

# ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LADERAS EN LA COLONIA JOSE MARIA IZAZAGA

C. Samuel Flores  
Gutiérrez.

M. en C. Ramiro  
Ruiz Silva

M. en C. Jesús  
Agüero López

M. en C.  
Gaudencio V.  
López Mendoza

Facultad de ingeniería  
Av. Lázaro Cárdenas  
S/N  
Ciudad Universitaria,  
C.P.39070  
Chilpancingo de los  
Bravo, Guerrero  
floresgutierrez1902@gm  
ail.com

Facultad de ingeniería,  
Av. Lázaro Cárdenas S/N  
Ciudad Universitaria,  
C.P.39070  
Chilpancingo de los  
Bravo, Guerrero  
roma13032@hotmail.com

Facultad de ingeniería,  
Av. Lázaro Cárdenas  
S/N  
Ciudad Universitaria,  
C.P.39070  
Chilpancingo de los  
Bravo Guerrero  
figonash@gmail.com

Facultad de Ingeniería  
Av. Lázaro Cárdenas  
S/N  
Ciudad Universitaria,  
C.P.39070  
Chilpancingo de los  
Bravo, Guerrero  
gaudencio113@hotmail.  
com

## RESUMEN.

En el presente trabajo da a conocer el potencial de deslizamiento de laderas y taludes artificiales en la colonia José María Izazaga, en la localidad de Chilpancingo, Guerrero, con el objeto de tomar medidas preventivas y reducir el riesgo que pueda existir en las mismas, sobre todo cuando estas han sido invadidas por construcciones o están en proceso de ser utilizadas para la edificación de obras civiles; y dar a conocer la técnica de evaluación de estabilidad de laderas propuesto por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), aplicando formatos de evaluación que incluyen factores de tipo geológico, topográfico y físicos, con el apoyo de ingenieros topógrafos para elaborar perfiles de elevación o perfiles de taludes y laderas, utilizando software electrónico específico para su evaluación como el MACStars.

## ÁREA TEMÁTICA.

- Topografía.
- Geotecnia.

## PALABRAS CLAVE.

- Laderas.
- Deslizamientos
- Taludes

## INTRODUCCIÓN.

Una ladera es una superficie inclinada del terreno o un declive propio de los cerros, las lomas, etc., que también se conoce como vertiente o falda. En la ciudad de Chilpancingo existen zonas donde las laderas pueden tener problemas de inestabilidad. Se dice que una ladera es inestable cuando se debilita o pierde su equilibrio y se cae o desliza por efecto de

la gravedad. Esto puede ocurrir de manera natural debido a la presencia de fuertes lluvias, de lluvias continuas o a la ocurrencia de sismos. Las zonas más propensas a tener este tipo de peligros son las zonas montañosas; sin embargo, pueden también ocurrir en áreas donde el relieve o la superficie terrestre son más suave. La inestabilidad de laderas <sup>[1]</sup> ha causado muchas víctimas en distintas partes del mundo, incluyendo México; Debido a las lluvias intensas o continuas, gran cantidad de agua se infiltra en el suelo llenando los poros o espacios que en él existen. Como consecuencia, el suelo se satura y aumenta su peso, facilitando que se debilite y se desprenda o deslice <sup>[2]</sup>. De igual manera, cuando se presentan sismos fuertes existe el peligro de que alguna ladera que se encuentra debilitada se pueda caer, afectando a la población que vive sobre o en la parte baja de ésta. La inestabilidad de las laderas no sólo se debe a causas naturales, sino también a las humanas, ya que al deforestar se debilita el terreno. Las excavaciones y cortes mal ejecutados pueden también propiciar ciertas inestabilidades.

Para este se analizaran 2 laderas del lugar de estudio para poder hacer una estimación sobre el potencial de deslizamiento que tienen, ver imagen 1.1, para realizar esto se hará de acuerdo a 2 métodos y son los siguientes:

1.- Método del CENAPRED: Este método consiste en el llenado de formatos en el cual se evalúan factores topográficos e históricos, factores geotécnicos y factores morfológicos y ambientales, una vez llenados los formatos se obtiene una sumatoria de puntos de todos los factores y con base a los parámetros de la tabla 3 se puede hacer una estimación del grado de amenaza de deslizamiento de la ladera.

