

ESTABILIDAD DE TALUDES

- Tipos de rotura en taludes y cinemática de estabilidad
- Clasificación geomecánica de Romana
- Factores que influyen en la estabilidad de taludes
- Análisis de Estabilidad de taludes
- Medidas de estabilización de taludes

TIPO DE ROTURA EN TALUDES

- ❖ Rotura plana
- ❖ Rotura por cuña
- ❖ Rotura circular
- ❖ Rotura por vuelco

1. ROTURA PLANA

Las condiciones geométricas para la ocurrencia de la rotura son las siguientes, tal como lo indican Hoek y Brown (1981):

$$1.- \quad \beta > \alpha > \phi$$

Donde:

α = ángulo que forma el plano de rotura con la horizontal (buzamiento de la discontinuidad).

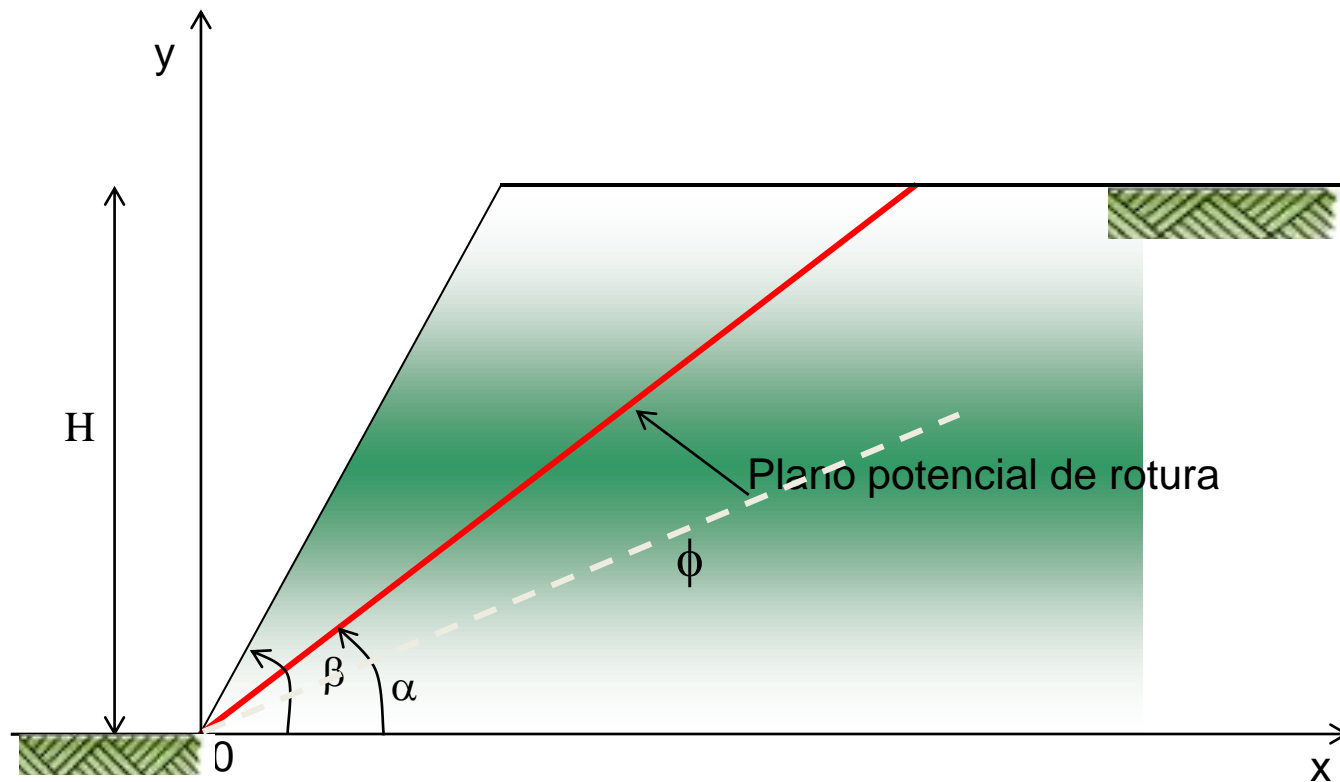
β = inclinación de la cara del talud con la horizontal.

