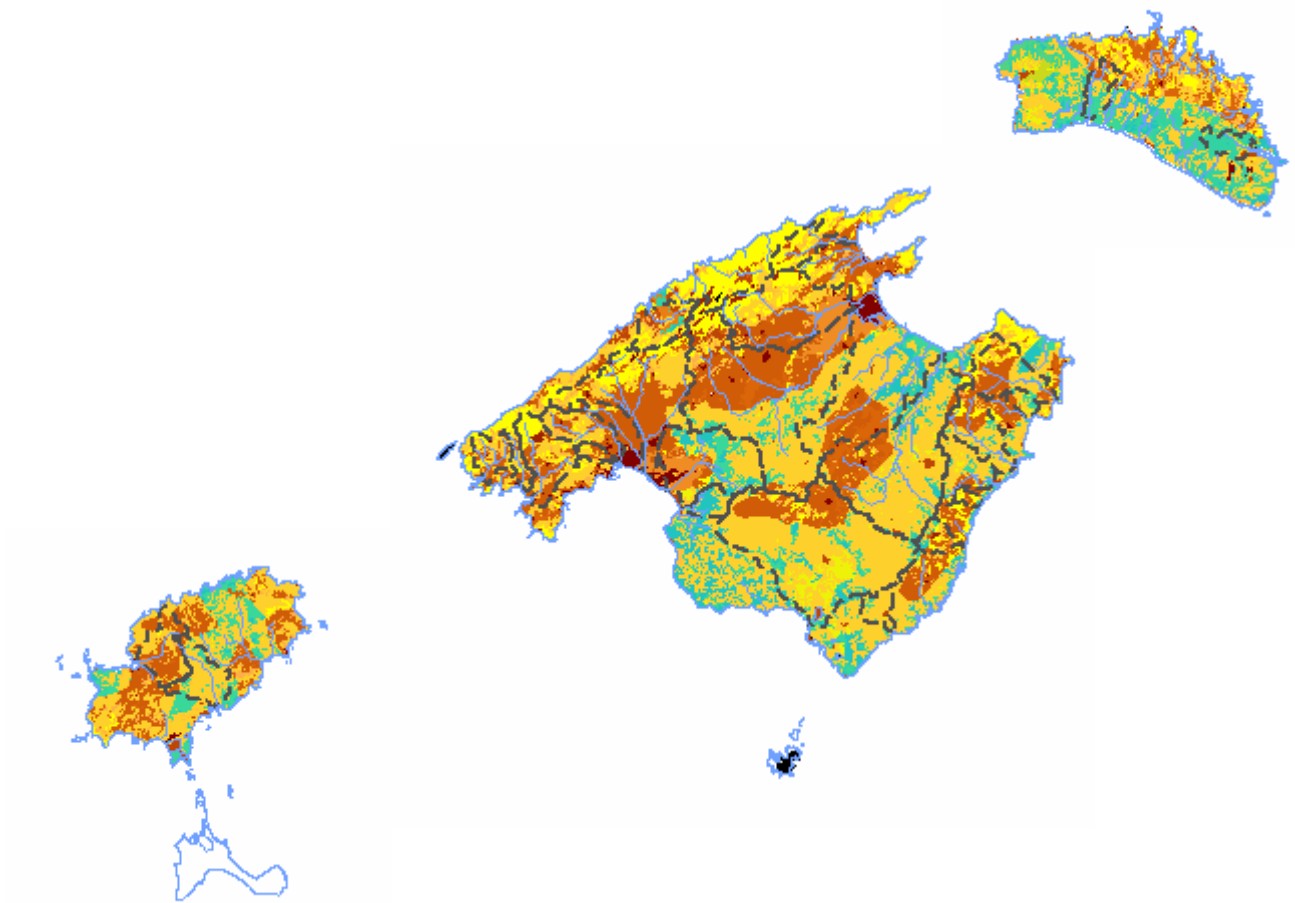




**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

**Conselleria de Medi Ambient**

Direcció General de Recursos Hídrics



**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE CUENCAS  
(CAUDALES DE CÁLCULO), 2000/01**

**MEMORIA**

# ESTUDIO HIDROLÓGICO DE CUENCAS (CAUDALES DE CÁLCULO), 2000/01

## INDICE

### MEMORIA

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>                      | <b>1</b>  |
| <b>2. DATOS DISPONIBLES .....</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>3. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>                           | <b>7</b>  |
| <b>3.1 Datos de partida .....</b>                             | <b>7</b>  |
| 3.1.1 Características físicas de las cuencas.....             | 7         |
| 3.1.2 Parámetros de pérdidas de precipitación.....            | 11        |
| 3.1.3 Tránsito de hidrogramas por los cauces .....            | 14        |
| 3.1.4 Esquemas de simulación de las subcuencas .....          | 16        |
| 3.1.5 Tormentas de proyecto .....                             | 18        |
| 3.1.6 Hipótesis de humectación .....                          | 21        |
| <b>3.2 Cálculo de los caudales resultado del estudio.....</b> | <b>22</b> |

### APÉNDICES

- 1 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO**
- 2 CD CON DATOS Y RESULTADOS COMPLETOS**

# ESTUDIO HIDROLÓGICO DE CUENCAS (CAUDALES DE CÁLCULO), 2000/01

## MEMORIA

### 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En octubre de 1997, la Junta d'Aigües de Balears redactó el estudio "*Identificación de Zonas Potencialmente Vulnerables a Riesgos de Inundación en las Islas Baleares*". El objetivo del estudio consistió en identificar las zonas del territorio balear donde se pueden producir daños notables a personas o propiedades como consecuencia de avenidas o inundación, y en las que sería aconsejable la realización de estudios específicos de áreas inundables dentro del marco del Plan Hidrológico.

El estudio no pretendió elaborar un inventario exhaustivo de los lugares donde existe un riesgo potencial de presentación de daños por avenida sino más bien detectar los puntos, tramos de torrente o áreas expuestos a mayor riesgo en el archipiélago.

Una vez detectados los principales puntos singulares y tramos de cauce, se fijaron prioridades de actuación utilizando criterios de carácter objetivo que permitieron distinguir los problemas de riesgo inmediato de aquellos otros donde los daños no tendrían la misma gravedad.

Los resultados del estudio se incorporaron al Plan Hidrológico de las Islas Baleares, formando parte del programa de actuaciones frente a riesgos de inundación.

Para identificar los "puntos negros" de la red fluvial, el estudio partió de la información histórica disponible relativa a daños por avenida en las islas. La información –disponible únicamente para Mallorca- fue filtrada con objeto de identificar realmente los tramos de cauce asociados a problemas graves de avenida o inundación por desbordamiento de torrentes y descartar los problemas debidos a insuficiencia de infraestructuras viarias (puentes) o municipales (redes de saneamiento). También se excluyeron los sucesos singulares cuyo origen se puede atribuir a problemas urbanísticos (normalmente construcciones ilegales) o imprudencias (como el arrastre de vehículos por el agua).



Por fin, el estudio cruzó la información elaborada a partir de datos históricos con los datos de obras acometidas en los torrentes por la Junta d'Aigües (antiguo Servei Hidràulic) en los últimos 15 años.

A este conjunto se añadieron los puntos de la costa junto a torrentes donde se detectó riego de daños a la población como consecuencia de la invasión de zonas inundables.

Con esta metodología, el estudio determinó la existencia y prioridad de actuación de los siguientes 34 tramos de riesgo en torrentes, incluidos en 25 cuencas hidrográficas:



### LISTADO DE TRAMOS DE TORRENTE CON RIESGO DE AVENIDA

| Tramo                       | Torrente               | Longitud (km) | Prioridad |
|-----------------------------|------------------------|---------------|-----------|
| <b>MALLORCA</b>             |                        |               |           |
| 1                           | Sa Riera               | 3.2           | Máxima    |
| 2                           | Sant Magí              | 1.9           | Media     |
| 3                           | Na Bárbara (Palma)     | 4.04          | Máxima    |
| 4                           | Torrent Gros           | 8.39          | Máxima    |
| 5                           | Coa Negra              | 5.28          | Máxima    |
| 6                           | Cas Ciutada (S'Arenal) | 2.07          | Máxima    |
| 7                           | Son Veri (S'Arenal)    | 3.11          | Máxima    |
| 8                           | Sant Jordi             | 1.42          | Media     |
| 9                           | Campos                 | 6.02          | Media     |
| 10                          | Cala Santanyi          | 2.66          | Media     |
| 11                          | D'en Boqueras          | 2.57          | Media     |
| 12                          | Ses Talaioles          | 1.87          | Mínima    |
| 13                          | Es Riuet               | 2.72          | Máxima    |
| 14                          | Cala Mendia 1          | 1.09          | Mínima    |
| 15                          | Cala Mendia 2          | 0.73          | Mínima    |
| 16                          | Sant Llorenç 2         | 2.04          | Máxima    |
| 17                          | Sant Llorenç 1         | 2.9           | Máxima    |
| 18                          | Manacor 1              | 3.5           | Máxima    |
| 19                          | Manacor 2              | 1.82          | Máxima    |
| 20                          | Sa Font des Molins     | 1.94          | Mínima    |
| 21                          | Cocons                 | 3.21          | Media     |
| 22                          | Torretes               | 1.36          | Media     |
| 23                          | Sant Miquel            | 14.64         | Máxima    |
| 24                          | Sant Jordi 1           | 2.68          | Media     |
| 25                          | Sant Jordi             | 1.32          | Media     |
| 26                          | Mayor de Sóller        | 3.55          | Media     |
| 27                          | Torrent de Bunyola     | 2.58          | Media     |
| 28                          | Andratx                | 2.48          | Mínima    |
| 29                          | Gore                   | 1             | Media     |
| 30                          | Son Vic                | 2.09          | Máxima    |
| <b>MENORCA</b>              |                        |               |           |
| 31                          | Cala Santa Galdana     | 1.57          | Mínima    |
| 32                          | Maó                    | 2.55          | Mínima    |
| <b>EIVISSA / FORMENTERA</b> |                        |               |           |
| 33                          | Llavanera              | 4.28          | Máxima    |
| 34                          | Es Buscatell           | 3.42          | Media     |

### CUENCAS ASOCIADAS A LOS TRAMOS DE TORRENTE CON RIESGO

| Cuenca                    | Nombre                     | Tramo                  | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Prioridad |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|
| <b>MALLORCA</b>           |                            |                        |                               |           |
| T.11-01-16                | S'Aulet                    | Andratx                | 31.29                         | 3         |
| T.11-01-18                | Sa Coma                    | Gore                   | 19.75                         | 2         |
| T.11-01-27                | Sant Magí                  | Sant Magí              | 14.82                         | 2         |
| T.11-01-28                | Sa Riera                   | Sa Riera               | 51.67                         | 1         |
| T.11-01-30                | Gros                       | Torrent Gros           | 232.58                        | 1         |
| T.11-01-09                | Alfabia                    | Mayor de Sóller        | 48.54                         | 2         |
| T.11-01-19                | Galatzo                    | Son Vic                | 68.46                         | 1         |
| T.11-01-31                | Sa Siquia                  | Sant Jordi             | 116.52                        | 2         |
| T.11-01-33                | Dels Jueus                 | Cas Ciutada (S'Arenal) | 30.01                         | 1         |
| T.11-01-42                | Sa Romeguera               | Cala Santanyi          | 30.08                         | 2         |
| T.11-01-51                | Cala Murada                | D'en Boqueras          | 25.97                         | 2         |
| T.11-01-54                | La Marina                  | Cala Mendia 2          | 8.17                          | 3         |
| T.11-01-40                | Son Catlar                 | Campos                 | 343.85                        | 2         |
| T.11-01-68                | Na Borges                  | Manacor 1              | 317.65                        | 1         |
| T.11-01-61                | Canyamel                   | Cocons                 | 77.8                          | 2         |
| T.11-01-60                | San Jordi                  | Sa Font des Molins     | 11.56                         | 3         |
| T.11-01-58                | Can Amer                   | Es Riuet               | 74.84                         | 1         |
| T.11-01-57                | Ses Talaiotetes (Llebrona) | Ses Talaioles          | 60.67                         | 3         |
| T.11-01-73                | Sant Miquel                | Sant Miquel            | 167.49                        | 1         |
| T.11-01-79                | Sant Jordi                 | Sant Jordi 1           | 41.71                         | 2         |
| T.11-01-72                | Aumedrá                    | S. Miquel (Albufera)   | 441.65                        | 1         |
| <b>MENORCA</b>            |                            |                        |                               |           |
| T.11-02-41                | Ses Agotasses              | Maó                    | 25.88                         | 3         |
| T.11-02-17                | D'Algendar                 | Cala Santa Galdana     | 29.65                         | 3         |
| <b>EIVISSA/FORMENTERA</b> |                            |                        |                               |           |
| T.11-03-17                | Buscatells                 | Es Buscatell           | 59.36                         | 2         |
| T.11-03-44                | Sa Llavanera               | Llavanera              | 56.78                         | 1         |

En el presente trabajo se aborda el estudio hidrológico de las cuencas asociadas a los tramos de riesgo, una de las componentes necesarias para desarrollar en el futuro la delimitación de las zonas inundables en los torrentes.

