

## ANEJO 1

**PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN Y METADADOS DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LOS ANÁLISIS DE DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES****1. Localización de la rotura****Variable MOV****Procedimiento de obtención****La Población de Lillet y Vallcebre**

Como ya se ha comentado se trata de una variable primaria no derivada del MDE. La variable se ha obtenido mediante interpretación de fotografía aérea, visita de campo para comprobación –en el caso de existencia de dudas-, trasvase a poliesters con retícula de coordenadas y superpuestos a la ortofoto correspondiente, digitalización con AutoCad y posterior topología en Arc/Info. Los deslizamientos inventariados pertenecen al episodio de lluvias intensas de Noviembre de 1982 en el Prepirineo y Pirineo catalán. Los datos recogidos son el polígono delimitando el movimiento, un punto para la zona de rotura (situado en el centro de la zona) y un punto para la zona de deposición (situado casi en el punto de máximo alcance). Estas roturas se preservan con dificultad y en pocos años apenas se distinguen. Dado el tiempo transcurrido desde que se produjeron (18 años) la fuente de información principal para proceder a su localización ha sido la fotografía aérea y los ortofotomapas.

Cuando se rasteriza esta variable de puntos se define el fondo de la malla regular (celdas sin punto) con valor 0, representando todas las celdas sin roturas observadas, mientras que las de valor 1 son las celdas que incluyen roturas.

**El Bajo Deba**

Los movimientos se han digitalizado sobre el mapa topográfico 1: 5.000 y su posición se ha corregido con la ayuda de la ortofoto (realizada a partir del mismo vuelo del que se ha restituído la topografía 1:4.000). La identificación de los movimientos se ha basado en la fotointerpretación de pares estereoscópicos correspondientes a diferentes vuelos de escalas comprendidas entre 1:12.000 y 1:18.000, y comprobaciones de campo que han supuesto visitar la mayoría de los movimientos inventariados. Uno de los vuelos (1:18.000 COLOR de 1997) es del que han derivado, además de los pares estereoscópicos, la restitución de las curvas de nivel y algunos puntos de cota, y las ortofotos.

Durante el trabajo de campo, se elaboró una ficha para cada movimiento.

**Metadatos****La Población de Lillet**

El inventario de roturas se obtiene a partir de la interpretación de fotogramas a escala 1:22.000 de junio de 1983 del Vuelo de Catalunya (pasadas 3, 4 y 5) y trabajo de campo (1

día) para resolver dudas de la fotointerpretación. Después, el inventario se pasaba sobre soportes de poliéster que contenían la retícula con las coordenadas x, y. La delimitación de las roturas en los poliésteres se realizó mediante la superposición de los mismos sobre las ortofotos a escala 1: 5.000. Los movimientos se delimitaron mediante una envolvente que contenía la cicatriz de rotura y el depósito, y marcando dos puntos : uno supuesto centroide de la cicatriz de rotura y el otro sobre el límite inferior de la zona de depósito. El punto del correspondiente centroide se ha utilizado como situación del movimiento en el análisis de susceptibilidad a la rotura de los deslizamientos superficiales. Se procuró incluir todos los deslizamientos superficiales de la zona, excepto los desprendimientos. Una posible fuente de error en la localización de los movimientos proviene de las diferencias de 0.5 a 1.5 mm observadas entre las retículas de los poliésteres (menos deformados) y la de las ortofotos (más deformadas, debido al soporte de papel satinado con que están hechas). Posterior digitalización en AutoCad v.12 y entrada en ARC/INFO. Trabajo realizado entre enero y abril de 1998.

Precisión gráfica de los datos a escala 1:5.000.

### **Vallecebre**

Información obtenida a partir de fotointerpretación de fotos a escala 1:22.000 de junio de 1983 del *Vuelo de Catalunya* (pasadas 5, 6, 7 y 8) y trabajo de campo (1 día) para resolver dudas de la fotointerpretación. Simultáneamente a la fotointerpretación se pasaba la información sobre poliésteres que contenían la retícula con las coordenadas x, y. Los poliésteres se disponían sobre las ortofotos a escala 1:5.000 de la zona, y por tanto la limitación de las áreas se dibujaba con las ortofotos. Cabe destacar la diferencia de entre 0.5 a 1.5 mm entre las retículas de los poliésteres (menos deformados) y la de las ortofotos (más deformadas, debido al papel satinado de que están hechas). La información fue recogida durante Marzo de 1998. Se delimitaban los movimientos en una envolvente que contenía desde la zona de cicatriz hasta la zona de depósito y se marcaban dos puntos : uno supuesto centroide de la cicatriz de rotura y el otro sobre el límite inferior de la zona de deposición. Es el punto supuesto centroide, el que se ha utilizado para el análisis de susceptibilidad a la rotura de deslizamientos superficiales. Se intentó identificar todos los deslizamientos superficiales de la zona, sin confundir con movimientos de tipo desprendimiento.

La digitalización fue realizada en AutoCad v.12 en el ICC en Junio de 1998. Trasvase a Arc/Info y supervisión de errores de creación de topología realizada en Septiembre de 1998. La precisión gráfica de los datos está a escala 1:5.000.

### **El Bajo Deba**

Autor: Juan Remondo

Fuente (procedencia): datos inéditos obtenidos para el proyecto GISLYT

Fecha: 1997 y 1998

Valoración sobre la calidad: cartografía de gran detalle (ver procedimiento de obtención)

## **2. Modelo Digital de Elevaciones**

### **Variable MDE**

#### **Procedimiento de obtención**

### **La Población de Lillet y Vallcebre**

En el caso de la Población de Lillet la variable se construyó a partir de un archivo de texto usando una función directa de ARC/INFO creada para tal efecto. Dicha función es ASCIIGRID y permite generar un modelo digital a partir de un archivo de texto. Este archivo debe contener una cabecera con una serie de información que utilizará el programa para generar el modelo.

