

CURSO INESTABILIDAD DE LADERAS

ABRIL 28, 2023



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA

EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE INESTABILIDAD DE LADERAS Y UMBRALES DE LLUVIA DETONAN DESLIZAMIENTOS

ING. LEOBARDO DOMÍNGUEZ MORALES

MTRA. MICHELLE MUNIVE GARCÍA



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



2023
AÑO DE
**Francisco
VILLA**

EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

INTRODUCCIÓN



Porqué es importante conocer los métodos de análisis de inestabilidad de laderas



Límite de la mancha urbana 1981



Límite de mancha urbana 2007





INTRODUCCIÓN

La estabilidad de taludes involucra dos aspectos principales:



<https://twitter.com/geotechtips/status/730981116782465024>



- Diseño de taludes (cortes, terraplenes, presas de tierra, etc.), de tal manera que se satisfagan los requisitos de seguridad requeridos.
- Estudio de la estabilidad de laderas naturales.

INTRODUCCIÓN



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Inicialmente, el estudio de la estabilidad de laderas y taludes se debió a los frecuentes daños que se tenían en terraplenes para ferrocarriles y caminos, así como en cortes y excavaciones para carreteras.

Los primeros intentos para tratar de entender el comportamiento de éstas obras, se basaron en normas o reglas puramente **empíricas**, concebidas de las experiencias vividas, pero sin ningún criterio ingenieril.





INTRODUCCIÓN

Los primeras propuestas de análisis del comportamiento de obras geotécnicas, con **criterios científicos** y **metodológicos**, basados en el entendimiento del comportamiento de los materiales y la forma en que sucedían las fallas, fueron desarrollados por Ch. A. Coulomb (1785) quien, con base los principios de la mecánica clásica, propuso que la resistencia que desarrollan los suelos en la potencial superficie de falla, se debe a la fricción y a la cohesión de los suelos y/o de las rocas:

$$\tau_s = c + \sigma \tan \phi$$



INTRODUCCIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNA NUEVA LEY DE FRICCIÓN CINÉTICA PARA BLOQUES
RÍGIDOS Y SU APLICACIÓN A PROBLEMAS GEOSÍSMICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL – GEOTECNIA

P R E S E N T A

BOGART CAMILLE MÉNDEZ URQUÍDEZ



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



INTRODUCCIÓN

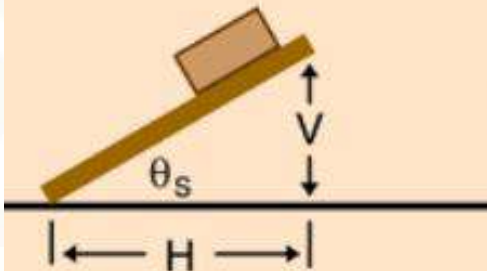
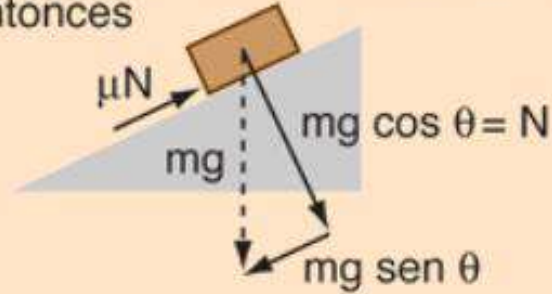


CONCEPTO DE FRICCIÓN

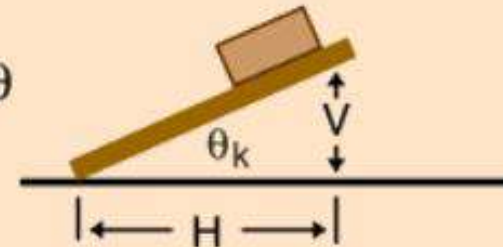
Si la componente de la fuerza de la gravedad hacia abajo del plano inclinado es igual a la fuerza de fricción, entonces

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$$

$$\mu = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$



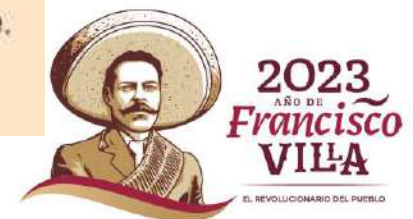
$$\mu = \frac{V}{H} = \tan \theta$$



Caso estático: con el bloque en reposo sobre el plano inclinado, elevar este hasta que el bloque comience a deslizarse. La tangente de ese ángulo umbral, es una medida del coeficiente de fricción estática.

Caso cinético: con el bloque sobre el plano inclinado, levante el plano en pasos y en cada paso empujelo suavemente para ponerlo en movimiento. Si éste no se produce y se para, es porque la fricción supera a la gravedad. Levantar el plano otro paso y repetir el proceso hasta encontrar el ángulo en el cual el bloque se desliza hacia abajo a velocidad constante. La tangente de ese ángulo es una medida del coeficiente de fricción cinética.

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/frict2.html#plo>



INTRODUCCIÓN



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

CONCEPTO DE COHESIÓN

Es la **fuerza** que **une** las partículas de un **suelo fino**.

J. Badillo (1995) es la cualidad por la cual las partículas del suelo se mantienen unidas, como resultado de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas, pero principalmente depende del contenido de humedad en el suelo.



MÉTODOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LADERAS Y TALUDES

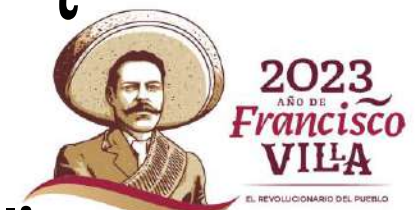
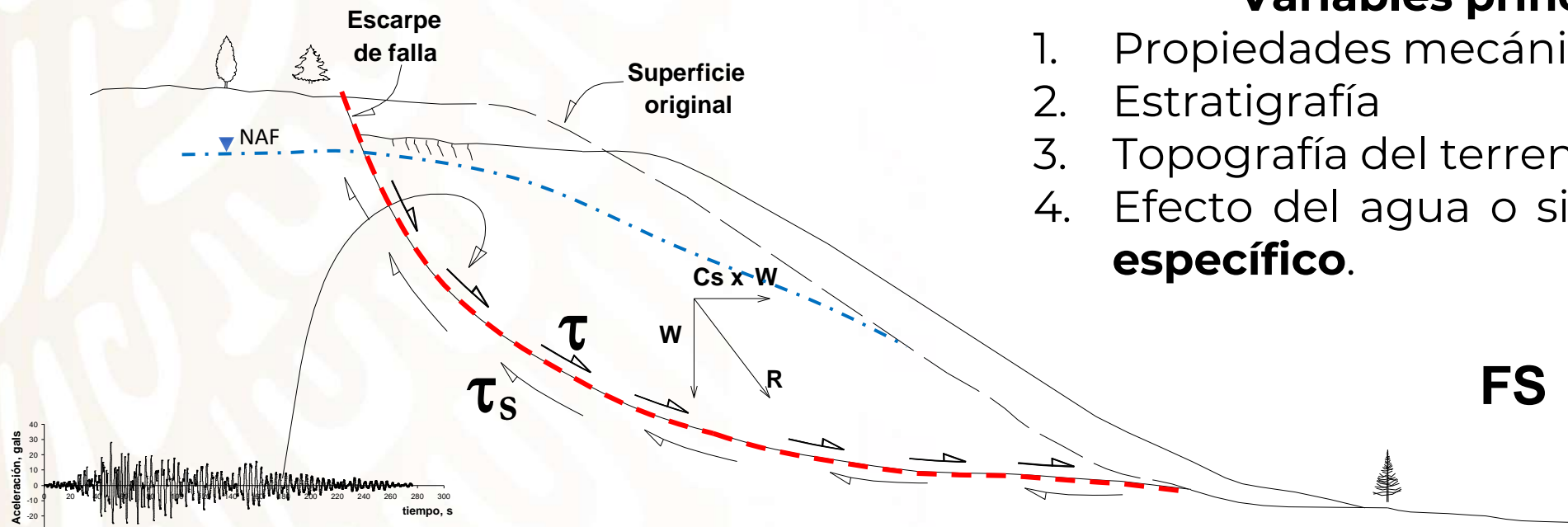
MÉTODOS BASADOS EN LA DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD (FS)

A partir de los conceptos de resistencia al esfuerzo cortante de Coulomb y de la definición del Factor de Seguridad, Terzagui concluyó que la falla se debe a factores internos (condicionantes) y externos (desencadenantes) que modifican los esfuerzos resistentes y actuantes en la potencial superficie de falla o de deslizamiento.

Variables principales:

1. Propiedades mecánicas de los suelos
2. Estratigrafía
3. Topografía del terreno, y
4. Efecto del agua o sismos en el **sitio específico**.

