

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION  
INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA

CONSEJERIA DE AGRICULTURA Y PESCA DE BALEARES  
SERVICIO DE CONSERVACION DE LA NATURALEZA

PROYECTO DE RESTAURACION HIDROLOGICA  
FORESTAL DE DEFENSA DE LA VEGA Y  
BAHIA DE ALCUDIA

(Torrentes de San Miguel y Aumedrá)  
Provincia: BALEARES  
Término Municipal: INCA Y OTROS

Madrid, Junio de 1986

EL INGENIERO DE MONTES

Documento nº 1 - MEMORIA



EMPRESA DE TRANSFORMACION AGRARIA, S.A.

INDICE GENERAL DEL PROYECTO

## INDICE GENERAL DEL PROYECTO

### DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA

#### Anexos:

- nº 1 - Información general
- nº 2 - Descripción de la zona
- nº 3 - Hidráulica torrencial
- nº 4 - Ordenación agrohidrológica
- nº 5 - Restauración hidrológico-forestal
- nº 6 - Justificación de precios
- nº 7 - Fotografías.

### DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

- nº 1 - Plano general de la zona de estudio
- nº 2 - Plano de la zona montañosa (3 hojas)
- nº 3 - Plano de situación de las obras y las adquisiciones previstas (3 hojas)
- nº 4 - Dique 1 Cuenca Sollerich (T. Sollerich)
- nº 5 - Dique 1 Cuenca Aumedrà (T. Aumedrà)
- nº 6 - Dique 1 Cuenca Massanella (T. d'as Prat)
- nº 7 - Dique 1 Cuenca Sant Miquel (T. Sa Coma)
- nº 8 - Dique 2 Cuenca Sant Miquel (T. Campanet)
- nº 9 - Dique 3 Cuenca Sant Miquel (T. Gabelini)
- nº 10 - Dique 4 Cuenca Sant Miquel (T. Ses Corterades)
- nº 11 - Albarrada tipo.

### DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

1952

Page

1. INTRODUCCION ..... 1

2. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 2

3. EL AUTOR ..... 3

4. EL TITULO ..... 4

5. EL AUTOR ..... 5

6. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 6

7. EL TITULO ..... 7

MEMORIA  
INDICE

8. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 8

9. EL TITULO ..... 9

10. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 10

11. EL TITULO ..... 11

12. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 12

13. EL TITULO ..... 13

14. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 14

15. EL TITULO ..... 15

16. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 16

17. EL TITULO ..... 17

18. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 18

19. EL TITULO ..... 19

20. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 20

21. EL TITULO ..... 21

22. DESCRIPCION DE LA OBRAS ..... 22

23. EL TITULO ..... 23

## INDICE

	<u>Página</u>
1. INFORMACION GENERAL .....	1
2. DESCRIPCION DE LA ZONA	
2.1. SITUACION .....	6
2.2. EL COMPLEJO FISICO	
2.2.1. MORFOLOGIA	
PARAMETROS DE FORMA .....	7
PARAMETROS DE RELIEVE .....	8
PARAMETROS RELATIVOS A LA RED HIDROGRAFICA .....	9
2.2.2. LITOFACIES Y SUELOS	
CONDICIONES GEOLOGICAS GENERALES DE LA ZONA .....	10
CLASIFICACION DE LITOFACIES SEGUN SU REPERCUSION EN LOS PROCESOS EROSIVOS .....	12
DESCRIPCION DE LOS SUELOS .....	13
2.2.3. CLIMA	
DATOS DISPONIBLES .....	16
HOMOGENEIZACION DE DATOS.  MODULO PLUVIOMETRICO .....	18
BALANCES HIDRICOS .....	19
INDICES CLIMATICOS	
- Clasificación climática de Papadakis ...	22
- Indices bioclimáticos de Montero de Burgos .....	24
- Indice climático de potencialidad agrícola de Turc .....	26

INDICE (cont.)

	<u>Página</u>
INDICE DE AGRESIVIDAD DEL CLIMA (FOURNIER) .....	27
INDICE DE EROSION PLUVIAL (R) .....	28
2.3. VEGETACION Y USOS DEL SUELO	
2.3.1. UNIDADES VEGETALES CARACTERISTICAS .....	32
2.3.2. USOS DEL SUELO .....	33
2.3.3. ZONAS REGABLES DE INTERES NACIONAL Y MONTES A CARGO DE LA ADMINISTRACION .....	34
2.4. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS	
2.4.1. EVOLUCION DE LA POBLACION DESDE 1.900 HASTA 1.981 .....	36
2.4.2. ANALISIS DE SECTORES .....	38
3. HIDRAULICA TORRENCIAL	
3.1. DIVISION EN UNIDADES HIDROLOGICAS CARACTERISTICAS DE LAS MISMAS .....	40
3.2.1. CALCULO GENETICO DE CAUDALES EN LAS SUBCUENCAS Y UNIDADES HIDROLOGICAS CONSIDERADAS .....	44
3.2.2. APLICACION DE LAS FORMULAS EMPIRICAS DE GARCIA NAJERA, PARA EL CALCULO DE CAUDA LES PUNTA. COMPARACION DE RESULTADOS .....	45
3.2.3. COMENTARIO DE RESULTADOS Y COMPARACION CON ESTIMACIONES DE DATOS AFORADOS .....	47

## INDICE (cont.)

	<u>Página</u>
3.3. EROSION EN LA ZONA EN ESTUDIO	
3.3.1. ASPECTOS CUALITATIVOS	
INDICES DE ERSOSIONABILIDAD DEL SUELO ....	49
INDICES DE PROTECCION DEL SUELO POR LA VEGETACION .....	52
3.3.2. ASPECTOS CUANTITATIVOS	
CALCULO DE LA EROSION MEDIANTE LA ECUACION UNIVERSAL .....	53
COMENTARIO SOBRE LOS VALORES DE LAS PERDIDAS DE SUELO Y LOS DE PROTECCION DE LA VEGETACION POR SUBCUENCAS .....	62
3.3.3. EMISION DE SEDIMENTOS .....	62
EMISION DE SEDIMENTOS PRODUCIDOS POR UN AGUACERO EN LAS UNIDADES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA. MODELO MUSLE .....	62
DEGRADACION ESPECIFICA SEGUN FOURNIER ....	67
3.4. PENDIENTES DE COMPENSACION .....	70
4. ORDENACION AGROHIDROLOGICA	
4.1. CONCEPTO Y METODO DE LA ORDENACION .....	73
4.2. CRITERIO PARA LA ORDENACION .....	75
5. RESTAURACION HIDROLOGICO-FORESTAL .....	80
5.1. PROYECTO DE ACCIONES BIOLOGICAS .....	80
5.2. PROYECTO DE HIDROTECNIAS DE CORRECCION DE CAUCES .....	84

INDICE (cont.)

	<u>Página</u>
6. JUSTIFICACION DE PRECIOS .....	91
7. FOTOGRAFIAS .....	93
8. CONSIDERACIONES FINALES .....	94
- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....	94
- PROGRAMA DE TRABAJOS .....	95
- PRESUPUESTOS PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACION .....	98
- CONCLUSION .....	98

1. INTRODUCCIÓN

La historia de este libro es bastante curiosa y merece ser contada. Fue escrito en el año 1938, en el momento de la guerra civil española.

Este libro fue escrito por un autor que vivió en un momento de gran agitación social y política. El autor describe la situación de España en ese momento y cómo se desarrolló la guerra.

El autor describe la vida de los españoles durante la guerra y cómo se desarrolló la lucha por la libertad.

Comisión de Historia de España. Este libro es el resultado de la investigación y estudio de los hechos que se sucedieron en España durante la guerra civil.

T E X T O

El primer capítulo describe la situación de España en el momento de la guerra civil y cómo se desarrolló la lucha por la libertad.

En este capítulo se describe la vida de los españoles durante la guerra y cómo se desarrolló la lucha por la libertad. Se describe la situación de los soldados y de la población civil.

En este capítulo se describe la vida de los españoles durante la guerra y cómo se desarrolló la lucha por la libertad. Se describe la situación de los soldados y de la población civil.

En este capítulo se describe la vida de los españoles durante la guerra y cómo se desarrolló la lucha por la libertad. Se describe la situación de los soldados y de la población civil.

## 1. INFORMACION GENERAL

La cuenca de que trata el presente Proyecto se encuentra en la Autonomía Balear, en el Centro-Norte de la isla de Mallorca.

Está integrada por dos subcuencas que alimentan los torrentes de Sant Miquel y Aumedrà. Ambos se unen en el canal d'en Siurana que atravesando la albufera de Alcudia llega al mar Mediterráneo en la bahía del mismo nombre, al nor-este de la isla.

El conjunto de ambas cuencas presenta dos tipos morfológicos diferentes:

- El llamado Plà de Mallorca: curso medio y bajo de la cuenca. Constituye la mayor parte de la subcuenca del Tte. Aumedrà.

Topográficamente se trata de una zona homogénea, de suave pendiente y sin desniveles acusados.

El clima es de tipo mediterráneo, con desigual reparto de las precipitaciones a lo largo del año, teniendo lugar sobre todo en otoño y primavera y generalmente con carácter de aguaceros de gran intensidad, disminución de las precipitaciones en invierno y sequía estival. La precipitación media anual oscila en la zona entre 500 mm y 900 mm.

- La Serra de Tramuntana: formación que se orienta de NE a SO y que constituye la cabecera de la cuenca. Zona de relieve accidentado en la que alcanza su máximo la capacidad erosiva de las aguas.

El clima es algo más húmedo que en el Plà, con precipi-

taciones medias anuales entre 900 mm y 1.500 mm, manteniéndose en general el carácter tormentoso de las mismas.

Dada la litología de la cuenca formada fundamentalmente -- por materiales de naturaleza calcárea, es muy frecuente la presencia de acuíferos originados por procesos de karstificación. Algunos de ellos, como es el caso del que a continuación se comenta, tienen gran importancia por la particular aportación hídrica a que dan lugar y los problemas que con ello origina. Se trata de Les Fonts Ufanés, que junto con el Tte. Campanet alimenta el Tte. de Sant Miquel.

Teniendo en cuenta que el caudal medio anual que aportan - estas fuentes es de 13 Hm<sup>3</sup> y suponen el 70% del total del caudal medio del Tte. de Sant Miquel, se tiene una idea de la importancia de la marcha del acuífero.

A propósito de la regulación de este proceso existen pendientes, por parte del M.O.P.U. dos estudios para la captación de las aguas de las Ufanés: el embalse de Campanet y un sistema de captación a base de pozos.

Las condiciones climáticas y de relieve ya expuestas, la - escasa superficie cubierta de bosque en cabecera y la particular y especial incidencia que para el régimen hídrico de la cuenca suponen los acuíferos de origen kárstico, agravan notablemente los procesos erosivos. Todo esto, a pesar de que las dificultades que ofrece el suelo para - la formación de cauces superficiales de carácter permanente debido a la abundancia de materiales calcáreos, favorece la infiltración y actúa por tanto, en sentido contrario.

Los problemas que originan son:

- Pérdida de suelo en cabecera.
- Anegamiento de los cultivos en la parte baja.

- Entarquinamiento de los canales de desagüe.
- Progresivo aterramiento de la Albufera.

En definitiva: Pérdida de productividad en la cuenca y --  
desertificación.

El 14 de octubre de 1.985, se firma el "Convenio de Coope--  
ración para la Restauración Hidrológico-Forestal de Cuen--  
cas, entre la Comunidad Autónoma de Baleares y el Ins. Nal.  
para la Conservación de la Nat.". En él se instrumenta --  
desde un punto de vista jurídico la cooperación y coordina--  
ción entre ambos Entes públicos.

En el Convenio se expone:

- La importancia fundamental de la restauración hidrológi--  
co-forestal de cuencas, cuyo objeto es la conservación -  
de suelos forestales, corrección de torrentes y ramblas,  
contención de aludes y fijación de dunas y suelos ines--  
tables, y con ello conseguir la regularización del régi--  
men de las aguas, la atención a la defensa de embalses,  
vías de comunicación poblados y tierras agrícolas y en -  
general, la conservación de los recursos naturales y la  
protección de estructuras civiles y obras públicas de --  
gran importancia económica y social.
- La necesidad de integración armónica entre las diferen--  
tes técnicas especiales que requieren el planteamiento y  
ejecución de las actuaciones para la restauración hidro--  
lógico-forestal, máxime cuando normalmente se está influ--  
yendo en zonas alejadas de los lugares donde tiene lugar  
la actuación.
- Con el fin de que las dotaciones presupuestarias de la -  
Comunidad Autónoma y los créditos para inversiones no --  
transferibles de ICONA con cargo a los cuales vayan a --

financiarse las actuaciones estén planificados y proyectados y se ejecuten de común acuerdo, es necesaria la -- cooperación y coordinación entre ambos Entes públicos.

- Desde el punto de vista jurídico, se instrumenta esta -- cooperación y coordinación, fundamentándose en el sistema competencial que establecen la Constitución, el Estatuto de Autonomía de la Comunidad Autónoma y el Real Decreto de traspaso de funciones y servicios del Estado a la misma en materia de Conservación de la Naturaleza.

Dentro del marco definido por este Convenio se adjudica a TRAGSA (Empresa de Transformación Agraria, S.A.) con fecha diciembre de 1.985, la realización del "Estudio y redacción del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal para la defensa de la vega y bahía de Alcudia".

El propósito básico del presente Proyecto es la restauración hidrológico-forestal de las cuencas de los torrentes de Sant Miquel y d'Aumedrà, mediante la que se pretende disminuir las pérdidas de suelo en las zonas en que éstas son elevadas, controlar y regular las avenidas que se producen con frecuencia e intensidad altas, tratando de retener al tiempo los elementos sólidos que éstas llevan consigo, proteger con todo ello los cultivos y la Albufera, dado el -- interés económico que tienen los primeros, y el interés -- ecológico y social que posee la Albufera.

El objetivo fundamental que persigue el presente Proyecto es, como expresa su título: la defensa de la vega y la -- bahía de Alcudia.

Esto se aborda a través de un estudio integral de la cuenca que va a llevar a la adopción de un conjunto armónico -- de medidas de tipo biológico e hidrotécnico, cuyo desarrollo es del máximo interés desde los puntos de vista social, económico, técnico y cómo no, ecológico.

Mediante la realización de las actuaciones propuestas se consigue la regulación de las avenidas y el control de la erosión en la cuenca y consiguiente conservación del suelo.

En particular:

- Defensa de la vega contra las inundaciones y consiguientes procesos de sedimentación.
- Defensa de los canales de desagüe al mar contra la colmatación.
- Defensa de la Albufera contra los procesos de sedimentación.
- Favorecer la recarga de acuíferos.
- Incremento de las masas forestales con el consiguiente beneficio no sólo hidrológico, sino también de producción, ecológico y paisajístico.
- Distribución racional de usos del suelo y consiguiente aumento de la productividad en la cuenca.

En el Anexo 1 se desarrollan los apartados de Antecedentes, Propósito, Objetivo, Justificación y Fuentes utilizadas que complementan lo expuesto.

## 2. DESCRIPCION DE LA ZONA

### 2.1. SITUACION

Las cuencas hidrográficas de los torrentes de Sant Miquel y Aumedrà, se encuentran, como ya se ha dicho, en la zona Norte-Central de la isla de Mallorca. Ambos vierten en el canal d'en Surana, que a su vez, atravesando la Albufera d'Alcudia, desemboca en la bahía del mismo nombre, al Nor-este de la isla. (Ver mapa de situación de la cuenca a --escala 1:200.000).

Las cabeceras de ambas cuencas se sitúan en el conjunto --montañoso conocido en la isla como Serra de Tramuntana, --que culmina en el Puig Major (1.436 m) y en el Puig de --Massanella (1.352 m). Ambas cuencas se localizan al S y --SE de esta formación montañosa, que se orienta según la di-rección SO-NE.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud: 3º 05' 23,5" E y 2º 45' 09,4" E.

Latitud: 39º 50' 57,5" N y 39º 31' 03,1" N.

Altitud: 4 m (Albufera d'Alcudia) mínima y 1.436 m (Puig Major) máxima.

Administrativamente las cuencas se sitúan en la Autonomía de Baleares, isla de Mallorca, y los términos municipales que están incluidos total o parcialmente son:

- Totalmente incluidos: Binissalem, Búger, Consell, Cos-titx, Inca, Lloseta, Mancor del Valle, Sa Pobla, Selva y Campanet (este último incluido prácticamente en su tota-lidad).
- Parcialmente incluidos: Alaró, Alcudia, Algaida, Bunyo-

la, Escorca, Lloret de Vista Alegre, Llubí, Lluchmajor, Marratxí, Montuiri, Muro, Pollensa, Sancelles, Sta. Eugenia, Sta. María del Camí y Sineu.

Su superficie es de 63.193,95 has de las que 19.018,33 corresponden a la cuenca del torrente de Sant Miquel y --- 44.175,62 has a la del Aumedrà.

En el Anexo 2 (2.1.) se complementa esta información con los límites de las cuencas, etc.

## 2.2. EL COMPLEJO FISICO

### 2.2.1. MORFOLOGIA

Se define la morfología de la zona a partir de la obtención de parámetros de: Forma, Relieve y los relativos a la Red Hidrográfica.

#### PARAMETROS DE FORMA

La forma se define a través del "Coeficiente de Gravelius" que representa la influencia del contorno de la cuenca (su forma y superficie) en la marcha de los hidrogramas. Para ello, se relaciona el perímetro de la cuenca, con el de otra teórica circular y de la misma superficie. Su valor mínimo, por tanto es la unidad.

En el Anexo 2 (2.2.1.) se obtienen dichos coeficientes, resultando, según la clasificación de las cuencas en función de su valor: cuenca del Torrent de Sant Miquel,  $C_g$  comprendido entre 1,25 y 1,50, ovalada y cuenca del Aumedrà,  $C_g > 1,75$ , alargada.

## PARAMETROS DE RELIEVE

### - La curva hipsográfica

Se representan gráficamente, las curvas que relacionan -- las diferentes altitudes con las superficies para las -- que cada punto tiene cota al menos igual a esa altitud.

Las curvas correspondientes a los torrentes de Sant Miquel y d'Aumedrà han sido dibujadas a partir de los datos que figuran en el Anexo correspondiente 2 (2.2.1.)

### - La pendiente media

La pendiente media, como parámetro definidor del relieve, se calcula como la media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales en las que la línea de máxima pendiente es constante.

En el Torrent de Sant Miquel la pendiente media es del - 21,67%, mucho mayor que en el Torrent d'Aumedrà en que - la pendiente media es del 7,59%.

Por otra parte, en el plano correspondiente, se han re-- presentado 5 clases de pendientes:

1 .....	De 0 a 3%
2 .....	De 3 a 12%
3 .....	De 12 a 24%
4 .....	De 24 a 35%
5 .....	Más de 35%

Han servido de base para dicha representación las curvas de nivel del mapa 1:50.000 del Servicio Geográfico del - Ejército, cuya equidistancia es de 20 m.

Necesariamente, ha habido que partir del supuesto de - -

que, en cualquier punto del mapa, la pendiente del terreno es la que tiene la línea de máxima pendiente que, pasando por ese punto, va desde la curva de nivel inmediata inferior a la inmediata superior, sin considerar, por tanto, la concavidad o convexidad que el terreno pudiera tener en el tramo.

- La altura media

Se calcula como el cociente entre el volumen de la cuenca (superficie comprendida entre la curva hipsográfica y los ejes coordenados) y su superficie.

Las alturas medias:

Torrent de Sant Miquel = 288,5 m

Torrent d'Aumedrà = 206,8 m

PARAMETROS RELATIVOS A LA RED HIDROGRAFICA

- Clasificación decimal de los cursos de agua

No existe en el Centro de Estudios Hidrográficos del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, ninguna publicación en la que aparezca la clasificación decimal de los ríos de las islas Baleares. Por este motivo, nos vemos obligados a prescindir de este dato.