2.- Usando un programa: Consiste en modelar la ladera en el programa MACStars para obtener un factor de seguridad F.S, si dicho factor es igual o mayor que 1.5 la ladera se considera

estable y si el F.S. es menor de 1.5 la ladera se considerara inestable. Para obtener dichos factores de seguridad intervienen la topografía del ese lugar así como las propiedades del suelo y las cargas de las edificaciones.

## DESCRIPCIÓN E INSPECCIÓN VISUAL DEL LUGAR.

La colonia José María Izazaga se localiza en la localidad de Chilpancingo de los Bravos. Su clima es subhúmedo semicálido, cálido y templado, con una temperatura media anual que fluctúa de 15° C a 24° C. Su código postal es 39017 y su clave lada es 747.



Imagen 1. Col. José María Izazaga. Fuente: google maps.

Se realizó un recorrido e inspección visual de la zona de estudio, realizamos observaciones del lugar en cuestiones del tipo de suelo, además ubicamos las laderas con pendientes más críticas y en la que existe riesgo de deslizamiento, en las laderas que consideramos criticas pudimos observar que están cubiertas por vegetación además habitantes de la zona nos comentaron que ese lugar habían rellenado con material producto de excavación de las edificaciones del lugar, dicho material no fue compactado, rellenaron con la finalidad de incrementar el espacio.

## 1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y OBTENCIÓN DE PERFILES.

Para obtener los perfiles de las laderas más críticas fue necesario realizar un levantamiento topográfico, para llevar a cabo el levantamiento utilizamos lo siguiente:

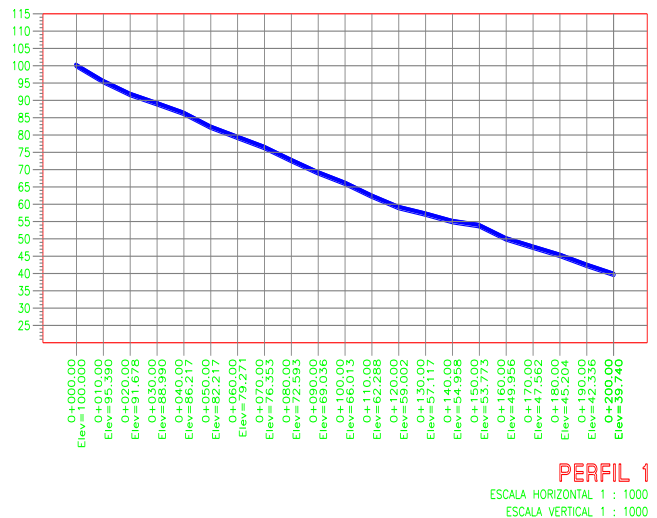
1. Nivel fijo
2. Estadal
3. Tripié
4. Cinta

Dicho equipo topográfico no los prestaron en el departamento de topografía de la facultad.

Previo a la realización del levantamiento topográfico realizamos una inspección visual del lugar para ubicar las laderas y posteriormente llevar a cabo el levantamiento del cual obtuvimos la siguiente información:

Tabla 1: registro de datos en perfil 1. Asignamos una cota arbitraria debido a que no conocemos las cotas

CADENAMIENTO	P.V	+	∧	-	COTA
0+000	P1	0.248	100.248	-	100.000
0+010	P2	0.121	95.511	4.858	95.390
0+020	P3	0.363	92.041	3.833	91.678
0+030	P4	0.239	89.229	3.051	88.990
0+040	P5	0.146	86.363	3.012	86.217
0+050	P6	0.378	82.595	4.146	82.217
0+060	P7	0.923	80.194	3.324	79.271
0+070	P8	0.229	76.582	3.841	76.353
0+080	P9	0.187	72.780	3.989	72.593
0+090	P10	0.240	69.276	3.744	69.036
0+100	P11	0.358	66.371	3.263	66.013
0+110	P12	0.422	62.710	4.083	62.288
0+120	P13	1.241	60.243	3.708	59.002
0+130	P14	0.628	57.745	3.126	57.117
0+140	P15	1.303	56.261	2.787	54.958
0+150	P16	0.167	53.940	2.488	53.773
0+160	P17	0.288	50.244	3.984	49.956
0+170	P18	0.321	47.883	2.682	47.562
0+180	P19	0.213	45.417	2.679	45.204
0+190	P20	0.564	42.900	3.081	42.336
0+200	P21			3.160	39.740

