Región Aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes". Universidad de Zaragoza-Estación experimental de Aula Dei. Zaragoza.

- ARAGÜES, R. (1986): "Calidad del agua y efectos sobre el suelo." Diputación General de Aragón. Zaragoza.

- AYERS, R. S. & D. W. WESTCOTT (1976): "Laboratory studies on salt distribution in furrow irrigated soil with special reference to the pre-emergence period". Soil Sci., 83:249-263.

- BENAMI, A. & A. OFEN (1983): "Irrigation on engineering". Irrigation Engineering Publications, (IESP), Haifa, (Israel), with III C, 257 pp.

- BERNSTEIN, L. (1974): "Crop growth and salinity". In VAN SCHILFAARDE, J. (Ed) Drenaige for Agriculture: 39-54. ASA, Madison Wis.

- BETRAN, J. (1986): "Mejora de los suelos de la finca Ponpenillo (280 ha) situada en Grañén, (Huesca). Viabilidad técnica y económica". PFC ETSEA Lleida.

- BOIXADERA, J. & J.M. VILLAR (1987): "Zona regable del canal de Urgell: procesos de sodificación".

-
- BOIXADERA, J. et al. (1989): "Cartografía de sòls de l'Àrea regable dels canals d'Urgell. Ed. Draft. D.A.R.P. Barcelona.

 - BOIXADERA, J. et al. (1989). "Cartografía de suelos semiáridos de regadío: Área regable de los canales de Urgell (Lleida)". D.M.C.S.-U.P.C. & S.E.C.S. Lleida.

 - BOIXADERA, J. & J. PORTA (1991): "Información de Suelos y Evaluación Catastral. Método del Valor Índice". Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid. 151 pp.

 - BRESLER, E., B.L. McNEAL & D.L. CARTER (1982): "Saline and sodic soils". Advanced Series in Agricultural Sciences, 10. Edit. Springer-Verlag, Heidelberg, Tokio, New York, 236 pp.

 - CASALLO, A. (1963): "La Alfalfa". Hojas divulgadoras, número 10-63. Dirección General de Capacitación y Propaganda. 20 pp.

 - CASTERAD M.A., J. HERRERO Y P.M. BARBOSA, (1991): "Los Arrozales del regadío de Flumen, (Huesca), estudiados con LANDSAT T.M." Unidad de suelos y riegos. SIA. Diputación General de Aragón. Zaragoza.

 - CBDSA, SINEDARES (1983): "Manual para la descripción codificada de suelos en el campo". MAPA. Madrid. 137 pp.

 - DEL POZO IBÁÑEZ, (1983): "La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento". 3 edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 380 pp.

 - DE LEON, A.; FORTEZA, V.; FORTEZA, M.; LATORRE, S.; MAZA, E. (1976): "Caracterización Agroclimática de la Provincia de Huesca". Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 118pp.

BIBLIOGRAFIA

- DOOREMBOS Y W.O. PRUITT, (1988): "Las necesidades de agua de los cultivos". Estudio FAO de riego y drenaje núm. 24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- E.S.R.I., (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE), (1991): "Understanding GIS. The ARC/INFO metod". Redlans, C.A., USA.
- FACI, J.M. & A. MARTINEZ-COB, (1991): "Cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón". Ed. Departamento de Agricultura y Montes. Diputación General de Aragón. Zaragoza. 115 pp.
- FACI J.M. & A. MARTINEZ-COB, (1992): "Necesidades de riego de los cultivos en Aragón". Surcos de Aragón, núm. 27:13-20.
- FAO (1976): "Esquema para la Evaluación de Tierras". Boletín de Suelos FAO núm. 32, Roma.
- FERRER, P. (1982): "Apuntes para un cursillo de riego localizado". Servei d'extencio Agraria. Generalitat de Catalunya. Reus. 144pp.
- FORTEZA, M. (1985): "Caracterización Agroclimática de la Provincia de Teruel. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 118 pp.
- GOLDBERG, D. GORNAT, B. & D. RIMON, (1976): "Drip Irrigation, Principles, desing and agricultural practices. Drip Irrigation Scientific publications. Israel. 298 pp.
- GRIST, D.H. (1982): "Arroz". Compañía Editorial Continental, S.A. 1 Edición en Español. Mexico.