Los cálculos de caudal se realizan utilizando los métodos hidrológicos convencionales contenidos en el modelo matemático HEC-1, que se adapta mejor a cálculos hidrológicos intensivos que su sucesor HEC-HMS, pensado fundamentalmente para el uso interactivo.



El cálculo incluye la división en subcuencas, la elaboración de parámetros de cálculo, el diseño de tormentas de proyecto y el cálculo de caudales propiamente dicho. Para estos procesos se han utilizado masivamente los Sistemas de Información Geográfica.

Los datos de precipitación de cálculo se han tomado del "*Estudio de Caracterización del Régimen Extremo de Precipitaciones en las Islas Baleares*", desarrollado en 2002 por la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear para actualizar un estudio del mismo nombre realizado por la extinta Junta d'Aigües en el año 1992.

Los cálculos se realizan para los períodos de retorno 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 y 5000 años.

## 2. DATOS DISPONIBLES

Para desarrollar el estudio hidrológico se ha utilizado la información relevante más reciente, y consiste en

- **Cartografía general**
  - Cartografía digital del Govern Balear a escala 1:25,000
  
- **Cartografía de suelos**
  - Planos edafológicos a escala 1:100,000 desarrollados por la Universitat de les Illes Balears para este trabajo
  - Mapa edafológico taxonómico escala 1:1,000,000 del Consejo de Investigaciones Científicas del Atlas Digital de Comarcas de Suelos (SEISNET, Sistema Español de Información de Suelos sobr Internet)
  
- **Cartografía de cubierta vegetal**
  - Cartografía digital del proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) a escala 1:100,000, adquirida para este estudio en el CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica del Ministerio de Fomento)
  
- **Datos Pluviométricos.**
  - Datos contenidos en el *"Estudio de Caracterización del Régimen Extremo de Precipitaciones en las Islas Baleares"*, desarrollado por la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear que actualizó en 2002 el estudio del mismo nombre de 1992 realizado por la extinta Junta d'Aigües.

A continuación se detalla el proceso de cálculo de los caudales de referencia en los torrentes de las cuencas de riesgo.



### 3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

#### 3.1 Datos de partida

El estudio hidrológico permite calcular los caudales que se utilizarán como base para los cálculos hidráulicos que llevarán a la definición de zonas inundables.

El estudio se ha realizado utilizando los procedimientos construidos en la versión 4 del modelo matemático HEC-1 *Flood Hydrograph Package* versión 4.1, estándar mundial para los cálculos hidrológicos extremos en cauces.

Las pérdidas de precipitación se calculan con el método del número de curva del *U.S. Soil Conservation Service*.

Para la transformación precipitación-escorrentía se emplea el método del hidrograma unitario de Clark. Por fin, los cálculos relativos a los tránsitos de las ondas de avenida por los cauces se realizan por el método de Muskingum.

Para obtener los parámetros necesarios, el modelo necesita la información siguiente:

##### 3.1.1 Características físicas de las cuencas

La simulación se realiza sobre una división en subcuencas de las 25 cuencas de riesgo del archipiélago.

La división en subcuencas se realizó con procedimientos tradicionales de trazado de divisorias a partir de curvas de nivel con la cartografía digital 1:25,000 de las islas y el apoyo de un Sistema de Información Geográfica MapInfo.

Para la división, se trató de romper las cuencas en las confluencias de torrentes importantes obteniendo cuencas de superficie próxima a 50 km<sup>2</sup>. Las cuencas de superficie inferior a esta cifra no se fragmentan. El proceso de subdivisión generó un total de 77 subcuencas que se utilizan para el cálculo y se muestran en las siguientes tres figuras.

Los criterios utilizados son razonables para la metodología empleada (hidrograma unitario) y el carácter regional del estudio.

La división en subcuencas que se adopta para los cálculos se muestra en las figuras 3.1 a 3.3. De ella se deducen con la ayuda del Sistema de Información Geográfica los siguientes parámetros físicos de relevancia en el cálculo:



- Area de la cuenca (km<sup>2</sup>)
- Longitud del cauce más largo (km)
- Cotas máxima y mínima de la cuenca (m)
- Pendiente media
- Tiempo de concentración (h)
- Tiempo de retardo (h)
- Coeficiente de almacenamiento de Clark (h)

### PARÁMETROS FÍSICOS DE CÁLCULO HIDROLÓGICO

#### EN LAS CUENCAS DE LAS ISLAS BALEARES

| Cuenca          | Torrente        | Area  | Long. | Cota Máx | Cota Mín | Pendiente | t <sub>c</sub> (h) | t <sub>r</sub> (h) | R     |
|-----------------|-----------------|-------|-------|----------|----------|-----------|--------------------|--------------------|-------|
| <b>MALLORCA</b> |                 |       |       |          |          |           |                    |                    |       |
| 109             | Mayor de Sóller | 49.85 | 11.11 | 1065     | 0        | 0.0959    | 2.92               | 1.75               | 3.59  |
| 116             | Andratx         | 34.28 | 9.46  | 385      | 0        | 0.0407    | 3.04               | 1.82               | 4.69  |
| 118             | Gore            | 20.59 | 12.50 | 602      | 0        | 0.0482    | 3.64               | 2.18               | 5.69  |
| 1191            |                 | 38.63 | 12.66 | 500      | 45       | 0.0359    | 3.89               | 2.33               | 6.68  |
| 1192            | Son Vic         | 25.40 | 11.06 | 480      | 45       | 0.0393    | 3.45               | 2.07               | 5.58  |
| 1193            |                 | 14.79 | 5.20  | 104      | 0        | 0.0200    | 2.21               | 1.33               | 3.68  |
| 127             | Sant Magí       | 12.07 | 9.20  | 368      | 0        | 0.0400    | 2.99               | 1.79               | 4.60  |
| 1281            | Sa Riera        | 26.94 | 9.72  | 705      | 135      | 0.0586    | 2.90               | 1.74               | 4.02  |
| 1282            |                 | 31.32 | 14.32 | 520      | 0        | 0.0363    | 4.26               | 2.56               | 7.52  |
| 1301            |                 | 56.35 | 16.54 | 640      | 82       | 0.0337    | 4.82               | 2.89               | 9.01  |
| 1302            |                 | 49.96 | 18.10 | 740      | 29       | 0.0393    | 5.01               | 3.01               | 9.13  |
| 1303            | Torrent Gros    | 25.18 | 12.40 | 883      | 138      | 0.0601    | 3.47               | 2.08               | 5.06  |
| 1304            |                 | 60.52 | 15.89 | 710      | 29       | 0.0429    | 4.46               | 2.68               | 7.67  |
| 1305            |                 | 14.19 | 5.48  | 29       | 0        | 0.0053    | 2.96               | 1.78               | 7.53  |
| 1311            |                 | 46.05 | 17.89 | 220      | 18       | 0.0113    | 6.30               | 3.78               | 16.83 |
| 1312            | Sant Jordi      | 9.94  | 5.98  | 148      | 7        | 0.0236    | 2.38               | 1.43               | 3.89  |
| 1313            |                 | 26.66 | 10.90 | 265      | 7        | 0.0237    | 3.75               | 2.25               | 7.08  |
| 1314            |                 | 65.05 | 11.95 | 130      | 0        | 0.0109    | 4.66               | 2.80               | 11.45 |
| 133             | Cas Ciutada     | 25.86 | 9.03  | 133      | 0        | 0.0147    | 3.56               | 2.14               | 7.45  |
| 1401            |                 | 31.06 | 11.23 | 290      | 44       | 0.0219    | 3.90               | 2.34               | 7.59  |
| 1402            |                 | 59.46 | 17.35 | 199      | 37       | 0.0093    | 6.38               | 3.83               | 17.99 |
| 1403            |                 | 19.88 | 12.20 | 320      | 37       | 0.0232    | 4.10               | 2.46               | 8.01  |
| 1404            | Campos          | 72.96 | 16.44 | 250      | 12       | 0.0145    | 5.63               | 3.38               | 13.65 |
| 1405            |                 | 33.99 | 12.45 | 192      | 12       | 0.0145    | 4.56               | 2.74               | 10.34 |
| 1406            |                 | 60.29 | 14.36 | 490      | 78       | 0.0287    | 4.46               | 2.68               | 8.48  |
| 1407            |                 | 66.44 | 18.68 | 295      | 16       | 0.0149    | 6.17               | 3.70               | 15.30 |
| 1408            |                 | 58.45 | 9.71  | 60       | 0        | 0.0062    | 4.43               | 2.66               | 12.33 |
| 1421            | Cala Santanyi   | 21.86 | 5.87  | 240      | 42       | 0.0336    | 2.19               | 1.31               | 3.20  |
| 1422            |                 | 2.87  | 2.15  | 50       | 0        | 0.0232    | 1.10               | 0.66               | 1.41  |
| 151             | Den Boqueras    | 23.51 | 11.10 | 300      | 0        | 0.0270    | 3.71               | 2.23               | 6.76  |
| 154             | Cala Mendia     | 9.24  | 5.91  | 230      | 0        | 0.0389    | 2.15               | 1.29               | 3.00  |
| 157             | Ses Talaioles   | 55.87 | 14.76 | 225      | 0        | 0.0152    | 5.14               | 3.08               | 11.97 |