$$FS = \frac{\tau_s}{\tau}$$

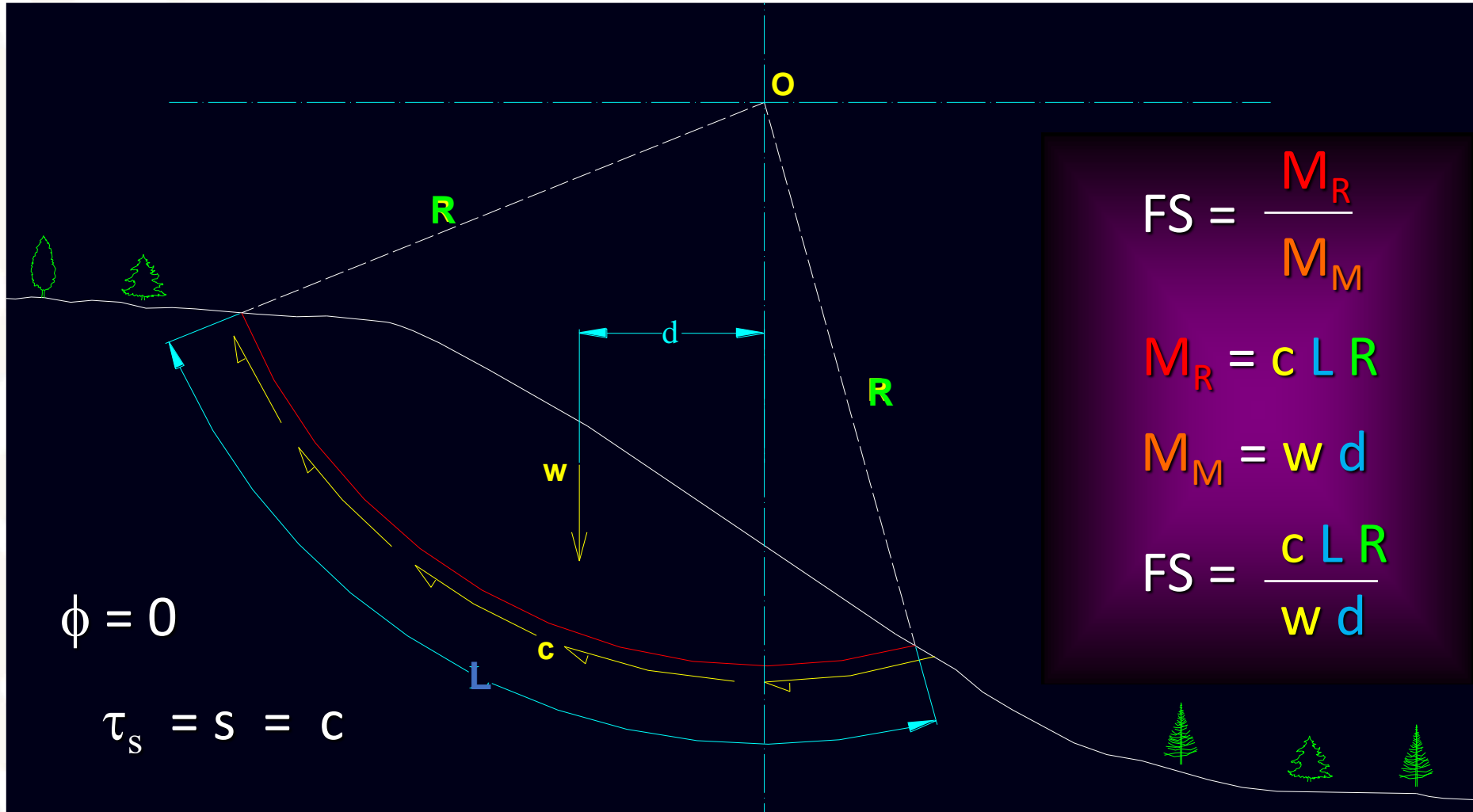


Limitante: Requieren tiempo y resultan costosos para evaluar amplias zonas

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SIMPLIFICADO