- Densidad de drenaje

Es la longitud media de curso por  $\text{km}^2$

$$\text{En el Torrent de Sant Miquel, } D = \frac{167,4 \text{ km}}{190,183 \text{ Km}^2} = 0,88 \text{ km}^{-1}$$

En el Torrent d'Aumedrà, la densidad es

$$D = \frac{212,3 \text{ km}}{441,756 \text{ km}^2} = 0,48 \text{ km}^{-1}$$

Valores calculados a partir de la expresión

$$D = \frac{\sum Li}{A}, \text{ donde:}$$

D = Densidad de drenaje.

$\sum Li$  = Suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca.

A = Superficie de la cuenca.

Su ecuación de dimensión es

$$[D] = L^{-1}$$

- Pendiente media de los cauces principales

Consideramos cauces principales los torrentes de Sant -- Miquel, Massanella-Búger, d'Aumedrà, Sollerich-Biniali y d'es Prat, en los que se ha calculado la pendiente media:

$$\bar{p} = \frac{\text{Alt. máx.} - \text{Alt. mín.}}{1.000 \text{ Longitud}} ; [\text{Alt}] = [\text{m}] ; [\text{Long}] = [\text{km}]$$

obteniéndose: 4,6%; 3,4%; 2%; 2,5% y 12,4% respectivamente.

- Esquema general de la red hidrográfica

Para completar la descripción general de la red hidrográfica principal se acompaña un esquema de la misma. Anexo 2 (2.2.1.)

## 2.2.2. LITOFACIES Y SUELOS

### CONDICIONES GEOLOGICAS GENERALES DE LA ZONA

Las cuencas de los torrentes de Sant Miquel y d'Aumedrà -- ocupan parcialmente la "Serra de Tramuntana" y "Es Plà" de Mallorca

La Serra de Tramuntana está integrada casi en su totalidad

por materiales mesozoicos, quedando entre ellos algunos afloramientos terciarios de poca entidad. Estructuralmente está formada por dos o tres escamas imbricadas de Suroeste a Noreste.

"Es Plà" al parecer, es el resultado de una complicada tectónica de fosas y pilares, siendo extremadamente difícil establecer unas relaciones estructurales con la "Serra" debido a los recubrimientos terciarios y cuaternarios.

Los materiales que se presentan en la zona son los siguientes:

- Yesos blancos y oscuros del keuper que aparecen en pequeños núcleos de la "Serra de Tramuntana".
- Margas, margas arcillosas y margas yesíferas del Triásico. Se distribuyen por amplias zonas de la "Serra de -- Tramuntana". Están presentes en algunas zonas del Plà - en forma de núcleos aislados.
- Dolomías y calizas del Muschelkalk. Ocupan extensiones considerables pero en afloramientos aislados en el Plà. Algún afloramiento de poca extensión en la "Serra de Tramuntana".
- Calizas y dolomías de Liásico con centenares de metros de potencia. Ocupan la mayor parte de la "Serra de Tramuntana"
- Calizas, margocalizas y margas del Jurásico Superior. -- Existen núcleos aislados de bastante extensión en el Plà y áreas de consideración en la "Serra de Tramuntana".
- Calizas, calizas margosas y margas del Cretácico. Am- - plios afloramientos en las zonas Noreste y Sur de la "Se-

rra de Tramuntana."

- Margas con intercalaciones del Mioceno. Se localiza en una gran extensión en la zona Sur de la cuenca del Torrent d'Aumedrà.
- Calizas y calizas margosas del Mioceno. Ocupan gran extensión en el Plà.
- Los conglomerados, areniscas, arenas y limos del cuaternario se extienden por una gran parte del Plà, sobre todo en la zona de la bahía de Alcudia.

No está publicado el mapa geológico a escala 1:50.000 de la zona, por lo que no se han podido localizar con precisión estos tipos de litofacies.

#### CLASIFICACION DE LITOFACIES SEGUN SU REPERCUSION EN LOS PROCESOS EROSIVOS

En base a los reconocimientos de campo realizados, se han agrupado las litofacies anteriores según su mayor o menor erosionabilidad en las siguientes clases:

- a) Materiales resistentes: Se incluyen aquí las calizas y dolomías que ocupan la mayor parte de la Serra de Tramuntana y pequeñas elevaciones en la zona llana.
- b) Materiales poco erosionables: Se agrupan las siguientes formaciones: Marés, conglomerados, areniscas y calizas margosas. Se localizan en la zona Sur (zona de Montuiri) principalmente. Hay manchas importantes en Campanet-Búger y en Moscarí, así como algún enclave en la montaña.
- c) Suelos erosionables: Formados por molasas, margas, mar

gocalizas, margas yesíferas y margas arenosas. Ocupan una banda extensa desde Muro hasta Algaida aproximadamente. Aparece una franja más estrecha que pasa por Sencelles y Sta. Eugenia. Hay otra zona extensa al norte de Inca y Lloseta, que se extiende en forma de franja Oeste-Este desde el Torrent de Sollerich hasta el límite de la cuenca en Rafal de Caselles, cerca de Puig de Massana. Aparecen otras manchas de poca entidad al Sur de Alaró, en las cercanías de Comasema,...

- d) Suelos muy erosionables: constituídos por depósitos cuaternarios (aluviones) recientes. Se localizan en una gran extensión por el Centro y Oeste de la zona en estudio, y en otra gran mancha en los regadíos de Sa Pobla y alrededores de S'Albufera. Otra mancha, ésta pequeña, se sitúa al Sur de Sencelles.

La distribución en ambas subcuencas de esta agrupación, se presenta en el mapa 1:25.000 correspondiente, de tipos de litofacies en cuanto a erosionabilidad.

#### DESCRIPCION DE LOS SUELOS

La única información de que se ha podido disponer sobre suelos en la Isla de Mallorca, corresponde a la reseña de H. Klinge y A. Mella (Madrid, 1.957), sobre el Mapa de Suelos de las Baleares que realizaron los mismos.

Los suelos que se dan en la zona son casi exclusivamente suelos sobre roca caliza, pudiendo estar desarrollados sobre rocas de edad mesozoica, terciaria o cuaternaria. Principalmente, son dos tipos de suelos o sus derivados que constituyen el paisaje edáfico de la zona: terra rossa y xerorrendsina.

Como el estudio se refiere en primer lugar a los suelos -

calizos, para completar el cuadro edáfico, digamos solamente que también se encuentran suelos salinos en algunas depresiones próximas al mar que pertenecen principalmente al tipo de Solontchak y en dunas recientes vecinas según su composición - suelos brutos, rendsinas, pararendsinas o ran-ker; en algunos casos también se encuentran en las dunas - perfiles enterrados de estos tipos. En el borde de la bahía de Alcudia llama especialmente la atención un horizonte A fósil a unos 5,5 m sobre el nivel del mar, que puede seguirse en grandes extensiones.

Antes de terminar esta exposición, tenemos que describir - todavía algunos suelos de dunas del Cuaternario moderno -- que se encuentran en bastante extensión cerca de Alcudia:

Sobre estas formaciones edáficas fósiles no existen hasta ahora estudios especiales. Es seguro que se trata de terra rossa, porque la roca madre, la duna del Cuaternario moderno, está formada por arena caliza pura y muchos de -- los horizontes rojos se hallen in situ. Esta circunstancia es tanto más importante para la cuestión de la datación de la terra rossa cuanto que hasta ahora los pocos casos - de determinación directa o indirecta de la edad, habían -- dado una edad más antigua (Terciario moderno) (ba-d Klinge). Solamente en Africa del Norte, donde se conocen perfiles semejantes a los de las Baleares, se da una edad parecida. Con ello se confirma también edafológicamente el carácter caliente, subtropical del Tirreniense en el Mediterráneo occidental, como se ha reconocido por los resultados de otras investigaciones que G. Colom ha resumido en su libro tan claramente para las Baleares. Como en las capas cuaternarias modernas también aparecen costras calizas, se confirma para las Baleares el ritmo "formación de terra rossa - formación de costra" de modo parecido a como en -- Africa del Norte, y se da así un paso más hacia la aclaración de las condiciones y variaciones climatológicas en el

## Cuaternario en Europa del Sur.

Resumiendo los resultados edafológicos generales de los estudios en las cuencas, podemos decir lo siguiente:

La mayor parte de la superficie de la zona está ocupada -- por terra rossa (relictos in situ y relictos de sedimentos) que se caracterizan por fuerte empardecimiento y terrificación. Esta capa edáfica se extiende desde el nivel del -- mar hasta las mayores alturas de la isla, y a causa de su conservación casi intacta, sólo permite la formación local de suelo reciente sobre caliza mesozoica. Donde la cubierta de terra rossa ha sido arrastrada, se encuentran rendsinas tanto en posiciones más altas como más bajas. Por lo tanto, habrán de coincidir determinadas condiciones locales para la formación de rendsina húmeda. Esto lo demuestra la cubierta reciente de Xerorrendsina sobre los depósitos terciarios en casi todas las partes de la zona. Todas las demás formas edáficas desempeñan junto a estas dos formas citadas, un papel muy secundario; podemos citar las -- formas siguientes: suelo bruto, ranker, pararrendsina o rendsina sobre dunas recientes (en ocasiones también sobre dunas del Cuaternario moderno), solontchaks en depresiones próximas al mar, braunlehms restituídos sobre calizas muy margosas. La terra rossa fósil en dunas del Cuaternario moderno no es de gran importancia para la composición de la cubierta edáfica actual, pero hay que citarla a causa de su importancia en la reconstrucción de las condiciones ambientales durante el Cuaternario moderno y para fijar la edad de las formaciones de terra rossa en general.

En el Anexo 2 (2.2.2.) se incluyen los resultados de calicatas realizadas y un plano a escala 1:200.000 con las formaciones principales de suelos en la zona.

Se han tomado 23 muestras de suelo en la zona, que comple-

tan las 24 que en 1.984 cogió el Servicio Provincial de -- ICONA en Baleares. En todas ellas se analizó la granulometría de los elementos con diámetros inferiores a 2 mm, así como su contenido en materia orgánica. La localización de dichas muestras en el terreno se señala en el mapa correspondiente a escala 1:50.000.

Los correspondientes análisis granulométricos y de materia orgánica, aparecen en el Anexo 2 (2.2.2.)

### 2.2.3. CLIMA

#### DATOS DISPONIBLES

Se han obtenido datos pluviométricos del Instituto Nacio-- nal de Meteorología de las estaciones que a continuación - se relacionan y que se han numerado del modo siguiente:

<u>Nombre de la estación</u>	<u>Nº</u>
Pollensa .....	1
Alcudia .....	2
Santuario de Lluch .....	3
Ses Fonts (Campanet) .....	4
Son Torrella (Escorca) .....	5
Es Cabas (Sta. María) .....	6
Sa Pobla .....	7
Comasena (Bunyola) .....	8
S'Hort Nou (Alaró) .....	9
Son Vidal (Orient) .....	10
Muro .....	11
Son Fuster (Alaró) .....	12
Inca .....	13
Minas Isern (Alaró) .....	14
Ca'n Bajoca (Mancor) .....	15
Costitx .....	16

<u>Nombre de la estación</u>	<u>Nº</u>
Sineu .....	17
Algaida .....	18
Montuiri .....	19
Porreres .....	20
L'Oliba (Sancelles) .....	21

Los datos utilizados son de precipitaciones mensuales en el período 1.971-1.984 y precipitaciones máximas diarias - mensuales en períodos variables, según las estaciones, de 1.947 a 1.984 (Cuadros C-3 a C-49).

Los datos termométricos corresponden al período 1.973- -- 1.984 y se tomaron en las estaciones siguientes (Cuadros - C-50 a C-70). Anexo 2 (2.2.3.).

<u>Nombre de la estación</u>	<u>Nº</u>
Pollensa .....	1
Alcudia .....	2
Santuario de Lluch .....	3
Son Torrella (Escorca) .....	5
Son Vidal (Orient) .....	10
Inca .....	13

Los datos termométricos de la estación nº 1 (Pollensa), -- son los que aparecen en el libro "Diagramas bioclimáticos" de J. L. Montero de Burgos.

Por otra parte, para la elaboración de las fichas hídricas y térmicas en las estaciones de Alcudia, Santuario de Lluch, Son Torrella e Inca, se han utilizado los siguientes datos:

- Medias mensuales de las temperaturas máximas diarias.
- Medias mensuales de las temperaturas mínimas diarias.

- Media de temperaturas máximas absolutas mensuales.
- Media de temperaturas mínimas absolutas mensuales.

Y los períodos considerados son: en Alcu<sup>d</sup>ia 1.973-1.984 - (a.i.), en Santuario de Lluch 1.971-1.984 (a.i.), en Son - Torrella 1.973-1.984 (a.i.) y en Inca 1.975-1.984 (a.i.), buscando siempre el mayor número posible de años en que -- aparecieran series completas de datos.

Estos datos se dan en los Cuadros C-50 a C-70. Anexo - -- (2.2.3.).

En el croquis adjunto se da la localización de las referi- das estaciones.

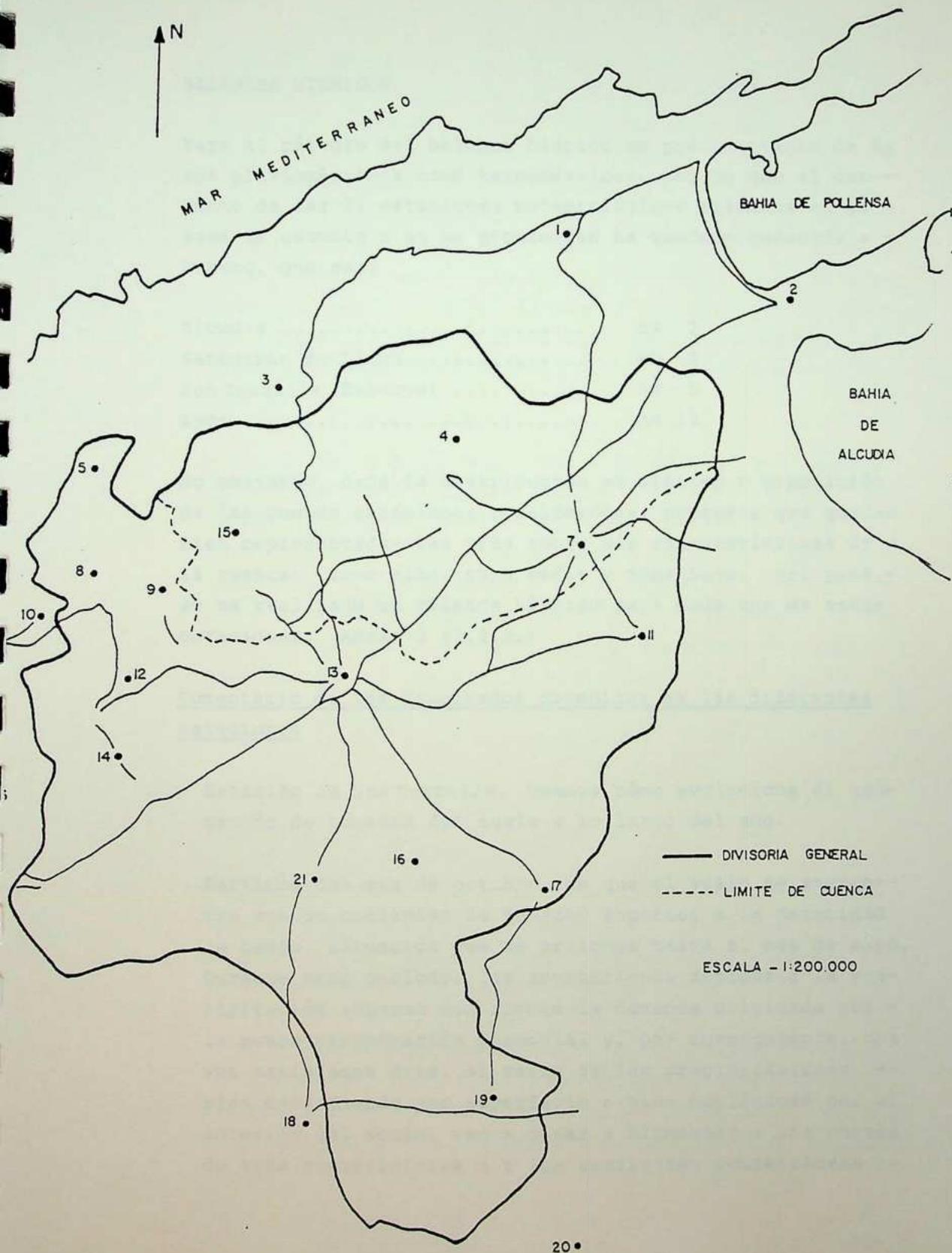
#### HOMOGENEIZACION DE DATOS. MODULO PLUVIOMETRICO

Ante la falta de datos en algunos años de precipitación -- anual: se trata de las estaciones núms. 8, 10, 12, 15 y 19, se buscan correlaciones entre los datos disponibles de es- tas estaciones y los correspondientes de estaciones próxi- mas que se encuentren en parecidas condiciones (misma o - - rientación, semejante altitud...) y se toma la que más se ajusta. Una vez hallada, se aplica el factor resultante - entre ambas estaciones cubriendo de este modo la falta de datos.

Completadas las series de este modo, ha sido posible calcu- lar el módulo pluviométrico de las distintas estaciones, - cuyos resultados se dan en los Cuadros C-70 al C-99, Anexo 2 (2.2.3.) que figuran en el epígrafe correspondiente al - Índice de Agresividad del Clima de Fournier.

Con estos datos, se ha elaborado un mapa de líneas isoye-- tas a escala 1:50.000.

CROQUIS DE SITUACION DE ESTACIONES



## BALANCES HIDRICOS

Para el cálculo del balance hídrico se precisa tanto de datos pluviométricos como termométricos. por lo que el conjunto de las 21 estaciones meteorológicas situadas en la zona de estudio o en su proximidad ha quedado reducido a cuatro, que son:

Alcudia .....	nº 2
Santuario de Lluch .....	nº 3
Son Torrella (Escorca) .....	nº 5
Inca .....	nº 13

No obstante, dada la distribución en altitud y exposición de las cuatro estaciones consideradas, pensamos que quedan bien representadas las tres zonas más características de la cuenca: zona alta, zona media y zona baja. Así pues, se ha realizado un balance hídrico para cada una de estas estaciones. Anexo 2 (2.2.3.)

### Comentario de los resultados obtenidos en las diferentes estaciones

- Estación de Son Torrella. Veamos cómo evoluciona el contenido de humedad del suelo a lo largo del año.

Partimos del mes de octubre, en que el suelo se encuentra con un contenido de humedad superior a la capacidad de campo, situación que se prolonga hasta el mes de mayo. Durante este período, las aportaciones debidas a la precipitación superan con creces la demanda originada por la evapotranspiración potencial y, por consiguiente, una vez satisfecha ésta, el resto de las precipitaciones, bien escurriendo por superficie o bien moviéndose por el interior del suelo, van a pasar a alimentar a los cursos de agua superficiales o a las corrientes subterráneas --

respectivamente. En cuanto a esto, hay que decir que -- existen en la cuenca dos factores que actúan en sentido contrario desde el punto de vista de favorecer o no la - escorrentía superficial frente a la infiltración, y que son: de un lado, la permeabilidad que actúa claramente en favor de la infiltración y de otro, las fuertes pen-- dientes que presentan estas zonas y que actúan claramen-- te en favor de la escorrentía superficial. Dada la con-- siderable uniformidad de la cuenca con respecto al pri-- mer factor, la mayor o menor escorrentía superficial de-- penderá fundamentalmente de las variaciones del segundo factor.