### **El Bajo Deba**

Con el comando TOPOGRID de Arc/Info, que genera una matriz de elevaciones, coherente desde un punto de vista hidrológico, a partir de puntos, líneas y polígonos. Se han utilizado los siguientes datos: curvas de nivel con equidistancia cada 5 m, puntos de cota adicionales, la red fluvial constituida por ríos y arroyos, líneas adicionales indicativas de vaguadas, el límite de la zona de estudio y la línea de costa. Se han utilizado las tolerancias que el sistema tiene por defecto, y 40 interacciones en el proceso.

Valores numéricos con una precisión de 0,01 m, cuando se ha utilizado para obtener los modelos derivados. Posteriormente reclasificados en 3 clases: 0-300 m, 300-600 m, > 600 m, cuando se ha utilizado como variable.

### **Metadatos**

#### **Población de Lillet y Vallcebre**

Base cartográfica digital del ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya). Restitución del vuelo de Catalunya escala 1:22.000 del verano de 1983, a partir del cual se realizó el mapa topográfico 1:5.000 de Catalunya.

#### **El Bajo Deba**

MAPA TOPOGRÁFICO de la Diputación Foral de Guipúzcoa (1999). Base topográfica con dos tipos de datos:

- Curvas de nivel equidistantes 5 m, que corresponden a una restitución analítica del vuelo de 1997 a escala 1: 4.000.
- Puntos de cota adicionales que provienen de dos ficheros: «puntos» (puntos de cota distribuidos por todo el territorio) y «punri» (puntos de cota tomadas en el cauce de los ríos y arroyos). Los puntos de cota tienen origen diverso (trabajos de topografía detallada de campo con estación total y GPS, y restitución directa de características similares a la restitución de las curvas de nivel).

Los puntos de cota adicional que fueron creados en el mismo proceso de restitución, por lo general, son puntos de alta resolución, con la salvedad de que en algunos casos la coordenada z se ha tomado no directamente en el suelo, sino sobre algún matorral o árbol, por lo que hay saltos considerables en las alturas de los puntos cuando éstos están muy cercanos, por lo que hubo que hacer una corrección detallada. Este hecho es especialmente llamativo en el fichero "punri" (puntos de ríos), puesto que es un fichero de series de puntos tomados a lo largo del río, con separaciones aproximadamente constantes, por lo que la z del punto se obtuvo directamente dónde se situaban sus coordenadas x e y.

Las líneas de rotura (ríos y vaguadas) se han trazado sobre la ortofoto utilizando los puntos de cota de referencia ("punri").

*Sistema de referencia:*

Elipsoide internacional (Hayford, 1924)

Datum Postdam (Torre de Helmert)

Orígenes de coordenadas geodésicas: Meridiano de Greenwich y Ecuador

*Sistema cartográfico de representación:*

Proyección UTM (Proyección Universal Transversa de Mercator).

Huso 30 T

Durante el proceso de restitución de este vuelo, se ha realizado una ortofoto que ha servido de base de referencia para todos los mapas temáticos aquí utilizados.

### **Variable MDEFILL**

#### **La Población de Lillet y Vallcebre**

##### **Procedimiento de obtención**

En el caso de la Población de Lillet la variable se obtiene a partir de una función directa del subprograma GRID de ARC/INFO. Se trata de la función FILL que rellena posibles hondonadas o depresiones del terreno, fruto del modelo digital y que por tanto, no están en la topografía real, impidiendo la generación de la red de drenaje existente. En la zona de estudio todas las variables derivadas del MDE han sido generadas a partir de esta variable.

Hay que tener en cuenta que en zonas de geomorfología cárstica, con dolinas y otras depresiones así como cuando el terreno tiene depresiones, es mejor utilizar el Modelo de Elevaciones sin rellenar, para recrear mejor la realidad del terreno.

##### **Metadatos**

Es una variable de obtención automática en la que su fiabilidad y precisión depende del MDE del que deriva. Si el MDE tiene errores la variable también los tendrá. Consúltese el apartado de metadatos del MDE. Este párrafo también sirve para el resto de variables derivadas en las que sólo se comentará el procedimiento de obtención.

### **3. Características geométricas de la ladera**

#### **Variable PEND**

##### **Procedimiento de obtención**

Es una variable derivada del MDE, generada en ARC/INFO en GRID mediante una función directa del mismo. Para obtener esta variable junto con otras derivadas del MDE se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Utiliza la función SLOPE que identifica el ritmo máximo de cambio en el valor z (altitud) desde cada celda a sus vecinas. El programa utiliza una malla 3 \* 3 para calcular la pendiente de la celda de procesamiento usando una técnica de promedio máximo (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO). La expresión utilizada para obtener la variable es la siguiente:

Pend = slope (mde)

#### **Variable PENDS**

**Procedimiento de obtención**

Es una variable derivada del MDE , generada en ARC/INFO en GRID mediante un algoritmo utilizando la variable PEND creada previamente. Para obtener esta variable junto con otras derivadas del MDE se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

El algoritmo utiliza la variable PEND que es la pendiente de cada celda calculada, previamente, con la función SLOPE, y la función SIN para calcular la pendiente senoidal en cada celda (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO). La expresión utilizada para obtener la variable es la siguiente:

$$\text{Pends} = \sin ( 2 * (\text{pend div deg}))$$

**Variable ORIENT****Procedimiento de obtención**

Es una variable derivada del MDE, generada en ARC/INFO en GRID mediante una función directa del mismo. Para obtener esta variable junto con otras derivadas del MDE se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Utiliza la función ASPECT que identifica la dirección de máximo rango de cambio de los valores z (altura) de cada celda. El programa identifica la dirección ladera según la máxima pendiente (Esri, 1997, manual de GRID de ARC/INFO).