CONDICIONES ESTÁTICAS



$$\phi = 0$$

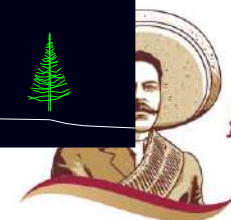
$$\tau_s = s = c$$

$$FS = \frac{M_R}{M_M}$$

$$M_R = c L R$$

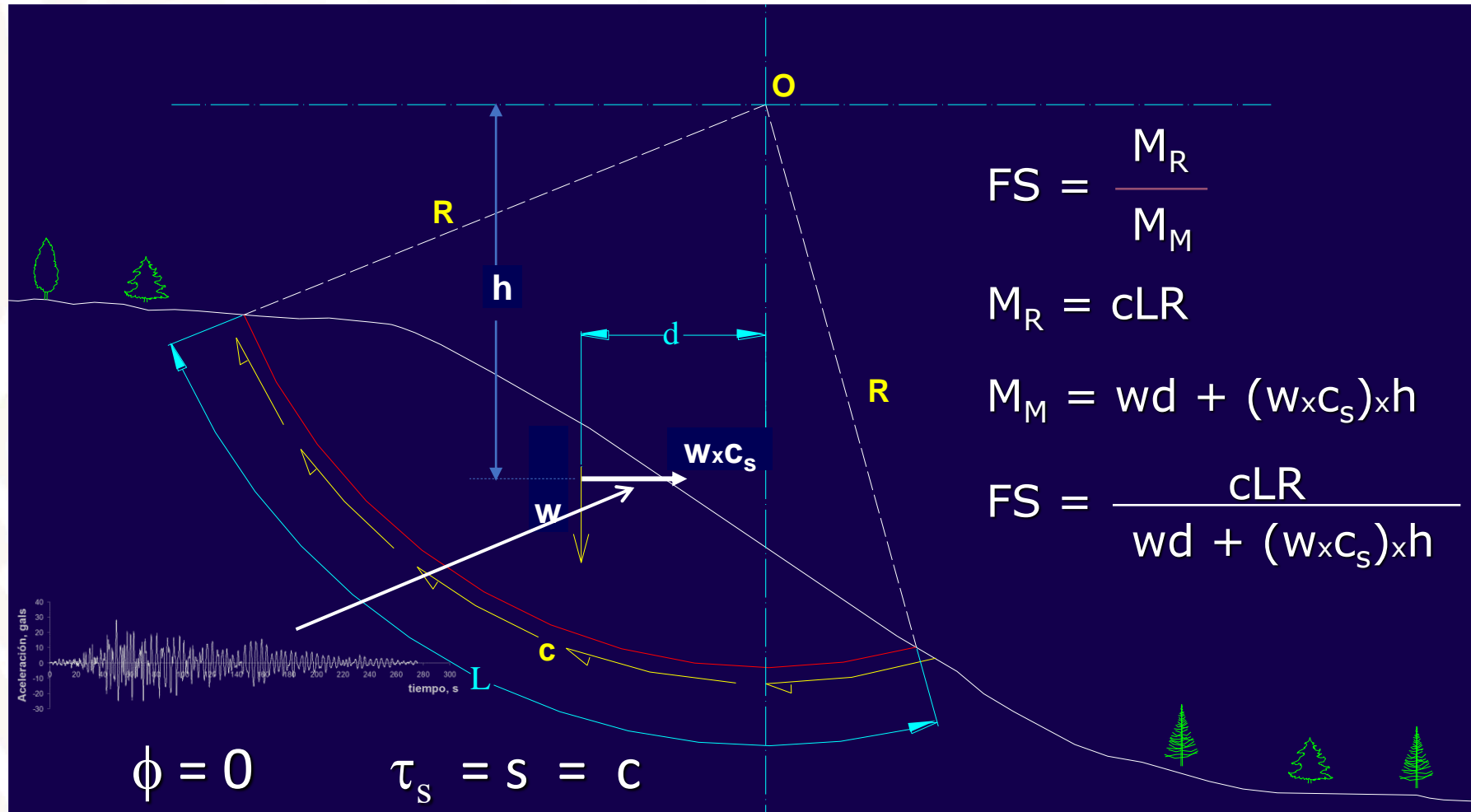
$$M_M = w d$$

$$FS = \frac{c L R}{w d}$$



ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SIMPLIFICADO

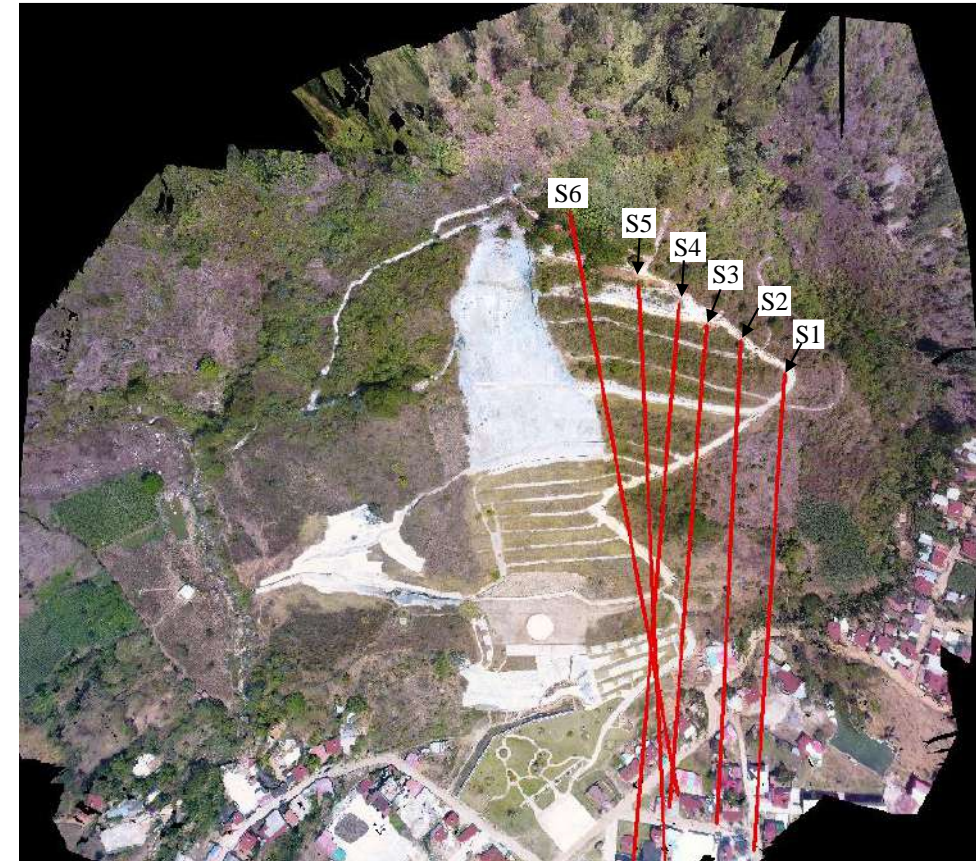
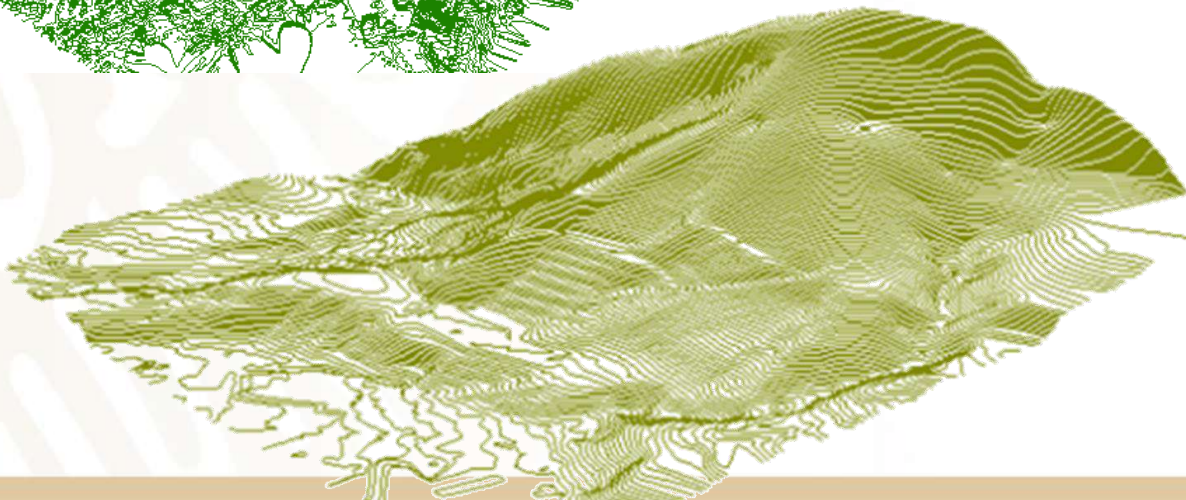
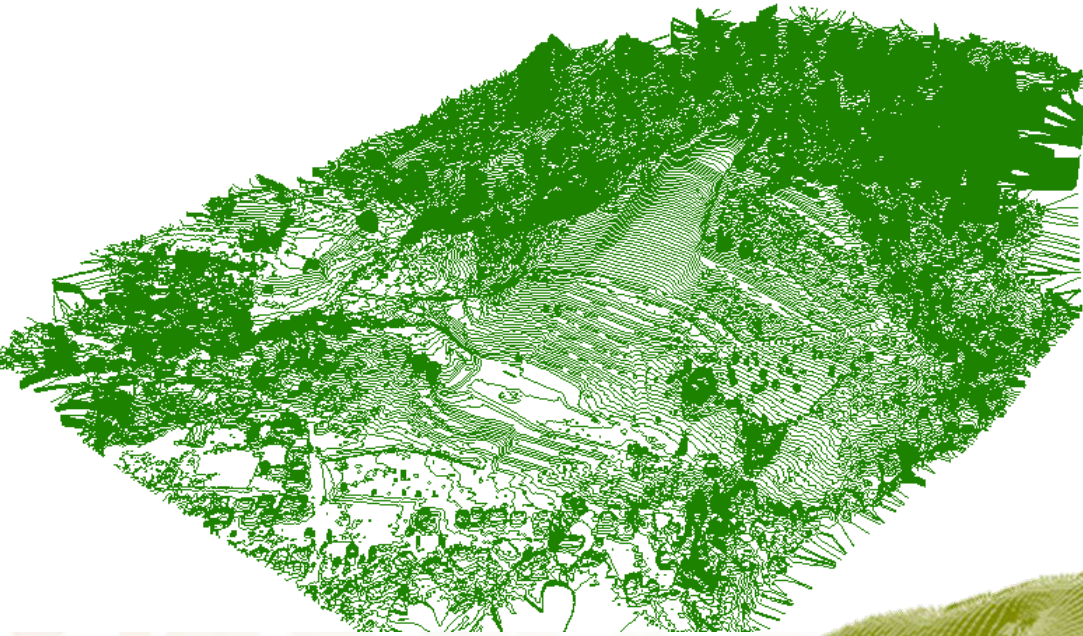
CONDICIONES DINÁMICAS