A partir del mes de mayo y hasta finales de septiembre, las aportaciones son inferiores a las necesidades. En-- tonces, para poder cubrir éstas, se utiliza no sólo el - agua de precipitación, sino también parte del agua alma-- cenada por el suelo en el período anterior. En este pe-- ríodo se puede considerar que el suelo mantiene un conte-- nido intermedio de humedad durante los meses de junio y septiembre ( $P + |AST| > 50\% \text{ ETP}$ ), mientras que en los me-- ses de julio y agosto tiene lugar el período seco, con - aportes totales de agua inferiores al 50% de la ETP.

Es importante hacer constar que las escorrentías subte-- rráneas se mantienen a lo largo de todo el año.

Finalizado este período, nuevamente las precipitaciones superan a la ETP, y la diferencia existente entre ambas es recogida por el suelo hasta que consigue alcanzar su capacidad de campo a mediados del mes de octubre.

- Estación del Santuario de Lluch. El comentario para los resultados obtenidos en esta estación se reduce a reseñar las diferencias con la estación anterior, dada la semejanza que presentan. Así, durante el período húmedo el exceso de

humedad es menor en Lluch que en Son Torrella y esto debido a que, si bien las demandas son semejantes, las aportaciones son sensiblemente superiores en Son Torrella. Por otra parte, la mayor capacidad de campo de Lluch, permite un mayor aporte de agua por parte del suelo en los períodos no húmedos. Lo que se traduce en un menor déficit de humedad en Lluch que en Son Torrella.

- Estación de Inca. En esta estación el período húmedo ( $P > ETP$ ) va desde mediados de octubre a finales de abril. A lo largo del mismo no se producen escorrentías, puesto que las diferencias entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial es utilizada para cargar el suelo, no lográndose a lo largo de todo el período alcanzar la capacidad de campo.

El resto del año con  $P < ETP$  se puede dividir en dos períodos: mayo y junio, con aportes de agua superiores al 50% de la ETP y julio y agosto donde los aportes son inferiores al 50% de la ETP.

Es interesante señalar el gran aporte de agua procedente del suelo durante los meses de junio y julio.

- Estación de Alcuñia. Aquí la época húmeda comienza en la segunda mitad de septiembre para finalizar a últimos de abril. Como en el caso anterior, las escorrentías son nulas, no alcanzándose en todo el año la capacidad de campo. No obstante, dado que estas zonas son de regadío y que el nivel freático es alto, este concepto queda muy indeterminado.

Por otro lado, la época con  $P < ETP$ , presenta como en el caso anterior, meses como marzo y junio donde los apor-

tes son mayores al 50% de la ETP y donde la fracción correspondiente a los aportes de agua por parte del suelo son muy importantes. Y meses como julio y agosto en que se localiza la época seca, manteniéndose así mismo por parte del suelo aportes importantes de agua en el mes de julio.

En conjunto, la estación de Alcadia es más húmeda que la de Inca.

## INDICES CLIMATICOS

### Clasificación climática de Papadakis

Para la realización de esta clasificación se hace necesario disponer de datos meteorológicos que incluyan, no sólo la pluviometría, sino también la termometría, por lo que -- han sido seleccionadas las siguientes estaciones:

	Altitud	Orientación
Son Torrella (Escorca).....	850 m	Sur
Santuario de Lluch (Escorca)..	480 m	Norte
Inca.....	120 m	Sur
Alcadia.....	10 m	Sur

Con los datos disponibles para cada una de las estaciones, se han confeccionado las correspondientes fichas y diagramas, que nos permiten determinar los parámetros que establece la clasificación de Papadakis. (Cuadros C-75 a C-78 y Gráficos G-57 a G-60). Anexo 2 (2.2.3.).

Aún teniendo en cuenta la escasa precisión en la delimitación de las zonas a establecer, queda claro que el área en estudio se puede dividir en dos grandes zonas: la de cli-

ma mediterráneo subtropical y la de clima mediterráneo templado.

Dentro de la primera se encontrarían las zonas baja y media, con su límite superior en los 500 m en laderas orientadas al sur y 400 m en las orientadas al norte y se incluirían dentro de la segunda, las zonas montañosas con altitudes superiores a los 500 y 400 m respectivamente, según se encuentren en orientación sur o norte.

Los límites altitudinales únicamente se dan a título orientativo.

De acuerdo con ello, las características climáticas son -- las siguientes:

Zonas media y baja - Clima Mediterráneo Subtropical.

- Invierno tipo citrus (Ci), que corresponde a temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío entre -- 7°C y -2,5°C, temperatura media de las mínimas del mes -- más frío mayor de 8°C y temperatura media de las máximas del mes más frío entre 10°C y 21°C.
- Verano tipo algodón menos cálido (g): precisa una estación mínima libre de heladas de 4,5 meses y un período -- de seis meses con temperaturas medias de las máximas superiores a 25°C y la media de las máximas del mes más ca-- lido ha de ser inferior a 33,5°C.

El régimen térmico que corresponde a la combinación in-- vierno-verano es el Subtropical Semicálido (Su).

- En cuanto al régimen de humedad que se presenta en estas zonas, se tiene:

En zonas próximas a la bahía de Alcudia, así como las cercanas a la zona de montaña el régimen de humedad es Mediterráneo húmedo (ME) con agua de lavado (Ln) superior al 20% de la ETP anual y/o índice anual de humedad superior a 0,88.

En el resto tenemos Mediterráneo seco, con agua de lavado (Ln) inferior al 20% de la ETP.

### Indices bioclimáticos de Montero de Burgos

Los datos que se dan, se han tomado del libro "Indices Bioclimáticos" de José Luis Montero de Burgos y José Luis González Rebollar, publicado por ICONA.

En la citada publicación, se dan los índices de las estaciones meteorológicas de Lluch y Pollensa, que serían válidas, en principio, para la zona de montaña y la zona d'Es Plà y el litoral respectivamente. Sin embargo, Lluch es más húmedo que la zona montañosa de nuestras cuencas a igualdad de altitud (500 m aprox.), debido a su situación norte respecto a la Serra de Tramuntana. Sería asimilable, por tanto, a las Umbrías sitas entre 400 y 800 m y a las solanas localizadas en altitudes superiores a 800 m. Análogamente, Pollensa, se beneficia de una humedad y precipitación que no tienen la parte de Es Plà (aunque sí Alcudia).

Posiblemente, Palma de Mallorca, tenga mayor similitud con la zona central de la isla de Pollensa.

Teniendo en cuenta estas observaciones, y a falta de otros datos, se ha elaborado unos mapas a escala 1:200.000 con las líneas de los correspondientes índices bioclimáticos, donde se ha tenido en cuenta también la información que se recogió al recorrer la cuenca, así como el régimen pluviométrico y térmico en las estaciones de la zona. Estos ma-

pas se incluyen en el Anexo 2.

#### Comentarios:

En la zona inferior a los 200 m de altitud, la IBP es muy elevada (dada la bondad del clima), lo cual permitiría en principio unas producciones potenciales elevadas.

La IBR viene a ser del orden del 40%-50% de la IBP, por lo que los rendimientos productivos se pueden duplicar en esta zona mediante el regadío. No obstante, el secano ya da -- una productividad considerable, al ser la IBR > 9 U.B.C. - en esta zona.

El índice bioclimático de sequía (IBS) aumenta en valor absoluto conforme bajamos en altitud, pues también lo hacen las precipitaciones, mientras que las temperaturas crecen. No obstante, no baja de -1,25, por lo que la aridez es relativamente escasa.

Resumiendo, la zona d'es Plà es idónea para los cultivos agrícolas, que duplican sus rendimientos (ya elevados) con el regadío. La productividad forestal sería también elevada (la IBL es mayor de 6), pero los intereses económicos de - las poblaciones aconsejan los cultivos agrícolas, salvo en las colinas y zonas con mayor pendiente.

En la montaña, las precipitaciones crecen considerablemente, pero al descender las temperaturas y anularse prácticamente la retención (por falta de suelo) suponen una disminución de los posibles rendimientos de la materia vegetal, a pesar de que la aridez es muy baja. No obstante, la productividad forestal, muy relacionada con la IBL, es considerable, pues éste varía entre 2 y 6 en la montaña. La vocación de estos terrenos es forestal, pues la altas pen- - dientes y las menores temperaturas suponen menos rendimiento

y mayor coste en las faenas agrícolas. Además, la formación de suelo y la conservación del que hay, así como el paisaje, imponen la regeneración artificial de los antiguos bosques, y más contando con un clima favorable.

### Índice climático de potencialidad agrícola de Turc

Turc ha demostrado que existe una correlación entre los valores de determinadas variables climáticas y la producción vegetal (ton. materia seca x ha<sup>-1</sup>) de una planta adaptada y cultivada en condiciones técnicas actuales normales.

Aunque la relación producción-índice sea distinta para los diferentes cultivos, es evidente que el solo valor numérico del índice permite jerarquizar zonas por su mayor o menor capacidad productiva.

La relación factorial básica que sustenta todo el cálculo es la siguiente:

Índice climático = Índice Heliotérmico x Factor Sequía.

Índice Heliotérmico = Factor térmico x Factor Solar.

Anexo 2 (2.2.3.).

Comentario a los resultados:

- Índice de Turc anual para el secano: oscila en la zona entre valores de 14 y 22.

Los mínimos se dan en las máximas altitudes, en las que las bajas temperaturas disminuyen las posibilidades productivas de los cultivos, a pesar de las intensas lluvias. A medida que bajamos en altitud, las temperaturas crecen, y a pesar de disminuir las precipitaciones, éstas siguen siendo abundantes. En la zona del piedemonte de la Sierra, se alcanzan los máximos valores. Este ín-

dice vuelve a disminuir conforme nos vamos adentrando en Es Plà, pues las precipitaciones decrecen considerablemente, mientras que las temperaturas se estabilizan.

Los valores globales son, en conjunto, altos, por lo cual la productividad del secano (con las técnicas adecuadas y las fertilizaciones precisas), es asimismo elevada. Esta idea corrobora lo que se dijo al hablar de los índices de Montero de Burgos.

- Índice de Turc anual para el regadío: las zonas d'Es Plà y cercanas a S'Albufera son óptimas para la implantación de regadíos, pues los valores de este índice señalan altas productividades, al alcanzar valores superiores a 50 en la mayoría del conjunto de ambas cuencas. - Conforme subimos en altitud, las posibilidades disminuyen.

Igualmente, las conclusiones que se dedujeron del análisis de los Índices de Montero de Burgos se repiten en este caso.

#### INDICE DE AGRESIVIDAD DEL CLIMA (FOURNIER)

El índice de Fournier se expresa por  $F = \frac{p^2}{P}$ , siendo p la precipitación en mm del mes de más lluvia del año y P la precipitación anual, también en mm.

Contamos con datos de las siguientes estaciones meteoerológicas (Ver Cuadros C-3 a C-23):

1: Pollensa; 2: Alcudia; 3: Santuario de Lluch; 4: Ses Fonts; 5: Son Torrella; 6: Es Cabas; 7: Sa Pobla; 8: Comasena; 9: S'Hort Nou; 10: Son Vidal; 11: Muro; 12: Son Fuster; 13: Inca; 14: Minas Isern; 15: Ca'n Bajoca; 16: Costitx; 17: Sineu; 18: Algaida; 19: Montuiri; - -

20: Porreres; 21: L'Oliba.

Dichas estaciones tienen la serie de precipitación anual - completa, bien por disponer de datos, bien por la homogeneización de los mismos que se hizo en el apartado correspondiente.

En cuanto al otro parámetro que entra en el cálculo de F, es decir, p (que llamaremos también Pmex), la falta de datos en las estaciones 8, 10, 15 y 19, se solucionó como se indica en el Anexo 2 (2.2.3.).

Con las series de P y p (o Pmex) completas, se puede calcular el  $F = p^2/p$  todos los años y en todas las estaciones.

Partiendo del valor medio interanual de F en cada estación, se ha elaborado un plano a escala 1:50.000 de líneas iso-F.

Hay que señalar que la filosofía de Fournier al definir este índice de agresividad, consistía en calcularlo año a año, para calcular (también año a año) la degradación específica de la cuenca mediante sus conocidas regresiones. Sin embargo, para poder establecer comparaciones entre las diversas estaciones y zonas de la cuenca, se hace necesario calcular la media de este índice a lo largo de la misma serie de años en todas las estaciones.

INDICE DE EROSION PLUVIAL: R

Establecido por Wischmeier, se define como el producto de la energía cinética de un aguacero por su máxima intensidad en 30 minutos. En el Anexo 2 (2.2.3.) se da la metodología para su determinación, a partir de la ecuación de regresión establecida en el estudio realizado por INTECSA para el ICONA (Secciones de Hidrología y Conservación de suelos):

$$R = 2,375 (PD2) + 0,513 (PMEX) - 94,4 - 81Z_1 + 37Z_3 + 89Z_4$$

donde:

PD2 es la precipitación máxima diaria con un período de retorno de dos años.

PMEX el valor medio interanual de la precipitación del mes más lluvioso de cada año.

Z, factor de zonificación.  $Z_n = 1$  tratándose del análisis de la zona n y nulos todos los restante valores de Z.

Siendo Zona 1: proximidades de Graza~~le~~ma. Zona 2: Cuen~~ca~~cas del Sur de España y área costera de la cuenca del Segura. Zona 3: Resto de la vertiente mediterránea. Zona 4: Cuencas del Pirineo Oriental.

Las diferencias orográficas en la cuenca determinan dife~~re~~ncias pluviométricas, no sólo por el efecto que en las ~~mas~~masas de aire húmedo causan las elevaciones del terreno, ~~sino~~ sino también por las distintas orientaciones que la presencia de las mismas determina, siendo más importante entre ~~100~~ 100 y 300 m de altitud la influencia de esta última que la de la altitud.

Así las siguientes estaciones:

La nº 4, "Ses Fonts", con altitud de 100 m recibe una precipitación media anual de 1.008,34 mm, mientras que la ~~la~~ nº 12, "Son Fuster" con 205 m de altitud recibe 755,85 mm o la nº 14 "Minas Isern" que con una altitud de 170 m recibe 635,99 al año.

Basándonos en este hecho y en los valores de los factores de zonificación definidos por INTECSA en la mencionada ecuación de regresión, hemos adoptado el criterio de asignar a las estaciones que registran precipitaciones medias anuales superiores a los 900 mm los siguientes valores:

$$Z_3 = 0$$

$$Z_4 = 1$$

Asimilándolas, por tanto, a la Zona 4 ó "Cuenca del Piri-- neo Oriental".

A las estaciones que registran precipitaciones inferiores a los 900 mm, se les asigna los siguientes valores:

$$Z_3 = 1$$

$$Z_4 = 0$$

Asimilándolas, por tanto a la Zona 3 ó "Resto de la ver-- tiente mediterránea".

$$Z_1 = 0 \text{ en todos los casos.}$$

La PD2 se ha calculado a partir de los datos de precipita-- ciones máximas mensuales en 24 h mediante ajuste Gumbel.

El número mínimo de datos que se considera necesario para proceder al cálculo de la PD2 es 15, por lo que se ha cal-- culado R en las 14 estaciones que disponen de datos sufi-- cientes. Para hacer extensiva la R al resto de las esta-- ciones se ha buscado la correlación entre los valores ya -- obtenidos de R y los correspondientes de F, mediante una -- expresión de tipo logarítmico:

$$R = 1,6203. F^{1,2680}$$

siendo el coeficiente de correlación = 0,966986, entre -- log. R y log. F.

Los resultados aparecen en las salidas de ordenador del -- Anexo 2 (2.2.3.), en las que se llama R2 a los valores de

R ya ajustados a la ecuación. Así mismo, en dichas hojas se dan los valores de PD10, PD25, PD50 y PD100, que se utilizarán posteriormente para el cálculo de caudales (Anexo 3).

Tabla de resultados:

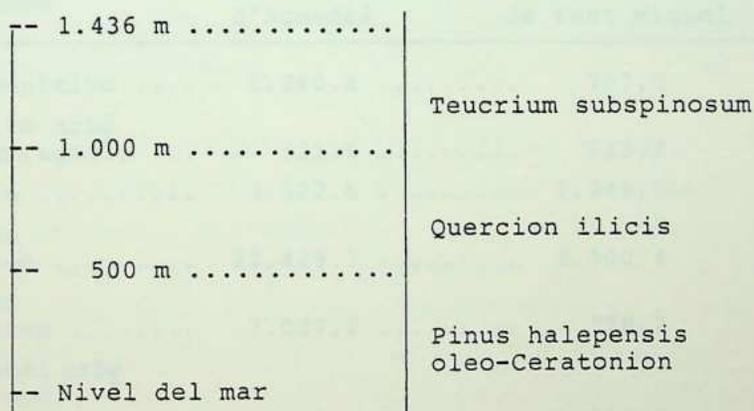
Estación nº	$F = \frac{p^2_{MEX}}{P}$	R (ya ajustado)
1	52,000	242,956
2	34,940	146,750
3	83,330	441,773
4	56,250	268,404
5	102,630	575,326
6	46,710	212,056
7	39,230	169,962
8	66,428	331,414
9	60,390	293,694
10	73,525	376,935
11	73,340	375,733
12	55,030	261,044
13	38,811	167,663
14	41,920	184,872
15	69,300	349,686
16	32,500	133,880
17	33,390	138,546
18	30,390	122,957
19	30,940	125,785
20	27,230	106,978
21	28,940	115,566

Se ha confeccionado un mapa de líneas, ISO-R (Escala - - 1:50.000), teniendo en cuenta estos valores, así como la - orografía del terreno.

## 2.3. VEGETACION Y USOS DEL SUELO

### 2.3.1 UNIDADES VEGETALES CARACTERISTICAS

Con clima tipo mediterráneo de húmedo a semiárido, sobre un suelo de naturaleza caliza (con las formaciones típicas de este tipo de sustrato: karst, lapiaz, ...), y arcillosa (sobre todo en el centro de la isla) y con altitudes -- que desde prácticamente el nivel del mar ( 4 m s.n.m. en la Albufera) van hasta 1.436 m en Puig Mahor, se establece la siguiente gradación altitudinal de la vegetación:



Se citan en el Anexo 2 (2.3.1.) las alianzas y asociaciones más representativas.

En definitiva, podemos decir que la conjunción de los factores relieve, torrencialidad del régimen hídrico y acciones antrópicas, han hecho que gran parte de la zona montañosa quede desprovista de suelo y de cubierta arbórea. En estas zonas subsiste un matorral formado fundamentalmente por *Juniperus phoenicia*, *Rosmarinus officinalis*, *Calicotome spinosa*, *Phyllyrea angustifolia*, *Ph. latifolia*, *Genista florida*. Estas formaciones de matorral se mezclan con herbáceas, principalmente carrizo (*Amplodesma mauritánica*) y otras. En zonas en que se ha perdido casi todo el suelo, la vegetación es típica de roquedo.

### 2.3.2. USOS DEL SUELO

Para la confección del plano de usos del suelo, se ha utilizado el "Mapa de Cultivos y Aprovechamientos" a escala - 1:50.000 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Dirección de la Producción Agraria.

Se han agrupado los usos del suelo en los siguientes estratos:

ESTRATOS	SUPERFICIE OCUPADA EN HAS	
	Cuenca del Torrent d'Aumedrà	Cuenca del Torrent de Sant Miquel
0 - Improductivo .....	1.290,4 .....	707,3
1 - Cultivo arbóreo en regadío ...	631,5 .....	223,2
2 - Huerta .....	3.322,6 .....	2.249,5
3 - Secano arbóreo .....	22.429,1 .....	5.900,4
4 - Secano herbáceo .....	7.039,8 .....	778,7
5 - Forestal arbolado con $S_c > 70\%$ .....	3.423,6 .....	2.884,4
6 - Forestal arbolado con $30\% \leq S_c \leq 70\%$ con matorral y/o pasto .....	2.558,4 .....	1.706,3
7 - Forestal: matorral y/o árboles sueltos con o sin pasto .....	3.480,2 .....	4.568,5
T O T A L .....	44.175,6 .....	19.018,3

Los criterios de agrupación en estos estratos aparecen en el Anexo 2 (2.3.1.).