| Cuenca         | Torrente              | Area  | Long. | Cota Máx | Cota Mín | Pendiente | t <sub>c</sub> (h) | t <sub>r</sub> (h) | R     |
|----------------|-----------------------|-------|-------|----------|----------|-----------|--------------------|--------------------|-------|
| 1581           |                       | 33.92 | 10.38 | 478      | 69       | 0.0394    | 3.28               | 1.97               | 5.23  |
| 1582           | Es Riuet              | 17.51 | 8.17  | 322      | 35       | 0.0351    | 2.80               | 1.68               | 4.36  |
| 1583           |                       | 25.95 | 14.13 | 262      | 0        | 0.0185    | 4.79               | 2.87               | 10.39 |
| 160            | Sa Font des Molins    | 13.10 | 6.69  | 185      | 0        | 0.0277    | 2.51               | 1.51               | 4.02  |
| 1611           | Cocons                | 27.73 | 14.64 | 475      | 49       | 0.0291    | 4.52               | 2.71               | 8.58  |
| 1612           |                       | 50.67 | 17.61 | 365      | 0        | 0.0207    | 5.54               | 3.32               | 12.24 |
| 1681           |                       | 41.19 | 9.62  | 165      | 67       | 0.0102    | 4.01               | 2.41               | 9.53  |
| 16810          |                       | 27.63 | 15.78 | 220      | 38       | 0.0115    | 5.70               | 3.42               | 14.71 |
| 16811          |                       | 24.00 | 6.37  | 310      | 17       | 0.0460    | 2.20               | 1.32               | 2.97  |
| 16812          |                       | 33.12 | 13.77 | 319      | 0        | 0.0232    | 4.50               | 2.70               | 9.04  |
| 1682           |                       | 26.14 | 9.26  | 183      | 67       | 0.0125    | 3.74               | 2.24               | 8.28  |
| 1683           | Manacor               | 28.86 | 13.61 | 235      | 57       | 0.0131    | 4.97               | 2.98               | 11.89 |
| 1684           |                       | 47.03 | 12.98 | 155      | 65       | 0.0069    | 5.42               | 3.25               | 15.63 |
| 1685           |                       | 9.89  | 4.62  | 78       | 55       | 0.0050    | 2.63               | 1.58               | 6.53  |
| 1686           |                       | 21.10 | 11.30 | 187      | 57       | 0.0115    | 4.43               | 2.66               | 10.54 |
| 1687           |                       | 17.87 | 6.69  | 155      | 51       | 0.0155    | 2.81               | 1.69               | 5.37  |
| 1688           |                       | 20.23 | 10.42 | 173      | 38       | 0.0130    | 4.06               | 2.44               | 9.14  |
| 1689           |                       | 28.18 | 10.99 | 227      | 56       | 0.0156    | 4.09               | 2.45               | 8.80  |
| 1721           |                       | 34.53 | 11.22 | 795      | 175      | 0.0553    | 3.27               | 1.96               | 4.77  |
| 17210          |                       | 36.22 | 8.59  | 139      | 39       | 0.0116    | 3.59               | 2.15               | 7.98  |
| 17211          |                       | 27.88 | 12.59 | 140      | 18       | 0.0097    | 4.96               | 2.98               | 12.78 |
| 17212          |                       | 33.47 | 14.23 | 128      | 18       | 0.0077    | 5.69               | 3.41               | 16.22 |
| 17213          |                       | 27.37 | 7.61  | 70       | 1.5      | 0.0090    | 3.43               | 2.06               | 8.02  |
| 1722           |                       | 57.26 | 10.03 | 175      | 100      | 0.0075    | 4.38               | 2.63               | 11.58 |
| 1723           | Muro                  | 40.75 | 11.09 | 240      | 75       | 0.0149    | 4.15               | 2.49               | 9.09  |
| 1724           |                       | 29.20 | 6.18  | 290      | 125      | 0.0267    | 2.38               | 1.43               | 3.78  |
| 1725           |                       | 42.47 | 10.06 | 220      | 99       | 0.0120    | 4.02               | 2.41               | 9.18  |
| 1726           |                       | 47.78 | 10.10 | 120      | 75       | 0.0045    | 4.86               | 2.92               | 15.06 |
| 1727           |                       | 3.85  | 3.47  | 130      | 68       | 0.0179    | 1.66               | 1.00               | 2.59  |
| 1728           |                       | 28.85 | 13.07 | 920      | 158      | 0.0583    | 3.63               | 2.18               | 5.41  |
| 1729           |                       | 42.15 | 13.70 | 320      | 68       | 0.0184    | 4.69               | 2.81               | 10.10 |
| 1731           |                       | 29.23 | 12.80 | 1210     | 145      | 0.0832    | 3.34               | 2.00               | 4.44  |
| 1732           |                       | 21.42 | 9.22  | 820      | 100      | 0.0781    | 2.63               | 1.58               | 3.30  |
| 1733           |                       | 39.92 | 14.01 | 270      | 18       | 0.0180    | 4.79               | 2.87               | 10.44 |
| 1734           | Sant Miquel           | 27.26 | 13.52 | 1215     | 48       | 0.0863    | 3.46               | 2.08               | 4.60  |
| 1735           |                       | 25.73 | 8.04  | 1023     | 48       | 0.1213    | 2.18               | 1.31               | 2.31  |
| 1736           |                       | 9.66  | 5.22  | 48       | 18       | 0.0057    | 2.81               | 1.69               | 6.91  |
| 1737           |                       | 31.12 | 8.03  | 225      | 1.5      | 0.0278    | 2.89               | 1.73               | 4.82  |
| 179            | Sant Jordi (Pollença) | 42.85 | 17.26 | 1030     | 0        | 0.0597    | 4.47               | 2.68               | 7.06  |
| <b>MENORCA</b> |                       |       |       |          |          |           |                    |                    |       |
| 217            | Cala Santa Galdana    | 30.42 | 13.27 | 130      | 0        | 0.0098    | 5.15               | 3.09               | 13.40 |
| 241            | Maó                   | 24.52 | 7.50  | 120      | 0        | 0.0160    | 3.04               | 1.82               | 5.93  |
| <b>EIVISSA</b> |                       |       |       |          |          |           |                    |                    |       |
| 3171           | Es Buscatell          | 16.82 | 8.33  | 250      | 45       | 0.0246    | 3.04               | 1.82               | 5.31  |
| 3172           |                       | 44.58 | 7.80  | 140      | 0        | 0.0179    | 3.07               | 1.84               | 5.83  |
| 3441           | Sa Llanvera           | 23.79 | 9.67  | 170      | 30       | 0.0145    | 3.76               | 2.26               | 8.03  |
| 3442           |                       | 32.42 | 9.18  | 210      | 0        | 0.0229    | 3.32               | 1.99               | 6.07  |



El tiempo de concentración se obtiene partiendo de la pendiente media y de la longitud del cauce más largo aplicando el método de Témez, generalmente aceptado para el cálculo hidrológico en España y más concretamente en las islas Baleares, cuya expresión analítica es

$$T_c = 0.3 \cdot \left[ \left( \frac{L}{\sqrt[4]{J}} \right)^{0.76} \right]$$

donde

$T_c$  = tiempo de concentración (h)

$L$  = longitud del cauce más largo (km)

$J$  = pendiente de la cuenca

El tiempo de retardo  $T_r$  (h) se consideró igual al 60% del tiempo de concentración. El coeficiente de almacenamiento  $R$  del método del hidrograma unitario de Clark se calculó por la fórmula aproximada que divide la longitud del cauce más largo por la raíz cuadrada de la pendiente de la cuenca, expresada en tanto por 100.

### 3.1.2 Parámetros de pérdidas de precipitación

Las pérdidas de precipitación y como consecuencia, la escorrentía directa que resulta de las tormentas de cálculo se han estimado con el método del número de curva del SCS (*Soil Conservation Service*).

Para generar los parámetros necesarios para la aplicación del método, se ha generado una cobertura *raster* de números de curva a partir de la información edafológica y de cobertura vegetal disponibles.

Para elaborarla es necesario partir de coberturas *raster* de vegetación y suelos. A continuación, una aplicación se preocupa de leer en cada celda los valores asignados a cada celda para la vegetación y suelo y convertirlos en un número de curva utilizando para ello la tabla desarrollada por el SCS (en condiciones antecedentes de humedad medias AMC-II) que se graba en la cobertura resultado. La dimensión de las celdas de las coberturas de partida y resultado es de 25 m.

Se ha utilizado la distribución de tipos de vegetación del proyecto europeo Corine Land Use Cover. Se utiliza el código de color de cada categoría como parámetro de cálculo. Los mapas al final del apartado muestran la distribución de la vegetación según el citado proyecto.

Por otra parte, y a pesar de que su nivel de detalle es pequeño, se ha preferido la información de suelos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas a la desarrollada por la Universitat de les Illes Balears, ya que esta última ofrece serias dudas en la interpretación hidrológica que deberán ser aclaradas en el futuro. Los suelos se clasificaron con los códigos del SCS (A, B, C o D) asignando categorías en función de la clasificación taxonómica de la USDA. Los mapas de suelos empleados se muestran en otras 3 figuras al final del apartado.

La tabla utilizada para asignar a cada binomio tipo de vegetación-suelo un número de curva a través de la equiparación con las categorías de las tablas básicas del SCS es la siguiente:

#### ASIGNACIÓN DE CATEGORÍAS Y COLORES CORINE/SUELOS A CATEGORÍAS Y NÚMEROS DE CURVA DEL SCS

| Variables CORINE |  | Asignación tabla SCS<br>(Tipo/Tratamiento/Cond Hidr) | Tipo suelo SCS |    |
|------------------|--|--|----------------|----|
| Color            | Descripción tipo Vegetación                    |  | B              | C  |
| 8                | MATORRAL SUBARBUSTIVO O ARBUSTIVO POCO DENSO   | Matorral regular                                     | 56             | 70 |
| 11               | CULTIVOS ANUALES ASOCIADOS CON PERMANENTES     | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82 |
| 13               | LANDAS Y MATORRALES TEMPLADO-OCEANICOS         | Matorral regular                                     | 56             | 70 |
| 15               | TERRENOS AGRIC. CON ESPACIOS DE VEGET. NATURAL | Pradera o pastizal C regular                         | 59             | 75 |



| Color | Descripción tipo Vegetación                     | Variables CORINE | Asignación tabla SCS<br>(Tipo/Tratamiento/Cond Hidr) | Tipo suelo SCS |     |
|-------|---|------------------|--|----------------|-----|
|       |   |                  |  | B              | C   |
| 16    | ESP. OROFILOS ALTITUDINALES CON VEGET. ESCASA   |                  | Barbecho SR  | 86             | 91  |
| 18    | GRANDES FORMAC. MATORRAL DENSO O MEDIANAMENTE   |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 19    | PRADERAS  |                  | Pradera mala   | 67             | 81  |
| 20    | ARROZALES                                       |                  | Viales asfalto                                       | 84             | 90  |
| 21    | LAGUNAS COSTERAS                                |                  | -----  | 100            | 100 |
| 22    | ESTUARIOS                                       |                  | -----  | 100            | 100 |
| 27    | COMPLEJOS FERROVIARIOS                          |                  | Viales asfalto                                       | 90             | 90  |
| 30    | ZONAS EN CONSTRUCCION                           |                  | Cascos urbanos pequeños                              | 74             | 82  |
| 32    | ROQUEDO   |                  | Viales tierra  | 82             | 87  |
| 38    | ZONAS QUEMADAS                                  |                  | Viales tierra  | 82             | 87  |
| 46    | SALINAS   |                  | -----  | 84             | 90  |
| 49    | MARISMAS  |                  | Viales asfalto                                       | 84             | 90  |
| 53    | EMBALSES  |                  | -----  | 100            | 100 |
| 57    | MARES Y OCEANOS                                 |                  | -----  | 100            | 100 |
| 59    | OTROS PASTIZALES                                |                  | Pradera buena  | 61             | 74  |
| 60    | ZONAS VERDES URBANAS                            |                  | Pradera buena C                                      | 35             | 70  |
| 63    | PERENNIFOLIOS ESCLEROFILOS Y QUEJIGALES         |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 64    | PINACEAS  |                  | Bosque regular                                       | 60             | 73  |
| 66    | MATORRAL BOSCO DE TRANSICION                    |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 67    | CADUCIFOLIAS Y REBOLLARES                       |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 68    | LAURISILVA MACARONESICA                         |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 69    | CULTIVOS HERBACEOS EN REGADIO                   |                  | Legumbres tupidas buena C                            | 69             | 78  |
| 70    | OTRAS ZONAS DE IRRIGACION                       |                  | Legumbres tupidas buena C                            | 69             | 78  |
| 73    | PASTIZALES SUPRAFORESTALES                      |                  | Pradera permanente                                   | 58             | 71  |
| 74    | BOSQUE MIXTO                                    |                  | Bosque regular                                       | 60             | 73  |
| 75    | OTRAS FRONDOSAS DE PLANTACION                   |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 77    | SABINARES Y ENEBRAL                             |                  | Bosque mala  | 66             | 77  |
| 78    | SISTEMAS AGROFORESTALES                         |                  | Bosque con cultivos B                                | 58             | 72  |
| 79    | CITRICOS  |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 80    | TIERRAS LABOR EN SECANO                         |                  | Cereales c buena                                     | 73             | 81  |
| 81    | PLAYAS DUNAS Y ARENALES                         |                  | -----  | 30             | 30  |
| 82    | MOSAICO DE CULT. ANUALES CON PRADERA O PASTIZAL |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 85    | MOSAICO DE CULTIVOS PERMANENTES                 |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 88    | FRUTALES EN SECANO                              |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 89    | FAYAL-BREZAL MACARONESICO                       |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 92    | VIÑEDOS   |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 93    | OLIVARES  |                  | Cultivo hileras C mala                               | 79             | 84  |
| 96    | FRUTALES TROPICALES                             |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 97    | OTROS FRUTALES EN REGADIO                       |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 98    | MATORRALES XEROFILOS MACARONESICO               |                  | Matorral regular                                     | 56             | 70  |
| 99    | AUTOPISTAS, AUTOVIAS Y TERRENOS ASOCIADOS       |                  | Viales asfalto                                       | 84             | 90  |
| 101   | MOSAICO DE CULT. ANUALES CON CULT. PERMANENTES  |                  | Cultivo hileras C buena                              | 73             | 82  |
| 107   | EXTRUCTURA URBANA LAXA                          |                  | Viales tierra  | 82             | 87  |
| 110   | TEJIDO URBANO CONTINUO                          |                  | Viales asfalto                                       | 84             | 90  |
| 113   | URBANIZACIONES EXENTAS O AJARDINADAS            |                  | Cascos urbanos pequeños                              | 74             | 82  |
| 118   | ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES                |                  | Viales asfalto                                       | 84             | 90  |
| 120   | ESCOMBRERAS Y VERTEDEROS                        |                  | Cascos urbanos pequeños                              | 74             | 82  |
| 121   | ZONAS PORTUARIAS                                |                  | Viales asfalto                                       | 90             | 90  |
| 123   | ZONAS DE EXTRACCION MINERA                      |                  | Cascos urbanos pequeños                              | 74             | 82  |
| 126   | INSTALACIONES DEPORTIVAS                        |                  | Cascos urbanos pequeños                              | 74             | 82  |
| 129   | AEROPUERTOS                                     |                  | Viales asfalto                                       | 90             | 90  |



Cortando la cobertura mencionada con la cobertura de subcuencas y con apoyo del GIS se obtiene el valor medio del número de curva en cada subcuenca, con los resultados siguientes, que se representan además en tres figuras al final del apartado:

### NÚMEROS MEDIOS DE CURVA EN SUBCUENCAS (AMC-II)

| Cuenca | Torrente           | AMC-II | Cuenca | Torrente              | AMC-II |
|--------|--------------------|--------|--------|-----------------------|--------|
| 109    | Mayor de Sóller    | 74.27  | 16810  |                       | 71.04  |
| 116    | Andratx            | 75.92  | 16811  |                       | 68.50  |
| 118    | Gore               | 74.55  | 16812  |                       | 67.83  |
| 1191   |                    | 75.09  | 1682   |                       | 70.70  |
| 1192   | Son Vic            | 75.41  | 1683   |                       | 71.71  |
| 1193   |                    | 78.34  | 1684   |                       | 79.02  |
| 127    | Sant Magí          | 77.39  | 1685   |                       | 72.23  |
| 1281   | Sa Riera           | 75.09  | 1686   |                       | 71.60  |
| 1282   |                    | 78.78  | 1687   |                       | 75.10  |
| 1301   |                    | 74.71  | 1688   |                       | 74.96  |
| 1302   |                    | 77.01  | 1689   |                       | 72.22  |
| 1303   | Torrent Gros       | 75.17  | 1721   |                       | 77.60  |
| 1304   |                    | 77.99  | 17210  |                       | 72.84  |
| 1305   |                    | 82.07  | 17211  |                       | 73.92  |
| 1311   |                    | 67.52  | 17212  |                       | 80.21  |
| 1312   | Sant Jordi         | 68.20  | 17213  |                       | 78.63  |
| 1313   |                    | 66.50  | 1722   |                       | 76.26  |
| 1314   |                    | 75.50  | 1723   | Muro                  | 80.58  |
| 133    | Cas Ciutada        | 64.79  | 1724   |                       | 74.09  |
| 1401   |                    | 71.94  | 1725   |                       | 71.14  |
| 1402   |                    | 76.51  | 1726   |                       | 70.39  |
| 1403   |                    | 70.43  | 1727   |                       | 72.39  |
| 1404   | Campos             | 72.24  | 1728   |                       | 76.48  |
| 1405   |                    | 70.32  | 1729   |                       | 81.09  |
| 1406   |                    | 74.23  | 1731   |                       | 76.30  |
| 1407   |                    | 72.46  | 1732   |                       | 78.16  |
| 1408   |                    | 68.82  | 1733   |                       | 80.80  |
| 1421   | Cala Santanyi      | 72.22  | 1734   | Sant Miquel           | 73.91  |
| 1422   |                    | 71.52  | 1735   |                       | 73.88  |
| 151    | Den Boqueras       | 73.81  | 1736   |                       | 78.50  |
| 154    | Cala Mendia        | 73.07  | 1737   |                       | 77.43  |
| 157    | Ses Talaioles      | 72.42  | 179    | Sant Jordi (Pollença) | 73.99  |
| 1581   |                    | 76.93  | 217    | Cala Santa Galdana    | 69.16  |
| 1582   | Es Riuet           | 74.84  | 241    | Maó                   | 62.43  |
| 1583   |                    | 70.80  | 3171   | Es Buscatell          | 77.46  |
| 160    | Sa Font des Molins | 68.79  | 3172   |                       | 77.87  |
| 1611   | Cocons             | 72.70  | 3441   | Sa Llawanera          | 71.68  |
| 1612   |                    | 76.89  | 3442   |                       | 71.07  |
| 1681   | Manacor            | 74.40  |        |                       |        |

### 3.1.3 Tránsito de hidrogramas por los cauces

Para calcular los caudales resultantes del tránsito de los hidrogramas generados por las cuencas superiores se utiliza el clásico método de Muskingum.

Para ello, el estudio comienza identificando los tramos que conducen los hidrogramas producidos en las cabeceras, para los cuales se han calculado con el apoyo en el GIS la longitud de cada tramo y las pendientes máxima y mínima. Los tramos identificados, donde se realizan los cálculos están representados en las 2 figuras siguientes.

Debido a la escasa entidad de las cuencas en la isla de Menorca no es necesario realizar cálculos de este tipo en la isla.

El valor del coeficiente K de Muskingum equivale al tiempo que tarda la onda de avenida en recorrer el tramo. El cálculo se ha realizado mediante la fórmula de Manning, suponiendo que en caso de avenida el radio hidráulico medio de los cauces es de 1.5 m y el número de Manning medio de 0.06.

Para el cálculo se ha tenido en cuenta que la celeridad de las ondas dinámicas de avenida es similar a las de las ondas cinemáticas, que en cauces anchos avanzan a una velocidad igual a 5/3 de la velocidad media en los cauces. El parámetro K de Muskingum se ha calculado a partir de la longitud de los tramos y de las celeridades obtenidas en este proceso.

El parámetro x de ponderación –adimensional- es poco sensible a los cálculos y se ha tomado igual a 0.25 en todos los casos.

Los valores que se han utilizado para los cálculos y los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

**Valores básicos de cálculo y parámetros obtenidos  
en los tránsitos de avenida por el método de Muskingum**

| Traslado        | Long (km) | Cota (m) |     |           | Parámetros |      |
|-----------------|-----------|----------|-----|-----------|------------|------|
|                 |           | Máx      | Mín | Pendiente | K          | X    |
| <b>MALLORCA</b> |           |          |     |           |            |      |
| T1191           | 4.12      | 45       | 0   | 0.0109    | 0.30       | 0.25 |
| T1281           | 12.03     | 135      | 0   | 0.0112    | 0.87       | 0.25 |
| T1301           | 6.61      | 82       | 29  | 0.0080    | 0.56       | 0.25 |
| T1302           | 11.80     | 138      | 29  | 0.0092    | 0.94       | 0.25 |
| T1303           | 5.48      | 29       | 0   | 0.0053    | 0.57       | 0.25 |
| T1311           | 6.39      | 130      | 0   | 0.0203    | 0.34       | 0.25 |
| T1401           | 6.97      | 37       | 12  | 0.0036    | 0.89       | 0.25 |
| T1402           | 9.45      | 12       | 0   | 0.0013    | 2.02       | 0.25 |
| T1403           | 9.87      | 78       | 16  | 0.0063    | 0.95       | 0.25 |
| T1404           | 8.94      | 16       | 0   | 0.0018    | 1.61       | 0.25 |





| Traslado                  | Long (km) | Cota (m) |     |           | Parámetros |      |
|---------------------------|-----------|----------|-----|-----------|------------|------|
|                           |           | Máx      | Mín | Pendiente | K          | X    |
| T1421                     | 2.60      | 43       | 0   | 0.0164    | 0.15       | 0.25 |
| T1581                     | 5.04      | 69       | 35  | 0.0067    | 0.47       | 0.25 |
| T1582                     | 6.71      | 35       | 0   | 0.0052    | 0.71       | 0.25 |
| T1611                     | 5.07      | 49       | 0   | 0.0097    | 0.39       | 0.25 |
| T1681                     | 3.27      | 67       | 57  | 0.0031    | 0.45       | 0.25 |
| T1682                     | 3.98      | 57       | 55  | 0.0005    | 1.35       | 0.25 |
| T1683                     | 1.85      | 55       | 51  | 0.0022    | 0.30       | 0.25 |
| T1684                     | 6.47      | 51       | 38  | 0.0020    | 1.10       | 0.25 |
| T1685                     | 5.91      | 56       | 38  | 0.0030    | 0.82       | 0.25 |
| T1686                     | 6.05      | 38       | 17  | 0.0035    | 0.78       | 0.25 |
| T1687                     | 8.22      | 17       | 0   | 0.0021    | 1.38       | 0.25 |
| T1721                     | 5.83      | 125      | 99  | 0.0045    | 0.67       | 0.25 |
| T1722                     | 5.65      | 99       | 75  | 0.0042    | 0.66       | 0.25 |
| T1723                     | 9.84      | 175      | 100 | 0.0076    | 0.86       | 0.25 |
| T1724                     | 6.89      | 100      | 75  | 0.0036    | 0.87       | 0.25 |
| T1725                     | 2.84      | 75       | 68  | 0.0025    | 0.44       | 0.25 |
| T1726                     | 12.94     | 158      | 68  | 0.0070    | 1.18       | 0.25 |
| T1727                     | 6.26      | 68       | 39  | 0.0046    | 0.70       | 0.25 |
| T1728                     | 6.39      | 39       | 18  | 0.0033    | 0.85       | 0.25 |
| T1729                     | 7.34      | 18       | 1.5 | 0.0022    | 1.18       | 0.25 |
| T1731                     | 3.69      | 145      | 100 | 0.0122    | 0.25       | 0.25 |
| T1732                     | 11.61     | 100      | 18  | 0.0071    | 1.05       | 0.25 |
| T1733                     | 5.23      | 48       | 18  | 0.0057    | 0.53       | 0.25 |
| T1734                     | 5.71      | 18       | 1.5 | 0.0029    | 0.81       | 0.25 |
| <b>EIVISSA/FORMENTERA</b> |           |          |     |           |            |      |
| T3171                     | 5.41      | 45       | 0   | 0.0083    | 0.45       | 0.25 |
| T3441                     | 4.48      | 30       | 0   | 0.0067    | 0.42       | 0.25 |

### 3.1.4 Esquemas de simulación de las subcuencas

De la división en subcuencas efectuada resulta un esquema de cálculo en cada cuenca que se utiliza para la simulación con HEC-1. La columna tipo de la tabla que resume el esquema indica el tipo de operación hidrológica a efectuar -*H: cálculo de hidrograma, T: traslado de Hidrograma, C: combinación de hidrogramas (nº de hidrogramas a combinar)*- El código es el utilizado en la simulación, y por lo tanto aparece en todos los listados de las pasadas.

#### ESQUEMA DE SIMULACIÓN DE LAS CUENCAS DE RIESGO DE LAS ISLAS BALEARES

| Cuenca             | Operación   |        | Cuenca    | Operación |        |
|--------------------|-------------|--------|-----------|-----------|--------|
|                    | Tipo        | Código |           | Tipo      | Código |
| Andratx            | H           | H116   |           | T         | T1581  |
| Cala Mèndia        | H           | H154   |           | H         | H1582  |
| Cala Santa Galdana | H           | H217   |           | C (2)     | C1581  |
|                    | H           | H1421  |           | T         | T1582  |
| Cala Santanyi      | T           | T1421  |           | H         | H1583  |
|                    | H           | H1422  |           | C (2)     | C1582  |
|                    | C (2)       | C1421  | Gore      | H         | H118   |
|                    | H           | H1401  |           | H         | H3441  |
|                    | H           | H1402  | Llavanera | T         | T3441  |
|                    | H           | H1403  |           | H         | H3442  |
|                    | C(3)        | C1401  |           | C (2)     | C3441  |
|                    | T           | T1401  | Manacor   | H         | H1681  |
|                    | H           | H1404  |           | H         | H1682  |
|                    | H           | H1405  |           | C (2)     | C1681  |
| Campos             | C(3)        | C1402  |           | T         | T1681  |
|                    | T           | T1402  |           | H         | H1683  |
|                    | H           | H1406  |           | H         | H1684  |
|                    | T           | T1403  |           | C(3)      | C1682  |
|                    | H           | H1407  |           | T         | T1682  |
|                    | C (2)       | C1403  |           | H         | H1685  |
|                    | T           | T1404  |           | H         | H1686  |
|                    | H           | H1408  |           | C(3)      | C1683  |
|                    | C(3)        | C1404  |           | T         | T1683  |
|                    | Cas Ciutada | H      | H133      |           | H      |
| H                  |             | H1611  |           | C (2)     | C1684  |
| Cocons             | T           | T1611  |           | T         | T1684  |
|                    | H           | H1612  |           | H         | H1689  |
| Den Boqueras       | C (2)       | C1611  |           | T         | T1685  |
|                    | H           | H151   |           | H         | H1688  |
| Es Buscatell       | H           | H3171  |           | H         | H16810 |
|                    | T           | T3171  |           | C (4)     | C1685  |
|                    | H           | H3172  |           | T         | T1686  |
| Es Riuet           | C (2)       | C3171  |           | H         | H16811 |
|                    | H           | H1581  |           | C (2)     | C1686  |



| Cuenca             | Operación |        |
|--------------------|-----------|--------|
|                    | Tipo      | Código |
|                    | T         | T1687  |
|                    | H         | H16812 |
|                    | C (2)     | C1687  |
| Maó                | H         | H241   |
| Mayor de Sóller    | H         | H109   |
|                    | H         | H1724  |
|                    | T         | T1721  |
|                    | H         | H1725  |
|                    | C (2)     | C1721  |
|                    | T         | T1722  |
|                    | H         | H1726  |
|                    | H         | H1721  |
|                    | T         | T1723  |
|                    | H         | H1722  |
|                    | C (2)     | C1722  |
|                    | T         | T1724  |
|                    | H         | H1723  |
|                    | C (4)     | C1723  |
|                    | T         | T1725  |
| Muro               | H         | H1728  |
|                    | T         | T1726  |
|                    | H         | H1729  |
|                    | H         | H1727  |
|                    | C (4)     | C1724  |
|                    | T         | T1727  |
|                    | H         | H17210 |
|                    | C (2)     | C1725  |
|                    | T         | T1728  |
|                    | H         | H17211 |
|                    | H         | H17212 |
|                    | C (3)     | C1726  |
|                    | T         | T1729  |
|                    | H         | H17213 |
|                    | C (2)     | C1727  |
| Sa Font des Molins | H         | H160   |
|                    | H         | H1281  |
| Sa Riera           | T         | T1281  |
|                    | H         | H1282  |
|                    | C (2)     | C1281  |
| Sant Jordi         | H         | H1311  |

| Cuenca                | Operación |        |
|-----------------------|-----------|--------|
|                       | Tipo      | Código |
|                       | H         | H1312  |
|                       | H         | H1313  |
|                       | C (3)     | C1311  |
|                       | T         | T1311  |
|                       | H         | H1314  |
|                       | C (2)     | C1312  |
| Sant Jordi - Pollença | H         | H179   |
| Sant Magí             | H         | H127   |
|                       | H         | H1731  |
|                       | T         | T1731  |
|                       | H         | H1732  |
|                       | C (2)     | C1731  |
|                       | T         | T1732  |
|                       | H         | H1733  |
|                       | H         | H1734  |
| Sant Miquel           | H         | H1735  |
|                       | C (2)     | C1732  |
|                       | T         | T1733  |
|                       | H         | H1736  |
|                       | C (4)     | C1733  |
|                       | T         | T1734  |
|                       | H         | H1737  |
|                       | C (2)     | C1734  |
| Ses Talaioles         | H         | H157   |
|                       | H         | H1191  |
|                       | H         | H1192  |
| Son Vic               | C (2)     | C1191  |
|                       | T         | T1191  |
|                       | H         | H1193  |
|                       | C (2)     | C1192  |
|                       | H         | H1301  |
|                       | T         | T1301  |
|                       | H         | H1302  |
|                       | H         | H1303  |
| Torrent Gros          | T         | T1302  |
|                       | H         | H1304  |
|                       | C (4)     | C1301  |
|                       | T         | T1303  |
|                       | H         | H1305  |
|                       | C (2)     | C1302  |

Las figuras siguientes muestran los esquema utilizados en la simulación de las cuencas con sus códigos respectivos.

### 3.1.5 Tormentas de proyecto

La tormenta de proyecto se ha deducido partiendo de la precipitación diaria para los períodos de retorno seleccionados, e integrando las isohietas de precipitación máxima diaria para los diferentes períodos de retorno en las subcuencas.

Se utilizan duraciones diferentes de tormenta, que varían entre 2 y 6 horas, duración que se escoge en función del área de la cuenca completa a la que se aplican. En las cuencas pequeñas se utilizan duraciones próximas al tiempo de concentración, mientras que en cuencas grandes se ha tomado la tormenta estándar de 6 horas frecuente en los fenómenos extremos del archipiélago.

La proporción de lluvia para otras duraciones en función de la precipitación de 24 horas se ha obtenido con la fórmula:

$$\frac{P_t}{P_{24}} = 0.168 * \log(\text{duracion}) - 0.266$$

donde la duración se expresa en minutos.

Para tener en cuenta la distribución espacial de las tormentas se utiliza el concepto de coeficiente de simultaneidad o factor de reducción por área (FRA), a través de la expresión recomendada por Témez en la fórmula siguiente, donde S es el área de la cuenca total.

$$FRA = 1 - (\log_{10}(S) / 15)$$

La precipitación total de la tormenta de proyecto se obtiene multiplicando la precipitación diaria en las subcuencas –incrementada con el 13% que recomienda la Organización Mundial Meteorológica para tener en cuenta el paso de la precipitación diaria de las isohietas a precipitación en 24 horas- por el factor de reducción de la tormenta de 24 horas a la de la duración e la tormenta y por el coeficiente de simultaneidad FRA que corresponde a la duración de la tormenta.

El cálculo de la precipitación máxima diaria para cada período de retorno se ha realizado de nuevo con herramientas GIS, cortando las coberturas de precipitación en las subcuencas obtenidas del Estudio de Caracterización del Régimen Extremo de Precipitaciones en las Islas Baleares y calculando el valor medio de la precipitación en cada recinto.

Las precipitaciones diarias obtenidas en el proceso y la duración adoptada para la tormenta de proyecto en cada cuenca se muestran en la tabla siguiente:



## Precipitación diaria de cálculo en las subcuencas (mm)

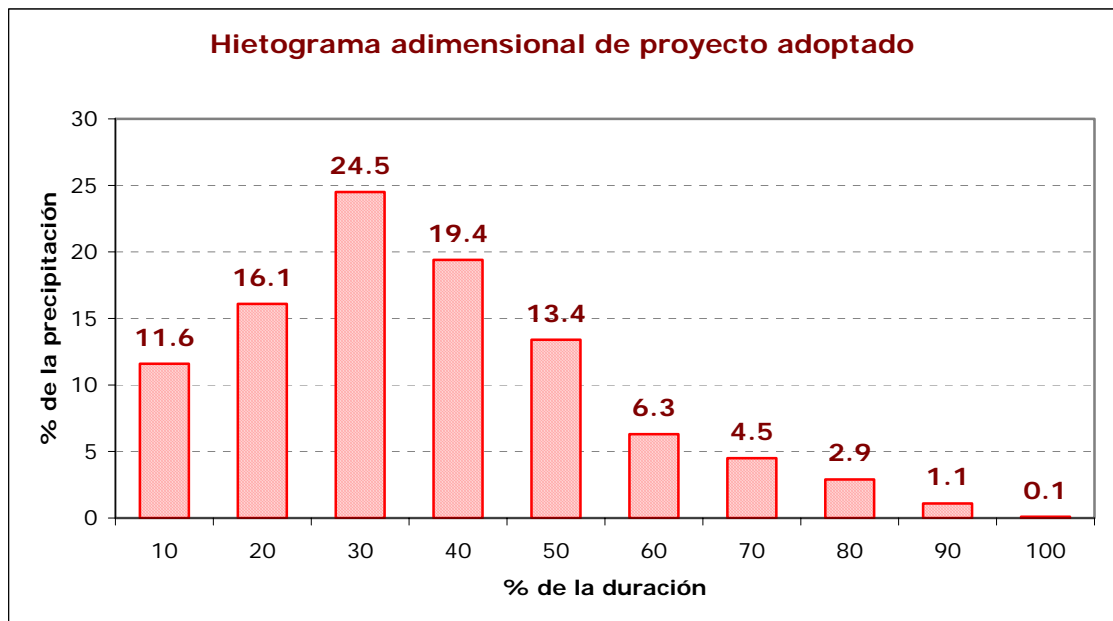
| Cuenca          | Torrente           | Precipitación diaria (mm) para período de retorno (a) |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Duración |
|-----------------|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                 |                    | 2.33  | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 250   | 500   | 1000  | 5000  |          |
| <b>MALLORCA</b> |                    |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
| 109             | Mayor de Sóller    | 96.2  | 129.9 | 159.3 | 198.6 | 229.5 | 261.9 | 307.0 | 343.2 | 381.4 | 478.2 | 3        |
| 116             | Andratx            | 73.6  | 93.7  | 110.4 | 132.2 | 148.9 | 166.0 | 189.4 | 207.9 | 227.2 | 275.3 | 3        |
| 118             | Gore               | 73.9  | 93.7  | 110.3 | 131.8 | 148.2 | 165.0 | 187.9 | 206.0 | 224.8 | 271.6 | 3.6      |
| 1191            |                    | 84.2  | 107.5 | 127.2 | 152.8 | 172.4 | 192.7 | 220.5 | 242.5 | 265.5 | 323.0 |          |
| 1192            | Son Vic            | 56.9  | 72.3  | 84.9  | 100.9 | 112.7 | 124.7 | 140.7 | 153.0 | 165.6 | 195.9 | 6        |
| 1193            |                    | 50.3  | 63.5  | 74.1  | 87.5  | 97.4  | 107.4 | 120.6 | 130.8 | 141.1 | 165.9 |          |
| 127             | Sant Magí          | 50.8  | 65.0  | 76.6  | 91.3  | 102.2 | 113.3 | 128.0 | 139.3 | 150.9 | 178.9 | 3        |
| 1281            | Sa Riera           | 72.3  | 94.9  | 114.0 | 138.9 | 158.0 | 177.6 | 204.5 | 225.6 | 247.6 | 302.1 | 6        |
| 1282            |                    | 56.1  | 73.6  | 88.3  | 107.3 | 121.8 | 136.6 | 156.8 | 172.6 | 188.9 | 229.1 |          |
| 1301            |                    | 79.8  | 109.5 | 135.5 | 170.4 | 197.9 | 226.7 | 266.8 | 299.1 | 333.0 | 419.1 |          |
| 1302            |                    | 81.5  | 109.4 | 133.5 | 165.6 | 190.5 | 216.4 | 252.3 | 280.9 | 310.9 | 386.3 |          |
| 1303            | Torrent Gros       | 78.2  | 103.6 | 125.2 | 153.5 | 175.4 | 197.9 | 228.8 | 253.3 | 278.8 | 342.4 | 6        |
| 1304            |                    | 57.6  | 74.6  | 88.7  | 107.1 | 121.0 | 135.2 | 154.5 | 169.6 | 185.2 | 223.5 |          |
| 1305            |                    | 46.5  | 58.5  | 68.2  | 80.4  | 89.4  | 98.5  | 110.6 | 119.8 | 129.3 | 152.1 |          |
| 1311            |                    | 57.6  | 72.7  | 85.1  | 101.0 | 112.9 | 125.0 | 141.4 | 154.1 | 167.3 | 199.6 |          |
| 1312            | Sant Jordi         | 52.7  | 66.6  | 78.0  | 92.4  | 103.1 | 113.9 | 128.3 | 139.4 | 150.8 | 178.2 | 6        |
| 1313            |                    | 57.0  | 72.7  | 85.9  | 102.8 | 115.7 | 128.8 | 146.7 | 160.7 | 175.2 | 211.1 |          |
| 1314            |                    | 47.6  | 59.8  | 69.7  | 82.1  | 91.3  | 100.5 | 112.9 | 122.4 | 132.0 | 155.3 |          |
| 133             | Cas Ciutada        | 53.1  | 68.0  | 80.5  | 96.8  | 109.1 | 121.7 | 139.1 | 152.7 | 166.8 | 202.0 | 3.6      |
| 1401            |                    | 57.7  | 74.2  | 87.9  | 105.8 | 119.5 | 133.6 | 152.8 | 167.9 | 183.6 | 222.6 |          |
| 1402            |                    | 60.3  | 77.5  | 91.8  | 110.6 | 125.0 | 139.7 | 160.0 | 176.0 | 192.6 | 234.0 |          |
| 1403            |                    | 59.7  | 77.5  | 92.5  | 112.2 | 127.4 | 143.1 | 164.7 | 181.9 | 199.8 | 244.8 |          |
| 1404            | Campos             | 59.1  | 77.1  | 92.4  | 112.7 | 128.4 | 144.6 | 167.1 | 185.1 | 203.8 | 251.2 | 6        |
| 1405            |                    | 54.1  | 71.3  | 85.8  | 104.8 | 119.5 | 134.6 | 155.4 | 171.8 | 188.9 | 231.6 |          |
| 1406            |                    | 59.7  | 77.3  | 92.3  | 112.2 | 127.7 | 143.6 | 165.8 | 183.6 | 202.1 | 249.1 |          |
| 1407            |                    | 60.7  | 79.3  | 95.3  | 116.6 | 133.2 | 150.4 | 174.4 | 193.7 | 213.9 | 265.2 |          |
| 1408            |                    | 50.7  | 68.2  | 83.4  | 103.6 | 119.4 | 135.8 | 158.6 | 176.9 | 196.0 | 244.2 |          |
| 1421            | Cala Santanyi      | 50.8  | 67.5  | 81.6  | 100.0 | 114.3 | 128.8 | 148.7 | 164.4 | 180.7 | 221.0 | 3        |
| 1422            |                    | 49.1  | 65.6  | 79.4  | 97.6  | 111.6 | 125.9 | 145.4 | 160.8 | 176.6 | 215.8 |          |
| 151             | Den Boqueras       | 64.0  | 83.0  | 99.1  | 120.2 | 136.4 | 153.2 | 176.4 | 194.7 | 213.9 | 262.0 | 3.6      |
| 154             | Cala Mendia        | 61.8  | 80.2  | 95.5  | 115.3 | 130.2 | 145.5 | 166.3 | 182.4 | 199.2 | 240.1 | 2        |
| 157             | Ses Talaioles      | 63.6  | 82.1  | 97.5  | 117.3 | 132.3 | 147.6 | 168.3 | 184.5 | 201.2 | 242.0 | 5        |
| 1581            |                    | 70.9  | 91.5  | 109.0 | 132.0 | 149.8 | 168.1 | 193.5 | 213.6 | 234.7 | 287.8 |          |
| 1582            | Es Riuet           | 68.9  | 89.3  | 106.6 | 129.0 | 146.3 | 163.9 | 188.2 | 207.3 | 227.1 | 276.5 | 6        |
| 1583            |                    | 67.7  | 88.7  | 106.3 | 129.2 | 146.8 | 164.8 | 189.4 | 208.7 | 228.8 | 278.3 |          |
| 160             | Sa Font des Molins | 71.0  | 92.3  | 110.1 | 133.1 | 150.6 | 168.4 | 192.7 | 211.6 | 231.1 | 279.0 | 3        |
| 1611            | Cocons             | 71.5  | 91.9  | 108.8 | 130.5 | 147.0 | 163.8 | 186.4 | 204.1 | 222.4 | 267.0 | 6        |
| 1612            |                    | 71.1  | 91.9  | 109.2 | 131.6 | 148.6 | 165.9 | 189.5 | 208.0 | 227.0 | 273.8 |          |
| 1681            | Manacor            | 57.7  | 73.5  | 86.5  | 103.2 | 115.8 | 128.6 | 145.9 | 159.3 | 173.2 | 207.2 | 6        |
| 16810           |                    | 65.1  | 83.7  | 99.2  | 119.4 | 134.8 | 150.7 | 172.4 | 189.5 | 207.2 | 251.5 |          |



| Cuenca                    | Torrente              | Precipitación diaria (mm) para período de retorno (a) |       |       |       |       |       |       |       |       | Duración |      |
|---------------------------|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|
|                           |                       | 2.33  | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 250   | 500   | 1000  |          | 5000 |
| 16811                     |                       | 68.1  | 88.0  | 105.0 | 127.2 | 144.4 | 162.2 | 186.7 | 206.2 | 226.6 | 277.9    |      |
| 16812                     |                       | 69.7  | 90.6  | 108.5 | 132.0 | 150.3 | 169.1 | 195.3 | 216.2 | 238.0 | 293.0    |      |
| 1682                      |                       | 59.2  | 75.8  | 89.5  | 107.3 | 120.8 | 134.6 | 153.4 | 168.2 | 183.4 | 221.2    |      |
| 1683                      |                       | 57.7  | 73.5  | 86.5  | 103.1 | 115.5 | 128.2 | 145.2 | 158.4 | 171.9 | 205.0    |      |
| 1684                      |                       | 60.6  | 76.7  | 89.9  | 106.6 | 119.2 | 131.9 | 148.9 | 162.1 | 175.6 | 208.5    |      |
| 1685                      |                       | 59.0  | 75.1  | 88.3  | 105.1 | 117.6 | 130.4 | 147.5 | 160.8 | 174.4 | 207.6    |      |
| 1686                      |                       | 59.2  | 75.7  | 89.2  | 106.6 | 119.6 | 132.9 | 150.8 | 164.7 | 179.0 | 214.0    |      |
| 1687                      |                       | 60.2  | 76.7  | 90.3  | 107.6 | 120.6 | 133.8 | 151.6 | 165.4 | 179.5 | 214.1    |      |
| 1688                      |                       | 62.1  | 79.4  | 93.7  | 112.0 | 125.8 | 139.9 | 159.0 | 173.8 | 189.1 | 226.6    |      |
| 1689                      |                       | 60.9  | 78.0  | 92.1  | 110.1 | 123.6 | 137.4 | 156.0 | 170.5 | 185.4 | 221.8    |      |
| 1721                      |                       | 82.7  | 107.1 | 127.5 | 153.9 | 173.9 | 194.4 | 222.2 | 243.9 | 266.5 | 321.9    |      |
| 17210                     |                       | 59.4  | 74.3  | 86.2  | 101.3 | 112.5 | 123.7 | 138.5 | 150.1 | 161.7 | 189.8    |      |
| 17211                     |                       | 60.4  | 77.4  | 91.4  | 109.5 | 123.1 | 136.9 | 155.5 | 170.0 | 184.9 | 221.3    |      |
| 17212                     |                       | 61.1  | 77.2  | 90.4  | 107.1 | 119.6 | 132.1 | 148.9 | 162.0 | 175.3 | 207.5    |      |
| 17213                     |                       | 60.9  | 79.3  | 94.6  | 114.6 | 129.7 | 145.2 | 166.3 | 182.8 | 199.9 | 241.9    |      |
| 1722                      |                       | 56.7  | 70.4  | 81.3  | 94.8  | 104.7 | 114.6 | 127.6 | 137.6 | 147.7 | 171.6    |      |
| 1723                      | Muro                  | 61.1  | 75.9  | 87.7  | 102.4 | 113.2 | 123.9 | 137.9 | 148.6 | 159.5 | 185.2    | 6    |
| 1724                      |                       | 66.3  | 84.4  | 99.5  | 119.3 | 134.5 | 150.1 | 171.5 | 188.5 | 206.2 | 250.6    |      |
| 1725                      |                       | 64.2  | 81.1  | 95.2  | 113.3 | 127.1 | 141.2 | 160.5 | 175.7 | 191.4 | 230.5    |      |
| 1726                      |                       | 59.3  | 74.0  | 85.9  | 100.9 | 112.0 | 123.2 | 138.2 | 149.8 | 161.6 | 190.3    |      |
| 1727                      |                       | 58.7  | 72.9  | 84.3  | 98.7  | 109.2 | 119.8 | 133.7 | 144.4 | 155.3 | 181.3    |      |
| 1728                      |                       | 106.0   | 138.1 | 165.4 | 201.2 | 228.8 | 257.3 | 296.6 | 327.7 | 360.3 | 441.7    |      |
| 1729                      |                       | 63.5  | 79.5  | 92.4  | 108.6 | 120.6 | 132.5 | 148.3 | 160.4 | 172.8 | 202.2    |      |
| 1731                      |                       | 102.2   | 131.6 | 156.2 | 188.2 | 212.8 | 237.8 | 272.2 | 299.3 | 327.5 | 397.4    |      |
| 1732                      |                       | 85.6  | 108.9 | 128.1 | 152.7 | 171.2 | 189.9 | 215.1 | 234.8 | 255.0 | 304.2    |      |
| 1733                      |                       | 69.0  | 87.7  | 103.2 | 122.9 | 137.8 | 152.8 | 173.1 | 188.9 | 205.1 | 244.7    |      |
| 1734                      | Sant Miquel           | 104.6   | 134.0 | 158.6 | 190.6 | 215.1 | 240.0 | 274.1 | 301.0 | 328.9 | 398.1    | 6    |
| 1735                      |                       | 99.6  | 128.1 | 152.2 | 183.8 | 208.1 | 233.0 | 267.4 | 294.5 | 322.9 | 393.7    |      |
| 1736                      |                       | 76.2  | 97.9  | 116.1 | 139.7 | 157.6 | 175.9 | 200.9 | 220.6 | 240.9 | 291.1    |      |
| 1737                      |                       | 69.3  | 89.9  | 107.2 | 129.6 | 146.6 | 164.0 | 187.8 | 206.4 | 225.6 | 273.1    |      |
| 179                       | Sant Jordi (Pollença) | 100.5   | 129.5 | 153.7 | 185.0 | 208.8 | 233.1 | 266.1 | 291.9 | 318.7 | 384.5    | 4.5  |
| <b>MENORCA</b>            |                       |   |       |       |       |       |       |       |       |       |          |      |
| 217                       | Cala Santa Galdana    | 54.4  | 72.1  | 86.8  | 106.1 | 120.8 | 135.9 | 156.3 | 172.4 | 189.0 | 229.8    | 5    |
| 241                       | Maó                   | 59.8  | 79.3  | 95.6  | 117.0 | 133.4 | 150.2 | 173.1 | 191.1 | 209.7 | 255.8    | 3    |
| <b>EIVISSA/FORMENTERA</b> |                       |   |       |       |       |       |       |       |       |       |          |      |
| 3171                      | Es Buscatell          | 62.0  | 83.0  | 100.9 | 124.6 | 143.0 | 162.1 | 188.5 | 209.3 | 231.2 | 286.0    | 6    |
| 3172                      |                       | 60.7  | 81.3  | 98.9  | 122.3 | 140.3 | 159.0 | 184.9 | 205.3 | 226.7 | 280.2    |      |
| 3441                      | Sa Llanera            | 63.4  | 87.9  | 109.4 | 138.6 | 161.6 | 185.7 | 219.5 | 246.7 | 275.3 | 348.2    | 6    |
| 3442                      |                       | 61.4  | 85.0  | 105.7 | 133.5 | 155.4 | 178.3 | 210.2 | 235.7 | 262.5 | 330.5    |      |

Para la distribución temporal se utiliza en todos los casos una tormenta tomada del estudio pluviométrico de referencia, que corresponde al suceso que se presenta con probabilidad 50% en el observatorio de Palma de Mallorca (es decir, la mitad de las grandes tormentas observadas acumulan agua más rápidamente y la otra mitad más lentamente que la adoptada).

