

IV Reunión de Geomorfología  
Grandal d' Anglade, A. y Pagés Valcarlos, J., Eds.  
1996, Sociedad Española de Geomorfología  
O Castro (A Coruña)

## PRESENTACION DE UN LEVANTAMIENTO GEOMORFOLOGICO COMO DOCUMENTO BASICO PARA TRAZAR MAPAS DE PELIGROSIDAD NATURAL

Lugaresaresti, J.I. y Sáenz, M.A.

Arrain Network. Ikaro Kalea zki 9, 1hena - eskuin. 48990 Getxo (Bizkaia).

### RESUMEN

El siguiente trabajo describe una leyenda geomorfológica aplicada donde van a señalarse los procesos naturales. Cada uno de ellos tiene una manifestación temporal y espacial. Por ello va a darse mucha relevancia a las recurrencias específicas de cada proceso y, a la vez, una representación cartográfica de los fenómenos descritos. Las inestabilidades de ladera tendrán un seguimiento particular. A partir de un trabajo de síntesis, pueden superponerse todos los caracteres sobre el mapa geomorfológico con la finalidad de trazar mapas de peligrosidad natural.

**Palabras clave:** levantamiento, geomorfología, procesos, recurrencia, peligrosidad, leyenda

### ABSTRACT

The next work shows an applied legend on geomorphology where is possible to carry out natural processes in order to study spatial and temporal features. At both processes is being affected to specific recurrence, spatial behaviour and thereby is subjected to mapping. After that, the local small landslides was based on a specific study. Along a synthesis approach it is possible to cover up the first geomorphological survey for depicting natural hazard maps.

**Key words:** Survey, geomorphology, processes, recurrence, hazards, legend

### INTRODUCCIÓN

Recientemente, algunos proyectos surgidos en el ámbito de la Unión Europea, han sido trazados gran cantidad de mapas donde eran anotados los procesos naturales. Entre los más conocidos destacaremos el EPOCH (European Community Program on Climatic Hazards) y Euroflood. Actualmente los mapas geomorfológicos constituyen uno de los documentos básicos, pero no el único, para efectuar levantamientos de peligrosidad natural. En algunos casos la información geomorfológica puede completarse con datos geotécnicos, hidrológicos, gravimétricos que pueden resultar de gran utilidad para el establecimiento de recurrencias.

El mapa que presentamos corresponde al sector occidental del Territorio Foral de Bizkaia y, cubre una parte del sistema fluvial Gobela - Udondo que aforan al estuario del Nervión por su margen derecha. También mostramos el sector litoral adyacente para incluir el proceso de sumersión (Fig. 1).

Los levantamientos de peligrosidad natural pueden efectuarse por agregación (mapas analíticos), o bien por desagregación (sintéticos) y, también emplear aproximaciones combinadas analítico/sintéticas. A través de cualquiera de las aproximaciones, conseguimos cartografías de peligrosidad natural, señalando los procesos, área de afección, actividad y, en algunos casos, recurrencia. Como veremos más adelante en la zona levantada, las inundaciones fluviales, encharcamientos, abordajes de olas y deslizamientos son por ese orden los procesos naturales más importantes.

Siempre que superpongamos información sobre un mapa geomorfológico, una base topográfica en color podría ahorrarnos muchos problemas de lectura. Anotamos todo tipo de datos: información tectónico - estructural, procesos, formas, depósitos, etc, que trazados sobre una base topográfica convencional (en blanco y negro) puede ocultarse la mayor parte de la información. Una segunda capa de información debe clarificar esta cuestión, utilizando la base geomorfológica como guía y, así seleccionar procesos. Por ejemplo, la línea de avenida máxima vendría a coincidir con el borde exterior de la llanura aluvial; los encharcamientos con aspectos microtopográficos y humanos; los deslizamientos con puntos frágiles de una ladera, etc.

En el terreno conceptual muchos autores suelen referirse al término de peligrosidad como *la probabilidad de que en cierto periodo y cierta área, pueda producirse un fenómeno natural de gran intensidad de carácter atmosférico, sísmico o inundación* (MASKREY, 1989). Además debemos tener presente que cuando estudiamos procesos habremos de tener en cuenta que cada procesos tiene un comportamiento intrínseco (intensidad), un área donde va a darse (actividad) y, un periodo de tiempo en el que se desarrolla (recurrencia).