En cuanto al plano de uso actual del suelo se refiere, se presenta en el Anexo 2 (2.3.2.), Cuadro C-100, una relación porcentual del total de la superficie cubierta por cada estrato en el conjunto de ambas cuencas.

### 2.3.3. ZONAS REGABLES DE INTERES NACIONAL Y MONTES A CARGO DE LA ADMINISTRACION

#### ZONAS REGABLES DE INTERES NACIONAL

Por Decreto 3.387/1.973 de 7 de diciembre, publicado en el Boletín Oficial del Estado del 17 de enero de 1.974, se acordaron actuaciones de reforma y desarrollo agrario en la comarca de Inca-Palma.

Esta comarca está integrada por 22 términos municipales, estando 16 de ellos integrados total o parcialmente en la cuenca de estudio. La superficie total de la Comarca de Ordenación es de 105.005 has aproximadamente, de las que 54.200 corresponden a términos pertenecientes a la cuenca, y se extiende una amplia franja de terreno que discurre en dirección SO-NE por el centro de la Isla de Mallorca, entre las bahías de Palma y Alcudia. Anexo 2 (2.3.3.).

La puesta en marcha de las acciones enmarcadas en el Plan supone un incremento notable de la superficie destinada a regadío en la Comarca de Ordenación y por tanto en la zona de la cuenca incluida en ella.

La orientación productiva señalada en el Decreto correspondiente es en regadío, la producción hortofrutícola general con destino al consumo interno de la isla y de la floricultura, tanto para el mercado interior como para la exportación y la producción de plantas forrajeras y pratenses, destinadas a incrementar la producción de carne de vacuno.

Se presta especial atención a la reordenación y mejora del cultivo del almendro, tanto en regadío como en seco y se fomentan las instalaciones de cultivos forzados para la obtención de productos fuera de estación.

#### MONTES A CARGO DE LA ADMINISTRACION

Los montes a cargo de la Administración forestal en las cuencas en estudio son:

Nombre del Monte	Nº catálogo	Nº Elenco	Convenio
Binifaldó	1	1.002	---
Manut	2	1.001	---
Comuna de Llorito	4	--	---
Comuna de Caimari	8	--	---
Comuna de Biniamar	9	--	---
Mina Gran	15	1.005	---
Gaieta Gran	--	--	PM-071/7013
S'Estret	--	3.003	---
Cúber	--	3.004	---

En el Anexo 2 (2.3.3.) se define para cada Monte: su situación administrativa, su superficie y su estado forestal, así como los mapas forestales escala 1:10.000 de los montes catalogados, según información facilitada por S.E.C.O.N.A, elaborados en base a considerar las dos especies más representativas en la provincia -Quercus ilex y Pinus halepensis-, añaden además información relativa al estado de su espesura, a la situación de las áreas desprovistas de bosque: si están ocupadas por matorral y de qué tipo es éste; si es un terreno agrícola; si está ocupado por viviendas o bien si se trata de una superficie cubierta de agua, e incluso si son terrenos duramente castigados por los fenómenos erosivos, o si han sido repoblados...

## 2.4. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS

Se incluye en este apartado información social y económica relativa a los términos municipales que se integran total o parcialmente en la cuenca que se estudia, sabiendo que - en los casos en que la inclusión sea parcial (caso en que se encuentran 16 de los 26 municipios) los datos no nos -- van a hablar de la situación en el área física concreta limitada por el contorno de la cuenca, sino de la del área - de influencia de la misma, que evidentemente abarca al me- nos al conjunto de términos municipales que tienen particiipación en ella. Cuanto más tratándose de una isla, donde las interrelaciones entre los distintos sistemas son mucho más intensas.

Los términos municipales son:

- Los totalmente incluidos: Binissalem, Búger, Campanet, Costitx, Inca, Lloseta, Mancor del Valle, Sa Pobla y Selva. Los parcialmente incluidos: Alaró, Alcudia, Algaida, Bunyola, Escorca, Lloret de Vista Alegre, Llubi, -- Lluchmajor, Marratxi, Montuiri, Muro, Pollensa, Sancelles, Sta. Eugenia, Sta. María del Cami y Sineu.

### 2.4.1. EVOLUCION DE LA POBLACION DESDE 1.900 HASTA 1.981

El incremento de la población en la provincia desde principios de siglo se mantiene paralelo al resto de la nación, con variaciones del porcentaje sobre el total nacional que oscila más o menos, pero que siguen una línea marcadamente descendente hasta 1.960. A partir de este año la política desarrollista y de potenciación turística hacen de la provincia un foco atrayente para la creación y establecimiento de nuevas industrias. Resultado de todo ello, es el paso entre 1.960 y 1.970 del mínimo sobre el total nacional, al máximo valor alcanzado hasta ese momento; del 1,46% en

1.960 y 1,60% en 1.970. El último dato de que se dispone es el de 1.981 en que la población de la provincia supone el 1,82% del total nacional siendo éste el máximo valor alcanzado hasta ese año con lo que se confirma la tendencia al incremento de la población.

PORCENTAJE DE LA POBLACION DE LA PROVINCIA SOBRE EL TOTAL NACIONAL

1.900	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	1.981
1,64	1,64	1,59	1,55	1,57	1,51	1,46	1,65	1,82

Veamos ahora como evoluciona la población en la comarca - comparándola con la de la provincia y con la de su capital.

En el año 1.900 la población en la comarca suponía un - -- 28,59% del total provincial, mientras que en la capital se asentaba un 20,99%. Ambos porcentajes se mantienen alrededor de los valores anteriores hasta 1.920, siendo más estables en el conjunto de la comarca y teniendo signo creciente en la ciudad. A partir de ese año, se inicia en la comarca una lenta pero clara y continuada disminución de la población que va desplazándose hacia el medio urbano desde el rural. Este movimiento se acentúa a partir de 1.960, - consecuencia de una política de potenciación de los núcleos urbanos frente a los rurales, que apoya y da fuerza al movimiento migratorio ya iniciado. Así, el porcentaje de población en la comarca frente al total provincial pasa de - un 22,86% en 1.960 a 19,85% en 1.970 y, por el contrario - en Palma pasa de un 35,88% en 1.960 a 41,93% en 1.970. -- Los últimos datos de que disponemos hablan de un 17,38% en la comarca frente a un 44,44% de la población provincial - asentada en la capital.

Porcentaje de la población sobre el total provincial

	1.900	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	1.981
En la comarca	28,59	28,64	28,21	27,45	25,39	23,94	22,86	19,85	17,38
En Palma	20,99	21,17	22,84	24,15	28,08	32,41	25,88	41,93	44,44

Este movimiento queda también reflejado en el interior de la cuenca, donde el 48% de la población está establecida - en poblaciones con más de 10.000 habitantes (Inca, Lluçma jor, Pollensa y Sa Pobla). Un 20% de la población vive en núcleos con un número de habitantes entre 5.000 y 10.000 - (Alcudia, Binissalem, Marratxi y Muro). Y el 32% restantes vive en poblaciones con menos de 5.000 habitantes, cinco de los cuales tienen menos de 1.000 habitantes.

La densidad media de la comarca es de 77,98 habitantes/km<sup>2</sup>, algo superior a la media nacional (74,8 hab/km<sup>2</sup>). Sin embargo, las oscilaciones son grandes según los términos municipales, correspondiendo la mínima a Escorca con - - 2,7 hab/km<sup>2</sup> y la máxima a Lloseta con 353,8 hab/km<sup>2</sup>. Hay 15 municipios con densidad inferior a la media nacional.

La distribución por edades de la población de hecho según el censo de 1.981, se señala en el Cuadro C-106, Anexo - - 2 (2.4.2.), para los municipios con más de 1.000 habitantes.

La población activa en la comarca es un 62,5% del total.

Estos datos han sido obtenidos a partir de información publicada por el INE. Ver Cuadros C-107, C-108 y C-109.

#### 2.4.2. ANALISIS DE SECTORES

##### ACTIVIDAD ECONOMICA GENERAL

El reparto de la población activa según sectores económicos en 1.981, se presenta en el Cuadro C-108, Anexo - - -

2 (2.4.2.) del que resulta:

	Agricultura	Energía y agua	Indust.	Constrc.	Servicios
TOTAL COMARCA	16,1%	1,9%	28,5%	13,2%	40,3%
TOTAL AUTONOMIA	9,6%	1,6%	17,1%	11,5%	60,2%

o por sectores:

	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO
TOTAL COMARCA	16,1	43,6	40,3
TOTAL AUTONOMIA	9,6	30,2	60,2

A nivel autonomía, el sector terciario es el más desarrollado, mientras que en la comarca que nos ocupa el sector secundario ocupa el primer lugar, seguido del de servicios y, en tercer lugar, aparece el sector primario.

En el Anexo 2 (2.4.2.) se analizan los correspondientes -- sectores, se hace una evaluación de la producción agraria (1.983) y se comentan algunos índices como exponentes del nivel económico de la población.

### 3. HIDRAULICA TORRENCIAL

#### 3.1. DIVISION EN UNIDADES HIDROLOGICAS, CARACTERISTICAS DE LAS MISMAS

##### DIVISION EN UNIDADES HIDROLOGICAS

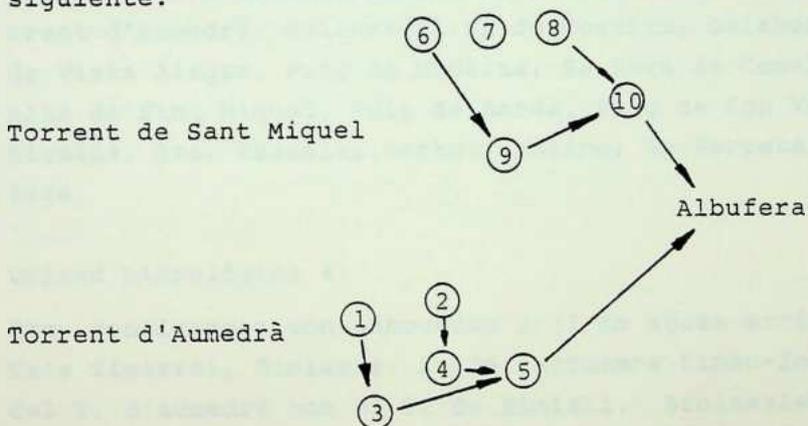
Las 10 unidades hidrológicas en que se han dividido las -- cuencas en estudio son:

Subcuenca	Número	Zona
Cabecera del Torrent de Sollerich .....	1 .....	Montañosa
Cabecera del Torrent d'Aumedrà .....	2 .....	Montañosa
Tramos medio y bajo del Torrent de Sollerich-Biniali .....	3 .....	Llana
Tramo medio del Torrent d'Aumedrà (Torrent d'es Rafal Garcés) .....	4 .....	Llana
Tramo bajo del Torrent d'Aumedrà (Torrent de Vinagrella-Torrent de Muro) .....	5 .....	Llana-Baja
Cabecera del Torrent de Massanella .....	6 .....	Montañosa
Torrent de Sa Coveta Negra, d'es Horts .....	7 .....	Montañosa
Cabecera del Torrent de Campanet-Sant Miquel .....	8 .....	Montañosa

Torrent de Búger (Tramo medio bajo del Torrent de Massanella..... ⑨ ..... Llana

Zona baja del Torrent de Sant Miquel ..... ⑩ ..... Baja con colinas costeras

El esquema de afluencia de las unidades hidrológicas es el siguiente:



Los límites naturales principales de las unidades consideradas son los siguientes, comenzando por el Norte y siguiendo sentido horario:

Unidad hidrográfica 1:

Coll d'es Gats, Serra D'es Puig d'es Moix, Puig de Sant Miquel, Soucadena, Penya de Ca'n Jeroni, Son Forteza (donde vierte a la cuenca 3), Sa Serreta, Penya del Llamp, Es Pas de S'Estelot, Mola de Son Montserrat, Pas de Na Maria, L'Ofre, Coll d'es Gats.

Unidad hidrológica 2:

Puig Major, Puig de Ses Vinyes, Puig d'es Noguer, Morro d'Almalluchs, Tossals Verds, Es Pinatons, Suró, Puig de Sa

Creu, bajando hacia Lloseta se llega al Torrente un km -- aguas arriba de C'as Ximarro (punto de unión de las sub- - cuencas 2 y 4), Penya de Ca'n Jeroni, Son Cadena, Puig de Sant Miquel, Serra d'es Puig d'es Moix, Coll d'es Gats, -- L'Ofre, Serra de Torrelles, Puig Major.

#### Unidad hidrológica 3:

Son Forteza (donde llegan las aguas de la subcuenca 1). -- Penya de Ca'n Jeroni, Binissalem, confluencia con el To- - rrent d'Aumedrà, colinas al SE de Costitx, Gelabert, Lloret de Vista Alegre, Puig de Mudaina, Sa Rota de Comelles, Ermita de Sant Miquel, Puig de Randa, Puig de Son Veny, - -- Algaida, Sta. Eugenia, Portol, Molino, Sa Serreta, Son For<sub>teza</sub>.

#### Unidad hidrológica 4:

Pto. confluencia con subcuenca 2 (1 km aguas arriba de -- Ca's Ximarro), Biniamar, km 29 carretera Sineu-Inca, unión del T. d'Aumedrà con el T. de Biniali, Binissalem, Penya de Ca'n Jeroni, pto. de confluencia con subcuenca 2.

#### Unidad hidrológica 5:

Albufera, Morro, Suau, Son Cal, Sineu, Gelabert, Castell - d'Aumunts, unión del T. de Biniali con el T. D'Aumedrà, -- Son Aloy, Binissalem, Penya de Ca'n Jeroni, Biniamar, Pu-- get de Sant Pere, Ermita de Sta. Magdalena, Sa Llebre, Albu<sub>fera</sub>.

#### Unidad hidrológica 6:

Puig de Massanella, N'Alis, Sa Fita, Son Penya, confluencia del Torrent de Biniatsent con el de Massanella, Puig - de Sa Creu, Susó, Es Pinatons, Tossals Verds, Morro d'Alma<sub>lluchs</sub>, Serra d'es Teix, Puig de Massanella.

#### Unidad hidrológica 7:

Puig d'es Caragoler, Puig d'es Barracá, Caimari, km 5 de la carretera de Inca a Esquix (donde vierte la subcuenca 10), Careta de Turixant, Sa Fita N'Alis, Puig d'es Caragoler. Esta subcuenca presenta unos torrents que "desaparecen" en la zona de Selva, convirtiéndose en subterráneos.

#### Unidad hidrológica 8:

Puig d'es Tomir, El Moletó, Les Tosses del Llamp, Puig d'es Fangar, confluencia del Torrent de Sant Miquel y del Torrent de Búger, Sa Mata, Campanet, Eubaseig, Caimari, Puig d'es Barracá, Puig d'es Caragoles, Puig de Massanella, Sa Mola, Es Guix, Sa moleta, Puig d'es Tomir.

#### Unidad hidrológica 9:

Eubaseig, Campanet, Sa Mata, confluencia del Torrent de Sant Miquel y del Torrent de Búger, Sa Llebre, Ermita de Sta. Magdalena, Puget de San Pere, confluencia del Torrent de Massanella con el Torrent de Biniatsunt, Selva, Caimari, Son Bisbal, Eubareig.

#### Unidad hidrológica 10:

Son Vila, km 48 carretera Palma-Alcudia, Es Mortera, Canal d'en Siurana, Sa Llebre, confluencia del Torrent de Búger con el Torrent de Sant Miquel, Puig d'es Fangar, Son Vila.

En el Anexo 3 (3.1.) se definen las características de esas unidades hidrológicas en cuanto a usos del suelo, morfología, pendientes, forma, etc.

### 3.2. CALCULO DE CAUDALES

El caudal líquido máximo instantáneo en la sección de cierre de cada una de la unidades hidrológicas consideradas -

se evalúa mediante el método genético, utilizando los números hidrológicos de curva y el programa HYMO, para períodos de recurrencia de 10, 25, 50 y 100 años.

Después se estimarán estos caudales a partir de fórmulas empíricas, para finalmente comparar todos los resultados con los datos aforados disponibles.

### 3.2.1. CALCULO GENETICO DE CAUDALES EN LAS SUBCUENCAS Y UNIDADES HIDROLOGICAS CONSIDERADAS

Definidas las subcuencas y unidades hidrológicas de las distintas zonas del área del proyecto, se evalúan en ellas los caudales punta para distintos períodos de recurrencia. El proceso operativo es el siguiente:

- Se eligen las estaciones meteorológicas que definen la pluviosidad en las diferentes subcuencas representativas.
- Se determina estadísticamente la precipitación en 24 horas en dichas estaciones para diferentes períodos de recurrencia: 10, 25, 50 y 100 años.
- Se calcula estadísticamente, y para los mismos períodos de recurrencia las precipitaciones que tienen lugar para intervalos de 1 hora y 6 horas en las citadas estaciones.
- Con los datos anteriores, se calculan las precipitaciones máximas para duraciones de 24,6 y 1 hora en las subcuencas y unidades hidrológicas definidas.
- Se definen los Números de Curva correspondientes a cada subcuenca. Este cálculo se realiza en dos fases: en la primera, dependiendo de las características del suelo en las diferentes zonas de la cuenca, se determina el tipo de suelo que les corresponde, según la clasificación del

Soil Conservation Service. Es decir, asigna a los suelos las clases A, B, C o D definidas por este servicio. Posteriormente, teniendo en cuenta el uso del suelo, se define el Número de Curva o Número Hidrológico correspondiente a cada subcuenca y unidad hidrológica.

- Se dan las características físicas necesarias de las subcuencas y de sus cauces para la conducción de caudales y determinación de hidrogramas.
- Finalmente se determinan los hidrogramas correspondientes a cada subcuenca y se calcula el caudal punta respectivo por aplicación del programa HYMO.

En el Anexo 3 (3.2.1.) se desarrollan cada una de las fases del cálculo genético de caudales.

### 3.2.2. APLICACION DE LAS FORMULAS EMPIRICAS DE GARCIA NAJERA, PARA EL CALCULO DE CAUDALES PUNTA. COMPARACION DE RESULTADOS

En este apartado sólo se van a considerar aquellas unidades hidrológicas que son verdaderas subcuencas hidrográficas torrenciales, es decir, la 1, 2, 6, 7 y 8, en las que se van a proyectar diques de corrección.

En la subcuenca 8 se va a estimar el caudal punta en la confluencia de los torrentes Massana y de Campanet (Estación de Aforo E-4), por lo que eliminamos parte de la misma. A la subcuenca 8 con esta modificación se la designa por 8\*.

#### Fórmulas de García Nájera

García Nájera ha propuesto las siguientes funciones que dan, no los caudales máximos posibles, sino los valores intermedios entre los pequeños y las extraordinarias recu-

rencias entre 15 y 35 años, que es la que debe tomarse -- en consideración para calcular las obras de corrección. Es-  
tas fórmulas son las siguientes:

$$F < 0,4 \text{ km}^2 \quad Q. \text{ max.} = \frac{\text{a.p.} (42+0,525 F) \cdot F}{(1+F) (1+0,025 F) (0,5+\sqrt{F})}$$

$$0,4 < F < 2,5 \text{ km}^2 \quad Q. \text{ máx.} = \text{a.p.} (12,21 F + 5,74)$$

$$F > 2,5 \text{ km}^2 \quad Q. \text{ máx.} = \frac{\text{a.p.} (42+0,525 F) \cdot F}{(1+F) (1+0,025 F) (0,5+\sqrt{F})}$$

en las que:

Q.máx: caudal máximo estimado en  $\text{m}^3/\text{seg}$ .