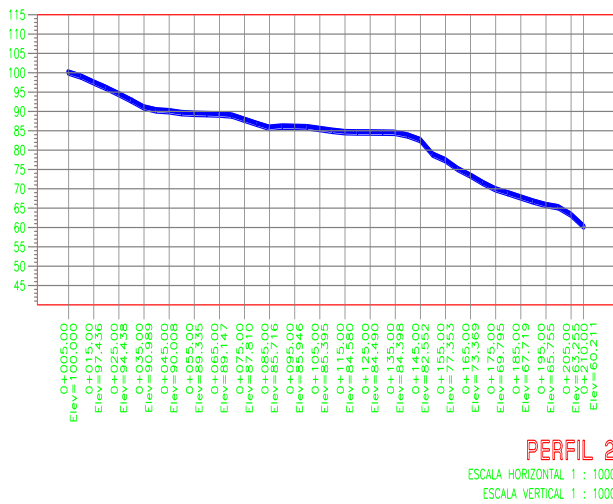


Grafica 1: registro de datos de levantamiento en perfil 1.

$$PENDIENTE = \frac{100 - 39.74}{200} (100) = 30.13\%$$

Tabla 2: registro de datos del perfil 2.

CADENAMIENTO	P.V	+	∧	-	COTA
0+005	P1	0.873	100.873	-	100.000
0+010	P2	0.523	99.466	1.930	98.943
0+015	P3	0.548	97.984	2.030	97.436
0+020	P4	0.432	96.436	1.980	96.004
0+025	P5	0.378	94.816	1.998	94.438
0+030	P6	0.363	93.136	2.043	92.773
0+035	P7	0.998	91.987	2.147	90.989
0+040	P8	1.346	91.561	1.772	90.215
0+045	P9	1.048	91.056	1.553	90.008
0+050	P10	1.350	90.848	1.558	89.498
0+055	P11	1.316	90.651	1.513	89.335
0+060	P12	1.412	90.667	1.396	89.255
0+065	P13	1.278	90.425	1.520	89.147
0+070	P14	0.871	89.753	1.543	88.882
0+075	P15	0.843	88.653	1.943	87.810
0+080	P16	0.872	87.590	1.935	86.718
0+085	P17	1.986	87.702	1.874	85.716
0+090	P18	1.142	87.156	1.688	86.014
0+095	P19	1.532	87.478	1.210	85.946
0+100	P20	1.265	87.105	1.638	85.840
0+105	P21	1.090	86.485	1.710	85.395
0+110	P22	1.222	86.162	1.545	84.940
0+115	P23	1.318	85.898	1.582	84.580
0+120	P24	1.365	85.874	1.389	84.509
0+125	P25	1.363	85.853	1.384	84.490
0+130	P26	1.347	85.808	1.392	84.461
0+135	P27	1.313	85.711	1.410	84.398
0+140	P28	1.281	85.010	1.982	83.729
0+145	P29	0.115	82.667	2.458	82.552
0+150	P30	0.613	79.406	3.874	78.793
0+155	P31	0.133	77.486	2.053	77.353
0+160	P32	0.196	75.233	2.449	75.037
0+165	P33	0.011	73.380	1.864	73.369
0+170	P34	0.278	71.718	1.940	71.440
0+175	P35	0.938	70.733	1.923	69.795
0+180	P36	0.869	69.646	1.956	68.777
0+185	P37	0.800	68.519	1.927	67.719
0+190	P38	0.782	67.437	1.864	66.655
0+195	P39	0.912	66.667	1.682	65.755
0+200	P40	0.514	65.671	1.510	65.157
0+205	P41	0.424	63.679	2.416	63.255
0+210	P42			3.468	60.211



Gráfica 2: registro de datos de levantamiento en perfil 2.

$$PENDINGENTE = \frac{100 - 60.211}{210} (100) = 18.95\%$$

## 1.1 CLASIFICACION DEL SUELO.

Para llevar a cabo la clasificación se tomaron porciones de material alterado para posteriormente clasificarlo y obtener sus propiedades con el apoyo y orientación del jefe del laboratorio de mecánica de suelos.