$\phi = \phi_j$ = ángulo de fricción interna del macizo rocoso en la superficie de deslizamiento.

2.- El plano de rotura debe tener un rumbo aproximadamente paralelo ($\pm 20^\circ$) con relación al plano del talud.

3. El buzamiento del talud y el buzamiento de la discontinuidad deben tener el mismo sentido.

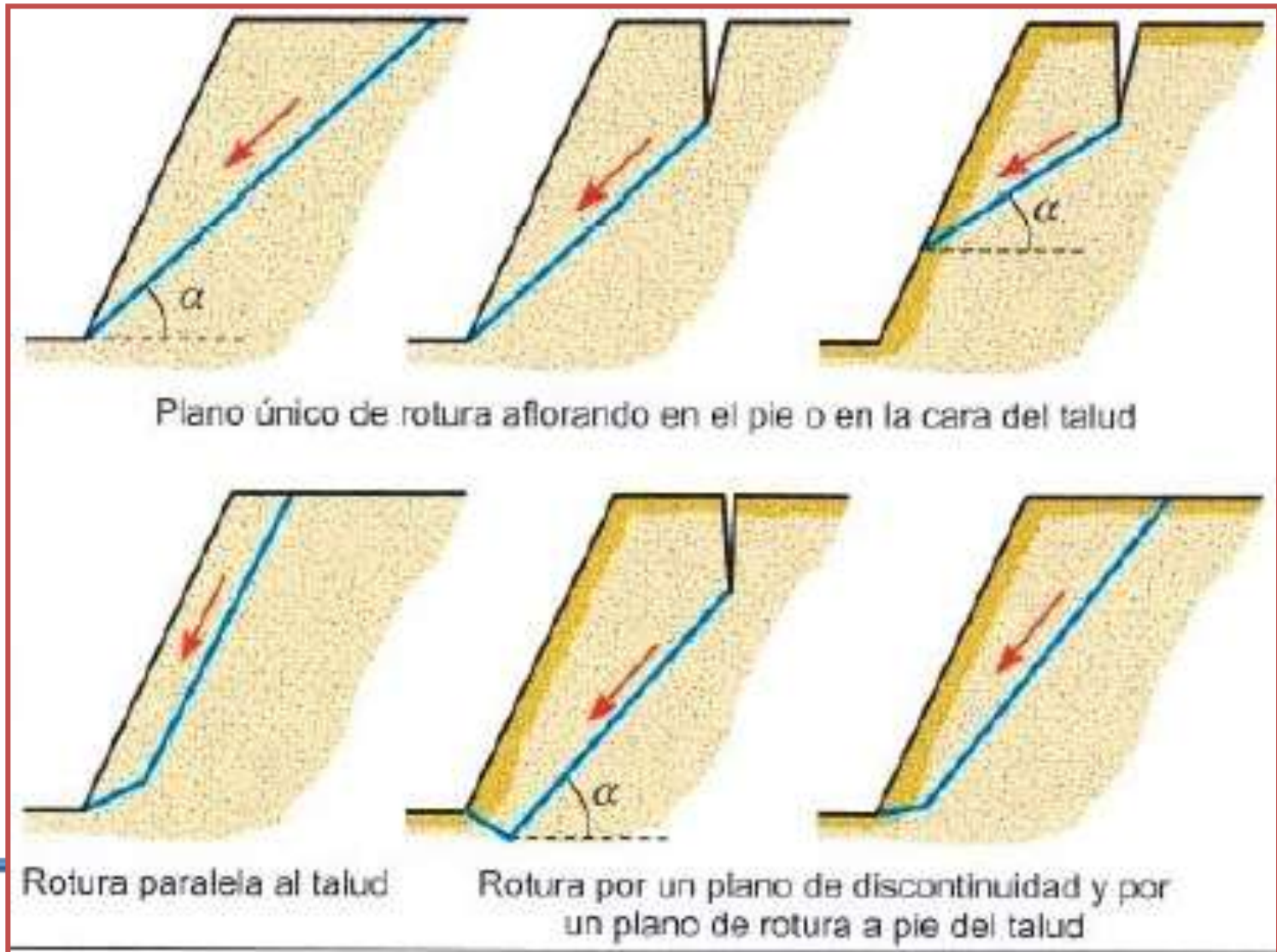
Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes



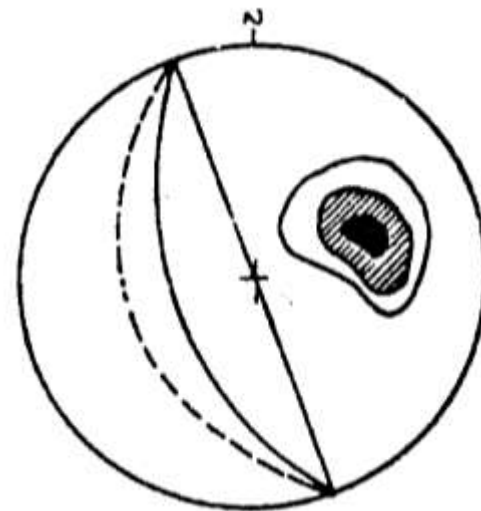
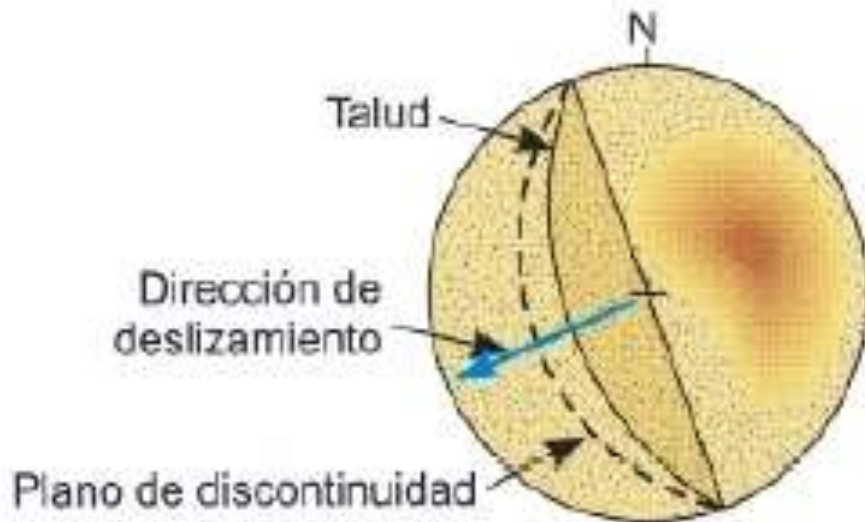
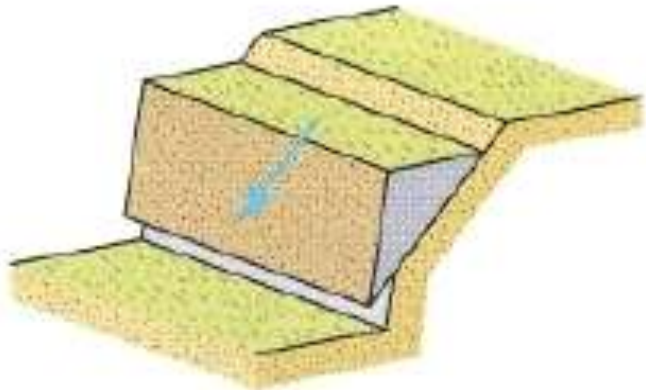
Para el deslizamiento
 $\beta > \alpha > \phi$

Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes

Tipos de rotura plana:



Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes



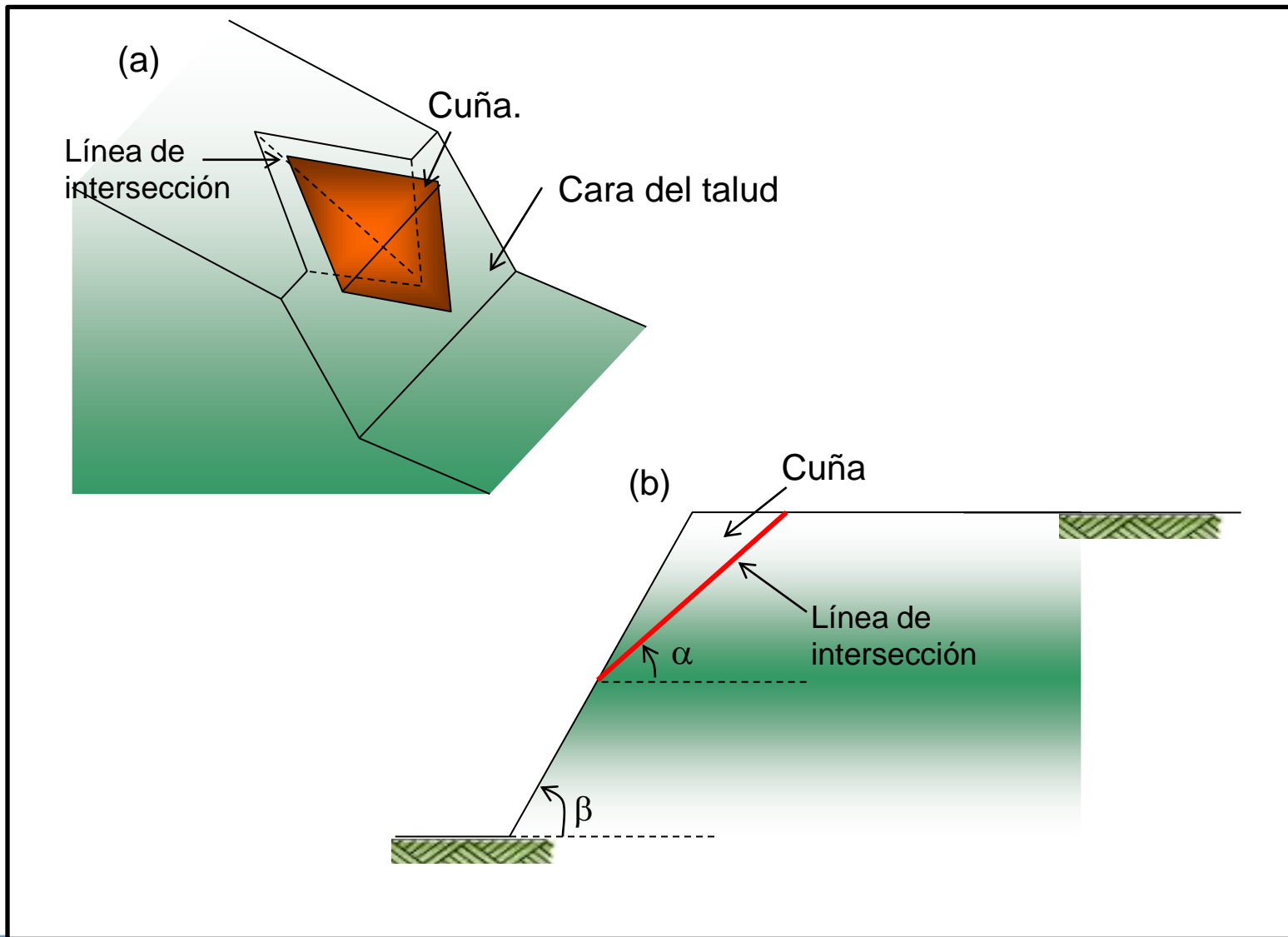
2. ROTURA EN CUÑA

Se produce un deslizamiento de un bloque en forma de cuña formado por dos planos de discontinuidades a favor de la línea de intersección.