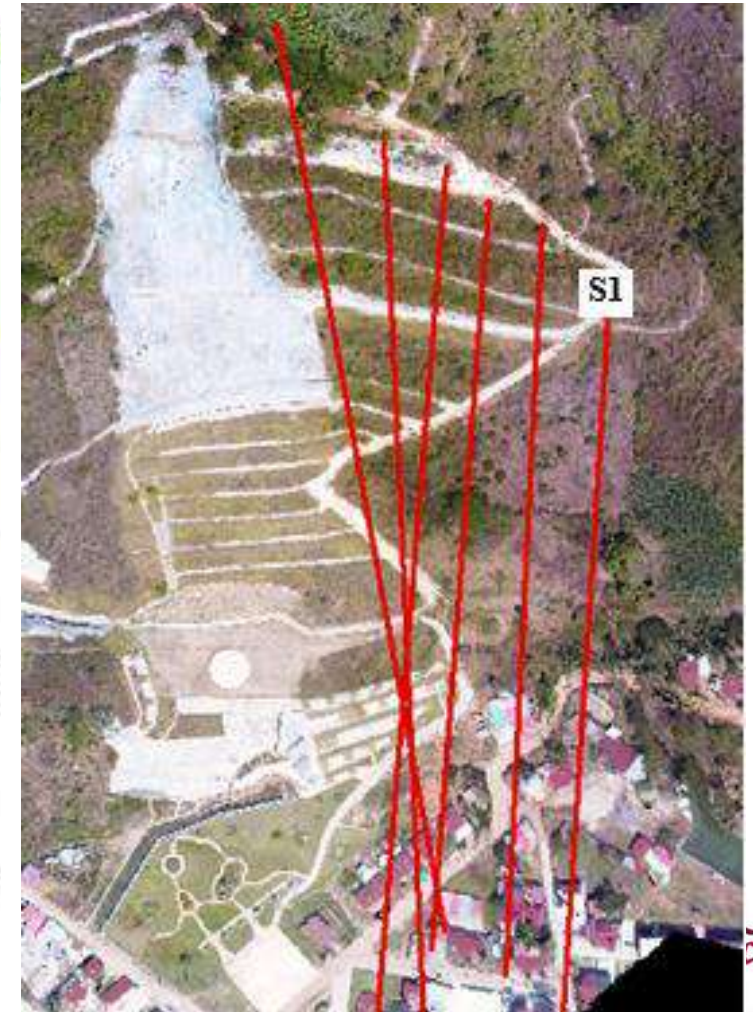
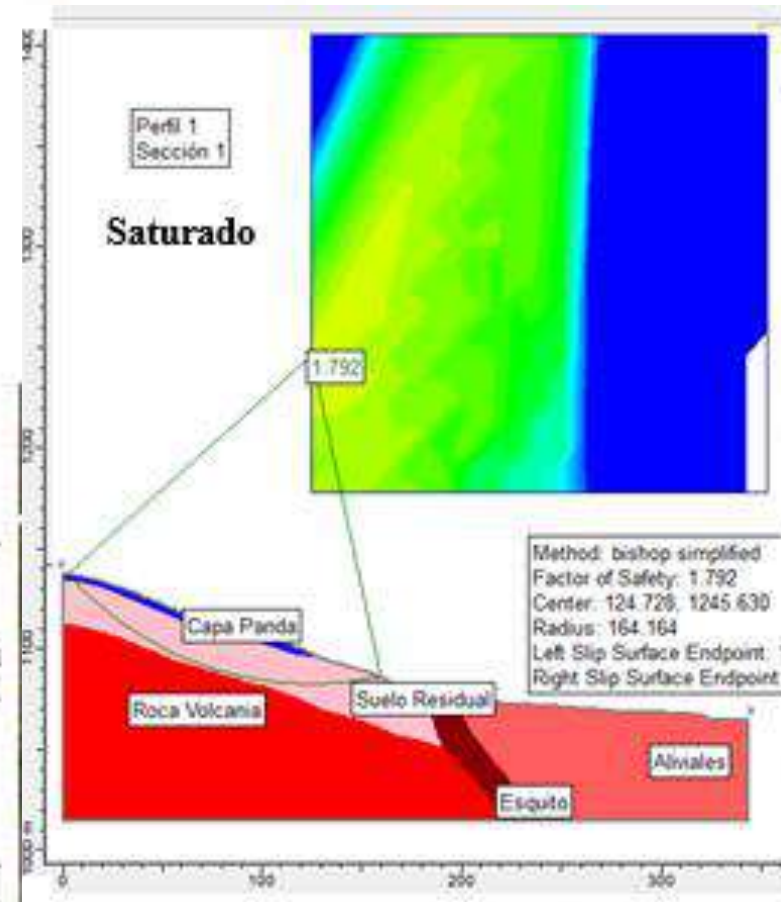
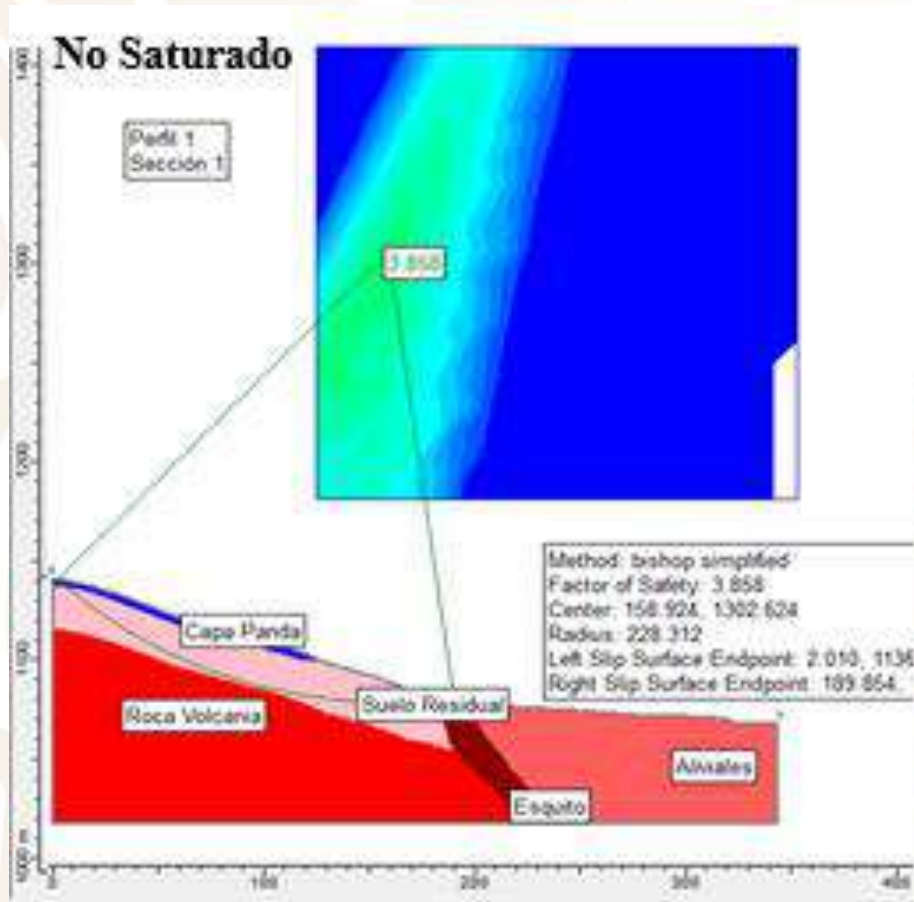
EJEMPLO DE APLICACIÓN