## 1.2 CLASIFICACION DE SUELO DE LA LADERA 1.



Fotografía 1: Estratigrafía de la ladera 1



Fotografía 2: Obtención de muestra de suelo alterada de la ladera 2

El suelo de la ladera 1 se compone de una arena arcilla la cual es mejor conocida como tepetate, este tipo de material absorbe mucha agua debido a su alto contenido de arcilla y se endurece cuando pierde humedad. Y de acuerdo a la literatura de mecánica de suelos<sup>[3]</sup> tiene las siguientes propiedades:

- COHESIÓN: 1.1
- ANGULO DE FRICCIÓN: 52°
- RU: 0
- PESO VOLUMÉTRICO SATURADO: 2 t/m<sup>3</sup>
- PESO VOLUMÉTRICO NATURAL: 1.6 t/m<sup>3</sup>
- MODULO ELÁSTICO: 4078.86 t/m<sup>2</sup>

## 1.3 CLASIFICACION DE SUELO DE LA LADERA 2.

El suelo de la ladera 2 una está compuesto por una arcilla de color café claro de alta plasticidad y de consistencia dura. De acuerdo a la literatura de mecánica de suelos se tiene lo siguiente:

COHESIÓN: 1.25  
 ANGULO DE FRICCIÓN: 18°  
 RU: 0.5  
 MODULO ELÁSTICO: 4078 t/m<sup>2</sup>

## 2 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE LADERAS POR EL MÉTODO DEL CENAPRED.

El método consiste en el llenado de formatos en el cual se evalúan factores topográficos e históricos, factores geotécnicos y factores morfológicos y ambientales, una vez llenados los formatos se obtiene una sumatoria de todos los factores y con base a la tabla 3 se puede hacer una estimación del grado de amenaza de deslizamiento de la ladera <sup>[4]</sup>.

Tabla 3: estimación del grado de amenaza de deslizamiento.

Grado	Descripción	Suma de las calificaciones
1	Susceptibilidad muy alta	Más de 10
2	Susceptibilidad alta	8.5 a 10
3	Susceptibilidad moderada	7 a 8.5
4	Susceptibilidad baja	5 a 7
5	Susceptibilidad muy baja	Menos de 5

### 2.1 EVALUACIÓN DE POTENCIAL DE DESLIZAMIENTO DE LA LADERA 1

#### FORMATO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS <sup>[4]</sup>.

#### DATOS Y LOCALIZACIÓN DE LA BARRANCA

LUGAR: CHILPANCINGO DE LOS BRAVO  
 FECHA: 22-JUNIO-2019

NOMBRE DE LA BARRANCA: S/N

PUNTO MUESTREADO:

ENTRE CALLES: LAS PAROTAS Y RIO CUTZAMALA

COLONIA (S): JOSE MARÍA IZAZAGA

COORDENADAS

LATITUD NORTE      LATITUD ESTE      ALTURA  
 17.576165      -99.509018

RESPONSABLE: SAMUEL FLORES GUTIÉRREZ

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: OBSERVACIONES:

FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS					
FACTOR	INTERVALOS O CATEGORIAS	ATRIBUTO RELATIVO		OBSERVACIONES	CALIFICACIÓN
Inclinación de los taludes	Más de 45°	2.0	5	Estimar el valor medio. úsese clisímetro	1.0
	35° a 45°	1.8	4		
	25° a 35°	1.4	3		
	15° a 25°	1.0	2		
	Menos de 15°	0.5	1		
Altura	Menos de 50 m	0.6	1	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de la cañada. Úsese nivelaciones, planos o cartas topográficas. Niveles dudosos con GPS.	1.2
	50 a 100 m	1.2	2		
	100 a 200 m	1.6	3		
	Más de 200 m	2.0	4		
Antecedentes de deslizamiento en el sitio, área o región	No se sabe	0.3	1	Reseñas verosímiles de los hogaresños	0.3
	Algunos someros	0.4	2		
	Si, incluso con fechas	0.6	3		
	fecha:				

Formato 1: factores topográficos e históricos en perfil 1.

FACTORES GEOTÉCNICOS					
FACTOR	INTERVALOS O CATEGORIAS	ATRIBUTO RELATIVO		OBSERVACIONES	CALIFICACIÓN
Tipos de rocas o suelos	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción del agua. Formaciones poco consolidadas.	1.5 a 2.5	5	Vulnerables a la erosión, o suelos de consistencia blanda.	1.0
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.	1.2 a 2	4	Multiplicar por 1.3 si está agrietado.	
	Suelos arcillosos consistentes o arenolimosos compactos.	0.5 a 1	3	Multiplicar por 1.2 o 1.5, según el grado de meteorización.	
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobos competentes.	0.3 a 0.6	2	Multiplicar por 2 a 4 según el grado de meteorización.	
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.)	0.4 a 0.4	1		
	Espesor de la capa de suelo	Menos de 5 m 5 a 10 m 10 a 15 m 15 a 20 m	0.5 2 1.4 1.8	1 2 3 4	

Formato 2: factores geotécnicos en perfil 1.

FACTORES MORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES					
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes	0.0	1	Formas de conchas o de embudo. (Flujos)	0.0
	Volúmenes moderados	0.5	2		
	Grandes volúmenes moderados	1.0	3		
Vegetación y uso de la tierra.	Zona urbanas	2	1	Considérese no solo la ladera, sino también la plataforma en la cima.	0.8
	Cultivos anuales	1.5	2		
	Vegetación intensa	0.0	3		
	Vegetación moderada	0.8	4		
	Área deforestada	2.0	5		
Régimen del agua de la ladera.	Nivel freático superficial	1.0	1	Evitar posibles emanaciones de agua del talud	1.0
	Nivel freático inexistente	0.0	2		
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma	1.0	3		
	Sumatoria				

Formato 3: factores morfológicos y ambientales en perfil 1.

De acuerdo a los parámetros de la tabla 3, la ladera 1 es de susceptibilidad baja.

## 2.2 EVALUACIÓN DE POTENCIAL DE DESLIZAMIENTO DE LA LADERA 2

FORMATO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS.

DATOS Y LOCALIZACION DE LA BARRANCA

LUGAR: CHILPANCINGO DE LOS BRAVO  
FECHA: 22-JUNIO-2019

NOMBRE DE LA BARRANCA: S/N

PUNTO MUESTREADO:

ENTRE CALLES: LAS PAROTAS Y RIO CUTZAMALA

COLONIA (S): JOSE MARÍA IZAZAGA

COORDENADAS

LATITUD NORTE      LATITUD ESTE  
ALTURA

17.576165

-99.509018

RESPONSABLE: SAMUEL FLORES GUTIÉRREZ

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

OBSERVACIONES:

FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS					
FACTOR	INTERVALOS O CATEGORIAS	ATRIBUTO RELATIVO	OBSERVACIONES	CALIFICACIÓN	
Inclinación de los taludes	Más de 45°	2.0	5	Estimar el valor medio. úsese clisímetro	1.0
	35° a 45°	1.8	4		
	25° a 35°	1.4	3		
	15° a 25°	1.0	2		
Altura	Menos de 50 m	0.6	1	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de la cañada. Úsese nivelaciones, planos o cartas topográficas. Niveles dudosos con GPS.	0.5
	50 a 100 m	1.2	2		
	100 a 200 m	1.6	3		
	Más de 200 m	2.0	4		
Antecedentes de deslizamiento en el sitio, área o región	No se sabe	0.3	1	Reseñas verosímiles de los hogareños	0.3
	Algunos someros	0.4	2		
	Si, incluso con fechas	0.6	3		
	fecha:				

Formato 1: factores topográficos e históricos en perfil 2.

FACTORES GEOTÉCNICOS					
FACTOR	INTERVALOS O CATEGORIAS	ATRIBUTO RELATIVO	OBSERVACIONES	CALIFICACION	
Tipos de rocas o suelos	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción del agua. Formaciones poco consolidadas.	1.5 a 2.5	5	Vulnerables a la erosión, o suelos de consistencia blanda.	2.5
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.	1.2 a 2	4	Multiplicar por 1.3 si está agrietado.	
	Suelos arcillosos consistentes o arenolimosos compactos.	0.5 a 1	3	Multiplicar por 1.2 o 1.5, según el grado de meteorización.	
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobas competentes.	0.3 a 0.6	2	Multiplicar por 2 a 4 según el grado de meteorización.	
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.)	0.4 a 0.4	1		
Espesor de la capa de suelo	Menos de 5 m	0.5	1	Revise cortes y cañadas. O bien recurrirse a la exploración manual.	0.5
	5 a 10 m	2	2		
	10 a 15 m	1.4	3		
	15 a 20 m	1.8	4		

Formato 2: factores geotécnicos en perfil 2.