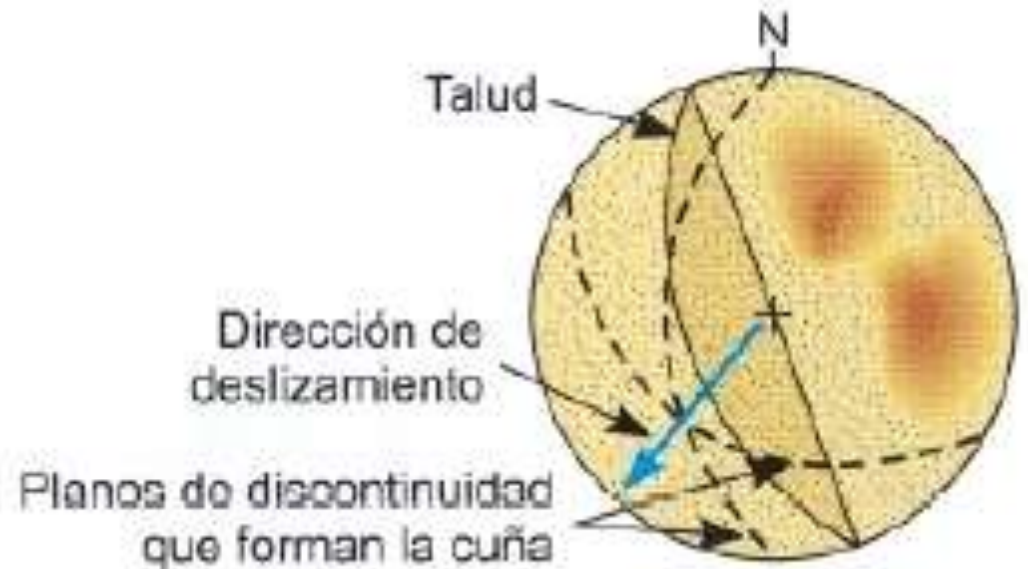
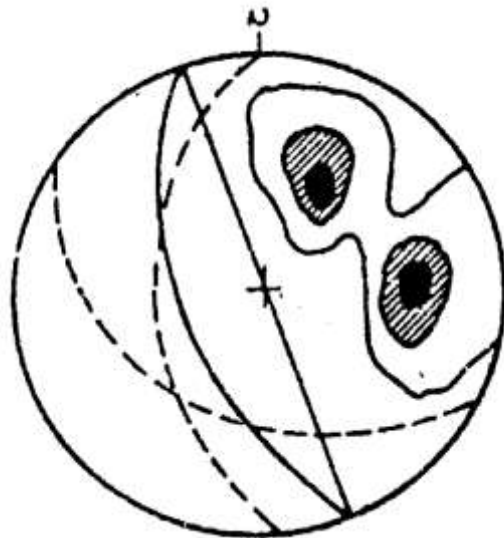
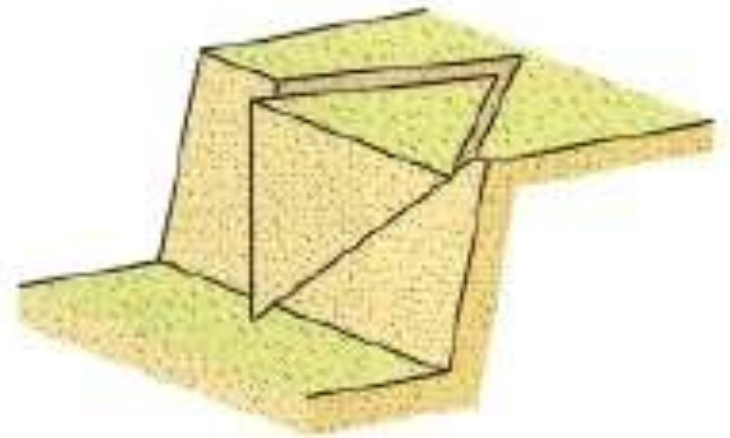
Condición Básica:

1. Los dos planos deben aflorar en la superficie del talud y cumplir la condición de $\psi_{\beta} > \alpha_i > \phi$, siendo α_i el buzamiento de la línea de intersección y ψ_{β} el ángulo del talud medido en la dirección de la superficie del talud .
2. La línea de intersección debe buzarse en el sentido del buzamiento del talud
3. Se presenta en macizos que tienen como mínimo dos familias de discontinuidades cuyos planos se corten.

Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes



Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes



3. ROTURA POR VUELCO DE ESTRATOS

Se producen en taludes donde los estratos presentan buzamiento contrario a la inclinación del talud y dirección subparalela o paralela al mismo.

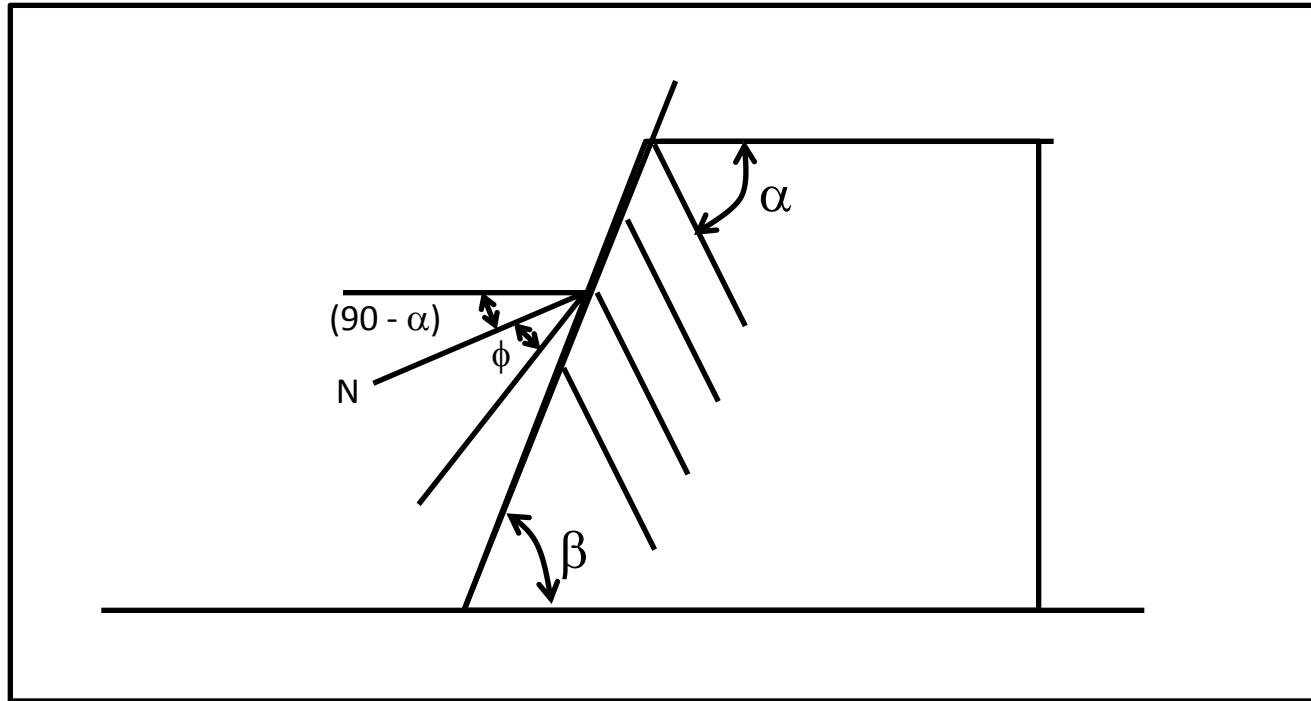
Se caracteriza por una rotación de la columna o bloque de roca sobre su base, bajo la acción de la gravedad, fuerzas desarrolladas por rocas adyacentes o empuje del agua al penetrar en las discontinuidades.