**Variable INSOL****Procedimiento de obtención**

Se determina para una época concreta del año (indicada por la declinación solar) y el intervalo de tiempo para el que se quiere medir la radiación solar incidente. Es una variable derivada del MDE, generada en ARC/INFO en GRID mediante un archivo AML que contiene el algoritmo para generar la insolación. El archivo es el *ins.aml* que pide el nombre del MDE, la declinación solar para la fecha considerada y el intervalo de tiempo para el que se quiere medir la radiación solar incidente. Da como resultado tantos modelos de insolación como intervalos de tiempo haya en las horas en que la trayectoria solar está sobre el horizonte para esa declinación.

La insolación se obtiene con la función HILLSHADE de GRID, que genera una malla regular de relieve sombreado desde una malla de elevación considerando el ángulo de iluminación y las sombras (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO).

La medida total de la insolación para una zona y en un día concreto será la suma de los modelos de cada iteración utilizando intervalos iguales de tiempo (igual número de iteraciones por día). Se ha utilizado una declinación de 22.5°, latitud de 42° en la Población de Lilet y 43,5° en el Bajo Deba, y un intervalo de 60 minutos dando como resultado 15 modelos de insolación. La media de los 15 modelos (en algún caso 14 o 13 modelos cuando se creyó conveniente no utilizar los extremos) es la variable definitiva que se utiliza en el análisis estadístico.

**Variable RUGOS****Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada en ARC/INFO en GRID mediante un archivo AML que contiene el algoritmo para generar la rugosidad. El archivo se denomina *rugos.aml* y pregunta por el nombre del modelo de pendientes y el de orientaciones. Para calcular la variabilidad del ángulo normal a la superficie considera para cada celda un entorno 3 \* 3 celdas. El módulo del vector lo calcula mediante la suma de las 9 celdas y cuyo valor varía entre 0 para la máxima dispersión (rugosidad muy alta) y 1 para la mínima dispersión (rugosidad nula).

En este modelo hay un importante efecto de borde, en las dos filas o columnas de celdas que forman el margen del modelo, donde aparecen valores muy bajos de la variable que reducen resolución al conjunto de la malla regular. Los valores más frecuentes son mayores que 0.7 (consultar archivo AML *rugos.aml*).

**Variable CURVAR****Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada por ARC/INFO en GRID mediante una función directa de este subprograma. Para obtener esta variable junto con otras derivadas del MDE se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Se utiliza la función CURVATURE que calcula la curvatura de la superficie en cada celda. Para cada celda interior de una ventana de análisis de 3 \* 3 el programa calcula la curvatura mediante un polinomio de cuarto orden. La curvatura es la segunda derivada de la superficie – la pendiente de la pendiente- (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO).

**Variable PERFIL****Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada por ARC/INFO dentro del subprograma GRID mediante una función directa de este. Para obtener esta variable junto con otras derivadas del MDE se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Mediante la función CURVATURE se calcula la curvatura de la superficie en cada celda. El programa determina, para cada celda interior, la curvatura en una ventana 3 \* 3 celdas mediante un polinomio de cuarto orden. La curvatura es la segunda derivada de la superficie – la pendiente de la pendiente- (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO). Cuando se calcula la curvatura se calcula a su vez la variable PERFIL así como la variable PLA.

**Variable PLA**

**Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada por ARC/INFO en GRID mediante una función directa de este subprograma. Para obtener esta variable junto con otras derivadas del MDE se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Usa la función CURVATURE que calcula la curvatura de la superficie en el centro de cada celda. Para cada celda interior, el programa calcula la curvatura en una ventana 3 \* 3 celdas mediante un polinomio de cuarto orden. La curvatura es la segunda derivada de la superficie – la pendiente de la pendiente- (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO). Cuando se calcula la curvatura se calcula a su vez la variable PLA así como la variable PERFIL.

**4. Características de la cuenca vertiente****Variable ACUENCA****Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada por ARC/INFO en GRID. Se usan dos funciones directas del subprograma mediante un pequeño algoritmo. Para obtener esta variable se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Las funciones utilizadas son la FLOWDIRECTION y FLOWACCUMULATION que calculan respectivamente la dirección del flujo y la acumulación de flujo de las celdas superiores que vierten a una determinada. El número de celdas que vierten a una celda determinada se multiplica por la superficie de la celda del MDE (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO).

**Variable LONG****Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada por ARC/INFO dentro del subprograma GRID. Se utilizan dos funciones directas del subprograma, o lo que es lo mismo, una función directa que necesita de una malla regular intermedia generada previamente. Para obtener esta variable se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Las funciones utilizadas son la FLOWDIRECTION y FLOWLENGTH que calculan la dirección del flujo y la longitud del camino de flujo para cada celda. Para obtener la variable, la distancia del recorrido del flujo en cada celda se divide por el coseno del ángulo que tiene la pendiente de la misma (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO).

**Variable AFS****Procedimiento de obtención**

La variable se obtiene a partir de una información vectorial (mapa de formaciones superficiales) que se rasteriza y se utiliza como máscara para luego derivar del MDE el área

cuenca de la zona que tiene formación superficial. Por lo tanto, todo lo descrito para la variable ACUENCA se debe tener presente aquí (se omite entonces la repetición del procedimiento). Para obtener esta variable se utiliza el archivo AML *femask.aml* que crea la malla regular máscara de formación superficial que luego se utilizará en el archivo *fegrid1.aml*, que es el que generará la variable AFS.

### **Metadatos**

Es una variable cuya obtención ha precisado de información vectorial para derivarla posteriormente del MDE. Consultar metadatos del MDE y de la variable vectorial FMS.