FACTORES MORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES					
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes	0.0	1	Formas de conchas o de embudo. (Flujos)	0.5
	Volumenes moderados	0.5	2		
	Grandes volúmenes moderados	1.0	3		
Vegetación y uso de la tierra.	Zona urbanas	2	1	Considérese no solo la ladera, sino también la plataforma en la cima.	2.0
	Cultivos anuales	1.5	2		
	Vegetación intensa	0.0	3		
	Vegetación moderada	0.8	4		
	Area deforestada	2.0	5		
Régimen del agua de la ladera.	Nivel freático superficial	1.0	1	Evitar posibles emanaciones de agua del talud	0.0
	Nivel freático inexistente	0.0	2		
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma	1.0	3		
Sumatoria					7.3

Formato 3: factores morfológicos y ambientales en perfil 2.

De acuerdo a los parámetros de la tabla 3, la ladera 2 es de susceptibilidad moderada.

## 3 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE LADERAS USANDO EL SOFTWARE MACSTARS.

Consiste en modelar la ladera en el programa MacStars para obtener un factor de seguridad F.S, si dicho factor es igual o mayor que 1.5 la ladera se considera estable y si el F.S. es menor de 1.5 la ladera se considerara inestable. Para obtener dichos factores de seguridad intervienen la topografía del lugar así como las propiedades del suelo y las cargas que de las edificaciones.

### 3.1 EVALUACION DE LA LADERA 1.

Para modelar la ladera 1 se utilizaron los datos del levantamiento topográfico así como las propiedades del suelo.

DATOS:

COHESIÓN: 1.1 t/m<sup>2</sup>

ANGULO DE FRICCIÓN: 52°

RU: 0

SUELO SATURADO: 2 t/m<sup>3</sup>

SUELO NATURAL: 1.6 t/m<sup>3</sup>

MODULO ELÁSTICO: 4078.86 t/m<sup>2</sup>

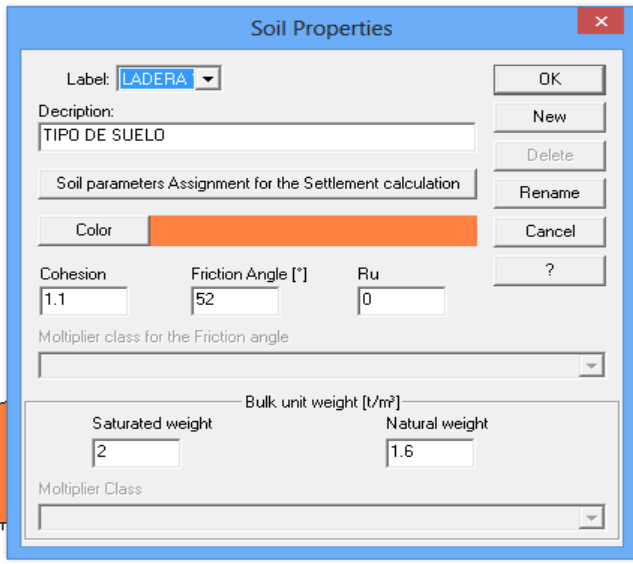


Ilustración 1. Introducción de datos para el modelado de la ladera 1, propiedades del suelo y datos topográficos.

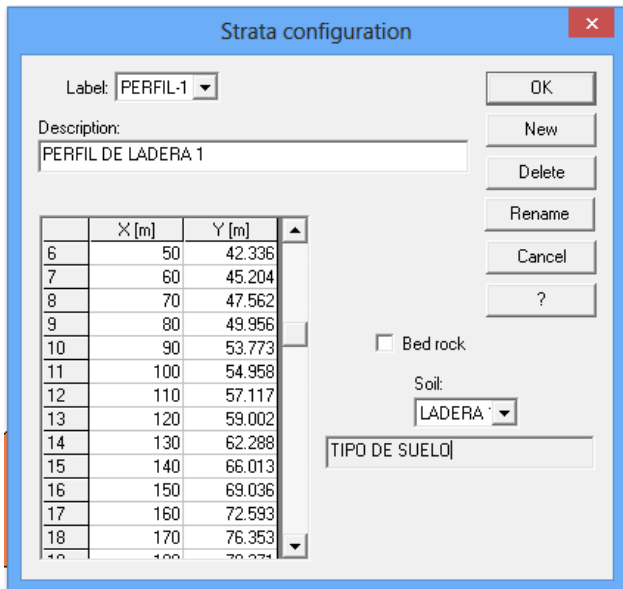


Ilustración 2. Introducción de datos para el modelado de la ladera 1, propiedades del suelo y datos topográficos.

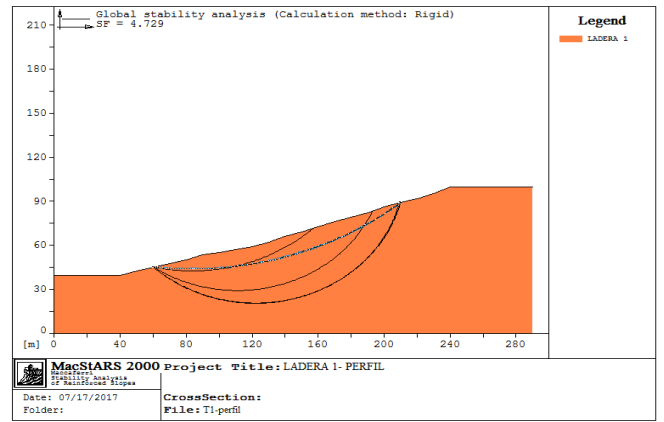


Ilustración 3. Modelado de la ladera 1 sin considerar carga.

El análisis se hizo sin considerar cargas, y obtuvimos un factor de seguridad F.S= 4.729, dicha ladera es estable ya que el F.S es mayor que 1.5.

### 3.2 EVALUACION DE LA LADERA 2.

DATOS:

COHESIÓN: 1.25 T/M<sup>2</sup>

ANGULO DE FRICCIÓN: 18°

RU: 0.5

SUELO SATURADO: 1.8 T/M<sup>3</sup>

MODULO ELÁSTICO: 4078 T/M<sup>2</sup>

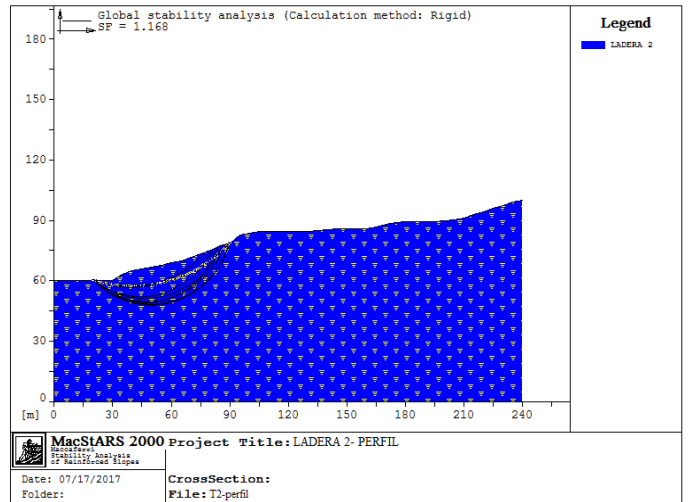


Ilustración 4. Modelado de la ladera 2 sin consideración de cargas.

Análisis de la ladera sin considerar cargas puntuales, obtuvimos un F.S= 1.168, este factor nos da a entender que es inestable puesto que es menor que 1.5.

En la ladera 2 se consideró una carga puntual de 630 toneladas ya que en la parte superior del perfil se encuentra un edificio de mampostería el cual cuenta con 7 niveles, en la fotografía 9 se muestra el edificio que se consideró como carga puntual.



Fotografía 3. Muestra el edificio del que se consideró la carga puntual para el modelado de la ladera.

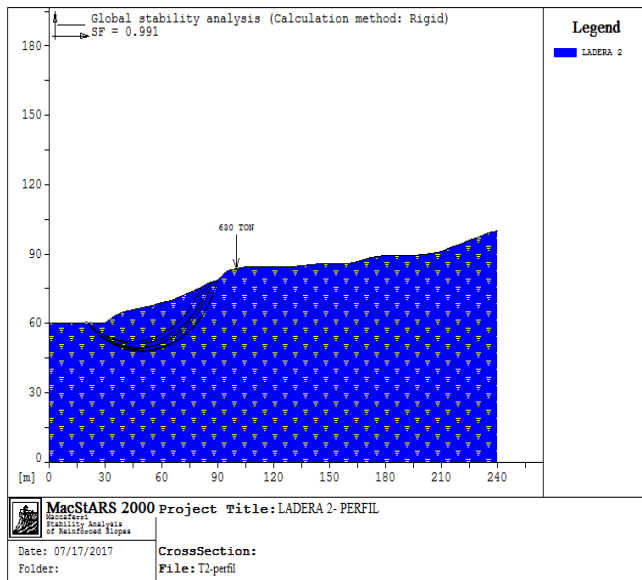


Ilustración 5. Análisis de la ladera 2 considerando una carga puntual de 630 t.

Considerando la carga puntual de 630 t obtenemos un  $F.S.=0.991$  por lo que la ladera es inestable

#### 4 CONCLUSIONES.

Tras haber evaluado por los dos métodos las laderas más críticas en la colonia José Ma. Izazaga obtuvimos los siguientes resultados:

Para la ladera 1 utilizando el programa MacStars obtuvimos un factor de seguridad  $F.S.= 4.729$  por lo que es considerada como estable, mientras que utilizando el método del CENAPRED se obtuvo una estimación BAJA ante la susceptibilidad a deslizamientos, por lo que ambos resultados tienen la misma estimación ante el potencial de deslizamiento de la ladera.

Para la ladera 2 utilizando el programa MacStars obtuvimos un factor de seguridad  $F.S= 1.168$  por lo que es considerada como inestable puesto que el, mientras que utilizando el método del CENAPRED se obtuvo una estimación BAJA ante la susceptibilidad a deslizamientos el  $F.S$  es menor que 1.5, cabe destacar que este factor fue obtenido sin consideración de cargas, al considerar una carga puntual de 630 Ton., transmitida por un edificio, obtuvimos un factor de seguridad  $F.S= 0.991$ . En ambos casos la ladera es considerada como inestable.

Por otro lado, utilizando el método del CENAPRED obtuvimos una estimación MODERADA ante la susceptibilidad a deslizamientos, no existe mucha variación entre los resultados de ambos métodos.

Por lo antes mencionado se concluye que la ladera 2 tiene mayor potencial de deslizamiento, esto se debe principalmente a las condiciones topográficas de la ladera así como las propiedades del suelo y las cargas que le transmiten las viviendas a la ladera.

#### AGRADECIMIENTOS.

La elaboración del presente artículo fue posible gracias al apoyo dado por mi director de artículo el M. en C. Ramiro Ruiz Silva al igual de mis revisores asignados para el escrutinio de esta investigación. Asimismo a las personas que indirectamente contribuyeron a la realización de este documento.

#### REFERENCIAS.

- [1] ALCÁNTARA, I (2000). LANDSLIDES: ¿DESLIZAMIENTOS O MOVIMIENTO DE TERRENO? DEFINICIÓN, CLASIFICACIONES Y TERMINOLOGIA, BOLETIN DEL INSTITUTO DE GEOGRAFIA, UNAM.
- [2] HANSON THORNBURN, P. (2012). INGENIERÍA DE CIMENTACIONES. MEXICO: LIMUSA.
- [3] JUÁREZ BADILLO, E., & RICO RODRÍGUEZ, A. (2005). MECANICA DE SUELOS TOMO 1. MEXICO: LIMUSA.
- [4] CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. (15 DE JULIO DE 2019). OBTENIDO DE CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES:  
<http://www.cenapred.unam.mx/es/documentospublicos/pdf/seriefasciculos/fasciculola>.