F: superficie de la cuenca en  $\text{km}^2$ .

ayp.: dos coeficientes para tener en cuenta el estado fo-  
restal y la accidentación de la cuenca. Designando  
por  $F_C$  la superficie en kilómetros cuadrados cu-  
bierta de vegetación en buen estado, tenemos:

$$a = 1 - \frac{3 F_C}{4F}$$

y en cuanto a p, tiene los siguientes valores:

Cuencas poco accidentadas:	p = 0,75
Cuencas medianamente accidentadas:	p = 1,00
Cuencas muy accidentadas:	p = 1,25

según que menos de 1/3, más de 1/3 ó más de 2/3 de  
la cuenca tenga pendientes superiores al 30 por --  
ciento.

Los resultados de la aplicación de estas expresiones en di-  
chas subcuencas, se muestran en el cuadro adjunto, en el -  
que se incluyen también los caudales calculados según el -  
modelo HYMO.

Subcuenca	S(km <sup>2</sup> )	Q García Nájera (m <sup>3</sup> /seg)	Pendiente media (%)	Caudales HYMO (m <sup>3</sup> /seg)			
				Q <sub>10</sub>	Q <sub>25</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>
1	30,713	134,80	27,52	64,24	114,23	157,30	204,69
2	32,775	176,86	34,99	99,66	173,41	235,97	303,61
6	28,725	136,73	32,62	96,10	175,81	245,11	321,33
7	11,375	71,22	32,17	53,12	106,05	153,28	205,69
8*	55,275	161,58	27,34	102,05	171,57	268,24	355,32

Qi: caudal máximo de la avenida para una recurrencia de "i" años.

Comparando los resultados obtenidos por ambos procedimientos, se observa que el método empírico de García Nájera supone recurrencias entre 20 y 35 años aproximadamente, lo cual entra dentro de los valores que se han experimentado en otros casos.

Dada la magnitud y relación de estos caudales se ha decidido calcular los caudales punta con los que se diseñarán los diques, haciendo aplicación de las expresiones de García Nájera, de mayor facilidad y sencillez de cálculo que el método HYMO.

En el correspondiente Anexo 3 (3.2.2.) se incluyen los datos de entrada y los resultados de la aplicación de la fórmula de García Nájera.

### 3.2.3. COMENTARIO DE RESULTADOS Y COMPARACION CON ESTIMACIONES DE DATOS AFORADOS

En el año 1979, el Instituto Geológico hizo un estudio hidrológico de la cuenca del Torrent de Sant Miquel.

Nos vamos a referir a los datos, medidos y estimados en dicho estudio en la estación de aforo E-4, situada aguas abajo de la confluencia de los torrentes de Campanet y de --

Massana. La subcuenca 8\* que definimos en el epígrafe anterior, es la correspondiente a la estación de aforo E-4.

Compararemos los datos referentes a los caudales producidos como consecuencia de las tormentas del 29 de marzo de 1.974.

Estas tormentas fueron de 275,4 mm en 24 horas en la estación de Son Torrellay y de 141 mm en la estación de Campanet (Ses Fonts). Supone, según el análisis de precipitaciones realizado en el presente proyecto unas recurrencias que oscilan entre 14 y 8 años respectivamente, es decir, alrededor de unos 11 años.

En la subcuenca 8\*, los caudales máximos instantáneos deducidos por el método genético son de 102,05 m<sup>3</sup>/sg, para una recurrencia de 10 años y de 171, 57 m<sup>3</sup>/sg., para una recurrencia de 25 años.

En el día de máxima escorrentía, tras las citadas tormentas, se midió un caudal medio de 7,2 m<sup>3</sup>/sg., estimándose en el citado estudio, por métodos empíricos, un caudal máximo instantáneo de 100 m<sup>3</sup>/sg., para una recurrencia de 25 años.

Este valor difiere poco de los 102,05 m<sup>3</sup>/sg. que se calculan por el método genético, correspondientes a una recurrencia de 10 años.

La diferencia en cuanto a los períodos de recurrencia entre ambos caudales (100 m<sup>3</sup>/sg., y 102,05 m<sup>3</sup>/sg.), es debida a que en el estudio citado, se supone en la zona una precipitación máxima en una hora del orden de 60 mm, para una recurrencia de 25 años.

Tras el análisis de datos meteorológicos que se hace en el

presente proyecto, se estima que la precipitación máxima - en una hora con una recurrencia de 25 años es en dicha -- cuenca 81 mm y de 65 mm para una recurrencia de 10 años. - Posiblemente sea este hecho el que ocasione distorsión en cuanto a los períodos de retorno, pero no lo hace en cuanto a caudales estimados para una precipitación dada, sin - tener en cuenta su recurrencia.

No obstante, los caudales estimados por el método genético y por García Nájera, en el resto de las subcuencas que no poseen fuentes subterráneas de la importancia de Ses Ufanones, pensamos que son superiores a los reales, tras el reconocimiento in situ de los torrentes de la montaña en la zona de estudio. Posiblemente, la infiltración en las rocas calizas de Mallorca sea mayor que la supuesta. El hecho lo confirma la magnitud de los caudales subterráneos - que surgen a la superficie en ocasiones (Fonts Ufanos), y la desaparición material de algunos torrentes que se "sumergen" bajo la superficie (Torrents de Sa Coveta Negra, - d'es Horts, cabeceras del Torrents de Montuiri, ...). Por otra parte, en la clasificación de suelos según los tipos hidrológicos A, B, C, D del U.S.C.S., para la determinación de los números curva, no está definido el litosuelo - calizo, mayoritario en las cabeceras de la Serra de Tramontana. Esto nos ha obligado a estimar un Tipo A\* para la - referida zona, pero sin base real suficiente para hacerlo con precisión.

### 3.3. EROSION EN LA ZONA EN ESTUDIO

#### 3.3.1. ASPECTOS CUALITATIVOS

##### INDICES DE EROSIONABILIDAD DEL SUELO

La mayor o menor resistencia del suelo ante la acción erosiva de las aguas se define por los siguientes índices:

- Coeficiente de dispersión  $C_d$  (Middleton):

$$C_d = \frac{(\% \text{ (limo + arcilla) sin utilizar dispersante})}{(\% \text{ (limo + arcilla) utilizando dispersante})} \times 100.$$

El limo y arcilla corresponde a las partículas menores - de 0,05 mm. La fracción del numerador corresponde a dispersar la muestra con agua pura. La del denominador a dispersarla con hidróxido sódico.

Se interpreta que los suelos con  $D_d < 15$  son resistentes a la erosión hídrica.

- Relación coloides a equivalente de humedad  $C_t$ :

$$C_t = (\% \text{ coloides}) / (\text{equivalente de humedad}).$$

La existencia de coloides favorece la formación de agregados estables ante el agua y contribuye a que el suelo posea una mayor capacidad de almacenamiento de humedad, circunstancias ambas contrarias a que se produzca erosión. Por otra parte el equivalente de humedad refleja la dificultad que tiene el suelo para desprenderse del agua absorbida, influyendo así en el poder de infiltración y, por consiguiente, en la esorrentía superficial.

Se interpreta en el sentido de que  $C_t > 1,5$  define suelos resistentes a la erosión.

- Cociente de erosión  $C_e$  (Middleton):

$$C_e = C_d / C_t$$

Se interpreta  $C_e < 10$  como suelos resistentes a la erosión.

- Factor K (Wishmeier)

Es uno de los parámetros del modelo USLE para el cálculo de pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros. (gráfico G-20).

La regresión obtenida para el cálculo del factor K en -- primera aproximación es la siguiente:

$$100 k = 10^{-4} \times 2,71 \times M^{1,14} \times (12-a)$$

M se calcula como el producto del % de la fracción de -- suelo comprendida entre 0,002 y 0,1 mm de diámetro de -- las partículas, por el % de la fracción comprendida en-- tre 0,002 y 2 mm de diámetro, (o lo que es igual 100-% - arcilla de la muestra de suelo).

a es el % de materia orgánica.

Observaciones:

- Si  $a > 4\%$  se toma;  $a = 4\%$
- Si el porcentaje de partículas de suelo con diámetros comprendidos entre 0,002 y 0,1 mm es superior al 70%, - la regresión no es válida.

En la toma de muestras, en cuanto localización, número y forma, se consideraron las características geológi-- cas y cobertura vegetal y, dentro de ellas, sitios de características medias en cuanto a pendiente, orienta-- ción y densidad de la vegetación. Los valores de tex-- tura y materia orgánica se refieren a los 15 a 20 cm superiores del suelo.

Existe una evidente correlación entre el factor K y el coe

ficiente de erosión (Middleton). Por eso el plano de K de la zona en estudio que se obtiene al aplicar el modelo - - USLE para la evaluación de las pérdidas de suelo, y cuya - copia se adjunta, define la susceptibilidad del suelo de la referida zona.

El Servicio Provincial de ICONA en Baleares, tomó en 1.984, 24 muestras en la cuenca del Torrent de Sant Miquel, que - junto con las 23 muestras que se han tomado en el presente proyecto, constituyen un total de 47 muestras. Los análisis de las mismas figuran en el Anexo 2 (2.2.2.), y su localización en el correspondiente plano a escala 1:50.000, así como los valores de K obtenidos en cada muestra.

#### INDICES DE PROTECCION DEL SUELO POR LA VEGETACION

Está basado en los criterios que seguidamente se exponen, relacionados con las influencias de la vegetación en el régimen hidrológico.

- La vegetación protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia en gran medida, contribuyendo a que estas incidan sobre el terreno con menor energía cinética, gracias al efecto de frenado a que les somete.
- La vegetación contribuye a disminuir la escorrentía superficial y a decrecer los caudales punta de avenidas, y ello por doble motivo; por un lado, porque aumenta la permeabilidad del suelo, incrementando con ello la infiltración; por otro, debido a que disminuye la velocidad de - la lámina de escurrido. En este último aspecto se considera que la velocidad del agua en una ladera cubierta de vegetación con buena espesura, es igual a la cuarta parte de la velocidad que existiría en esa misma ladera pero con suelo desnudo.

- Las raíces de la cubierta vegetal con sus numerosos entramados protegen al suelo ayudándole a no disgregarse.

Esta protección se valora mediante un índice que varía entre 0 y 1, para lo cual se tiene en cuenta:

- El tipo de cubierta vegetal (tanto en cuanto a su parte aérea como en cuanto a su sistema radical).
- La densidad y espesura de la misma.
- Los aprovechamientos a los que se le somete.
- Las prácticas de conservación de suelo y
- La pendiente del terreno.

De acuerdo con todo lo expuesto, se obtuvo el Cuadro C-25, - que figura en el Anexo 3 (3.3.1.), de "Índices de protección del suelo por la vegetación".

El índice de protección de la cuenca del Torrent de Sant Miquel es de 0,79 y el del Torrent d'Aumedrà de 0,92. El índice de protección medio para el conjunto de las dos cuencas de 0,88.

### 3.3.2. ASPECTOS CUANTITATIVOS

#### CALCULO DE LA EROSION MEDIANTE LA ECUACION UNIVERSAL

La ecuación universal responde al producto de los factores R.K.L.S.C.P., cuyo resultado es el número de toneladas métricas de suelo por ha que se mueven por causa de la erosión laminar y en regueros.

La metodología seguida ha sido la siguiente:

- a) División de subcuencas lo más homogéneas posibles en -- cuanto a clima, relieve, suelo y vegetación.
- b) Cálculo de los factores de la Ecuación Universal en cada subcuenca, elaborando sucesivamente los correspon- - dientes mapas y sus intersecciones.
- c) Obtención del mapa de pérdidas de suelo. Para cada sub- cuenca se tendrá un mapa resultante de erosión, cuyos - resultados se habrán estratificado oportunamente. De - la composición de éstos, a escala 1:50.000, resulta el plano general de pérdidas de suelo de la zona de estu- - dio que comprende el presente proyecto.

#### División en Subcuencas

La zona de estudio se ha subdividido en 29 subcuencas pe- - queñas y homogéneas, con el fin de ajustar lo mejor posi- - ble la Ecuación Universal, sobre todo en lo que se refiere al parámetro L.S., debido al método de estimación utiliza- do (Williams y Berndt).

El principal criterio de división y homogenización ha sido el relieve, dado que es el que condiciona al factor L.S. También se ha tenido en cuenta el clima -que en este caso, está muy relacionado con el relieve- el uso del suelo y -- por último, el tipo de litofacies.

Otro factor que se ha tenido en cuenta, es la situación de los diques proyectados, así como las estaciones de aforo - existentes, con el fin de tener determinadas las caracte- - rísticas de las subcuencas relativas a aquellos.

Evidentemente, las superficies de las subcuencas resultan- tes son muy diferentes, debido a la gran variación de los valores que toman los factores en la zona montañosa, y la

mayor homogeneidad de los mismos en la llanura.

Se adjuntan en los Cuadros C-27 y C-28 la relación de subcuencas y sus superficies. Anexo 3 (3.3.2.)

La situación de las subcuencas, numeradas de I a XXIX, se refleja en el plano a escala 1:50.000 de subcuencas y red de drenaje.

### Cálculo de los factores de la Ecuación Universal

#### Factor R

Se ha calculado en cada estación, del modo en que se explica en el apartado 2.2.3. del clima, correspondiente al - - Anexo nº 2, por lo que no repetimos el procedimiento utilizado ni sus resultados.

En base a éstos, y teniendo en cuenta la orografía de la zona, se ha elaborado un mapa de líneas iso-R a escala - - 1:50.000, que ha servido para dividir cada una de las 29 - subcuencas en una o varias superficies a las que se les ha asignado un único valor de R.

#### Factor K

En cuanto a este factor, nos remitimos al epígrafe 3.3.1. del presente Anexo.

Comentar únicamente que en los litosuelos (zonas muy rocosas, canchales, ...) se tomó un  $K = 0,050$  y no un  $K = 0$ , - dado que la disgregación de las rocas produce elementos finos que pueden ser erosionados en forma laminar. Además, entre las grietas queda en muchas ocasiones un poco de suelo, susceptible de ser erosionado.

Factor L.S

Se ha calculado para cada una de las 29 subcuencas en que se ha dividido la zona para hacer aplicación del modelo -- U.S.L.E.

El factor L.S se ha obtenido siguiendo el método de -- Williams y Berndt que se resume a continuación:

Se estima la pendiente media mediante la expresión:

$$S = \frac{0,25 H (LC_{25} + LC_{50} + LC_{75})}{DA}, \text{ siendo}$$

S: pendiente media en tanto por uno.

H: altitud máxima - altitud mínima en metros.

LC<sub>i</sub>: longitud de la curva de nivel correspondiente al i<sup>o</sup> de H, expresada en metros.

D.A: Superficie de la subcuenca en m<sup>2</sup>.

El factor  $\lambda$  longitud de pendiente, en este método, se estima a través de la siguiente expresión:

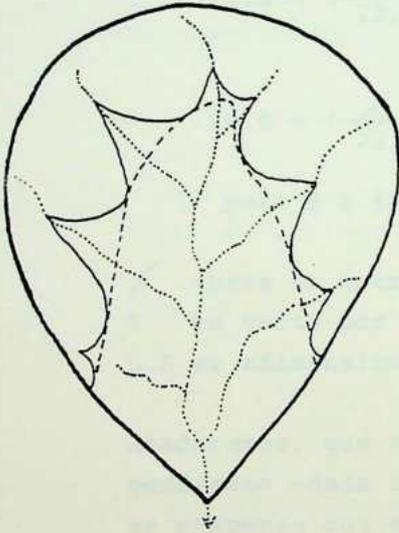
$$\lambda = \frac{1}{3} \sum \frac{LC_i \cdot LB_i}{2 \cdot E P_i \sqrt{(LC_i)^2 - (LB_i)^2}}$$

para i = 25, 50 y 75

donde:

LC<sub>i</sub>: tiene el mismo significado que en la expresión anterior.

LB<sub>i</sub>: es la longitud en metros, de la curva envolvente de la C<sub>i</sub>, de modo que sea tangente a ésta en un punto - entre cada dos cursos de agua considerados, tal como se presenta en el esquema del gráfico.



- ..... Curso de agua
- Contorno de subcuenca
- LC<sub>j</sub>
- LB<sub>j</sub>

E<sub>Pi</sub>: es el número de cursos potenciales de agua que se --  
 aprecian en el plano a escala 1:50.000, que cortan a  
 la curva Ci. (Ver la figura adjunta).

Por último, con S y  $\sphericalangle$  así calculadas, se obtiene el factor  
 L.S mediante las expresiones:

$$L.S = \left(\frac{\sphericalangle}{22,1}\right)^{0,3} \left(\frac{S}{9}\right)^{1,3} \quad \text{para } S > 9\%$$

$$L.S = \left(\frac{\sphericalangle}{22,1}\right)^{0,3} \left(\frac{0,43 + 0,30S + 0,043 S^2}{6,613}\right)$$

para  $S \leq 9\%$

$\sphericalangle$  entra en metros

S en tanto por ciento

L.S es adimensional

Añadiremos, que el error por defecto en la medición de la  
 pendiente -dada la escala de trabajo- al ir elevado a 1,3,  
 se compensa con el error por exceso que resulta en la medi-  
 ción a esta escala de L, que va elevada a 0,3. Por ello,  
 si bien L y S no son valores reales, sí lo es con bastante  
 aproximación el valor de L.S, según justifican Williams y  
 Berndt en su método.

Estos valores son indicativos de la erosionabilidad poten-  
 cial que tendrían las subcuencas por causa única de su re-  
 lieve. Como se comentará más adelante, la acción del hom-  
 bre modifica los valores reales de L.S en los terrenos - -  
 agrícolas.

En el Anexo 3 (3.3.2.) , Cuadro C-29, se dan los resulta--  
 dos obtenidos.

Los valores obtenidos serían aplicables a cada una de las subcuencas si éstas no estuvieran actuadas por el hombre. Sin embargo, la acción del hombre, transformando terrenos forestales en terrenos de cultivo y abancalando los mismos, supone un cambio importante en los perfiles de las laderas, que quedan escalonados.

La consecuente disminución de pendiente y longitudes de declive implica unos nuevos valores de L.S muy inferiores en terrenos agrícolas, que estimamos a continuación.

- Cultivos de secano abancalados en pendientes superiores del 24%. Se estima una pendiente del banal del 2%. Esos datos suponen una anchura del mismo de unos 10 m, para las alturas de banal corrientes en la zona.

Con estos datos se obtiene un valor:

$$L.S = \left(\frac{K}{22,1}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{0,43 + 0,30.S + 0,043 S^2}{6,613}\right) \approx 0,15$$

- Cultivos de secano abancalados en pendientes comprendidos entre el 8% y el 24%. se estima una pendiente del banal del 1%. Estos datos suponen anchura del mismo del orden de unos 20 m, para las alturas de banal corrientes en la zona. Se obtiene un valor:

$$L.S = \left(\frac{K}{22,1}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{0,43 + 0,30.S + 0,043.S^2}{6,613}\right) \approx 0,10$$

- Cultivos de secano no abancalados en pendientes entre 0% y 8%. En ellos estimamos un L.S medio de 0,62, calculado a partir de la fórmula anterior con una pendiente media del 4% y una longitud de declive del orden de 150 m.

- Cultivos de regadío, siempre abancalados. Se localizan salvo muy raras excepciones, en zonas con pendientes inferiores al 12%. Estimamos en ellos unas pendientes del 0% -dado que las utilizadas para el riego en la comarca son del orden de un 2 por mil- y unas longitudes de declive de unos 50 m. Con estos datos y utilizando la misma fórmula anterior, se obtiene una L.S de 0,08.

El resto de la superficie (zonas forestales) mantiene la L.S calculada según el método de Williams y Berndt.

#### Factor C

Para la determinación del factor de ordenación de cultivos, se procedió en primer lugar al establecimiento de una serie de tipos de vegetación y usos del suelo, en relación con la protección que ofrecen al mismo. De este modo, y tal como se explica en el Anexo nº 2 (epígrafe 2.3) se divide la vegetación en siete estratos:

1. Regadío arbóreo (naranjos, frutales,...).
2. Regadío herbáceo (huerta).
3. Secano arbóreo (almendros, olivos, algarrobos, higueras, vid,...).
4. Secano herbáceo (cereales...).
5. Arbolado forestal denso ( $S_C > 70\%$ ).
6. Arbolado claro ( $30 \leq S_C \leq 70\%$ ) y matorral.
7. Arbolado suelto ( $S_C < 30\%$ ) y/o matorral-pastizal con buena cobertura (zonas con suelo).
- 7' Arbolado suelto y/o matorral-pastizal en zona rocosa.
0. Improductivo (núcleos urbanos, albufera, embalses,...).

Los valores de C asignados a cada uno de estos tipos de vegetación se muestran en la tabla siguiente.

Clase de vegetación y uso del suelo	Código	Factor C
Regadío arbóreo	1	0,030
Regadío herbáceo	2	0,050
Secano arbóreo y viñedos	3	0,400
Secano herbáceo	4	0,250
Arbolado forestal denso ( $S_C > 70\%$ )	5	0,007
Arbolado forestal claro ( $30 \leq S_C \leq 70\%$ )	6	0,020
Arbolado suelto ( $S_C < 30\%$ ) y/o matorral-pastizal en zonas con suelo	7	0,035
Arbolado suelto ( $S_C < 30\%$ ) y/o matorral-pastizal en zona rocosa	7'	0,100
Improductivo	0	-- (*)

(\*) Debido a que en los terrenos que se incluyen dentro -- del apartado "Improductivo" (núcleos urbanos, embalses, construcciones...) no se va a calcular la U.S.L.E por no haber en ellos erosión laminar, no es procedente -- asignar a este apartado un valor de C.

#### Factor P

El factor P evalúa el coeficiente de minoración que hay que tener en cuenta como consecuencia de las acciones antrópicas de prácticas de conservación realizadas en las zonas agrícolas. Se aplica dicho factor en el caso de no tener en cuenta dichas prácticas (que suponen una variación en los perfiles del terreno), al estimar el factor L.S.

Como en el presente estudio sí se han tenido en cuenta estos cambios en el perfil del terreno al valorar el factor L.S, no tiene lugar la aplicación del factor P, dado que -- si se hiciese, se estaría considerando por duplicado el -- mismo aspecto.

### Resultado de la aplicación de la U.S.L.E

Por intersección del mapa de líneas iso-R y del plano correspondiente a los factores C.K y teniendo en cuenta el L.S de cada una de las 29 subcuencas (con las especificaciones que se han hecho respecto a la zona agrícola), se ha elaborado el mapa de pérdidas de suelo por Ha y año, a escala 1:50.000.

En dicho plano se han agrupado las zonas por estratos de pérdidas de suelo, del siguiente modo:

Estratos	Pérdidas en Tn. Ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>	Pérdida media asignada en Tn. Ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>
A	0 - 10	5,0
B	10 - 15	12,5
C	15 - 30	22,5
D	30 - 50	40,0
E	50 - 100	75,0
F	100 - 200	150,0
G	> 200	225,0

Planimetrando las superficies de cada estrato en cada subcuenca, se obtienen los resultados que aparecen en el Anexo 3 (3.3.2.)

En resumen se tiene que:

- Las pérdidas medias de suelo en la cuenca del Torrent d'Aumedrà son de 10,9 Ton Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.
- Las pérdidas medias de suelo en la cuenca del Torrent de Sant Miquel son de 13,8 Ton Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

COMENTARIO SOBRE LOS VALORES DE LAS PERDIDAS DE SUELO Y -  
LOS DE PROTECCION DE LA VEGETACION POR SUBCUENCAS

Como ya se vió, el índice de protección del suelo por la -  
vegetación, era 0,79 para la cuenca del Torrent de Sant --  
Miquel, 0,92 para la del Aumedrà y 0,88 el valor medio pa-  
ra el conjunto de ambas cuencas.

Estos altos valores del índice de protección corroboran --  
las bajas pérdidas de suelo, que según la clasificación --  
adoptada por la F.A.O., P.N.U.M.A. y U.N.E.S.C.O en la --  
"Metodología Provisional para la evaluación de la degrada-  
ción de suelos", se incluyen en el grado; Moderada (10-50  
T/Ha/Año de pérdidas de suelo) y dentro de ésta, baja.

Cuenca	Indice de Protección de la vegetación	Pérdidas de suelo en Tm/Ha/Año
Torrent de Sant Miquel	0,79	13,8
Torrent d'Aumedrà	0,92	10,9
Conjunto de ambas	0,88	11,8

### 3.3.3 EMISION DE SEDIMENTOS

Se aplicarán los modelos MUSLE Y DEGRADACION ESPECIFICA de  
Fournier, que se resumen brevemente a continuación, mos- -  
trándose los resultados obtenidos en la zona de estudio.

EMISION DE SEDIMENTOS PRODUCIDOS POR UN AGUACERO EN LAS --  
UNIDADES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA. MODELO MUSLE

La ecuación universal modificada puede aplicarse a grandes  
cuenca, si las fuentes de sedimentos están uniformemente

distribuidas por la cuenca y si las subcuencas tributarias más importantes son hidráulicamente similares. Sin embargo, ninguna de estas condiciones se presentan en las grandes cuencas agrícolas y menos aún en aquellas en las que las actividades agrarias incluyen también otros sectores como el forestal con o sin aprovechamientos ganaderos.

Por ello es necesario un procedimiento para calcular el transporte. Desgraciadamente, los procedimientos utilizados hasta el momento en la determinación del transporte de sedimentos en las cuencas agrícolas de USA no acaban de ser considerados como definitivos.

Un procedimiento para el cálculo del transporte de sedimentos, basado en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Modificado y una función reductora de primer orden, del tiempo de desplazamiento y del tamaño de las partículas, es el desarrollado por Williams y que se describe a continuación.

Este modelo determina la distribución espacial de los sedimentos en una cuenca para una tormenta aislada, pero no considera diagramas de sedimentación (distribución temporal de la sedimentación).

La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Modificada establecida por Williams tiene por expresión:

$$Y = 11,8 (Q q_p)^{0,56} K LS^2 C P \quad (I)$$

Donde:

- Y, arrastre de una tormenta aislada en t.
- Q, volumen de la escorrentía en m<sup>3</sup>.
- q<sub>p</sub>. el caudal instantáneo máximo en m<sup>3</sup>/s.
- K, factor suelo.

- LS, factor longitud de pendiente y pendiente.
- C, factor cultivo.
- P, factor prácticas de conservación.

La ecuación anterior (I) puede ser usada para predecir los arrastres totales de grandes cuencas, si los valores de K, LS, C y P están distribuidos uniformemente sobre la cuenca y si los cauces tributarios más importantes son hidráulicamente similares.

Como estas condiciones no son normales en la mayoría de las grandes cuencas agrícolas y por tanto difícilmente podrán serlo en las que la actividad agrícola alterna con otros tipos de aprovechamientos agrarios, se ha desarrollado una función de desplazamiento para predecir la sedimentación para cada distribución de K, LS, C y P en la cuenca y para cada variación de las condiciones hidráulicas de los cauces tributarios. El procedimiento está basado en el supuesto de que la deposición de los sedimentos depende de las velocidades de decantación de las partículas del sedimento, tiempo de desplazamiento, y la cantidad de sedimentos en suspensión. Dado que para un flujo turbulento la velocidad de decantación es proporcional a la raíz cuadrada del diámetro de las partículas (Einstein, 1.984) tenemos que, admitiendo todos estos supuestos, la expresión que define la sedimentación de los materiales viene dada por la ecuación:

$$\frac{dY}{dt} = -B Y \sqrt{D} \quad (II)$$

Donde:

- Y, los sedimentos en una sección determinada del cauce
- T, tiempo
- B, constante reductora, también llamada coeficiente de conducción

D, diámetro de las partículas

Integrando la ecuación (II) y resolviéndola en Y queda la ecuación:

$$Y = Y_0 e^{-BT \sqrt{D}} \quad (\text{III})$$

Donde:

$Y_0$ , sedimentos en la sección superior

T, tiempo de circulación entre las dos secciones.

Las ecuaciones (I) y (II), convenientemente utilizadas, -- permiten determinar la cantidad de materiales que son evacuados por el caudal de escorrentía de una cuenca concreta; o de las distintas subcuencas de una cuenca integradora de todas ellas. Por ejemplo, permite calcular los sedimentos transportados por cada uno de los tributarios de un cauce principal, y la porción de los sedimentos transportados -- por este último.

Los datos necesarios, aparte de los que se dan en el apartado 3.2.1. del presente anexo, se muestran a continuación.

#### D<sub>50</sub> característico de cada subcuenca

A partir de los análisis de las muestras de suelo tomadas en las distintas subcuencas, se han determinado los D<sub>50</sub> -- (diámetro medio de las partículas susceptibles de ser -- arrastradas por la erosión laminar) característicos de cada una de ellas.

Los resultados son los siguientes:

Subcuenca nº	D50 (mm)
1 .....	0,197
2 .....	0,200
3 .....	0,088
4 .....	0,054
5 .....	0,028
6 .....	0,199
7 .....	0,199
8 .....	0,196
9 .....	0,104
10 .....	0,147

Valores de L.S.C.K. en cada subcuenca

Se obtienen a partir de los resultados de la U.S.L.E. que hay que dividir por los R medios de cada subcuenca. De este modo se calcula K. LS.C. (P no se ha utilizado, al tenerse en cuenta las prácticas de conservación en la estimación del factor L.S), y se obtienen los valores siguientes:

Subcuenca nº	K.LS.C.
1 .....	0,0559
2 .....	0,0573
3 .....	0,0590
4 .....	0,0675
5 .....	0,0603
6 .....	0,0519
7 .....	0,0518
8 .....	0,0503
9 .....	0,0676
10 .....	0,0322

Los resultados obtenidos se dan a continuación.

Subcuenca Nº	EMISION TOTAL DE SEDIMENTOS EN CADA SUBCUENCA (en Tm), PARA DISTINTOS PERIODOS DE RECURRENCIA (T) DEL AGUACERO							
	(CA)				(RE)			
	T = 10	T = 25	T = 50	T = 100	T = 10	T = 25	T = 50	T = 100
1	5.018	6.426	8.910	9.633	238	385	637	616
2	9.823	14.104	19.692	22.855	647	1.027	1.602	1.812
3	23.948	33.922	46.089	55.786	3.380	5.017	7.191	8.665
4	9.847	14.136	18.684	22.503	2.170	3.232	4.455	5.346
5	23.451	35.917	46.503	57.924	12.760	19.543	25.303	31.517
6	16.276	25.757	34.338	39.722	6.471	9.002	11.762	13.893
7	9.866	18.406	25.956	34.305	6.903	12.879	18.162	24.004
8	29.160	48.183	67.247	85.652	13.702	20.273	26.860	33.052
9	24.007	34.281	43.728	52.620	12.524	16.500	20.255	23.781
10	10.502	16.724	22.131	28.095	6.402	10.195	13.491	17.127

Los correspondientes cálculos se incluyen en el Anexo - -  
3 (3.3.3.).

#### DEGRADACION ESPECIFICA SEGUN FOURNIER

El modelo de Fournier trata de evaluar la degradación específica de una cuenca en base a dos factores que intervienen en el fenómeno de erosión hidráulica: el clima (como precipitación y temperatura) y el relieve.

Fournier establece como parámetros representativos de ambos factores los siguientes:

- El índice de agresividad del clima, definido por la relación  $p^2/P$ , siendo  $p$  en mm, del mes más lluvioso del año y  $P$ , el módulo pluviométrico en mm de ese mismo año. Esta evaluación del factor climático se complementa con la consideración del tipo de clima de la cuenca, utilizando la clasificación de Turc.
- Para el relieve se emplea el coeficiente orográfico  $\bar{h}tg \alpha$  de la cuenca, siendo  $\bar{h}$  la altura media de la misma

en  $m$  y  $tg \alpha$  el coeficiente de masividad de Martonne - -  
 ( $tg \alpha = \bar{h} / S$ , siendo  $S$  la superficie de la cuenca en  $km^2$ ).

El estudio de la correlación lineal establecida entre el -  
 valor de  $X$ , degradación específica de la cuenca expresada  
 en  $Ton.km^{-2}.año^{-1}$  y el valor  $Y$ , Índice de agresividad del  
 clima, en  $mm$ , indica un alto grado de confianza, represen-  
 tándose la dependencia entre ambas variables mediante cua-  
 tro rectas de regresión, según los valores representativos  
 de los parámetros utilizados, de la forma siguiente:

Para $\bar{h} \text{ tg } \alpha < 6$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">con <math>\frac{p^2}{\bar{p}}</math></td> <td style="padding-right: 10px;">&lt; 20</td> <td style="padding-right: 10px;">.....</td> <td><math>X = 6,14 Y - 49,78</math></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">con <math>\frac{p^2}{\bar{p}}</math></td> <td style="padding-right: 10px;">&gt; 20</td> <td style="padding-right: 10px;">.....</td> <td><math>X = 27,12 Y - 475,4</math></td> </tr> </table>	con $\frac{p^2}{\bar{p}}$	< 20	.....	$X = 6,14 Y - 49,78$	con $\frac{p^2}{\bar{p}}$	> 20	.....	$X = 27,12 Y - 475,4$
con $\frac{p^2}{\bar{p}}$	< 20	.....	$X = 6,14 Y - 49,78$						
con $\frac{p^2}{\bar{p}}$	> 20	.....	$X = 27,12 Y - 475,4$						
Para $\bar{h} \text{ tg } \alpha > 6$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">con clima no semiárido</td> <td style="padding-right: 10px;">.....</td> <td><math>X = 52,49 Y - 513,12</math></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">con clima semiárido</td> <td style="padding-right: 10px;">.....</td> <td><math>X = 91,78 Y - 737,62</math></td> </tr> </table>	con clima no semiárido	.....	$X = 52,49 Y - 513,12$	con clima semiárido	.....	$X = 91,78 Y - 737,62$		
con clima no semiárido	.....	$X = 52,49 Y - 513,12$							
con clima semiárido	.....	$X = 91,78 Y - 737,62$							

La clasificación del clima es la de Turc.

Se definen los siguientes parámetros en función de los cua-  
 les se clasifica el clima:

$$P_1 = 0,316 L$$

$$P_2 = 0,632 L \quad \text{siendo:}$$

$$L = 300 + 25 T + 0,05 T^3 \quad \text{donde:}$$

$T$  es la temperatura media anual en  $^{\circ}C$ .

Dependiendo de cómo sea  $P$  (precipitación media anual en -  
 $mm$ ) en función de  $P_1$  y  $P_2$ , Turc clasifica el clima en: Hú-  
 medo, Semiárido y Arido ( $P > P_2$ ,  $P_1 \leq P \leq P_2$ ,  $P < P_1$  res-  
 pectivamente)

Aplicación a la zona de estudio.

En primer lugar señalaremos que la estimación de la degradación específica por el método de Fournier es válida en grandes cuencas poco actuadas por el hombre.

En el caso que nos ocupa, se trata de una cuenca (el conjunto de las correspondientes al Torrent d'Aumedrà y al Torrent de Sant Miquel) de mediana extensión (unos 630 km<sup>2</sup>), pero muy actuada por el hombre. Las acciones antrópicas han sido en conjunto beneficiosas, pues han propiciado la infiltración mediante el abancalamiento de las laderas.

Por tanto, en pura ley, no sería aplicable este procedimiento de cálculo de la degradación específica, si bien consideraremos los resultados obtenidos como suficientemente aproximados.

Se ha elegido como estación metereológica representativa la nº 13 (Inca), dado que la pluviometría anual, los valores de  $p^2/P$ , y su termometría, se pueden considerar como las medias de la zona de estudio. En el Anexo 3 (3.3.3.) se resume la aplicación práctica del método expuesto.

De los datos del Cuadro anterior, se deduce una degradación total anual media:

$$DT = 1.157.965 \text{ Tn.}$$

El valor de 1.832,4 Ton . Km<sup>-2</sup> . año<sup>-1</sup>, estima la degradación específica que sufriría esta cuenca en caso de estar poco actuada por el hombre.

Según sea dicha actuación antrópica aceleradora o disminuidora de los procesos de erosión y transporte, la emisión de sedimentos se incrementará o reducirá respecto al valor que calcula Fournier.

En el caso presente, a pesar de la deforestación que ha --  
causado el hombre, la acción de éste sobre el perfil de --  
las laderas, abancaladas tradicionalmente, ha sido altamente  
positiva, como lo demuestra el hecho de que la erosión  
laminar media alcanza únicamente 11,8 Ton . Ha<sup>-1</sup> . año<sup>-1</sup>,  
lo que nos daría, aun en el caso hipotético de suponer un --  
coeficiente de emisión igual a la unidad, un valor de la --  
degradación muy inferior a las 18,32 Ton . Ha<sup>-1</sup> . año<sup>-1</sup>, --  
que según la metodología de Fournier supone la emisión de  
sedimentos de la cuenca por Ha.

### 3.4. PENDIENTES DE COMPENSACION

Se utilizará para el cálculo de las mismas la teoría pro--  
puesta por García Nájera. El esquema del cálculo es el si  
guiente:

$$C_s = C \quad x \quad \sqrt{\frac{\gamma_o^3}{(1 + X) (\gamma_o + X \gamma_s)^3}}$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{1,75}{\sqrt{h}}} \quad ; \quad Q = \text{u.b.h.}$$

$$\gamma = \gamma_o + X (\gamma_s - \gamma_o)$$

$$\frac{\sigma}{\gamma} = \frac{\sqrt{0,385 \cdot \gamma_s \cdot (\gamma_s - \gamma) \cdot V}}{\gamma \left[ 1 + \sqrt{10,5 \left( \frac{V}{\bar{V}} \right) - 1} \right]}$$

$$\sigma = c_s^2 \cdot \frac{\sigma}{\gamma}$$

$$q = \frac{g Q}{2b}$$

$u^7 + q u^4 - 3 \zeta^2 q = 0$  Se resuelve esta ecuación mediante el ábaco que se adjunta

$$j_c = 100 \cdot \frac{g u^3}{2 \cdot C_s^2 \cdot q}$$

El significado de los símbolos utilizados es el siguiente:

$\gamma_o$  : peso específico del agua sin elementos en suspensión  
(1.000 kg.m<sup>-3</sup>)

$\gamma_s$  : peso específico de los materiales sólidos - --  
(2.500 kg.,<sup>-3</sup>)

$\gamma$  : peso específico del agua con elementos en suspensión

X : proporción de las suspensiones (0,10)

C : coeficiente de Bazin

C<sub>s</sub> : coeficiente de Bazin reducido

u : velocidad de las aguas (m.seg<sup>-1</sup>)

Q : caudal de cálculo (m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup>)

b : anchura media de la sección (m)

h : calado (m)

$\zeta$  : tensión de arrastre (kg.m<sup>-2</sup>)

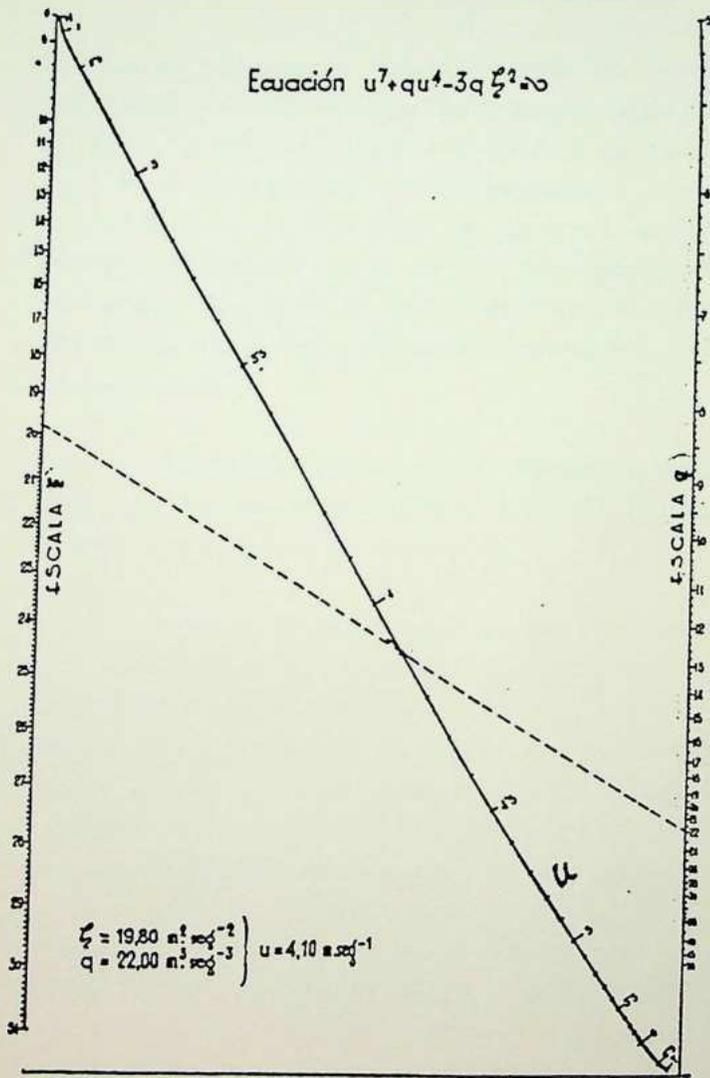
$\lambda$  : coeficiente de forma de los acarrees ( $\lambda = 3,1$ )

V : volumen de los acarrees mayores (m<sup>3</sup>)

$\bar{V}$  : volumen medio de los acarrees (m<sup>3</sup>)

j<sub>c</sub> : pendiente de compensación (tanto por cien)

g : aceleración de la gravedad (9,81 m.seg<sup>-2</sup>)



La aplicación de la metodología y resultados obtenidos se dan en el Anexo 3 (3.4.).