### **Variable LFS**

#### **Procedimiento de obtención**

La variable se obtiene a partir de una información vectorial (variable FMS) que se rasteriza y se utiliza como máscara para luego estimar a partir del MDE la longitud del recorrido seguido por las líneas de flujo en la zona que contiene formación superficial. Por tanto todo lo descrito para la variable LONG se debe tener presente aquí (se omite entonces la repetición del procedimiento). Para obtener esta variable se utiliza el archivo AML *femask.aml* que genera la malla regular máscara conteniendo formación superficial que luego se utilizará en el archivo *fegrid1.aml*, que es el que generará la variable LFS.

### **Metadatos**

Es una variable cuya obtención ha precisado de información vectorial para derivarla posteriormente del MDE. Consultar metadatos del MDE y de la variable vectorial FMS.

### **Variable PENDM**

#### **Procedimiento de obtención**

La variable se deriva del MDE, generada por ARC/INFO dentro del subprograma GRID. Para su creación es necesaria la participación directa de tres funciones del subprograma y la variable ya generada LONG mediante un algoritmo. Para obtener la variable se utiliza el archivo AML *fegrid1.aml*, archivo que corre después de hacerlo el archivo *femask.aml*.

Las funciones utilizadas son la FLOWDIRECTION y FLOWLENGTH y ACOS que calculan la dirección del flujo, la longitud del recorrido del flujo hasta cada celda y la inversa del coseno respectivamente. El recorrido del flujo (proyección horizontal) hasta cada celda se divide por el recorrido del flujo hasta la misma celda según la pendiente (LONG). El arco seno del resultado es la pendiente media (consultar manual de referencia de comandos GRID de ARC/INFO).

## **5. Usos del suelo**

### **Variable VEGET**

#### **Procedimiento de obtención**

**La Pobla de Lillet y Vallcebre**

La variable VEGET es una variable primaria obtenida manualmente a partir de la interpretación de fotogramas aéreos a escala 1:22.000, comprobación de campo, trasvase de la información a poliesters, posterior digitalización y construcción de la topología de polígono en ARC/INFO.

La obtención de esta variable comporta un mayor consumo de tiempo en comparación con las derivadas del MDE. Está afectada también por un mayor nivel de subjetividad puesto que los datos se recogen por una persona con mayor o menor experiencia en fotointerpretación. Si las categorías son muy generales y en número reducido, la subjetividad de la fotointerpretación se reduce y aumenta la fiabilidad de los datos. Por ello, es importante definir bien la base de datos previamente al trabajo de recogida de la información, para ahorrar tiempo en decisiones posteriores sobre cambios en la recogida de información y en información que luego no se utilizará. Una buena digitalización evitará cometer errores al crear la topología y evitará errores de omisión de etiquetas.

Seguidamente se describe cada categoría y su Función:

Sin vegetación: zonas donde no hay vegetación. Substrato rocoso, margen desnuda de barranco y canchal

Prado natural: vegetación de prado, zonas de pastoreo, con algún(os) árbol(es) aislado(s) o algún grupo reducido de árboles.

Prado antrópico: tierras de cultivo de gran extensión limitadas por terrazas de piedra o bien terrazas más o menos estrechas con distinta altura del muro de piedras, pudiendo encontrarse abandonadas o no.

Bosque denso: en foto aérea no se observa o se observa poco el substrato herbáceo o arbustivo (se han agrupado dos categorías iniciales de bosque denso y moderadamente denso)

Bosque abierto: en foto aérea se observa perfectamente el substrato herbáceo o arbustivo pudiendo variar la separación entre árboles

Matorral: esta categoría se ha definido sobre todo en las visitas de campo. Incluye el matorral con algunos árboles dispersos o algún grupo de árboles de pequeña entidad

Ríos, minas y escombreras: incluye explotaciones a cielo abierto(Vallcebre) y sus escombreras, así como los cauces de ríos principales

Núcleos urbanos: se trata de los núcleos urbanos (La Pobla de Lillet, Castellar de N'Hug, Vallcebre, Fígols) que no han entrado en el análisis

### **El Bajo Deba**

Este mapa esta basado en el "Mapa de Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco" a escala 1:25.000. El mapa, originalmente en formato papel, fue digitalizado manualmente por el Gobierno Vasco. Las 20 clases de vegetación originales se reclasificaron en las categorías descritas con la ayuda de expertos botánicos. Los criterios de clasificación de las distintas unidades son los siguientes:

densidad y extensión de las raíces; densidad de cobertura arbórea; porte aéreo y perennidad; y en el caso de los bosques, tipo de sotobosque

Las 7 clases finales son:

Bosque muy denso de frondosas: corresponde a zonas de encinar cantábrico.

Bosque denso de frondosas: el robledal-quejigal calcícola, marojal, robledal acidófilo y robledal bosque mixto atlántico, hayedo calcícola o éutrofo y el hayedo acidófilo, así como los alcornoques, se han clasificado como bosque denso de frondosas.

Bosque semiabierto de frondosas: representa el bosque mixto de crestón y pié de cantil calizo, los bortales, abedulares y las alisedas cantábricas y las fases juveniles o muy degradadas de robledal acidófilo y robledal bosque mixto atlántico.

Bosque muy denso de coníferas (replantación forestal): constituyen las plantaciones forestales, fundamentalmente de pinos aunque también alerces.

Matorral: Los espinares, prebrezales atlánticos y brezales-argomales-helechales, se identifican en este grupo.

Prados, pastos y cultivos: se incluyen los prados y cultivos atlánticos, las praderas montanas, el pasto pretano calcícola, los lastonares y los prados juncuales.

Zonas sin vegetación: las zonas sin vegetación, las gleras, los complejos vegetales de roquedos calizos, la vegetación de acantilados litorales, la de arenales costeros y la vegetación de marismas representan este grupo.

## Metadatos

### La Población de Lillet

Información obtenida a partir de la interpretación de fotogramas a escala 1:22.000, del vuelo de Catalunya del ICC de junio de 1983 (pasadas 3, 4 y 5) y trabajo de campo (1 día) para resolver dudas de la fotointerpretación. Simultáneamente, se pasaba la información sobre poliesters que contenían la retícula con las coordenadas x, y. Los poliesters se disponían sobre las ortofotos a escala 1:5.000 de la zona, y el perímetro de las distintas categorías se dibujaba sobre la base de las ortofotos. Se observó una diferencia de 0.5 a 1.5 mm entre las retículas de los poliesters (menos deformados) y la de las ortofotos (más deformadas, debido al papel satinado con que están hechas). Cada polígono fue etiquetado con una o dos letras en mayúscula según un diccionario propio sobre la densidad-tipo de cobertura vegetal, a la vez que se incorporaba la información de existencia de substrato rocoso / formación superficial. La digitalización se realizó en AutoCad v.12. La información se recopiló y digitalizó entre enero y Abril de 1998.

La precisión gráfica de los datos es de escala 1:5.000.

### Vallcebre

Información obtenida a partir de fotointerpretación de fotos a escala 1:22.000 de junio de 1983 *del Vuelo de Catalunya* (pasadas 5, 6, 7 y 8), fotos de Julio de 1993 a escala 1:22.000 del Vol de Catalunya y trabajo de campo (1 día) para resolver dudas de la fotointerpretación. Simultáneamente a la fotointerpretación se pasaba la información sobre poliesters que contenían la retícula con las coordenadas x, y. Los poliesters se disponían sobre las ortofotos a escala 1:5.000 de la zona, y por tanto la limitación de las áreas se dibujaba con las ortofotos. Cabe destacar la diferencia de entre 0.5 a 1.5 mm entre las retículas de los poliesters (menos deformados) y la de las ortofotos (más deformadas, debido al papel satinado de que están hechas). La información fue recogida por Núria Santacana durante Marzo y Abril de 1998. Cada polígono era etiquetado con una o dos letras en mayúscula según un diccionario propio sobre la densidad-tipo de cobertura vegetal a la vez que también se mezclaba la información de existencia de sustrato rocoso / formación superficial.

Digitalización en AutoCad v.12 realizada en el ICC durante Abril, Mayo y Junio de 1998. Trasvase a Arc/Info y supervisión de errores de creación de topología realizada en Septiembre y Octubre de 1998. La precisión gráfica de los datos es de escala 1:5.000.

**El Bajo Deba**

La calidad del mapa original no es muy buena en cuanto a la definición de los contornos de las unidades. Además su base topográfica es distinta y de menos precisión que la que se utiliza en este proyecto, la digitalización fue manual y la vegetación es muy cambiante por las actividades de explotación forestal. Por todo ello, ha sido necesario revisarla y actualizarla. Este proceso se ha realizado utilizando la ortofoto de 1997 con la ayuda de la fotointerpretación de estereopares del mismo año y trabajo de campo.

**6. Geología****Variable FMS****Procedimiento de obtención****La Población de Lillet y Vallcebre**

La variable FMS es una variable primaria obtenida manualmente a partir de la interpretación de fotografía aérea a escala 1:22.000, comprobación de campo, trasvase de la información a poliesters, posterior digitalización y construcción de la topología polígono en ARC/INFO. Los errores son similares a los que se producen para la variable VEGET.

La separación entre roca y formación superficial se realizó también con estudio de foto aérea y visita de campo. La roca predomina en zonas de cresta, divisorias de agua, lomas, convexidades. Se marcó los afloramientos de roca y se fusionaron algunos polígonos de roca cuando eran pequeños y estaban suficientemente juntos. El resto se interpretó como formación superficial.

**El Bajo Deba**

Este mapa deriva directamente de la variable GROSOR.

**Metadatos****La Población de Lillet**

Información obtenida a partir de interpretación de fotos a escala 1:22.000 del vuelo Catalunya del ICC de junio de 1983 (pasadas 3, 4 y 5) y trabajo de campo (1 día) para resolver dudas de la fotointerpretación. Simultáneamente se pasaba la información sobre poliesters que contenían la retícula con las coordenadas x, y. Los poliesters se disponían sobre las ortofotos a escala 1:5.000 de la zona, y el perímetro de las distintas categorías se dibujaba sobre la base de las ortofotos. Se observó una diferencia de 0.5 a 1.5 mm entre las retículas de los poliesters (menos deformados) y la de las ortofotos (más deformadas, debido al papel satinado con que están hechas). Solo se delimitaron aquellas áreas que en foto aérea se veían como roca i el resto se atribuyó a formación superficial. Se utilizaron las etiquetas R para roca y el resto tenía la etiqueta de la vegetación, puesto que se aprovechó el mismo poliester para digitalizar las dos variables. La digitalizado se realizó en AutoCad v.12. La recopilación de la información y su digitalización se realizó entre Enero y Abril de 1998. La precisión gráfica de los datos está a escala 1:5.000.

**Vallcebre**

Información obtenida a partir de fotointerpretación de fotos a escala 1:22.000 de junio de 1983 del *Vuelo de Catalunya* (pasadas 5, 6, 7 y 8), fotos del Vol de Catalunya de Julio de 1993 a escala 1:22.000 y trabajo de campo (1 día) para resolver dudas de la

fotointerpretación. Simultáneamente a la fotointerpretación se pasaba la información sobre poliesters que contenían la retícula con las coordenadas x, y. Los poliesters se disponían sobre las ortofotos a escala 1:5.000 de la zona, y por tanto la limitación de las áreas se dibujaba con las ortofotos. Cabe destacar la diferencia de entre 0.5 a 1.5 mm entre las retículas de los poliesters (menos deformados) y la de las ortofotos (más deformadas, debido al papel satinado de que están hechas). La información fue recogida durante Marzo y Abril de 1998. Solamente se delimitaban aquellas áreas que en foto aérea se veían como roca i el resto se atribuía a un mínimo de formación superficial. Se utilizaban las etiquetas de R para roca y el resto tenía la etiqueta de la información de vegetación, puesto que se aprovechaba el mismo poliester para digitalizar las dos informaciones.

Digitalización en AutoCad v.12 realizada en el ICC durante Abril, Mayo y Junio de 1998. Trásvase a Arc/Info y supervisión de errores de creación de topología realizada en Septiembre y Octubre de 1998. La precisión gráfica de los datos es a escala 1:5.000.

### **El Bajo Deba**

Ver GROSOR.

## **Variable GROSOR**

### **Procedimiento de obtención**

#### **La Pobla de Lillet**

El GROSOR es una variable primaria obtenida manualmente a partir de la interpretación de fotografía aérea a escala 1:22.000, comprobación de campo, trásvase de la información a poliesters, posterior digitalización y construcción de la topología polígono en ARC/INFO. Los errores son similares a los que se producen para la variable VEGET.

El GROSOR se obtuvo a partir de extrapolación de foto aérea y 3 días de campo siguiendo pistas forestales, carreteras y pequeños senderos en los que se midió con una cinta métrica el espesor de la formación superficial. Contiene 3 categorías: 1 para el roquedo, 2 para la formación superficial < 0.5 m de espesor y 3 para la formación superficial > 0.5 m de espesor.

#### **El Bajo Deba**

La información deriva del mapa de formaciones superficiales incluido en el Estudio Geomorfológico de Guipúzcoa, elaborado a escala 1:25.000. En su elaboración se utilizaron criterios geomorfológicos y litológicos, así como medidas de espesor tomadas directamente en el campo.

Este mapa, originalmente en papel, fue digitalizado manualmente y corregido por el Servicio de Información Territorial del Departamento de Obras Hidráulicas y Urbanismo de la Diputación Foral de Guipúzcoa.

Este último mapa ha sido revisado y mejorado mediante criterios de campo y fotointerpretación. Las modificaciones han consistido, además de la inclusión de alguna formación nueva o la modificación de algún espesor, en la adaptación de los límites de las unidades de acuerdo con la base topográfica empleada en este proyecto. La variable contiene las siguientes categorías:

- 1 - Roquedo
- 2 - 0 - 0,5 m de espesor
- 3 - 0,5 – 1 m de espesor
- 4 – 1 – 2 m de espesor
- 5 – 2 – 4 m de espesor
- 6 - > 4 m de espesor

Una particularidad de la zona de trabajo es la existencia de lapiaces semicubiertos en los que localmente aparecen espesores de regolito de alteración de hasta 3 m, pero de poca extensión lateral, puesto que hay muchos afloramientos de roca. En tales casos y sabiendo que su límite es muy difuso, se clasifican con código 2.

### **Metadatos**

#### **Pobla de Lillet**

Información obtenida a partir de trabajo de campo (3 días) e interpretación de las mismas fotos utilizadas para delimitar la vegetación y la formación superficial. La información se trazó, en gran parte sobre mapas a escala 1:5.000 y posteriormente se pasó a los poliesters. La información fue recogida entre Junio y Septiembre de 1998. La digitalización fue realizada en AutoCAD v.12.

La precisión gráfica de los datos está a escala 1:5.000.

#### **El Bajo Deba**

Ver procedimiento de obtención

## **ARCHIVOS AML**

FEMASK.AML (crea máscara de roca y hace correr fegrid1.aml)

FEGRID1.AML (crea variables derivadas del MDE)

INS.AML (crea los modelos de insolación)

RUGOS.AML (crea el modelo de rugosidad)

ORI180.AML (transforma ORIENT de 0 a 180 siendo norte y sur)

ORI90.AML (transforma ORIENT de 0 a 180 siendo oeste y este)

**FEMASK.AML**

```

/*ARCHIVO PARA CREAR MASCARA CON EL SUBSTRATO ROCOSO Y LLAMAR
AL ARCHIVO FEGRID1
/* SE EJECUTA EN ARC Y NO EN GRID
/* NOMBRE_FS COVERTURA CON LA INFORMACION DE FORMACION
SUPERFICIAL // ROCA
/* ITEM EL CAMPO NUMERICO DE LA PAT QUE CONTIENE LA INFORMACION
(DONDE 0 ES LA NO PRESENCIA DE FORMACION SUPERFICIAL)
&ARGS NOMBRE_FS ITEM .NOMBRE_DTM
&IF [EXIST GFST -GRID ] &THEN KILL GFST ALL
&IF [EXIST GFS -GRID ] &THEN KILL GFS ALL
&DESCRIBE %.NOMBRE_DTM%
&SV TAMAÑO %GRD$DX%
&SV ORIGEN %GRD$XMIN%, %GRD$YMIN%
&SV FILAS %GRD$NROWS%, %GRD$NCOLS%
POLYGRID %NOMBRE_FS% GFST %ITEM% # #
%TAMAÑO%
N
%ORIGEN%
%FILAS%
GRID
DISP 9999 3
MAPEX GFST
GFS = SELECT (GFST, 'VALUE > 0')
&IF [EXIST GFST -GRID ] &THEN KILL GFST ALL
&R FEGRID1 %.NOMBRE_DTM%

```

**FEGRID1.AML**

```

/* ARCHIVO QUE CREA TODAS LAS VARIABLES DERIVADAS DEL MDE
/* PUEDE LLAMAR TAMBIEN LOA ARCHIVOS QUE CREAN RUGOS, INSOL Y
ORI180 O ORI90
&ARGS .NOMBRE_DTM
&IF [EXIST ORIENT -GRID] &THEN KILL ORIENT ALL
&IF [EXIST PEND -GRID] &THEN KILL PEND ALL
&IF [EXIST FD -GRID] &THEN KILL FD ALL
&IF [EXIST ACUENCA -GRID] &THEN KILL ACUENCA ALL
&IF [EXIST LONG -GRID] &THEN KILL LONG ALL
&IF [EXIST CURVAR -GRID] &THEN KILL CURVAR ALL
&IF [EXIST PERFIL -GRID] &THEN KILL PERFIL ALL
&IF [EXIST PLA -GRID] &THEN KILL PLA ALL
&IF [EXIST PENDM -GRID] &THEN KILL PENDM ALL
&IF [EXIST FAC -GRID] &THEN KILL FAC ALL
&IF [EXIST LFS -GRID] &THEN KILL LFS ALL
&IF [EXIST AFS -GRID] &THEN KILL AFS ALL
&IF [EXIST DTMFILL -GRID] &THEN KILL DTMFILL ALL
/* ASIGNAMOS PASO DE MALLA DEL DTM SUPERFICIE DE CADA CELDA
&DESCRIBE %.NOMBRE_DTM%
&SV CELDA %GRD$DX%
&SV SUPERFICIE [CALC %CELDA% * %CELDA% ]

/* DEFINIMOS EXTENSION AREA DE TRABAJO
MAPEX %.NOMBRE_DTM%

/* RELLENAMOS SUMIDEROS DEL DTM
FILL %.NOMBRE_DTM% DTMFILL

/* DEFINIMOS VARIABLE DEL NUEVO DTM
&SV NOM DTMFILL

/* DERIVADAS DIRECTAS DEL DTM

ORIENT = ASPECT (%NOM%)

PEND = SLOPE (%NOM%)

CURVAR = CURVATURE(%NOM%, PERFIL, PLA)

/* LA FD NOS DA LAS ORIENTACIONES DE FLUJO DE CADA CELDA (LA
USAMOS PARA CALCULAR OTRAS VARIABLES)
FD = FLOWDIRECTION (%NOM%)

/* LA FAC NOS DA EL NUMERO DE CELDAS QUE VIERTEN EN OTRA (LA
USAMOS PARA CALCULAR OTRAS VARIABLES)
FAC = FLOWACCUMULATION (FD)

/* MULTIPLICANDO LA FAC POR LA SUPERFICIE DE CELDA OBTENEMOS EL
AREA DE CUENCA ACUMULADA

```

ACUENCA = ( FAC ) \* %SUPERFICIE%

/\* CALCULAMOS LA LONGITUD MAXIMA ACUMULADA AGUAS ARRIBA  
LONG = FLOWLENGTH (FD,(1 / COS ( PEND DIV DEG ) ), UPSTREAM )

/\* CALCULAMOS LA PENDIENTE MEDIA DE LA LONGITUD MAXIMA  
ACUMULADA

PENDM1 = ACOS (FLOWLENGTH (FD,#,UPSTREAM) / LONG ) \* DEG

PENDM = CON (ISNULL (PENDM1), 0.0, PENDM1)

/\* PARA CALCULAR LAS VARIABLES EN LAS QUE INTERVIENE LA FORMACION  
SUPERFICIAL

/\* UTILIZAMOS UNA MASCARA SEGUN LA PRESENCIA/AUSENCIA DE ESTA

SETMASK GFS

LFS = FLOWLENGTH ( FLOWDIRECTION (%NOM%),(1 / COS ( SLOPE (%NOM%)  
DIV DEG ) ), UPSTREAM )

AFS = ( FLOWACCUMULATION (FLOWDIRECTION (%NOM%) ) ) \* %SUPERFICIE%

SETMASK OFF

ACUENCA1 = ACUENCA + 1.1

LCUENCA = LOG10 (ACUENCA1)

LONG1 = LONG + 1.1

LLONG = LOG10 (LONG1)

AFS1 = AFS + 1.1

AFS2 = CON (ISNULL(AFS1), 1.1, AFS1)

LAFS = LOG10 (AFS2)

LFS1 = LFS + 1.1

LFS2 = CON (ISNULL(LFS1), 1.1, LFS1)

LLFS = LOG10 (LFS2)

PENDS = SIN (2 \* (PEND DIV DEG))

/\*SE PUEDEN HACER CORRER LOS DOS ARCHIVOS SIGUIENTES PARA CREAR  
LA RUGOSIDAD Y LA INSOLACIÓN TENIENDO EN CUENTA LOS PARAMETROS  
PARA LA INSOLACIÓN

/\*HAY QUE DESACTIVAR /\* PARA CORRERLOS

/\*&R RUGOS

/\*&R INS %NOM% 22.5 60

/\*LO MISMO CON LA VARIABLE ORI180 O ORI90

/\*&R ORI180

/\*&R ORI90

/\* ELIMINA GRIDS INTERMEDIAS

```
&IF [EXIST FAC -GRID] &THEN KILL FAC ALL  
&IF [EXIST FD -GRID] &THEN KILL FD ALL  
&IF [EXIST PENDM1 -GRID] &THEN KILL PENDM1 ALL  
/*&IF [EXIST ACUENCA1 -GRID] &THEN KILL ACUENCA1 ALL  
/*&IF [EXIST LONG1 -GRID] &THEN KILL LONG1 ALL  
&IF [EXIST AFS1 -GRID] &THEN KILL AFS1 ALL  
&IF [EXIST LFS1 -GRID] &THEN KILL LFS1 ALL
```

**INS.AML**

```

/*ARCHIVO PARA CREAR LOS MODELOS DE INSOLACION
/* PIDE EL MDE LA DECLINACION DEL AREA EN GRADOS Y EL INTERVALO DE
TIEMPO EN MINUTOS
&ARGS .MDE .DECLINACIO .INTERVAL

&S .PI = 3.1416
/*&S .MIN2RAD = [ANGRAD [CALC %.INTERVALO% * 0.25]]

&S .DEC = [ANGRAD %.DECLINACIO%]
&S .LAT = [ANGRAD 42]
&S .INT = [ANGRAD [CALC %.INTERVAL% * 0.25]]

&S .NP = 0
&S .ANGHOR
&S .AZIMUT
&S .ELEVAC

&S .ITPOS = [ROUND [CALC %.PI% / %.INT%]]
&S .ITNEG = [CALC %.ITPOS% * -1]
&S .SIND = [SIN %.DEC%]
&S .COSD = [COS %.DEC%]
&S .SINL = [SIN %.LAT%]
&S .COSL = [COS %.LAT%]

MAPEX %.MDE%

&FORMAT 2
&DO I = %.ITNEG% &TO %.ITPOS%

&S .ANGHOR = [CALC %I% * %.INT%]
&S .SINH = [SIN %.ANGHOR%]
&S .COSH = [COS %.ANGHOR%]
&S .ELEVAC = [ASIN [CALC [CALC %.SIND% * %.SINL%] + [CALC %.COSD% *
%.COSL% * %.COSH%]]]
&S .AZIMUT = [ACOS [CALC [CALC [CALC %.SIND% * %.COSL%] - [CALC
%.COSD% * %.SINL% * %.COSH%]] / [COS %.ELEVAC%]]]
&TYPE VALOR I %I%
&IF %I% > 0 &THEN
&S .AZIMUT = [CALC %.PI% + [CALC %.PI% - %.AZIMUT%]]
&TYPE AZIMUT %.AZIMUT%

&TYPE ELEVAC [VALUE .ELEVAC]

&IF %.ELEVAC% GE 0 &THEN
&DO
&S .NP = [CALC %.NP% + 1]
&TYPE VALOR NP %.NP%
&TYPE [FORMAT 'CALCULANDO IT. %1% (%2%/3%) ...' %.NP% [RADANG
%.AZIMUT%] ( [RADANG %.ELEVAC%]]

```

```
INSOL%.NP% = HILLSHADE (%.MDE%, [RADANG %.AZIMUT%] , [RADANG  
%.ELEVAC%] , ALL)  
IMAGE INSOL%.NP%  
&END  
&END  
&TYPE -----  
&TYPE LOS MODELOS RESULTANTES SON INSOL1 ... INSOL%.NP%:  
&TYPE -VALUE OSCILA DE 0 A 255  
&TYPE -----  
&RETURN
```

**RUGOS.AML**

```
/*ARCHIVO PARA CREAR EL MODELO DE RUGOSIDAD
/*NECESITA EL MODELO DE PENDIENTES Y EL DE ORIENTACIONES
&S MDP PEND
&S MDO ORIENT

DISPLAY 9999

MAPE %MDO%

&MESSAGES &OFF
GRIDX = (SIN (%MDO% DIV DEG )) * ( SIN ( %MDP% DIV DEG))
GRIDY = (COS (%MDO% DIV DEG)) * (SIN ( %MDP% DIV DEG))
GRIDZ = COS (%MDP% DIV DEG)
SUMX = SQR (FOCALSUM (GRIDX ))
SUMY = SQR (FOCALSUM (GRIDY ))
SUMZ = SQR (FOCALSUM (GRIDZ ))
RUGOS = SQRT (SUMX + SUMY + SUMZ ) DIV 9
IMAGE RUGOS

KILL GRIDX ALL
KILL GRIDY ALL
KILL GRIDZ ALL
KILL SUMX ALL
KILL SUMY ALL
KILL SUMZ ALL

&MESSAGES &ON
```

**ORI180.AML**

/\* ARCHIVO PARA CREAR VARIABLE ORIENT (ORI180) CON ORIENTACIONES DE NORTE A SUR SIENDO 0 EL NORTE Y 180 EL SUR.

/\* EL ARCHIVO SE EJECUTA EN GRID

GRID

SETWINDOW ORIENT

OR1 = SELECT (ORIENT, 'VALUE > 180')

OR2 = 360 - OR1

ORI180 = CON (ISNULL (OR2), ORIENT, OR2)

/\* BORRAMOS GRIDS INTERMEDIAS

KILL OR1 ALL

KILL OR2 ALL

&STOP

**ORI90.AML**

```
/*ARCHIVO PARA CREAR LA VARIABLE ORIENT (-ORI90- PRIORIZA
ORIENTACIONES ESTE-OESTE DANDO VALOR 0 PARA EL OESTE Y 180 PARA EL
ESTE)
```

```
grid
```

```
Or1 = select (orient, 'value <= 90')
```

```
Or3 = 90 + or1
```

```
Or2 = select (orient, 'value >= 270')
```

```
Or4 = or2 - 270
```

```
Or5 = select (orient, 'value > 90')
```

```
Or6 = select (or5, 'value < 270')
```

```
Or7 = 270 - or6
```

```
O8 = con (isnull (or7), or4, or7)
```

```
Ori90 = con (isnull (or3), or8, or3)
```

```
/*Borramos mallas regulares intermedias OR1 a OR8
```

```
Kill or1 all
```

```
Kill or2 all
```

```
Kill or3 all
```

```
Kill or4 all
```

```
Kill or5 all
```

```
Kill or6 all
```

```
Kill or7 all
```

```
Kill or8 all
```

```
&stop
```