MÉTODOS BASADOS EN LA DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD (FS)



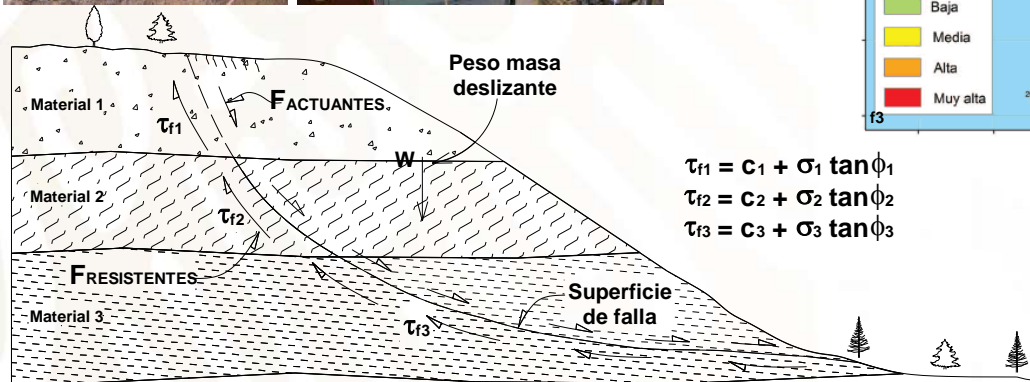
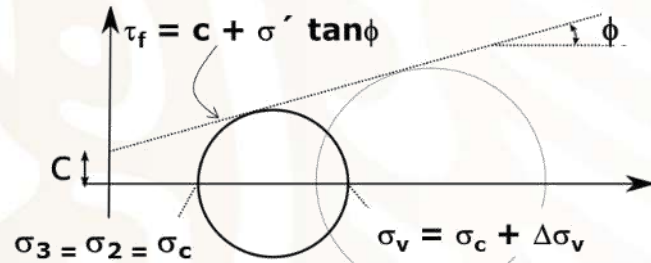
EJEMPLO DE APLICACIÓN

MÉTODOS BASADOS EN LA DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD (FS)