La metodología de la investigación de los factores de riesgo en el agua, se basa en los principios de la epidemiología, que es una ciencia que estudia la frecuencia y distribución de las enfermedades y lesiones, y se fundamenta en la relación entre los factores de riesgo y la enfermedad. La metodología de la investigación de los factores de riesgo en el agua, se basa en los principios de la epidemiología, que es una ciencia que estudia la frecuencia y distribución de las enfermedades y lesiones, y se fundamenta en la relación entre los factores de riesgo y la enfermedad.

El agua es un recurso vital para la vida humana, y su calidad es fundamental para la salud pública. En el presente estudio se ha investigado la calidad del agua en un área rural de la zona de estudio.

El agua potable es un recurso vital para la vida humana, y su calidad es fundamental para la salud pública. En el presente estudio se ha investigado la calidad del agua en un área rural de la zona de estudio. El agua potable es un recurso vital para la vida humana, y su calidad es fundamental para la salud pública. En el presente estudio se ha investigado la calidad del agua en un área rural de la zona de estudio.

El agua potable es un recurso vital para la vida humana, y su calidad es fundamental para la salud pública. En el presente estudio se ha investigado la calidad del agua en un área rural de la zona de estudio.

El agua potable es un recurso vital para la vida humana, y su calidad es fundamental para la salud pública. En el presente estudio se ha investigado la calidad del agua en un área rural de la zona de estudio. El agua potable es un recurso vital para la vida humana, y su calidad es fundamental para la salud pública. En el presente estudio se ha investigado la calidad del agua en un área rural de la zona de estudio.

#### 4. ORDENACION AGROHIDROLOGICA

##### 4.1. CONCEPTO Y METODO DE LA ORDENACION

La cuarta fase en la Planificación de los Recursos Hídricos (Body, 1.973) en que nos encontramos, se basa en que el agua, como principal componente del medio ambiente natural, está en peligro de degradación y agotamiento, y en considerar la cuenca como un sistema natural en el que cualquier modificación en una determinada situación se deja sentir en el resto del sistema. Las directrices generales conducen a la ordenación, conservación y restauración de la cuenca.

Así, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, de Mar del Plata (marzo 1.977), se recomendaba a los países miembros:

"Poner remedio a los problemas de conservación del suelo y del agua mediante la ordenación de las cuencas, lo que supone una distribución racional de cultivos, mejora de pastos, reforestación, control de cursos torrenciales, así como la introducción de las adecuadas prácticas de conservación de suelo agrícola, teniendo en cuenta las condiciones socio-económicas existentes en las respectivas cuencas".

Y en la Conferencia de Naciones Unidas sobre "Desertificación" de Nairobi (septiembre 1.977) se insistía en:

"Considerar las cuencas como unidades de trabajo en todo lo relativo a los problemas hidrológicos de conservación del suelo y aprovechamiento de las aguas, como factores de desarrollo integral de estas unidades y adoptar medidas completas para la conservación y mejora del suelo y uso racional del mismo en orden a prevenir la desertificación y luchar contra ella".

De todo ello se deduce que, a menos a nivel de principios, existe una clara mentalización en cuanto al uso ordenado - de los recursos naturales, suelo, agua y vegetación, dentro del marco físico que definen las cuencas hidrográficas, con los objetivos de: Conservar y restaurar el suelo y el --- medio natural; regular las avenidas; proveer de agua.

Un esquema de esa ordenación supone:

- Un análisis de la cuenca para definir las característi-- cas de cada una de sus partes en el orden natural, físi- co y ambiental, cualificativas de su utilización actual.
- Un estudio vocacional revelador de sus aptitudes de uso y de las preferencias de su destino, encaminados al cum- plimiento de ineludibles imperativos sociales o de obli- gadas exigencias económicas.
- La división del territorio en áreas de producción, pro-- tección y recreo atendiendo a su función.

Lo que lleva implícita una auténtica ordenación territo- rial, en cuanto se trata de establecer los tipos y niveles de uso que deben conservarse, introducirse o modificarse, para la optimización de los objetivos propuestos y la mini mización de los impactos producidos por las actuaciones - llevadas a cabo con tales fines, considerándose que, dadas las posibilidades limitadas de modificar las característi- cas morfológicas y climáticas de la cuenca, se deben explo- tar al máximo las posibilidades que ofrece la vegetación - para controlar el proceso hidrológico.

Es razonable que, disponiendo de la adecuada cartografía - temática, se utilice un modelo cartográfico, en libre in-- terpretación del método de Steinitz (1.968) denominado pro grama GRID de la Universidad de Harvard, por simple inter-

sección de los planos temáticos y mediante una función ma  
triarcal para que el producto final responda a los resultado  
dos que condiciona dicha matriz.

En el modelo deben conjugarse: Las demandas de los actual  
es y futuros usuarios, los objetivos generales de la orden  
nación, y las características generales de la cuenca.

Después se determinan los modelos de capacidad y vulnerabil  
idad, los primeros para determinar las zonas aptas para -  
un posible uso y los segundos para indicar el impacto queer  
una actividad produciría en una determinada localización.

Con los modelos de capacidad e impactos y los objetivos y  
otras posibles consideraciones económicas, sociales, ecológ  
icas, se elabora el Plan que pretende optimizar las caracte  
risticas territoriales en cuanto a objetivos, y minimiz  
ar los impactos que puedan incidir en la cuenca como siste  
ma.

#### 4.2. CRITERIO PARA LA ORDENACION

Se han adoptado los criterios que se exponen en el Cuadro  
adjunto para la ordenación agrohidrológica de las cuencas  
en estudio.

La zona alta puede definirse como de Agricultura de Montaña  
según la ley 25/1.982 de 30 de junio y R.D. 2.164/1.984  
de 31 de octubre, que establecen un régimen jurídico especi  
al para esas zonas con el fin de posibilitar su desarrol  
lo social y económico, especialmente en sus aspectos agrari  
os, manteniendo un nivel demográfico adecuado y atendiendo  
a la conservación y restauración del medio físico, como  
hábitat de sus poblaciones, y estableciendo en el Art. 12,  
punto f, de la Ley los que tienen carácter prioritario: --  
"La ejecución de los trabajos de restauración y mejora de

los suelos sometidos a un proceso de deterioro, así como de aquellos que tengan por finalidad la conservación de las cuencas hidrográficas".

Por eso, dado que el clima favorece un buen desarrollo de la vegetación, y posibilita unos buenos rendimientos agrícolas, se intentará fundamentalmente la conservación de dichos suelos existentes y la creación de nuevos suelos mediante la implantación de vegetación donde ello sea factible. Concretamente los objetivos que se estiman necesarios se resumen en los siguientes puntos:

- Conservación de los suelos agrícolas, manteniendo los actuales bancales y aterrazamientos.
- Evitar la pérdida de suelo en los cultivos no abancalados (que se sitúan siempre en pendientes bajas), mediante la práctica del cultivo a nivel.
- Impedir el paulatino derrumbamiento de bancales y procesos erosivos que ello conlleva, en los cultivos abandonados por la menor rentabilidad de los mismos. Para ello, se propone la reforestación de los mismos.
- Reducir las pérdidas de suelo en la zona forestal, manteniendo las masas buenas y protegiendo su regeneración natural, así como mejorando las masas más claras, en las que en muchos casos, será preciso una segunda reforestación.
- Mejora del paisaje y suelo, en donde éste sea suficiente en la actualidad para sustentar especies arbóreas, mediante la reforestación de las zonas rocosas y de matorral, compaginando todo ello con los intereses ganaderos de la zona. Quedarán las superficies con menos posibilidades de ejecución práctica de la repoblación destinadas a pastizales.

CRITERIOS PARA LA ORDENACION AGROHIDROLOGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

USO ACTUAL DEL SUELO	INDICES CLIMATICOS		MONTERO DE BURGOS	PENDIENTE % (terreno natural)	PRACTICAS DE CONSERVACION	INDICE DE PROT. DEL SUELO POR LA VEGETACION	PERDIDAS DE SUELO REALES ADMISIB. 1 <sup>o</sup> Ton.Ha. <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	ACCIONES	CLAVES
	PAPADAKIS	TURC							
IMPRODUCTIVO	--	--	---	---	---	0,0	---	---	0
CULTIVO EN REGADIO	MEDIT. SUBTROP. Altitud < 450 m.	49-57	16 ≤ IBP ≤ 23	0 - 24	AVANCALAMIENTO	1,0	≤ 10	Mantener el cultivo con las actuales -- prácticas de conservación.	VI
	MEDIT. TEMPLADO Altitud ≥ 450 m.								
CULTIVO EN SECANO	MEDIT. SUBTROP. Altitud < 450 m.	14-22	5 ≤ IBR ≤ 12	0 - 8	---	1,0	≤ 10	Mantener el cultivo actual.	VI
	MEDIT. TEMPLADO Altitud ≥ 450 m.		-1,5 ≤ IBS ≤ 60	8 - 24	AVANCALAMIENTO	1,0	≤ 10	Mantener el cultivo actual.	VI
FORESTAL ARBOLADO S <sub>c</sub> ≥ 70%	MEDIT. TEMPLADO (mayoritario)	--	1 ≤ IBL ≤ 10 -1,5 ≤ IBS ≤ 0,0	> - 24	AVANCALAMIENTO	0,2 - 0,4	≤ 15	Reforestar cultivos abandonados.	II
				Cualquiera	---	1,0	≤ 30	Mantener y mejorar	III
FORESTAL ARBOLADO 30% ≤ S <sub>c</sub> < 70%	MEDIT. TEMPLADO (mayoritario)	---	1 ≤ IBL ≤ 10 -1,5 ≤ IBS ≤ 0,0	0 - 12	---	1,0	≤ 10	Mantener y mejorar	III
				12 - 24	---	0,9	≤ 10	Mejorar cub. vegetal (2 <sup>o</sup> ref.)	IV
				24 - 35	---	0,5	≤ 10	Mejorar cub. vegetal ( " )	IV
				> - 35	---	0,4	≤ 10	Mejorar cub. vegetal( " )	IV
FORESTAL S <sub>c</sub> < 30% y/o PASTIZAL	MEDIT. TEMPLADO (mayoritario)	---	1 ≤ IBL ≤ 10 -1,5 ≤ IBS ≤ 0,0	0 - 12	---	1,0	≤ 10	Reforest. o PASTIZAL, según intereses y posibilidades	V
				12 - 24	---	0,7	15 - 150	" "	V
				24 - 35	---	0,3	30 - 150	" "	V
			> - 35	---	0,2	30 - 150	" "	V	

Las superficies afectadas por el cuadro anterior se desglosan del siguiente modo:

	CLAVE	SUPERFICIE AFECTADA (Has.)
. CULTIVO A NIVEL	I	22075
. REFORESTACION (abandonados) O MANTENIMIENTO (no abandonados) DE CULTIVOS ABANCALADOS EN PENDIENTES > 24%	II	890
. MANTENIMIENTO Y MEJORA DE - LAS ACTUALES MASAS ARBOREAS	III	9166
. MEJORA DE LA CUBIERTA VEGETAL EN LOS BOSQUES CLAROS - EN PENDIENTES > 12%	IV	2395
. REFORESTACION O MEJORA DE - PASTIZALES EN LAS ACTUALES ZONAS DE MATORRAL-PASTIZAL, SEGUN INTERESES Y POSIBILIDADES DE EJECUCION.	V	7060
. MANTENIMIENTO DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS CON LAS ACTUALES PRACTICAS DE CONSERVACION.	VI	19610
. ZONAS URBANAS, EMBALSES, ALBUFERA, ...	0	1998
TOTAL .....		63 194

Se adjunta a continuación el mapa de ordenación agrohidrológica a escala 1:50.000.

En resumen, existen 43.683 ha. en las cuencas de los torren-  
tes de Sant Miquel y Aumedrà en las que no se realiza  
acción de restauración. Sólo se apunta la necesidad de --  
cultivar siempre a nivel en unas 22.075 ha. de la zona de  
Es Plà y la Vega.

En el resto de la superficie 19.511 ha. es donde se locali-  
zarían las acciones dirigidas a la consecución de los obje-  
tivos previstos.

En el ANEXO 4 se incluye el Mapa de distribución racional  
de usos del suelo.

## 5. RESTAURACION HIDROLOGICO-FORESTAL

La corrección del fenómeno torrencial no puede abordarse de forma puntual, sino integrando un conjunto de acciones armónicamente distribuidas entre cauces y cuencas, entre - - obras de ingeniería hidráulica y trabajos biológicos.

Es pues, necesario actuar por cuencas concretas, tal como establece nuestra legislación específica (Ley de Montes -- (1.957) art. 57 a 60 y Reglamento (1.962) art. 341 a 356). - Estas unidades de actuación son los perímetros de restauración hidrológico-forestal y los trabajos necesarios a estos efectos son declarados de Utilidad Pública, subordinando así los intereses particulares a la necesidad social - que para la comunidad representa la corrección del desequilibrio que crea el fenómeno torrencial y los graves daños que origina no sólo de pérdidas de suelo en los terrenos - de la cuenca, sino en las áreas dominadas afectadas por el depósito de sedimentos: entarquinamiento de embalses, vegas, obras de infraestructura, etc.

Las actuaciones de cuencas torrenciales se dividen, tal como se ha indicado, en acciones biológicas normalmente utilizadas para la restauración de las vertientes, e hidrotecnias de corrección para el control del fenómeno torrencial dentro de los propios cauces.

### 5.1. PROYECTO DE ACCIONES BIOLÓGICAS

Estas actuaciones biológicas se basan tanto en el control de la vegetación como en el control del agua, si bien estas últimas adquieren una particular importancia en este caso por su repercusión directa en los caudales líquidos - de crecidas, cuyo control es fundamental para la corrección de las erosiones lineales de los cauces y en el conjunto - de la dinámica del transporte de sólidos.

No se hace una descripción detallada de estas técnicas por ser de sobra conocidas. Sí se hace una serie de observaciones y matizaciones sobre su aplicación a la problemática torrencial de la zona en estudio.

Se ha visto que en este caso adquiere particular importancia el control de las escorrentías superficiales, no sólo por lo que significa en erosión del suelo, sino por la disminución que implica de los caudales.

Cobran por ésto particular importancia en estas vertientes torrenciales los trabajos destinados a la conservación, mejora e implantación de cubiertas forestales arbóreas. Sus efectos sobre la infiltración y el tiempo de concentración de las aguas son máximos, siéndolo por tanto, igualmente, el control que ejercen sobre las escorrentías superficiales y los caudales de avenida. Los trabajos de reforestación de terrenos forestales de la cuenca deben ser considerados como prioritarios y utilizarse de forma preferente, siempre que sea posible, frente a otras alternativas de -- uso.

Esta reforestación puede presentar, sin embargo, dificultades en este caso. Hay que actuar en laderas, a veces, de fuerte pendiente, en clima extremado, con lluvias irregulares, lo que limita en gran manera las especies arbóreas -- que pueden lograrse en estos biotopos. La elección queda reducida a las especies subclimáticas de la etapa de los -- pinares, o frondosas poco exigentes de tipo invasor y gran capacidad de rebrote, llegando en casos extremos a tener -- que reducirse al uso de especies de matorrales o arbustos colonizadores.

Conviene poner énfasis en que no son los árboles que se introducen los que van a conseguir en exclusiva la corrección del fenómeno torrencial, sino el ecosistema que representan.

La reforestación de cuencas torrenciales debe considerarse como una ayuda a la naturaleza, que invierte su proceso de gradatorio y anticipa en varios estadios su evolución hacia un ecosistema de bosque, óptimo grado que puede alcanzar la vegetación para el control de estos fenómenos. Pero su completa eficacia sólo será posible si se logra integrar en la masa creada todo el potencial biológico disponible a todos los niveles, desde los musgos con su excepcional capacidad de retención de agua, hasta el árbol dominante cuya copa intercepta la lluvia y cuyas raíces penetran los estratos profundos del suelo, lo sujetan y hacen llegar las aguas de infiltración. Esta integración será posible si para la introducción artificial del estrato arbóreo se utilizan las especies espontáneas correspondientes a la sinecia propia de la estación, al menos en sus niveles subclimáticos, y se fomenta, en lo posible, la presencia de ejemplares de las especies representadas de la clímax, de forma que se favorezca la futura evolución de la masa creada hacia los niveles vegetativos más altos. Son las masas mezcladas e irregulares, en las que conviven estratos arbustivos y herbáceos, y en una evolución progresiva hacia la clímax, el objetivo mediato que debe perseguirse con los trabajos de reforestación en una cuenca torrencial.

Las especies con buen crecimiento en los primeros años, -- que puede ser favorecido por una cuidada preparación del suelo, tal que permita alcanzar en un breve plazo el monte bravo, y con un crecimiento más bien lento en estado de latizal que dé origen a fustes robustos y un buen desarrollo de las copas, son muy adecuados para este tipo de acciones.

Dentro de la misma línea de conseguir rápidamente una buena cubierta del suelo y una eficaz interpretación de las precipitaciones (resinosas del orden del 35% y frondosas de hoja caediza el 17%), tiene gran importancia la densidad de la plantación con que se hacen estos trabajos de re

forestación. Debe tenderse a utilizar marcos de plantación lo más cerrados posible, dentro de las limitaciones que imponen el temperamento de las especies y las disponibilidades de recurso de agua y suelo del sitio, además de las de carácter económico, como costo de las operaciones de implantación, aclareos, etc., para el logro de la masa, y su conducción hacia formas de óptimo mantenimiento del agua y del suelo.