La tormenta tipo seleccionada –expresada en forma adimensional- se aplica a las cuencas adaptándola en cada caso a la precipitación total y a la duración específica de la tormenta de cada cuenca y dividiéndola en 10 intervalos. La figura siguiente muestra el citado hietograma adimensional y los valores que lo definen:



### 3.1.6 Hipótesis de humectación

En las islas Baleares, las tormentas observadas son de corta duración y permiten recuperar la capacidad de infiltración de la cuenca entre episodios, por lo cual es improbable que se presenten las condiciones de condiciones de humedad antecedente AMC-III (saturación) al comienzo de la tormenta de proyecto.

En consecuencia se han utilizado directamente las condiciones de condiciones antecedentes de humedad medias AMC-II para todos los períodos de retorno.

### 3.2 Cálculo de los caudales resultado del estudio

Los parámetros calculados en el apartado anterior se han utilizado para preparar los modelos de simulación HEC-1 de cada cuenca y obtener los resultados finales del estudio hidrológico. Los cálculos se han realizado a intervalos de diez minutos.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro siguiente, que resume los caudales máximos simulados para los puntos inferiores de las cuencas de riesgo.

**Caudales obtenidos (m<sup>3</sup>/s) en el cálculo hidrológico de las cuencas de riesgo de las islas Baleares**

| Torrente              | Sup cuenca | Período de retorno (años) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       |            | 2.33                      | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 250   | 500   | 1000  | 5000  |
| Andratx               | 34.28      | 10.9                      | 19.8  | 28.4  | 40.9  | 51.1  | 62.1  | 77.9  | 90.8  | 104.6 | 140.3 |
| Cala Mendia           | 9.24       | 1.4                       | 3.5   | 5.7   | 9.0   | 11.9  | 15.0  | 19.6  | 23.4  | 27.5  | 37.9  |
| Cala Santa Galdana    | 30.42      | 0.5                       | 1.8   | 3.4   | 6.0   | 8.3   | 11.0  | 14.9  | 18.2  | 21.8  | 31.1  |
| Cala Santanyi         | 24.73      | 1.8                       | 5.8   | 10.6  | 18.2  | 24.9  | 32.5  | 43.7  | 53.1  | 129.4 | 90.4  |
| Campos                | 402.53     | 23.8                      | 53.9  | 86.3  | 136.3 | 179.5 | 227.6 | 298.6 | 358.1 | 422.8 | 593.8 |
| Cas Ciutada           | 25.86      | 0.2                       | 1.0   | 2.3   | 4.5   | 6.6   | 9.0   | 12.8  | 16.0  | 19.7  | 29.6  |
| Cocons                | 78.4       | 14.8                      | 26.8  | 38.4  | 54.7  | 68.0  | 82.0  | 101.9 | 117.9 | 134.9 | 177.5 |
| Den Boqueras          | 23.51      | 3.0                       | 6.5   | 10.1  | 15.6  | 20.2  | 25.3  | 32.8  | 39.0  | 45.7  | 63.3  |
| Es Buscatell          | 61.4       | 16.7                      | 32.9  | 49.0  | 72.7  | 92.3  | 113.4 | 143.8 | 168.5 | 195.0 | 262.9 |
| Es Riuet              | 77.38      | 21.2                      | 39.1  | 56.5  | 81.8  | 102.8 | 125.3 | 157.5 | 184.0 | 212.3 | 284.7 |
| Gore                  | 20.59      | 5.1                       | 9.4   | 13.6  | 19.7  | 24.7  | 30.1  | 37.8  | 44.2  | 51.0  | 68.5  |
| Llavanera             | 56.21      | 7.3                       | 18.7  | 31.4  | 51.3  | 68.5  | 87.9  | 116.3 | 140.0 | 165.8 | 233.6 |
| Manacor               | 325.24     | 25.1                      | 51.6  | 78.6  | 118.3 | 151.6 | 187.8 | 239.9 | 282.6 | 328.4 | 446.5 |
| Maó                   | 24.52      | 0.2                       | 1.7   | 3.9   | 7.7   | 11.2  | 15.4  | 21.7  | 27.2  | 33.2  | 49.3  |
| Mayor de Sóller       | 49.85      | 32.1                      | 62.4  | 92.7  | 137.1 | 174.5 | 215.1 | 273.5 | 321.8 | 373.3 | 507.1 |
| Muro                  | 451.78     | 85.8                      | 150.3 | 211.3 | 297.4 | 367.0 | 440.6 | 544.1 | 627.7 | 716.1 | 939.7 |
| Sa Font des Molins    | 13.1       | 2.2                       | 5.2   | 8.4   | 13.2  | 17.3  | 21.8  | 28.3  | 33.7  | 39.4  | 54.2  |
| Sa Riera              | 58.26      | 17.2                      | 32.5  | 47.2  | 68.4  | 85.9  | 104.4 | 130.8 | 152.1 | 174.6 | 232.2 |
| Sant Jordi            | 147.7      | 5.8                       | 13.6  | 21.9  | 34.5  | 45.1  | 56.9  | 73.9  | 87.9  | 102.9 | 142.1 |
| Sant Jordi - Pollença | 42.85      | 22.3                      | 37.5  | 51.6  | 71.1  | 86.8  | 103.0 | 126.0 | 144.3 | 163.7 | 212.2 |
| Sant Magí             | 12.07      | 1.7                       | 3.5   | 5.3   | 8.0   | 10.2  | 12.5  | 15.8  | 18.4  | 21.2  | 28.3  |
| Sant Miquel           | 184.34     | 106.1                     | 175.8 | 240.3 | 329.8 | 401.5 | 476.7 | 582.4 | 667.3 | 756.7 | 982.5 |
| Ses Talaioles         | 55.87      | 5.0                       | 10.4  | 15.8  | 23.9  | 30.6  | 37.8  | 48.2  | 56.6  | 65.6  | 88.6  |
| Son Vic               | 78.82      | 22.9                      | 40.3  | 56.7  | 79.9  | 98.8  | 118.8 | 146.9 | 169.6 | 193.8 | 255.0 |
| Torrent Gros          | 206.2      | 51.0                      | 97.5  | 143.6 | 210.3 | 265.5 | 325.0 | 409.8 | 479.2 | 553.0 | 742.5 |

Si se dividen los caudales por las superficies de las cuencas se obtienen las siguientes cifras



**Caudales específicos (m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>) obtenidos para las cuencas de riesgo de las islas Baleares**

| Torrente              | Sup cuenca | Período de retorno (años) |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------|------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                       |            | 2.33                      | 5    | 10   | 25   | 50   | 100  | 250  | 500  | 1000 | 5000  |
| Andratx               | 34.28      | 0.32                      | 0.58 | 0.83 | 1.19 | 1.49 | 1.81 | 2.27 | 2.65 | 3.05 | 4.09  |
| Cala Mendia           | 9.24       | 0.15                      | 0.38 | 0.62 | 0.98 | 1.29 | 1.63 | 2.12 | 2.53 | 2.97 | 4.10  |
| Cala Santa Galdana    | 30.42      | 0.02                      | 0.06 | 0.11 | 0.20 | 0.27 | 0.36 | 0.49 | 0.60 | 0.71 | 1.02  |
| Cala Santanyi         | 24.73      | 0.07                      | 0.24 | 0.43 | 0.73 | 1.01 | 1.31 | 1.77 | 2.15 | 5.23 | 3.66  |
| Campos                | 402.53     | 0.06                      | 0.13 | 0.21 | 0.34 | 0.45 | 0.57 | 0.74 | 0.89 | 1.05 | 1.48  |
| Cas Ciutada           | 25.86      | 0.01                      | 0.04 | 0.09 | 0.17 | 0.26 | 0.35 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 1.14  |
| Cocons                | 78.4       | 0.19                      | 0.34 | 0.49 | 0.70 | 0.87 | 1.05 | 1.30 | 1.50 | 1.72 | 2.26  |
| Den Boqueras          | 23.51      | 0.13                      | 0.28 | 0.43 | 0.66 | 0.86 | 1.08 | 1.39 | 1.66 | 1.94 | 2.69  |
| Es Buscatell          | 61.4       | 0.27                      | 0.54 | 0.80 | 1.18 | 1.50 | 1.85 | 2.34 | 2.74 | 3.18 | 4.28  |
| Es Riuet              | 77.38      | 0.27                      | 0.50 | 0.73 | 1.06 | 1.33 | 1.62 | 2.04 | 2.38 | 2.74 | 3.68  |
| Gore                  | 20.59      | 0.25                      | 0.46 | 0.66 | 0.96 | 1.20 | 1.46 | 1.84 | 2.15 | 2.48 | 3.33  |
| Llavanera             | 56.21      | 0.13                      | 0.33 | 0.56 | 0.91 | 1.22 | 1.56 | 2.07 | 2.49 | 2.95 | 4.16  |
| Manacor               | 325.24     | 0.08                      | 0.16 | 0.24 | 0.36 | 0.47 | 0.58 | 0.74 | 0.87 | 1.01 | 1.37  |
| Maó                   | 24.52      | 0.01                      | 0.07 | 0.16 | 0.31 | 0.46 | 0.63 | 0.89 | 1.11 | 1.35 | 2.01  |
| Mayor de Sóller       | 49.85      | 0.64                      | 1.25 | 1.86 | 2.75 | 3.50 | 4.32 | 5.49 | 6.46 | 7.49 | 10.17 |
| Muro                  | 451.78     | 0.19                      | 0.33 | 0.47 | 0.66 | 0.81 | 0.98 | 1.20 | 1.39 | 1.59 | 2.08  |
| Sa Font des Molins    | 13.1       | 0.17                      | 0.40 | 0.64 | 1.01 | 1.32 | 1.66 | 2.16 | 2.57 | 3.01 | 4.14  |
| Sa Riera              | 58.26      | 0.30                      | 0.56 | 0.81 | 1.17 | 1.47 | 1.79 | 2.24 | 2.61 | 3.00 | 3.99  |
| Sant Jordi            | 147.7      | 0.04                      | 0.09 | 0.15 | 0.23 | 0.31 | 0.39 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.96  |
| Sant Jordi - Pollença | 42.85      | 0.52                      | 0.88 | 1.20 | 1.66 | 2.02 | 2.40 | 2.94 | 3.37 | 3.82 | 4.95  |
| Sant Magí             | 12.07      | 0.14                      | 0.29 | 0.44 | 0.66 | 0.84 | 1.04 | 1.31 | 1.53 | 1.76 | 2.35  |
| Sant Miquel           | 184.34     | 0.58                      | 0.95 | 1.30 | 1.79 | 2.18 | 2.59 | 3.16 | 3.62 | 4.11 | 5.33  |
| Ses Talaioles         | 55.87      | 0.09                      | 0.19 | 0.28 | 0.43 | 0.55 | 0.68 | 0.86 | 1.01 | 1.17 | 1.59  |
| Son Vic               | 78.82      | 0.29                      | 0.51 | 0.72 | 1.01 | 1.25 | 1.51 | 1.86 | 2.15 | 2.46 | 3.24  |
| Torrent Gros          | 206.2      | 0.25                      | 0.47 | 0.70 | 1.02 | 1.29 | 1.58 | 1.99 | 2.32 | 2.68 | 3.60  |

La razón de las diferencias a veces importantes en los caudales específicos hay que buscarla por una parte en la importante variabilidad espacial de la precipitación en las islas y por otra en el tamaño de las cuencas y las implicaciones que este hecho tiene sobre las tormentas de proyecto.