## FUENTES Y OBJETIVOS

Como señalábamos en el punto anterior, cada uno de los procesos tiene un grado de actividad, recurrencia e intensidad. Por ello no existe un criterio técnico homogéneo que pueda ser aplicado a todos los procesos naturales. Algunos técnicos colaboradores del EPOCH, como BRUNSDEN & IBSEN (1993) en el caso de los deslizamientos, ven primordial un seguimiento histórico de los mismos, utilizando información de archivo para establecer el grado de actividad de los mismos, así como su intensidad. Cuestión que posteriormente será retomada por FLAGEOLLET (1993) para confeccionar una tabla de clasificación (Fig 2).

En cambio estos mismos criterios de homogeneización van a resultar bastante difíciles en procesos de inundación y sumersión. El comportamiento de un río guarda una relación directa con la superficie abarcada por su cuenca, régimen de precipitaciones, así como las intervenciones humanas sobre los cauces. Además, en ríos con cuencas inferiores a los 60 km<sup>2</sup> como es el caso que exponemos, es muy difícil encontrarlas aforadas, con lo cual contaríamos con un inconveniente adicional al no disponer de datos cuantitativos. Aspectos que pueden complicarse mucho más cuando analicemos los oleajes, aunque en este

último caso existe una normalización internacional para la medida de parámetros como la intensidad, y periodos de retorno de los oleajes en una región marítima, Se trata de datos meteorológicos que son estudiados por la ingeniería portuaria y la oceanografía.

Los procesos de encharcamiento han sido asociados a los de inundación por desbordamiento, resultando muy complicado el discernimiento en un caso del otro. Problema harto complejo en zonas llanas, pero muy comprensible en zonas urbanas, donde la impermeabilización por el asfalto y un deficiente mantenimiento, junto a las actuaciones negligentes de los particulares y las autoridades locales, propician este tipo de acumulaciones de agua. Las tormentas estivales o los largos periodos de lluvia muestran este proceso en muchas de nuestras ciudades. En consecuencia habremos de manejar información pluviométrica con especial atención a la intensidad horaria (concentración en el tiempo de una precipitación dada).

Insistimos anteriormente no existen unos procedimientos rígidos para la confección de mapas de peligrosidad natural, si bien para determinados procesos como pudieran ser los que afectan a las laderas, es muy conveniente trazar un mapa geomorfológico. En nuestro caso hemos creído necesario trabajar con un levantamiento previo, para obtener en un segundo término un mapa sintético de peligrosidad natural.

### METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL LEVANTAMIENTO

En un plano técnico el levantamiento ha sido posible gracias a una triple superposición: topografía, geomorfología y finalmente procesos naturales. Esto ha sido posible gracias a la utilización del color y films transparentes que solucionaron problemas de representación para conseguir una base geomorfológica de bastante fidelidad.

En cambio, estamos en condiciones de asegurar que no existe una metodología única para trazar mapas de peligrosidad natural, sino diversos procedimientos de levantamiento. Por ello, la cartografía de zonas inundables conllevaría un estudio hidromorfométrico: en para los deslizamientos, un seguimiento histórico y; para los fenómenos de sumersión marina un estudio profundo de la climatología marina que es denominado como *wave climate studies* por el US Army Coastal Engineering Research Center (1977).

### PREPARACIÓN TÉCNICA: BASE GEOMORFOLÓGICA

Utilizamos la malla cartografica editada por la Diputación Foral de Bizkaia (DFB), de la cual tomamos las hojas 1: 5.000 que redujimos hasta una escala aproximada de 1: 17.000. Esta manipulación fue efectuada en la oficina técnica del Departamento de Cartografía Foral en Bilbao. Después obtuvimos copias en poliéster utilizando una fotocopiadora lasser, consiguiendo una base en rojo.

Paralelamente hubimos de diseñar una leyenda geomorfológica que fuera descriptiva. Adaptamos la simbología aplicativa propuesta por BETTELLI *et al.* (1993) en el levantamiento efectuado en varios pueblos de la Provincia de Modena (Italia). Utilizaron bases topográficas a escala 1: 10.000 y dieron relevancia a los procesos de ladera, especialmente a los grandes

deslizamientos (frana) y algunos procesos de acarcavamiento (*calanchi*). En cuanto a las posibilidades aplicativas en áreas urbanas, el Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia, incorpora los levantamientos geomorfológicos al futuro planeamiento de 10 ciudades italianas.