- HERRERO, J. (1982): "Salinidad del suelo en salobrales de Monegros y Somontano Oscense como condicionante de la vegetación". Instituto Fernando El Católico. Zaragoza, 50 pp.
- HERRERO, J. (1987): "Tendencias de salinidad en suelos del sistema de riegos Monegros-Flumen". SMAGUA. Zaragoza. 413-421.
- HERRERO, J. & PORTA, J. (1990): "Aridisols of Spain". Proceedings of the Sixth International Soil Correlation Meeting. (VI ISCOM). Montana, Idaho and Wyoming, USA, and Saskatchewan, Canada.
- HERRERO, J., R. RODRIGUEZ Y J. PORTA (1989): "Colmatación de drenes en suelos afectados por salinidad". Institución Fernando El Católico. Zaragoza. 133pp.
- HIDALGO MAYNAR, F. (1967): "El cultivo de la Alfalfa en España. Factores técnicos y económicos. Primeras jornadas Nacionales sobre Alfalfa. Zaragoza:7-26.
- ILACO S.A. (1975): "Proyecto de dos fincas piloto de desalinización en las zonas regables de Flumen y Monegros (Huesca)". Ministerio de Agricultura. Madrid.
- INYPSA (1975). "Estudio de suelos de la 1a y 2a Partes de la zona regable del Flumen, (Huesca)". Ministerio de Agricultura. Madrid.
- JARAUTA, E. (1989): "Modelos matemáticos de régimen de humedad de los suelos. Aplicación a la determinación de la humedad de los suelos del Area Meridional de Lleida". Tesis Doctoral, ETSII Barcelona. 181pp + anejos.

- LOPEZ-ACEVEDO, M. & J. PORTA. (1986): "La salinidad como condicionante de los cultivos" En Herrero (Ed): "Salinidad en los suelos: Aspectos de su incidencia en los regadíos de Huesca". DGA Zaragoza.
- LLANOS, M. (1984): "El maíz, su cultivo y aprovechamiento". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 318 pp.
- MARTINEZ CASASNOVAS, J.A. (1989): "Proyecto de saneamiento de los suelos de la finca Carto Medio, de 41 ha en Montesusin, (Huesca)". PFC ETSEA Lleida.
- M.A.P.A. (1993): "Precios Agrarios Comunes. Campaña 93/94". Ed. MAPA, Secretaria General Técnica. Madrid. 417 pp.
- M.A.P.A. (1993): "La nueva Política Agraria Común". 2 Edición. MAPA, Secretaria General Técnica. Madrid. 751pp.
- MENSUA, S. & J. IBANEZ, (1977): "Terrazas y glacis del centro de la depresión del Ebro." Tercera Reunión Nacional, Grupo de Trabajo del Cuaternario, 1:188 pp.
- M.O.P.T., (1991): "Mapa Topográfico Nacional de España; Escala 1/25.000." Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 1 Edición. Madrid.
- NOGUES, J. (1991): "Estudio a nivel de reconocimiento, (E:1/100.000) de los suelos regados por el canal del Flumen, (Huesca). T.F.C. ETSEA Lleida.
- PEARSON, G.A. (1960): "Tolerance of crops to exchangeable sodium". USDA. Int. Bull, nº 216, 4p.

-
- ROQUERO, C. Y J. PORTA (1986): "Agenda de campo para el estudio del suelo". ETSIA. UPM. Madrid.

 - RUBIES, C., C CHICO & J. BOIXADERA (1990): "Mapa de sòls detallat (E 1/25000) de l'area regable d'Aldea-Camarles (Baix Ebre). Ed. Draft.

 - SOCINCO (1974): "Estudio de recuperación de los suelos afectados por salinidad en las zonas regables del Flumen y Monegros". Ministerio de Agricultura. Madrid.

 - S.M.S.S. (1985): "Criterios para el uso de taxonomia de suelos en la denominación de unidades cartográficas". Washington D.C. USA.

 - S.S.S (1975): "Soil Taxonomy agriculture handbook". Núm. 436, Soil Conservation Service, USDA.

 - S.S.S. (1987/1990): "Keys to soil Taxonomy". SMSS Tech. Mon., New York. 280 pp.