Las preparaciones del suelo (banquetas, hoyos, etc.) tienen una indiscutible eficacia en el control de las pérdidas de suelo, sobre todo en los primeros años de la reforestación. Su eficacia es también apreciable en el control de las escorrentías, aunque va disminuyendo con el tiempo al perderse el efecto del subsolado del terreno que suele acompañar a las operaciones preparatorias de tipo lineal.

El mantenimiento de la vegetación espontánea del estrato arbustivo, de matorral o herbáceo, o de los relictos de la vegetación, debe ser un condicionamiento a tener en cuenta en la planificación, buscando desde el principio el equilibrio entre la vegetación que se ha introducido artificialmente en el estrato arbóreo vacío y la existente en otros estratos, pues en una coexistencia de ambas está el óptimo de corrección del fenómeno torrencial en la cuenca.

Las cubiertas permanentes de tipo herbáceo, con aprovechamiento de pastos es otra de las acciones biológicas que pueden ser utilizadas en la restauración de la zona, siempre que se haga un uso adecuado. Hay que tener en cuenta que gran parte del desequilibrio que se padece en las vertientes a los torrentes de Aumedrà y San Miquel está originado por una irracional expansión de este tipo de cubiertas que, además, se mantienen sometidas a un sobrepastoreo generalizado.

De todas formas, su papel en el control de las escorrentías superficiales y de los caudales de avenida es bajo, por lo que, en pendientes superiores al 28%, deben ser sustituidas por cubiertas de tipo arbustivo o boscoso por reforestación, para un mayor control de las erosiones, laminar en las vertientes y lineal en los cauces.

En el Anexo 5 (5.1.) se desarrollan los distintos aspectos a considerar en el proyecto de acciones biológicas.

## 5.2. PROYECTO DE HIDROTECNIAS DE CORRECCION DE CAUCES

En cuanto a la corrección de los cauces torrenciales, los principios fundamentales de la corrección no son otros -- que aquellos que pueden lograr una regulación y control total o parcial de los últimos efectos que, sobre una cuenca natural, produce la dinámica del agua. Así, tanto la erosión en el lecho de los cursos y sus márgenes, como la -- aportación y llegada de arrastre al mismo y el subsiguiente transporte, erosión y sedimentación son predominantemente, resultado de los factores pluvionivales dinámicos incidentes en el conjunto general de la cuenca.

Esta dinámica, aunque continua, por la propia índole del -- llamado "ciclo del agua", se manifiesta en mayor cuantía y periodicidad dentro de una cierta regularidad estadística, distinta para cada vaso o cuenca receptora. Por ello, es de suma importancia el conocimiento de la magnitud y presencia del agente activo, el agua, motor del fenómeno -- torrencial.

Frente a aquélla, las características intrínsecas y la naturaleza física del medio continente y vertiente, condiciona las acciones del dinamismo hidráulico. De ahí el que -- la precisión de este estudio, en conjunción con lo anteriormente destacado, sea imprescindible para diagnosticar

y acometer la actividad correctora.

Una consideración que hay que tener en cuenta en la corrección de cauces, independientemente de las exigencias del estado torrencial de los mismos, es la proyección que debe tener el proceso corrector sobre el ámbito socioeconómico. Esto requiere el análisis de la concurrencia de intereses para estimar el grado de salvaguardia y garantía que debe prevalecer.

En general, una corrección o restauración se programa por fases y de acuerdo con un orden de prioridades, ya que la evaluación a priori de la reacción positiva del medio a la ejecutoria correcta, es difícilmente determinable con exactitud. Ante esta realidad, la línea programática de las actuaciones ha de ajustarse al control y estudio de la evolución del lecho y de la cuenca, a medida que va manifestándose la acción benefactora de las obras realizadas y de las forestaciones instauradas. De otra forma, podrían desorbitarse las inversiones, con relación a los efectos y a las necesidades prevalecientes de los intereses contemplados. Concretándose a la actuación en el lecho, y una vez analizadas las causas y efectos circunscritos a la cuenca general, debe considerarse que cualquier toma de decisión operativa ha de estar en concordancia con las medidas que se hayan adoptado para la estabilización de las laderas --vertientes.

Toda la sistemática de la corrección de cauces torrenciales está orientada a disminuir, anular o controlar los procesos del transporte sólido y erosión en el lecho y sus márgenes, evitando que, por estos procesos se incorpore un considerable caudal sólido a las aguas circulantes, ya que, independientemente de su procedencia, el efecto y el estado torrencial de un cauce es consecuencia del contingente de sedimentos que presenta la corriente. La cuestión bási

ca radica, pues, en adoptar medidas para evitar que, por una parte, el fenómeno del caudal sólido llegue a formarse; por otra, si se ha producido, cómo reducirlo al mínimo o eliminarlo, por depósito y sedimentación de los sólidos incorporados.

Para estos objetivos, así como para el control de desprendimientos e inestabilidad de los macizos marginales al álveo de un curso torrencial, la ejecución en el cauce de obras transversales a su eje en forma de diques ofrece la solución más simple y efectiva.

Los efectos de estas estructuras que cierran, represando, todo el perfil del cauce, hasta la altura del vertedero, son:

- Mientras el vaso de embalse a que da lugar se encuentra sin aterrar, el efecto de presa hace que las aguas embalsadas frenen la velocidad de llegada de los acarreo y suspensiones, por pérdida de la energía viva que mantenía su transporte, se depositan, resultando el caudal de vertido de la obra transversal con una importante disminución de su proporción sólida.
- Los depósitos que se producen van formando un aterramiento que eleva el cauce hasta alcanzar la pendiente de compensación para ese caudal, menor que la del cauce natural. Pendiente de compensación que se forma cuando la composición granulométrica de los arrastres de lecho y corriente se iguala, compensándose los volúmenes sólidos que entran y salen del aterramiento.
- La elevación del cauce, en el entorno que comprende el aterramiento, da lugar a que el nuevo lecho, elevado y asentado sobre los acarreo retenidos, tenga secciones de mayor anchura que posibilitan la circulación de caudal

les por perfiles trapeziales de amplia base con disminución del radio hidráulico igual, en la práctica, al calado de las aguas. De ello, junto a la menor pendiente -- del aterramiento, se infiere una disminución de la velocidad de la descarga y, por consiguiente, de su capacidad de arrastre y erosión.

En cuanto a la acción de este tipo de obra sobre los taludes o laderas que conforman el curso, ha de contemplarse, primordialmente, que la cuña de aterramiento adosada a la obra, y que se prolongará aguas arriba hasta la longitud -- del entorno considerado, ejerce una función consolidadora de aquellos taludes, ya sea porque tal cuña sirve de apoyo fijo, no erosionable por debajo del plano del aterramiento estabilizado, ya porque el derribo propio de aquellas -- laderas irá paralizándose al pie de las mismas, remontándose sobre ellas, hasta alcanzar el nuevo plano del terraplén natural de equilibrio, con lo que se habrá sensiblemente anulado, en el intervalo de influencia, la aportación lateral más directa de sólidos al cauce.

Debe tenerse presente que sólo esos trabajos de corrección del complejo problema torrencial de la cuenca receptora y cauces de aguas arriba, con la drástica disminución que -- implican de los caudales líquidos y sólidos que se movilizan en las crecidas, pueden hacer posibles, eficaces y dar permanencia a las obras longitudinales, escolleras, espigones, malecones, etc., que se construyen para defensa de -- probables obras de infraestructura, vegas, etc., en las -- áreas dominadas.

Para este tipo de obras transversales pueden utilizarse todo tipo de estructuras y materiales propios del diseño de pequeñas presas, si bien considerando que se trata, en -- nuestro caso, de obras de envergadura pequeña y que se -- construirán en zonas de difícil acceso, en las que no se --

dispone de grandes medios para su ejecución, pues las instalaciones complementarias y accesos necesarios podrían representar un coste excesivo.

En esa línea, la "Convención sobre diques para la corrección de cauces torrenciales" (Viena, 1.972) estableció -- los criterios para la selección del tipo de fábricas más - conveniente.

Son normales y recomendables estructuras con pocas exigencias de resistencia y calidad de materiales, de diseño sencillo y de fácil ejecución por personal escasamente espe--cializado, del tipo de gravedad y planta recta, con fábrica de hormigón en masa y de mampostería hidráulica o gavionada, con un vertedero de labio fijo en forma de cubeta, - diseñada para desaguar caudales de recurrencias no superiores a los 100 años, según la importancia de la obra, que - centra el vertido normalmente, en caída libre sobre el cauce de aguas abajo.

Con objeto de aliviar subpresiones en la estructura y evitar un efecto prolongado de embalse de agua que puede llegar a afectar desfavorablemente, en contra de su objetivo, la estabilidad de las laderas marginales, en muchos casos formadas por terrenos en estado precario de equilibrio, es normal disponer, atravesando el cuerpo de los diques, barbacanas o mechinales, preferentemente rectangulares de 15 a 25 cm de base y altura de 2 a 3 veces mayor, o formadas por tubos sin rejuntar, de diámetro de 20 a 40 cm, a razón de un mechinal por cada 8 m<sup>2</sup> de paramento.

Los cálculos de estabilidad y resistencia para el diseño - de estos diques son análogos a los necesarios para las - - obras hidráulicas del tipo que se haya adoptado, si bien - conviene establecer una clara diferenciación en cuanto al conjunto y evaluación de las cargas a utilizar en los cálcu

CONVENCION SOBRE DIQUES DE CORRECCION DE  
CAUCES TORRENCIALES  
(Viena, 1.972)

CRITERIOS	FABRICA					
	HORMIGON ARMADO	HORMIGON	MAMPOSTERIA HIDRAULICA	MAMPOSTERIA GAVIONADA	TIERRA	ELEMENTOS PREFABRIC
Vida útil a)	O	O - B	O - B	D	D	O
Mantenimiento	O	B	B	D	M	D
Adaptación a la sección de emplazamiento	D	B	B	B	B	D
Posibilidad de recrecido	M	D	D	B	B	M
Utilización del material "in situ"	M	D - B	B	B	B	M
Transporte del material de construcción	D	D	D	B	B	D
Mínimo equipamiento necesario	M	D	D	B	B	D
Posibilidad de mecanización	D	B	B	D	B	D
Método de ingeniería	D	B	B	B	D	B
Tiempo requerido para la construcción	D	O	B	D - B	B	D

Optima - O  
Buena - B  
Discreta - D  
Mediocre - M

a) Se considera vida útil  $\geq$  50 años.

los, pues no son las mismas en uno y otro caso.

Un objetivo que hay que considerar en la corrección de los cauces, independientemente de las exigencias del estado territorial del mismo, es la proyección que debe tener el proceso corrector en el ámbito socio-económico. Esto requiere el análisis de la concurrencia de intereses para estimar el grado de salvaguardia y garantía que debe prevalecer.

En general, una corrección o restauración se programa por fases y de acuerdo con un orden de prioridades, ya que la evaluación a priori de la reacción positiva del medio a la ejecutoria correcta es difícilmente determinable con exactitud. Ante esta realidad, la línea programática de las actuaciones ha de ajustarse al control y estudio de la evolución del lecho y de la cuenca, a medida que va manifestándose la acción benefactora de las obras realizadas y de las forestaciones instauradas. De esta forma podrían desorbitarse las inversiones con relación a los efectos y a las necesidades prevalecientes de los intereses contemplados. Concretándose a las actuaciones en los cauces, y una vez analizadas las causas y efectos circunscritos a la cuenca general, debe considerarse que cualquier toma de decisión operativa ha de estar en concordancia con las medidas que se hayan adoptado para la estabilización de las vertientes.

Así, el Decreto de 22 de febrero de 1.962 establece en su artículo 354 que los proyectos de restauración hidrológico-forestal, especialmente en lo que concierne a obras de corrección de cauces, serán objeto de revisión cada cinco años, para ver los resultados obtenidos, coste de lo realizado y posibles rectificaciones.

En el Anexo 5 (5.2.) se desarrollan aquellos aspectos como "Elección del tipo de estructuras" y "Diseño de estructuras", que complementan lo expuesto.

## 6. JUSTIFICACION DE PRECIOS

Se desglosa en el Anexo nº 6, en donde se justifican los siguientes costes:

- Mano de obra: se calcula el coste horario en base al -- Convenio Provincial de la Construcción y Obras Públicas de Baleares 1.985, incrementado en un 8% para 1.986, ya que el Convenio correspondiente a 1.986 no ha sido publicado en el Boletín Oficial. El coste horario de la mano de obra sujeta al Régimen Especial Agrario del año 1.986 se evalúa teniendo en cuenta la repercusión del capataz en el mismo, ajustándose todo ello a dicho Régimen Especial, y se refiere a los capataces y peones que ejecutarán los trabajos biológicos.
- Coste de la maquinaria por hora útil, teniendo en cuenta: el coste de la máquina; los costes intrínsecos por hora de funcionamiento; los costes complementarios de personal, combustibles y lubricantes; y los costes indirectos de transportes, mandos y servicios.
- Precios de los materiales a utilizar, referidos a los -- precios de mercado del año 1.986, y considerando también su transporte a pie de obra (salvo en arenas, gravas y - piedra).
- Precios auxiliares: se calculan teniendo en cuenta los rendimientos de la maquinaria y de la mano de obra, y sirven para evaluar los precios de las unidades de obra.
- Precios descompuestos: se refieren a las diferentes cantidades de obra (9 en total), y se calculan en base a los precios auxiliares y a los rendimientos.

- Partidas alzadas de abono íntegro, referentes a la rectificación del camino rural de acceso a la finca "Tossals Verds" y a la variación en el trazado de la tubería de abastecimiento de agua que proviene del embalse de Cúber. Son obras necesarias, cuya ejecución la impone la construcción del dique del Torrent Aumedrà.

## 7. FOTOGRAFÍAS

Se muestran en el correspondiente Anexo nº 7. Se han fotografiado vistas generales de la cuenca, diferentes usos del suelo y modos de cultivo, emplazamientos de diques, -- cauces "semiartificiales" en las zonas llanas, canal d'en Siurana, Albufera,...

Dichas fotografías complementan la descripción de la zona que se hace en el Anexo nº 2.

## 8. CONSIDERACIONES FINALES

### DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

#### DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA

##### Anexos:

- nº 1 - Información general
- nº 2 - Descripción de la zona
- nº 3 - Hidráulica torrencial
- nº 4 - Ordenación agrohidrológica
- nº 5 - Restauración hidrológico-forestal
- nº 6 - Justificación de precios
- nº 7 - Fotografías.

#### DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

- nº 1 - Plano general de la zona de estudio
- nº 2 - Plano de la zona montañosa (8 hojas)
- nº 3 - Plano de situación de las obras y las adquisiciones previstas (8 hojas)
- nº 4 - Dique 1 Cuenca Sollerich (T. Sollerich)
- nº 5 - Dique 1 Cuenca Aumedrà (T. Aumedrà)
- nº 6 - Dique 1 Cuenca Massanella (T. d'es Prat)
- nº 7 - Dique 1 Cuenca Sant Miquel (T. Sa Coma)
- nº 8 - Dique 2 Cuenca Sant Miquel (T. Campanet)
- nº 9 - Dique 3 Cuenca Sant Miquel (T. Gabelli)
- nº 10 - Dique 4 Cuenca Sant Miquel (T. Ses Corterades)
- nº 11 - Albarrada tipo.

#### DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

#### DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

## PROGRAMA DE TRABAJOS

El programa de trabajos se ha confeccionado en base a los siguientes criterios:

1. Las acciones a desarrollar se distribuirán a lo largo - del decenio 1.986-1.995.
2. Para la programación, tanto de acciones biológicas como de hidrotecnias de corrección de cauces, se tiene en cuenta que los presupuestos parciales en que se divide el - proyecto son susceptibles de ser contratados escalonadamente.
3. Las acciones biológicas se programan teniendo en cuenta los tiempos necesarios para formalizar los expedientes de adquisición en las zonas que actualmente no son propiedad de la Consejería de Agricultura y Pesca.
4. Las hidrotecnias de corrección de cauces, (diques y al-barradas) se programan tratando de agruparlas, según su distribución geográfica (por cuencas).
5. La inversión necesaria anual se ha distribuido de mane-ra que ésta alcance los máximos en los años centrales - del decenio. Esta, evidentemente, referida a pts. de - 1.986. Con estas bases de partida se han confeccionado los dos diagramas que se adjuntan, correspondientes a - obras e inversiones respectivamente, estas últimas refe-ridas a los precios de ejecución material y en pts. de 1.986.

PROGRAMA DE TRABAJOS

ACCIONES	TIEMPO	AÑOS																				
		1.986	1.987	1.988	1.989	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995											
B I O L O G I C A S	Adquisición de terrenos		440 Ha	654 Ha	654 Ha	440 Ha																
	Reforestación (pistas y cortafuegos incluidos)		109 Ha	120 Ha	140 Ha	220 Ha	243 Ha	243 Ha	243 Ha	220 Ha	140 Ha	120 Ha										
C O R R E C C I O N	Diques (Cuenca T. Sant Miquel) (*)	940 Ha	620 m <sup>3</sup>	588 m <sup>3</sup>	1.574 m <sup>3</sup>	656 m <sup>3</sup>																
	Albarradas (Cuenca T. Sant Miquel) (*)		4.285 m <sup>3</sup>	5.355 m <sup>3</sup>	4.010 m <sup>3</sup>	3.335 m <sup>3</sup>	3.885 m <sup>3</sup>	4.545 m <sup>3</sup>	6.430 m <sup>3</sup>	5.355 m <sup>3</sup>	4.285 m <sup>3</sup>											
	Diques (Cuenca T. Aumedrà) (*)		1.314 m <sup>3</sup>	2.090 m <sup>3</sup>																		
	Albarradas (Cuenca T. Aumedrà) (*)				2.420 m <sup>3</sup>	3.628 m <sup>3</sup>	3.628 m <sup>3</sup>	2.420 m <sup>3</sup>														
(*) Pistas de acceso, según las obras que se realicen cada año																						

PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Millones de pesetas 1.986)

ACCIONES	TIEMPO	AÑOS												
		1.986	1.987	1.988	1.989	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995			
B I O L O G I C A S	Adquisición de terrenos (estimado a 55.000 pts/Ha)	24,20	35,97	24,20										
		19,62	21,60	25,20	39,60	43,74	43,74	43,74	39,60	25,20	21,60			
	Reforestación (pistas y cortafuegos incluidos)	43,82	57,57	61,17	63,80	43,74	43,74	43,74	39,60	25,20	21,60			
	Total	12,85	25,15	35,19	21,70	9,02								
C O R R E C I O N	Diques (incluidas pistas acceso y obras complementarias) Albarradas	39,90	99,85	59,87	64,82	69,94	64,84	59,86	49,85	39,90				
		12,85	65,05	85,04	81,57	73,84	69,94	64,84	59,86	49,85	39,90			
	Total	12,85	108,87	142,61	142,74	137,64	108,58	99,46	75,05	61,50				
	TOTAL GLOBAL	12,85	108,87	142,61	142,74	137,64	108,58	99,46	75,05	61,50				

PRESUPUESTOS PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACION

Presupuesto de Ejecución Material .....	882.636.406	Pts.
Presupuesto de Adquisiciones:		
(2.187,50 Has. a 55.000 Pts/Ha. ....	120.312.500	"
Presupuesto de Ejecución por TRAGSA	1.028.094.885	"
Presupuesto de Ejecución por Contrata ...	1.206.034.385	"

CONCLUSION

Estimado suficientemente estudiado y definido este Proyecto, tenemos el honor de elevarlo a la consideración de su Superioridad, para su aprobación, si procede.

Junio, 1986.

EL INGENIERO DE MONTES,

Examinado:

EL INGENIERO JEFE,