Los caudales de la tabla se han obtenido de una metodología estándar, con parámetros obtenidos de la información más reciente de que se dispone en el momento de la elaboración y de unas hipótesis que son razonables para el uso que en principio se va a dar a las cifras calculadas.

Tratándose de un estudio destinado a la detección de zonas inundables, no resulta razonable acudir a hipótesis o metodologías que suponen en la práctica la adopción de un coeficiente de seguridad. Se pueden mencionar tres aspectos específicos que en estudios hidrológicos destinados al proyecto de obras de ingeniería podrían ser diferentes de los utilizados en el presente estudio:

- Hidrograma Unitario de Clark. En principio, el método de Clark para distribuir en el tiempo la escorrentía directa estimada teniendo en cuenta la morfología de la cuenca, es más realista que el del SCS -que podría ser una alternativa a elegir- ya que el primero se formula sobre una base física de cálculo –el hidrograma unitario instantáneo y la teoría del embalse lineal- y proporciona caudales muy inferiores a éste último.

El hidrograma del SCS se aplica con frecuencia debido a que es muy simple y da resultados del lado de la seguridad al concentrar los caudales en el tiempo significativamente más que el de Clark, que alarga extraordinariamente la curva de recesión. Además, sin contar con hidrogramas observados como es el caso de las cuencas de las islas, resulta siempre un ejercicio delicado la elección del parámetro R de almacenamiento del método. En todo caso, a pesar de esta dificultad, resulta más apropiado utilizar el método de Clark al del SCS.

- Hietograma medio observado en las islas, en lugar del hietograma de bloques alternos, que se prefiere utilizar en el caso de proyecto de obras de ingeniería, donde es importante contar con un margen de seguridad en los cálculos. El hietograma medio de las tormentas más significativas registradas en un dato objetivo mientras que el de bloques alternos es una hipótesis teórica que daría la peor de las situaciones posibles.
- Estado medio de humedad antecedente En las cuencas mediterráneas es un hecho demostrado que los suelos nunca funcionan en estado de saturación (AMC-III en la hipótesis que contempla el método del número de curva del SCS para las tormentas excepcionales).

Esta excepción, ya contemplada en la metodología original para ciertas áreas de Estados Unidos en las que se dan circunstancias similares, es razonable teniendo en cuenta que las relativamente más elevadas evaporación, permeabilidad de los suelos y pendientes de las cabeceras producen un drenaje rápido de los suelos, lo que hace que los sucesos de cálculo encuentren terrenos con importante capacidad de absorber antes de producir escorrentía.

Finalmente, es importante destacar que la calidad de la información de partida que se utiliza para la realización del estudio es deficiente, y los estudios hidrológicos seguirán asociados a una gran incertidumbre hasta que estos problemas sean resueltos.

En este sentido, los resultados que se presentan se deben considerar una estimación que deberá ser sancionada o modificada en el futuro cuando se resuelvan las deficiencias.

Destacan entre las carencias las siguientes dos cuestiones, que deben ser resueltas prioritariamente:

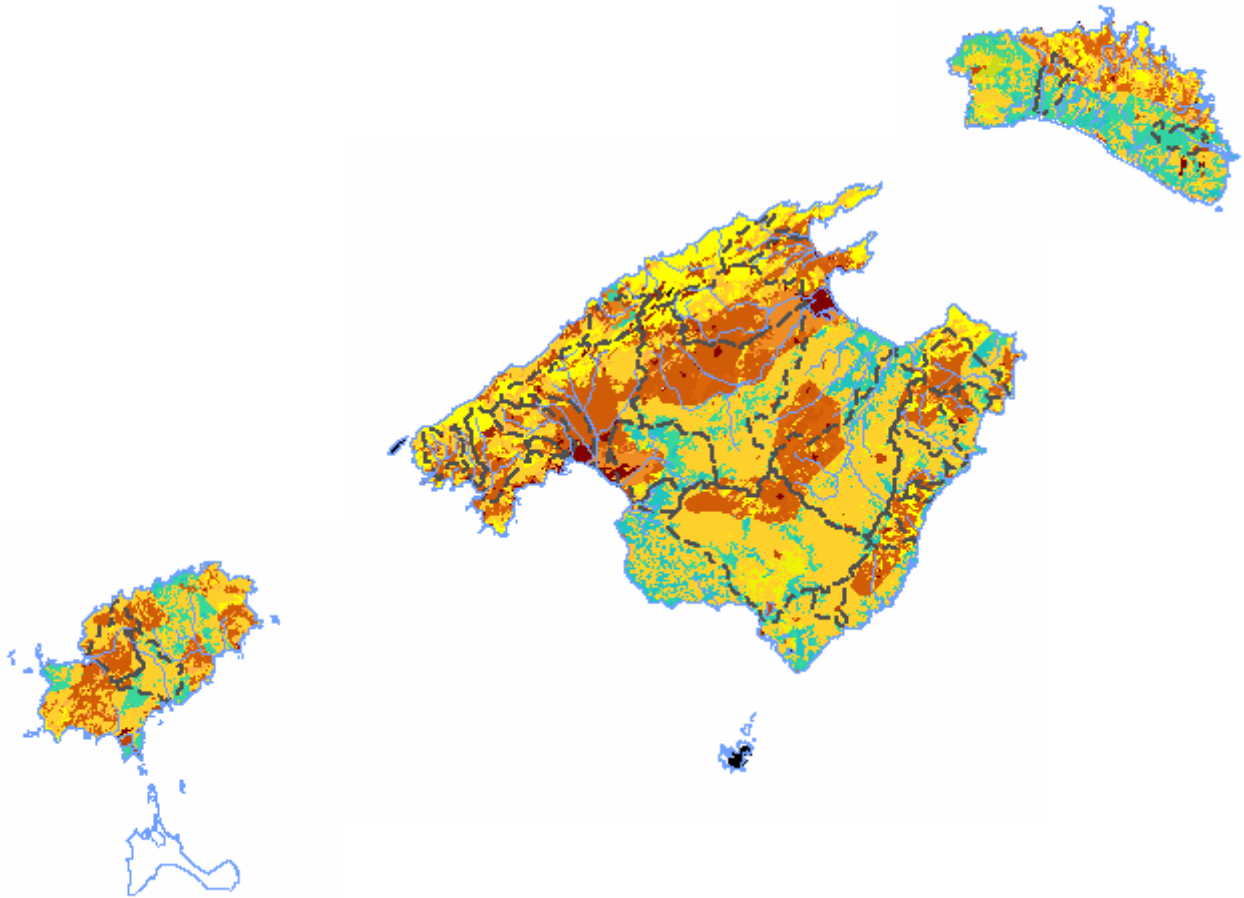
- Desarrollo e instrumentación de la red hidrométrica y pluviográfica, para contar en el futuro con histogramas y los hidrogramas asociados, con objeto de poder calibrar las metodologías que se aplican en las islas y sobre todo los parámetros de cálculo.
- Desarrollo de un mapa edafológico regional interpretado hidrológicamente, para obtener un mapa fiable de números de curva.



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

**Conselleria de Medi Ambient**

Direcció General de Recursos Hídrics



**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE CUENCAS  
(CAUDALES DE CÁLCULO), 2000/01**

**APÉNDICE 1**

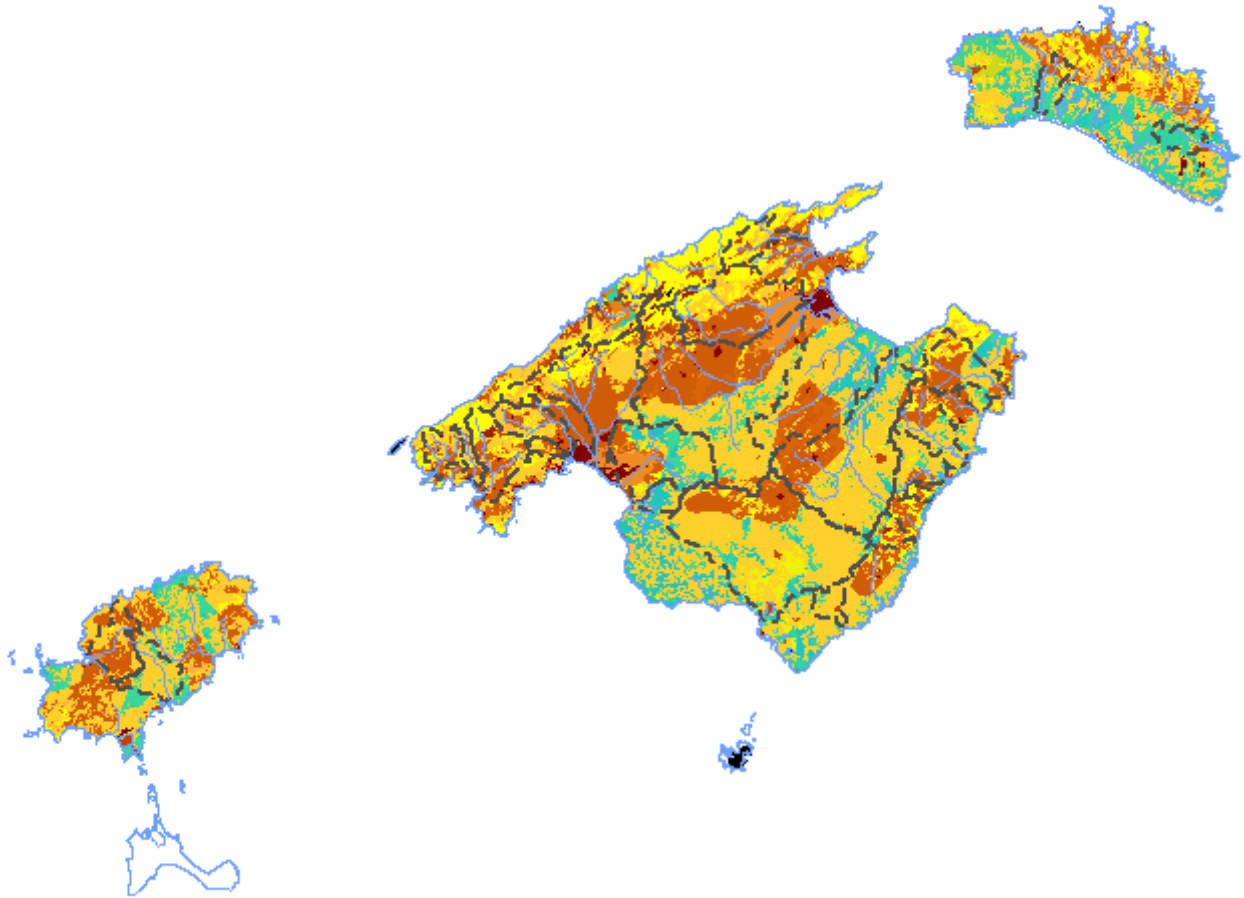
**RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO**



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

**Conselleria de Medi Ambient**

Direcció General de Recursos Hídrics



**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE CUENCAS  
(CAUDALES DE CÁLCULO), 2000/01**

**APÉNDICE 2**

**CD CON DATOS Y RESULTADOS COMPLETOS**