 - TOLOSA, M., (1990): "El cultivo del Arroz". Informaciones técnicas. 1/90. Diputación General de Aragón.

 - USDA (1983): "National Soil Handbook". Soil Conservation Service.

 - VIGUERA, R. (1990): "Translocación de sólidos y colmatación de drenes. Estudio experimental en suelos sódico-salinos del sistema Flumen-Monegros. PFC. ETSEA Lleida.

 - VILLAR, J.M. et al. (1987): "Catàleg de sòls de la circumscripció de Barcelona: Sant Boi de Llobregat". Servey d'Agricultura i Ramaderia. Diputació de Barcelona.

-
- PORTA, J., M. LOPEZ-ACEVEDO & R. RODRIGUEZ, (1986): "Técnicas y experimentos en edafología." C.O.I.A.C. Barcelona, 283 pp.

 - PORTA, J., J. HERRERO & S. LATORRE, (1986): "Evaluación de suelos para riego: criterios y problemática en los regadíos de Huesca". Diputación General de Aragón. Zaragoza.

 - PORTA, J., S. CASTROVIEJO & M. LOPEZ-ACEVEDO (1990): "Diagnosis of salinization and alkalinization levels in Spanish salt-affected soils by means Halophytic Community studies" Int. Syp. Salt-Affected Soils. Karnal (India):29-47.

 - PURNELL, M.F. (1986): "Aplication of de FAO framework for land evaluation for conservation and land use planning in sloping area: potentials and constraints". en Siderius (Ed.):17-31.

 - QUIRANTES, J. (1978): "Estudio sedimentológico y estratigráfico del terciario continental de los Monegros". Institución Fernando El Católico. 200pp.

 - RODRIGUEZ VIDAL, (1986): "Geomorfología de las sierras exteriores oscenses y su piedemonte". Ins. de Estudios Altoaragoneses. 172pp.

 - RODRIGUEZ, R., J. PORTA & J. HERRERO (1988): "Micromorphological assesment of drain siltation risk indexes in a Saline-Sodic soil in Monegros area, (Spain)". Proc. International Working Meeting on Soil Micromorphology, S. Antonio, Texas.

 - RODRIGUEZ, R., J. HERRERO & J. PORTA, (1986). "Suelos de regadío con drenaje enterrado". D.M.C.S.-U.P.C. & S.E.C.S. Lleida. 84pp.

- RODRIGUEZ OCHOA, R. (1990): Comunicaciones personales.
- RODRIGUEZ OCHOA, R. (1991): Comunicaciones personales.
- RODRIGUEZ OCHOA, R. (1993): Comunicaciones personales.
- ROQUERO, C. Y J. PORTA (1986): "Agenda de campo para el estudio del suelo". ETSIA. UPM. Madrid.
- RUBIES, C., C CHICO & J. BOIXADERA (1990): "Mapa de sòls detallat (E 1/25000) de l'area regable d'Aldea-Camarles (Baix Ebre). Ed. Draft.
- SOCINCO (1974): "Estudio de recuperación de los suelos afectados por salinidad en las zonas regables del Flumen y Monegros". Ministerio de Agricultura. Madrid.
- S.M.S.S. (1985): "Criterios para el uso de taxonomia de suelos en la denominación de unidades cartográficas". Washington D.C. USA.
- S.S.S (1975): "Soil Taxonomy agriculture handbook". Núm. 436, Soil Conservation Service, USDA.
- S.S.S. (1987/1990): "Keys to soil Taxonomy". SMSS Tech. Mon., New York. 280 pp.
- TOLOSA, M., (1990): "El cultivo del Arroz". Informaciones técnicas. 1/90. Diputación General de Aragón.
- USDA (1983): "National Soil Handbook". Soil Conservation Service.
- VIGUERA, R. (1990): "Translocación de sólidos y colmatación de drenes. Estudio experimental en suelos sódico-salinos del

sistema Flumen-Monegros. PFC. ETSEA Lleida.

- VILLAR, J.M. et al. (1987): "Catàleg de sòls de la circumscripció de Barcelona: Sant Boi de Llobregat". Servey d'Agricultura i Ramaderia. Diputació de Barcelona.