Con estos precedentes diseñamos una leyenda geomorfológica estructurada en los mismos registros a los establecidos por el GNGFG, de los cuales exceptuamos por ausencia formas y procesos derivados de la acción glaciaria:

- a) - Datos estructurales
- b) - Formas tectónicas y estructurales
- c) - Formas, procesos y depósitos gravitacionales de ladera
- d) - Formas, procesos y depósitos por agua corriente superficial
- e) - Formas, procesos y depósitos marinos
- f) - formas y depósitos eólicos
- g) -Formas, procesos y depósitos antrópicos
- h) -Hidrografía
- i) - Hipsometría
- j) - Aspectos bióticos

El último registro lo citamos a partir de la leyenda presentada por PANIZZA (1972) y, que en nuestro caso tiene importancia a partir de los procesos bióticos desarrollados por algunas colonias de moluscos marinos en la zona portuaria.

#### PROCEDIMIENTOS PARA EL GRAFIADO DE MAPAS DE PELIGROSIDAD

##### *Inundaciones por desbordamiento y por encharcamiento.*

Hemos entendido como inundación al anegamiento por agua dulce (procedente de la lluvia) de aquella superficie de terreno próxima a un río. Entonces diremos que existe una inundación por desbordamiento. En cambio, apreciaremos encharcamientos en aquellas superficies generalmente urbanas donde debido a las construcciones humanas, impermeabilización del suelo por las capas asfálticas u otros motivos, existe una facilidad para que se acumule el agua procedente de las lluvias intensas (endorreismo urbano), reventones del alcantarillado o la red de distribución de agua potable.

Para el trazado de mapas de susceptibilidad ante las inundaciones por desbordamiento, hemos procedido a estudiar varias inundaciones históricas. En la zona test resultaron particularmente interesantes la del 12/06/1977 y la del 28/08/1983. El borde exterior alcanzado por la primera avenida coincidió con el límite de la llanura aluvial, mientras que sobre el flujo fluvial era retenido en su punta por la pleamar, un cauce saturado de escombros y puentes con luz insuficiente. En el proceso de cartografiado recorrimos los distritos afectados, encontrando en algunos casos las marcas de las aguas sobre los edificios, por lo cual nos fue posible anotar cotas de la crecida.

Las áreas susceptibles de inundación por encharcamiento coinciden con los pies de acantilado relictos, muelles portuarios, sectores urbanos con pendientes inferiores al 5%, patios de luces y, más recientemente, en

coincidencia con grandes obras viarias, la intercepción que hacen estas de los flujos de escorrentía urbana. Los túneles y los escarpes artificiales pueden convertirse en grandes balsas de agua si existe una obstrucción de los drenes y tuberías de desagüe. También habremos anotar encharcamientos puntuales debido a la presencia de agua en el interior de sótanos, garajes, huecos de ascensores, etc.

El grafiado de zonas inundables ha utilizado dos tipos de trazo: superficies homogéneas para indicar superficies de anegamiento y, puntos para indicar aquellas zonas susceptibles a las acumulaciones locales y formación de balsas (Tabla 1).

*Inundaciones por agua salada. Abordajes de olas (sumersión marina).*

Muchos técnicos engloban bajo el término sumersión aspectos erosivos motivados por el abordaje de las olas. En nuestro caso solamente vamos a analizar los golpes de agua y la inundación subsecuente causada por las olas, olvidándonos de los efectos mecánicos (cabitación y abrasión). Este tipo de fenómenos son habituales en las instalaciones portuarias y viviendas e instalaciones próximas a la línea de playa, que durante los temporales, padecen el abordaje de las olas. La presencia de agua salada propicia fenómenos de alteración química (corrosión) de los objetos en contacto.

Hemos efectuado una representación gráfica mediante flechas gruesas, las cuales indican el sentido habitual de abordaje.

*Movimientos de ladera*

Los movimientos de ladera que aparecen en el mapa que presentamos como panel, vienen dándose sobre materiales antropogénicos y en laderas. Son inestabilidades puntuales y, a veces, cada una de ellas tiene un comportamiento específico según el estado de actividad, superficie deslizada y posibles desencadenantes.