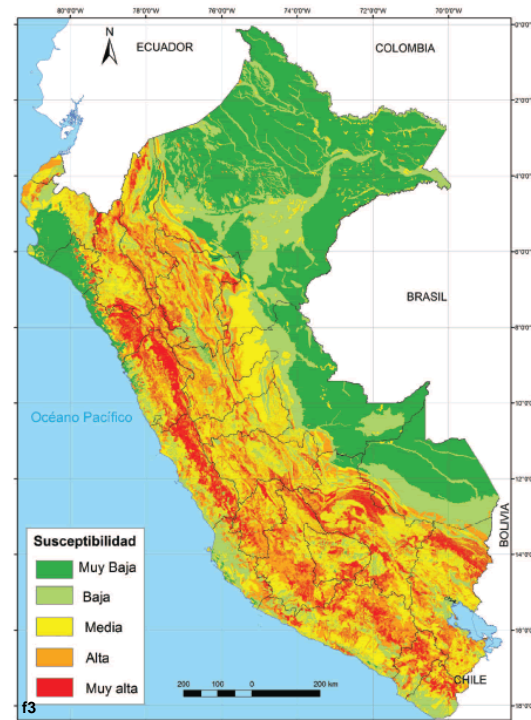


MÉTODOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS

Determinísticos



Heurísticos

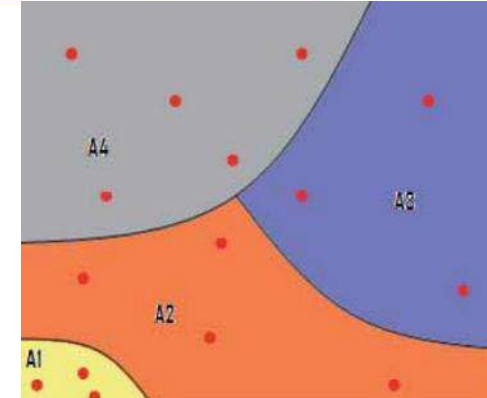


Estadísticos

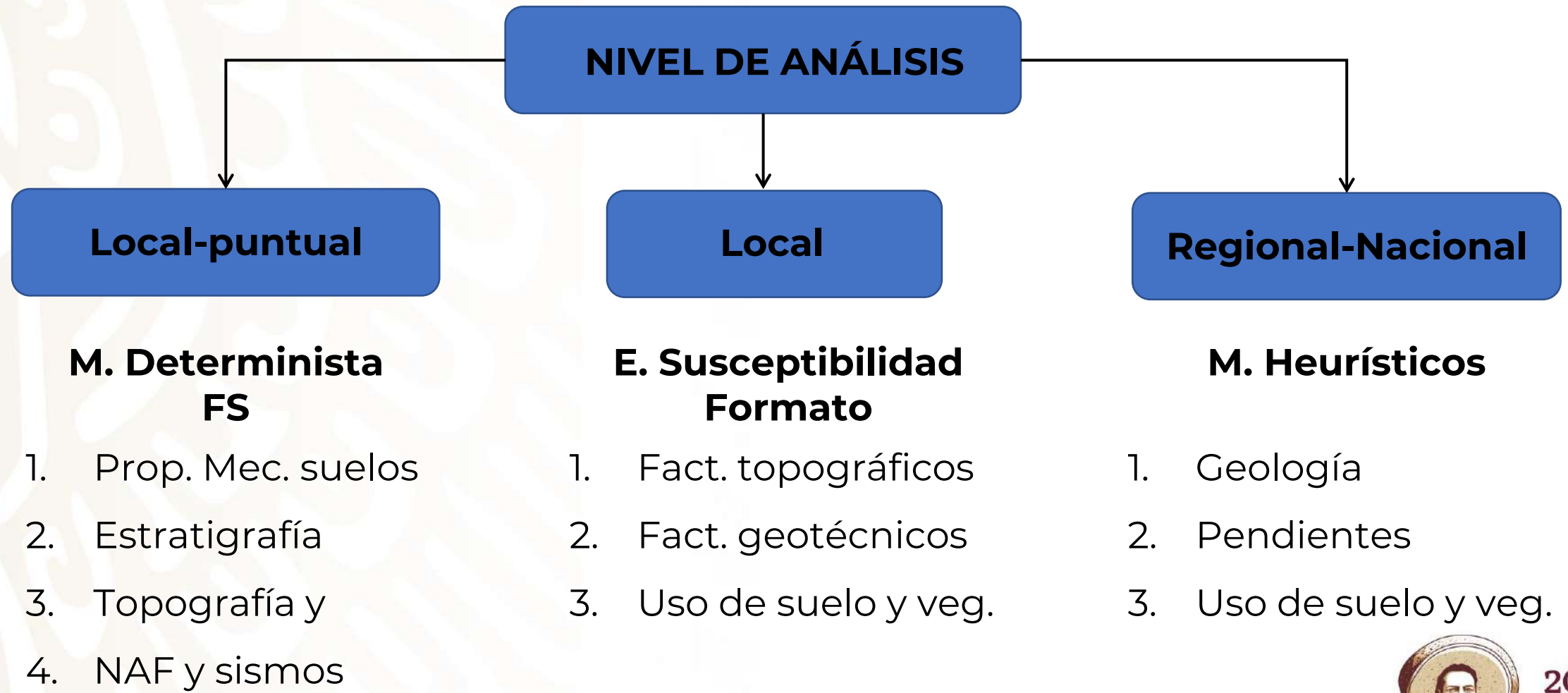
Selected Attributes of movimientos

OBJECTID*	SHAPE*	X	Y
130	Point	489336.862192	296309.577582
131	Point	471831.966944	296927.813615
137	Point	472324.355040	299430.045169
138	Point	472114.810144	289354.946289
142	Point	474352.850658	293988.940533
146	Point	473039.057249	290030.518258
150	Point	469674.506846	291227.923187

Record: 1 | Show: All Selected | Records (167 out of 295 Selected)



NIVEL DE ANÁLISIS Y VARIABLES CONSIDERADAS EN DISTINTOS MÉTODOS





CONCLUSIONES

El problema de la inestabilidad de laderas es un tema complejo debido a la dificultad para determinar las variables que intervienen en su análisis.

Involucra el conocimiento del medio físico, los cambios al entorno natural y la investigación de las propiedades de los materiales.

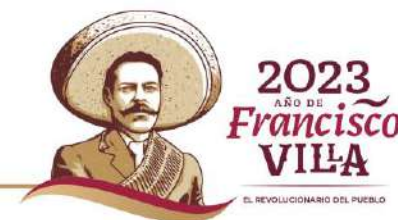
Requiere la participación de diversos especialistas, no sólo de las ramas de la ingeniería y ciencias de la tierra, sino también del ámbito social y económico.

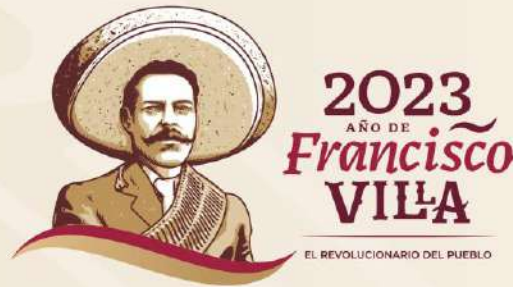




Conclusiones

Acciones tales como la deforestación, cortes, excavaciones, sobrecargas, fugas de agua, escurrimientos no controlados o mal encausados, modificación de escurrimientos, falta de mantenimiento en obras de drenaje, cambios de uso de suelo, etc., hacen más difícil su modelación, además de que no son constantes en el tiempo, lo que hace más difícil su cuantificación.





Dinámica de Suelos
@LaderasBusters



Laderas Busters

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Leobardo Domínguez Morales

55 11 03 60 00 ext. 72087

LDM@cenapred.unam.mx



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES