

## 2. CONCEPTES UTILITZATS

### 2.1 Moviments de massa

Els moviments de massa o moviments de vessant representen, per la seva magnitud i freqüència, un risc geològic molt important que pot causar grans desperfectes materials en infraestructures, edificacions, etc... i pèrdues de vides humanes en algunes ocasions. Tot i la seva gran presència en zones muntanyoses la majoria de moviments són de petit volum i no representen una amenaça per a les persones; cal recordar que els moviments de massa són uns dels processos naturals més previsibles.

Les primeres definicions esteses relatives al terme lliscament poden ser de Sharpe en 1938 [6] que definí els lliscaments como la *caiguda perceptible o moviment descendent de una massa relativament seca de terra, roca o ambdues*. Segons Crozier (1986) [7] un lliscament es defineix com el *moviment gravitacional cap a l'exterior del vessant i descendent de terres o roques sense l'ajuda del aigua com agent de transport*. Aquestes definicions poden semblar contradictòries amb les teories actuals tal i com veure'm a continuació.

Les classificacions més modernes dels moviments de massa es fonamenten bàsicament en dos conceptes : els materials involucrats i el mecanisme de ruptura present. Algunes de les classificacions que s'han basat en aquestes dues característiques poden ser: Varnes, 1984; Hutchinson, 1988; EPOCH, 1993 (figura 1), WP/WLI, 1993; Cruden y Varnes, 1996, Dickau et al 1996.

Type	Material		
	Rock	Debris	Soil
Fall	Rockfall	Debris fall	Soil fall
Topple	Rock topple	Debris topple	Soil topple
Slide (rotational)	Single (slump)	Single	Single
	Multiple	Multiple	Multiple
	Successive	Successive	Successive
Slide (translational). Non-rotational	Block slide	Block slide	Slab slide
	Planar	Rock slide	Debris slide
Lateral spreading	Rock spreading	Debris spread	Soil (debris) spreading
Flow	Rock flow (sackung)	Debris flow	Soil flow
Complex (with run-out or change of behaviour downslope; note that nearly all forms develop complex behaviour)	E.g. Rock avalanche	E.g. Flow slide	E.g. Slump-earthflow

**Figura 1.** Classificació dels moviments de massa proposada per EPOCH (1993)

Totes aquestes classificacions agrupen els moviments segons 5 tipologies molt genèriques que constituïrien els cinc mecanismes principals:

- Despreniments o caigudes
- Bolcades
- Lliscaments
- Expansions laterals
- Fluxos

En classificacions més extenses, com poden ser la de Corominas y García (1997) [8] (Taula 1), existeixen dos grups més, pel que fa a tipus de moviments: les deformacions sense ruptures o prèvies a la ruptura y els moviments complexos, que serien una combinació de diferents moviments . Aquesta última tipologia de moviments, pot resultar confusa, ja que la gran majoria de moviments de massa es presenta una combinació de diferents moviments simples, i per tant, podria englobar tots els moviments estudiats si no es fa una classificació acurada i correcta del fenomen.

**Taula 1.** Classificació simplificada dels moviments de massa segons Corominas i García [8]

Bolcades	
Superfícies de desplaçaments plans o assimilables a planes	Lliscaments Desplaçaments concordants Desplaçaments discordants
Desplaçaments sobre superfícies corbes	Deslligaments rotacional
Fluxos	Reptació Colades de terra Solifluxió Corrents de derrubis Cops de sorra y llims Fluxos de roca Devessalls
Expansió lateral	
Deformacions sense ruptura o prèvies a la ruptura	Reptació por fluència Cabeceo d'estrats Combadura Vinclament en vall Deformacions gravitacionals profundes Ruptura confinada
Moviments complexos	Col·lapse de volcans
	Fluxos lliscants
Despreniments o caigudes	

Tal i com va definir (Corominas, 1989) [9] un despreniment és aquell moviment de una part de sòl o roca, en forma de blocs aïllats o massivament que, en una gran part de la seva trajectòria descendent per l'aire en caiguda lliure, tornant a entrar en contacte amb el terreny, on es produeixen salts, rebots i rodades.

Les bolcades són moviments de rotació cap a l'exterior, de una unitat o de un conjunt de blocs, al voltant d'un eix pivotant situat per sota del centre de gravetat de la massa moguda.

Els lliscaments són moviments descendents relativament ràpids de una massa de sòl o roca que té lloc al llarg d'una o varies superfícies definides. Es considera que la massa mobilitzada es desplaça como un bloc únic; segons la trajectòria poden ser rotacionals o traslacionals.

El moviment dominant en las expansions laterals, solen ser expansions plàstiques dels materials.

Finalment els fluxos són moviments de una massa desorganitzada o mesclada on no totes les partícules es desplacen a la mateixa velocitat ni les seves trajectòries tenen perquè ser paral·leles. Degut a això la massa adopta sovint morfologies lobulades.

La classificació emprada en aquest estudi és la classificació simplificada dels moviments de massa segons Varnes [10], on es tracten els diferents fenòmens d'una manera molt més simplificada que en els estudis anteriorment nomenats, però que conserva les 5 tipologies bàsiques per la correcta classificació dels fenòmens estudiats (Taula 2), amb l'afegit dels moviments complexes.

**Taula 2.** Classificació dels moviments de massa segons Varnes [10]

Falls (Despreniment o caiguda)	
Topples (Bolcada)	
Slides (Lliscament)	Rotacional (Rotacional) Transnacional (Traslacionals)
Lateral spreads (Expansió lateral)	
Flows (Flux)	
Complex (Complex)	

Un altre exemple de classificació contemporània pot ser la creada per Vilaplana [11], on apareixen uns esquemes per facilitar la ordenació dels fenòmens estudiats (Fig. 2).



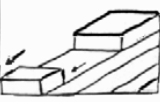


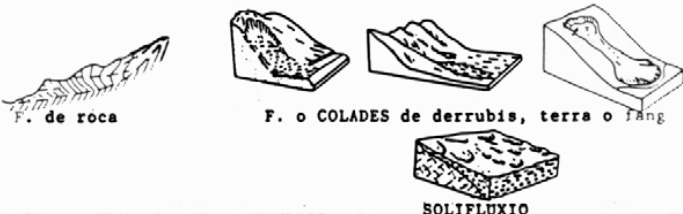
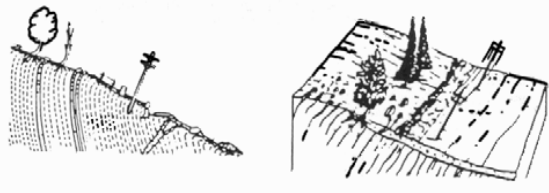
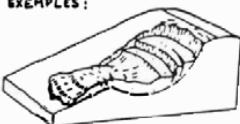

CLASSIFICACIÓ MOVIMENTS DE MASSA	
DESPRENDIMENTS (fall)	
BOLCADES (topples)	
GLISSAMENTS (ESLLAVISSADES ss) (slides)	TRASLACIONAL 
	ROTACIONAL (slump) simple  multiple 
FLUXOS (flows)	
REPTACIO (creep)	
MOV. COMPLEXES	EXEMPLES: ROTACIO - FLUX  BOLCADA-DESPRENDIMENT 

Figura 2. Classificació dels moviments de massa segons Vilaplana [11]

## **2.2 El Sistema d'Informació Geogràfica (SIG)**

El SIG des de els seus orígens ha estat definit de moltes maneres, des de les versions més senzilles basades en el tipus de informació que gestionen com pot ser la escrita per Cebrián al 1986: "Base de datos computerizada que contiene información e espacial" fins a llargues descripcions on es destaquen les seves capacitats i funcions com la de NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis, 1990): "Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión". Altres autors com Rodríguez Pascual (1993) enfoquen la definició cap a la seva finalitat: " Modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligado a la Tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo a un conjunto de preguntas concreto ".

Estrictament el SIG o Sistema d'Informació Geogràfica no és més que una aplicació que gestiona un conjunt d'informació que es troba referenciada geogràficament. La seva base són una sèrie de taules amb valors alfanumèrics que són fàcilment consultables a través de objectes gràfics. Es treballa amb diferents capes temàtiques que són editables i que ens permeten realitzar consultes relacionals entre els diferents objectes mitjançant SQL's (Structured Query Language). Mitjançant aquest llenguatge podem extreure dades de diferents cobertures per generar-ne de noves.

Les funcions d'un SIG es poden agrupar en cinc grans grups:

Captura de la informació mitjançant mapes, topografia, teledetecció, fotogrametria, etc...

- Emmagatzemament i codificació
- Depuració i manipulació
- Consulta i anàlisi
- Generació de resultats (noves cobertures i/o taules)

Dins de les múltiples aplicacions dels sistemes d'informació geogràfica, algunes de caràcter general freqüentment utilitzades poden ser:

- Localització i informació sobre punts concrets
- Cerca de punts que responguin a determinades característiques
- Comparació entre diferents situacions temporals i evolució espacial d'alguna característica.
- Càlcul de rutes i descripció de trajectòries
- Detecció de pautes espacials
- Generació de models a partir de fenòmens o simulacions de fenòmens

Aquest sistema de visualització en l'espai de dades alfanumèriques fa que aquesta eina, en la actualitat s'estigui imposant en multitud de camps que van des del control i seguiment de transports de mercaderies fins a estudis d'inundabilitat de valls fluvials; es troba en constant evolució i les seves aplicacions són infinites.

## **2.3 Bases de dades**

En una feina de recopil·lació i tractament de dades com la que s'ha realitzat en aquest treball, una bona eina de tractament i gestió d'aquestes dades resulta del tot indispensable. Aquests programes de manipul·lació de dades es basen en la ordenació de les dades alfanumèriques mitjançant taules, que podran ser consultables mitjançant informes, consultes,... Alguns d'aquests programes són el Microsoft Access, Oracle, DB2 (IBM), Mysql (linux),...

En el cas que ens ocupa el programa utilitzat ha estat el Microsoft ACCESS 2003. S'ha escollit aquest programa per tractar-se del més conegut gestor de dades (entorn Microsoft Office), cosa que facilitarà les futures revisions i edicions que pogués patir més endavant. Per altre banda es tracta d'un programa força intuïtiu que permetrà la introducció de dades a persones sense cap tipus de coneixement previ del programa. Aquesta introducció de dades, en el cas d'altres programes hauria de fer-se mitjançant personal qualificat, cosa que podria ser contraproductiu en una eina de gestió d'observacions de moviments de massa, on l'observador no té perquè tenir coneixements informàtics.

## 2.4 Landacat 2.0

El Landacat és una aplicació basada en un entorn d'accés, on l'observador pot realitzar una tasca d'emmagatzemament de dades de moviments de massa. Disposa de un formulari general on l'observador introdueix les dades de les observacions seguint una pauta prefixada, facilitant el posterior estudi d'aquestes dades. Aquest formulari està dividit en 10 blocs independents que intenten caracteritzar el tipus de fenomen. El primer bloc és el del observador, on aquest introdueix les seves dades per tenir un control del tècnic que ha realitzat la documentació. El segon tracta d'identificar el moviment indicant la posició del punt, la localitat, alçada topogràfica, etc... El tercer bloc conté els croquis i imatges introduïts per l'observador en format digital. Aquests tres primers blocs són de situació: només aporten dades de localització i informació del tècnic que ha realitzat la recollida de dades.