En el área de estudio constituye un hecho bastante conflictivo adjudicar una superficie homogénea de una ladera el término de inestable. La causa fundamental es debida a que no toda ella lo es, sino que existen unos puntos más frágiles que otros debido a factores litológicos, humanos e hídricos (circulación de agua subterránea). También es problemático representar frentes de coronación inferiores a 10 m, aunque en estos casos la discriminación de los mismos no la efectuamos tanto midiendo la rotura, sino observando el grado de actividad y superficie deslizada. Todo depende del destino que querramos dar posteriormente a los mapas de peligrosidad, detallando previamente el número de inestabilidades existentes por unidad de superficie (hectárea). Un levantamiento efectuado en el Norte de Italia por BERGONZONI *et al.* (1995), desechó la posibilidad de grafiar a escala 1:10.000 deslizamientos con frentes inferiores a los 10. Evidentemente la región estaba afectada por movimientos de tipo *mudflow* muy característicos conocidos con el nombre de *frana*.

Hemos caracterizado los deslizamientos atendiendo a la longitud del frente de ruptura, el grado de actividad y la superficie total deslizada. En todos los casos ha sido posible efectuar una pequeña jerarquía combinando figuras geométricas y tramas.

Tabla 1. Tabla de crecidas históricas. Source: Lugaresaresti (1992).

SUPERFICIE ANEGADA POR DESBORDAMIENTO DURANTE LA INUNDACIÓN DEL 12/6/1977	
Puntos observados	Altura alcanzada
1.- Mecánica de la Peña S.A.	0,30 m
2.- MECANER S.A.	0,35 m
3.- Arroyo Lemoso (Larrabasterra-Sopela)	0,80 m
4.- PERFORMA S.A. (Larrabasterra)	0,90 m
5.- BECA GRÁFICA S.A. (Berango)	No alcanzó las naves
6.- EROSKI S. Coop (Berango)	1,10 m
7.- Bo. Ollarretxe (Andramari-Getxo)	0,60 m
8.- Avda. Salsidu-Zubieta (Algorta)	1,60 m
9.- Políg. Residencial OICOSA (I) (Algorta)	0,35 m
10.- Arroyo Itze en el Bo. Sta Ana (Berango)	0,55 m
11.- C. Deportiva de Fadura (Algorta-Getxo)	1,25 m
12.- Est. de bombeo de Bolue (Algorta-Getxo)	2,10 m
13.- Bo. de Aiboa (Algorta-Getxo)	1,80 m
14.- Bo. de Neguri "Langile" (Algorta-Getxo)	1,60 m
15.- C/ Lope de Vega (Errondo-Getxo)	1,65 m
16.- Estación FF.VV.-ET.B. (Areeta-Getxo)	1,45 m
17.- Bo Elexalde (Leioa)	Obstrucción de la tubería
18.- Plza. de Sta. Ana (Areeta-Getxo)	0,40 m
19.- AGRA S.A.; VICRILA S.A. (Lamiako-Leioa)	0,40 m

Nota: El Parque de Automóviles de Artillería ubicado en Berango, fue transformado en un Hipermercado en 1987

### RESULTADOS: MAPAS SINTÉTICOS DE PELIGROSIDAD NATURAL

Según venimos mostrando, la cartografía sintética de peligrosidad natural procede de una interpretación del mapa geomorfológico base. Los procesos aparecen representados puntualmente (un deslizamiento, balsa de agua), o bien trazando superficies homogéneas como es en el caso de las inundaciones.

Para el mapa final hemos escogido una nomenclatura que identifica el proceso con una letra mayúscula. Después pasamos a la utilización de figuras geométricas para representar fenómenos puntuales y área afectada. Finalmente la trama (negrita o hueca) señalaría el grado de actividad.

#### LEYENDA REFERENTE A LOS DESLIZAMIENTOS

*Leyenda utilizada en la cartografía de inestabilidades de ladera*

A - GRADO DE ACTIVIDAD  
Activo  
Inactivo

B - SUPERFICIE DESLIZADA  
> 1000 m<sup>2</sup>

De 500 a 1000 m<sup>2</sup>  
< 500 m<sup>2</sup>

C - LONGITUD DE LOS FRENTES DE CORONACIÓN

> 100 m  
De 50 a 100 m  
< 50 m

LEYENDA FINAL

- I - Superficie anegada por la inundación histórica de 1977.
- E - Area afectada por encharcamientos.
- E - Encharcamientos puntuales.
- S - Submersión.
- D - Sector de ladera en la que se existen movimientos de ladera.

CONCLUSIONES

Este tipo de cartografías han sido profusamente utilizadas en diversas prospectivas. Una de ellas, de directa aplicación, como es su conversión en mapas de riesgos naturales. Incluso en estos momentos aun no están claras las fronteras semánticas, aunque sí en la teoría, entre riesgo y peligrosidad natural y riesgo. En el levantamiento que hemos efectuado no hemos tratado este tipo de relaciones, las cuales quedarían abiertas para una posterior discusión.

Por el momento, estaríamos en condiciones de asegurar que un levantamiento de peligrosidad natural, solamente debería de aglutinar procesos naturales. En un medio humanizado, éstos podrían suponer una amenaza potencial. Entonces y, a partir de la interacción de los sistemas físicos (procesos naturales) con los sistemas humanos (bienes humanos), surgiría un valor de pérdida que denominaríamos riesgo. De cómo determinar esa pérdida, en términos económicos o no económicos, sería otra cuestión de debate posterior después de orientar un mapa de peligrosidad a una valoración de riesgos naturales.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MASKREY, A. (1989). Disaster mitigation. A community based approach. Development guidelines. No 3. Brian Paratt (Ed). Osfam.
- FLAGEOLLET, J.C. (1993). The time dimension in the mapping of Earth. Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community. (R. Casale, R. Francheti & J. C. Flageollet Eds). 1 - 20. EPOCH Project. European Commission. Bruselles.
- BRUNSDEN, D & IBSEN, M. L. (1993). The nature of the European Archive of historical landslide data, with specific reference to the United Kingdom. (R. Casale, R. Francheti & J. C. Flageollet Eds). 21 -70. EPOCH Project. European Commission. Bruselles.
- BERGONZONI, M.; VEZZANI, A.; LUGARESARETI, J. I.; SOLDATI, M. & BARANI, D. (1995). Environmental Impact Assessment studies in the Regional Park of Sassi di Roccamalatina (Northern Apennines, Italy). Geomorphology and Environmental Impact Assessment. Proceedings of the 1st and 2nd Workshops of a " Human Capital and Mobility " Project. 139 -156. Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria. Milano.
- BETTELLI, G.; PANINI, F.; BONAZZI, U.; CONTI, S.; TOSATTI, G. & SOLDATI, M. (1993). Atlante dei centri abitati instabili della Provincia di Modena. Presidenza del Consiglio dei Ministri. Dipartimento della Protezione Civile. CNR. Roma.
- US ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER (1977). Shore protection manual . I to III + Appendixes. Fort Belvoir. Virginia,

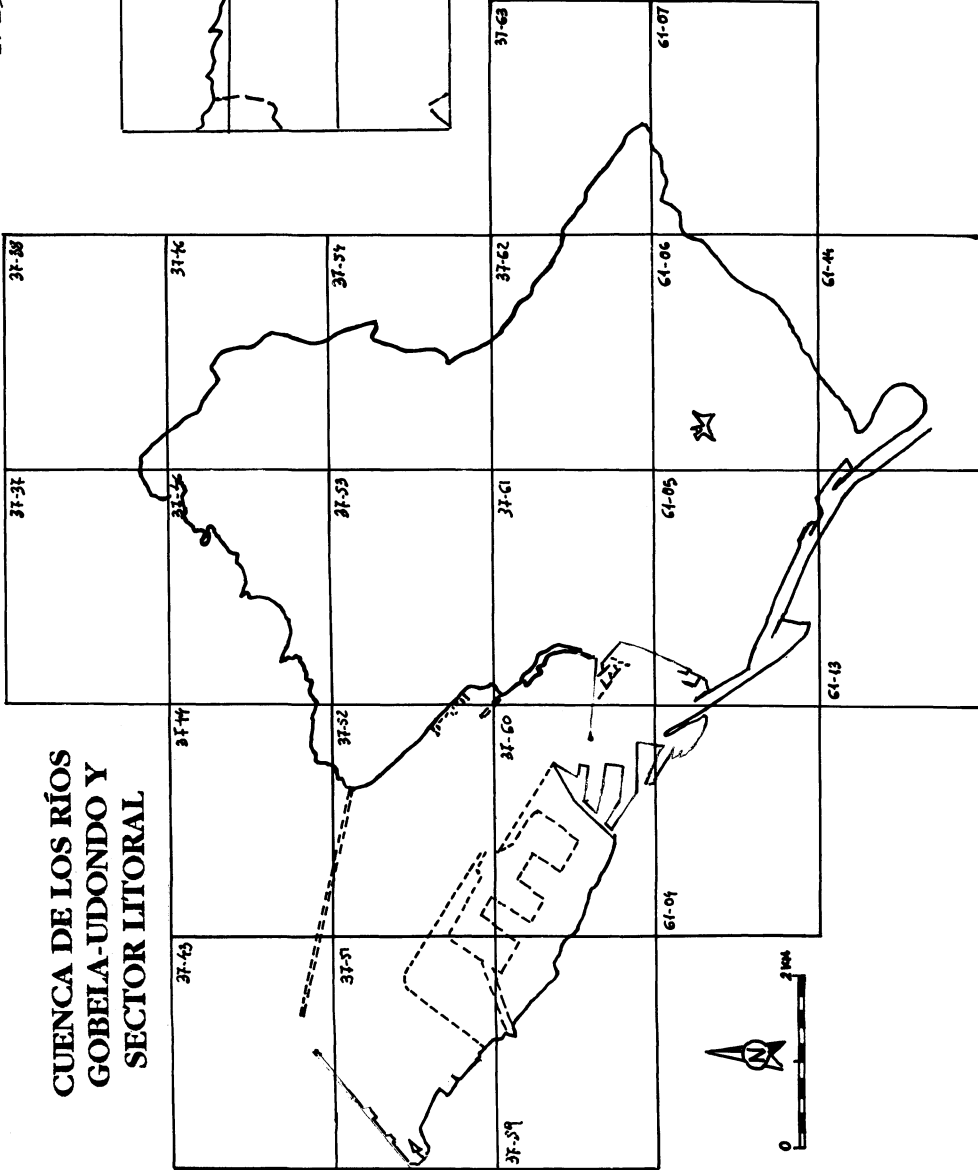
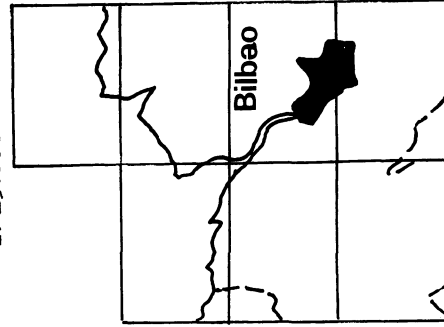
### Pies de Figura

Fig. 1. Localización del área cartografiada. Cuadrícula de la Diputación Foral de Bizkaia DFB

Fig. 2. Una terminología para la identificación y datación de deslizamientos. Fuente: Flageollet (1994). Proyecto EPOCH.



SECTOR OCC. DE BIZKAIA  
ESQUEMA M.T.N.  
1: 25.000



STATE OF ACTIVITY INCIDENCE	TYPE OF ACTIVITY	RETURN PERIOD	MODE OF ACTIVITY PERIOD OF LAST ACTIVITY	
<p><b>INACTIVE</b></p> <p>- Definitely or long term</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>STABILIZED</b></p> <p>- Temporarily</p> <p>- Or in a predefined period ( i.e. 200 ans)=</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>DORMANT</b></p> <p><i>Renewal failure</i></p> <p><b>ACTIVE</b></p> <p><i>First time or reactivation failure</i></p>	<p><b>SINGULAR</b></p> <p><b>EPISODIC</b> (Irregular evolution)</p> <p><b>INTERMITTENT</b> (Regular evolution)</p> <p>- non Seasonal</p> <p>- Seasonal</p> <p><b>CONTINUOUS</b></p>	<p><b>Long term:</b> ( &gt; 1,000 years)</p> <p><b>Low frequency</b> (100 - 1,000 years)</p> <p><b>Medium frequency</b> (10 - 100 years)</p> <p><b>High frequency</b> (1 -10 years)</p> <p><b>Very high frequency</b> ( &lt; 1 year)</p> <p>( &lt; 1 day)</p>	<p><b>RANDOM</b> ( Stick slip)</p> <p><b>PROGRESSIVE</b> (Increasing rate)</p> <p><b>SURGE</b></p>	<p><b>PRE-QUATERNARY</b> ( &gt; 2,000,000 years)</p> <p><b>PLEISTOCENE</b></p> <p style="padding-left: 40px;"><b>-Lower</b> (700,00 -2,000,000)</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>- Middle Upper</b> (10,000 - 700,000)</p> <p><b>HOLOCENE</b></p> <p style="padding-left: 40px;"><b>-ancient</b> (3,000 - 10,000)</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>-ancient historic</b> (200 - 3,000)</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>- recent historic</b> (1 -200)</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>- present</b> ( &lt; 1)</p> <p>J.C. FLAGEOLLET</p>

ACORDING TO C. Bisci, D. Brunsden, F. Dramis, M. Ibsen