**LANDACAT: ENTRADA DE DADES**

*Nota:* el codi per omplir  és el següent:  
**M= mesurat; E=estimat; X = incert; O = indeterminable. Valor desconegut = -9999**

Id Observador  Nom observador:

**Identificació del moviment**

Identificador  Nom  Data d'observació (dd/mm/aaaa)  Obs. (DNI)

Localització:

Municipi   **2**

Altura topogràfica (m)  **2**

Coordenades UTM (m):  
 x   
 y

**Esquema del moviment i localització de les fotografies realitzades**

Ruta d'accés a l'esquema:

Ruta d'accés a les fotografies:

**3**

Figura 3. Primera part del formulari d'introducció de dades del LANDACAT 2.0 (blocs 1,2,3 i 4)

En la segona part del formulari es troben les dades del moviment de massa pròpiament dit amb les seves característiques morfològiques i el seu possible origen. El quart bloc descriu el tipus de moviment, les seves dimensions, característiques dels materials mobilitzats, ús del sòl i estat de l'activitat del moviment. El cinquè bloc intenta descriure les possibles causes que van originar el moviment. El sisè bloc descriu les característiques geomorfològiques del les tres parts del moviment (coronació, trajecte i peu).

Característiques del moviment:		
1) Tipus de moviment:		
Principal	Lliscament rotacional	
<input checked="" type="checkbox"/>	Altres moviments presents	
Secundari		
Altres		
2) Dimensions del moviment:		
Geometria:		
Longitud(m)	0	
Amplada mitja(m)	0	
Profunditat fenomen		
Valor mig profunditat (m)	0	
Pendent mig(°):		
Coronació	0	
Peu i z. de trajecte	0	
Àrea (m3)	0,0	
Volum (m3)	0	
Rang de volums (m3)		
3) Característiques del material mobilitzat:		
Litologia	Principal	Argil·lita
	<input checked="" type="checkbox"/>	Altres litologies presents
	Secundaria	
	Altres	Bretxa
Tipus de material mobilitzat		
4) Us del sòl / vegetació:		
	Predominant	Bosc
	Secundari	
5) Estat actual de l'activitat del moviment:		
Estat actual		
<input checked="" type="checkbox"/>	Primer moviment	
<input checked="" type="checkbox"/>	Reactivació	
Causes del moviment:		
1) <input checked="" type="checkbox"/>	Climatològiques	
	Tipus de pluja	
	Precipitació (mm)	
	Durada (h)	
2) <input type="checkbox"/>	Antròpiques	
3) <input type="checkbox"/>	Altres	
Característiques geomorfològiques (cicatrus, esqurdes de tracció, surgències, vegetació,...):		
1) Descripció de la zona de coronació		
2) Descripció de la zona de trajecte		
3) Descripció de la zona del peu		

Figura 4. Segona part del formulari d'introducció de dades del LANDACAT



Per acabar la part final del formulari es tracten les possibles conseqüències d'aquest moviment de massa; es parla dels danys provocats i les possibles mesures correctores. En el setè bloc es tracten els efectes del moviment ja siguin danys materials o danys a la població. Per últim tenim el bloc de perillositat pel futur al vuitè bloc, les mesures correctores aplicades al novè bloc i les possibles millores en el novè bloc, i finalment un bloc de comentaris addicionals.

**Efectes:**

Construcció afectada        Nivell general de danys

**Danys a persones:**      **Danys materials:**

Víctimes mortals  0      Edificis afectats

Damnificades  0      Carreteres afectades

Desaparegudes  0      Altres infraestructures afectades

Ferides  0

Valor econòmic de les pèrdues

---

**Perillositat en el futur**

8

---

**Mesures correctores:**

**Existentis:**      **Possibles mesures futures:**

Si existeixen dos tipus diferents de mesures correctores:

Altres comentaris

9

---

**Altres comentaris:**

10

**Figura 5.** Últims blocs del formulari d'introducció de dades del LANDACAT

Tal i com es pot comprovar es tracta d'una descripció bastant exhaustiva del moviment utilitzant uns rangs establerts per cada camp per poder sintetitzar els resultats obtinguts al camp. Les dades introduïdes són conservades en una sèrie de taules que són fàcilment consultables i editables.