Las condiciones básicas que debe cumplir son:

1. $\beta > \phi + (90 - \alpha)$

2. El plano de rotura debe tener un rumbo aproximadamente paralelo ($\pm 20^\circ$) con relación al plano del talud.

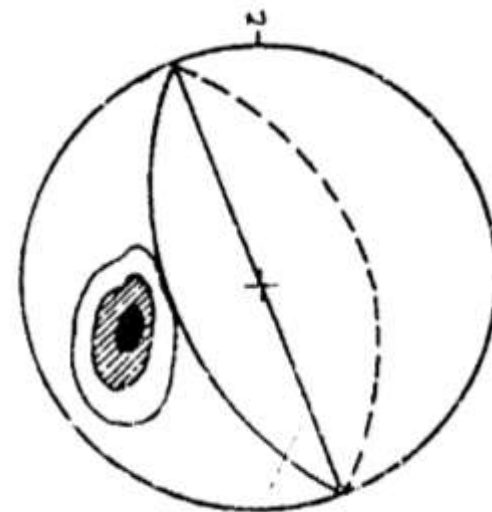
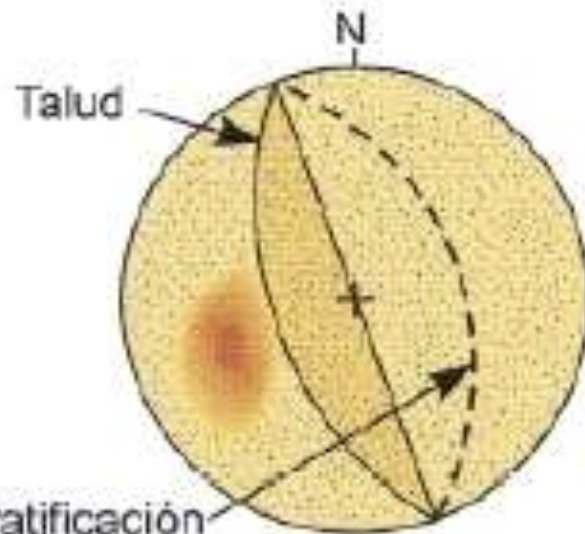
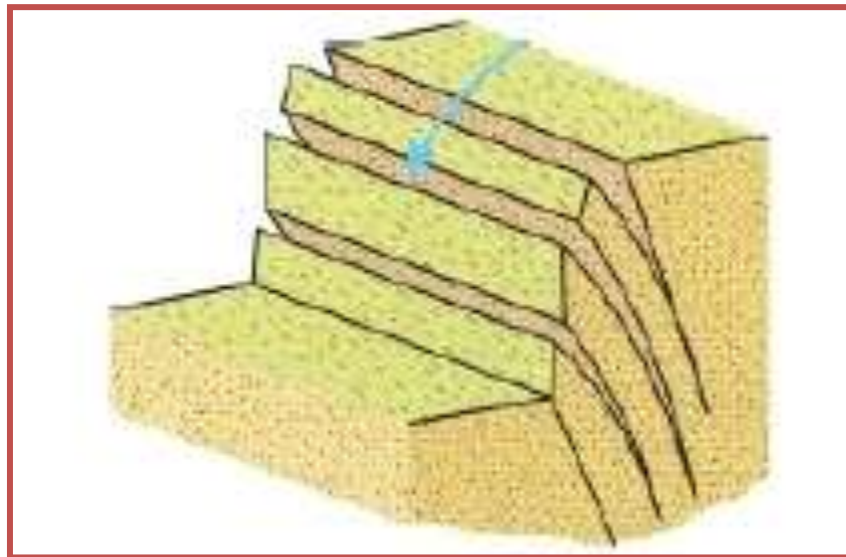
Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes



Condición para el volcamiento

$$\beta > \phi + (90 - \alpha)$$

Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes

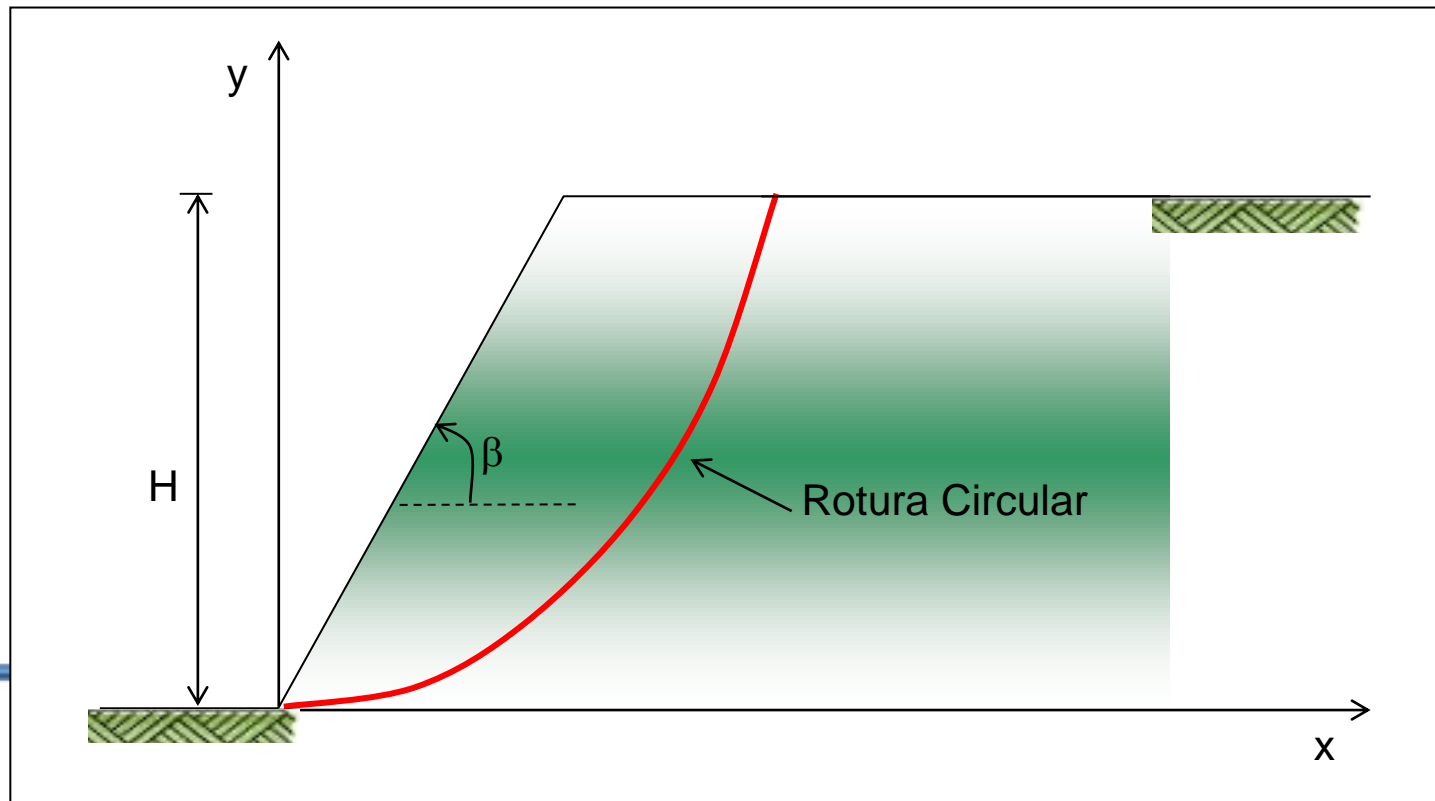


Gr

ria
(A)
ica
ca

4. ROTURA EN CIRCULAR

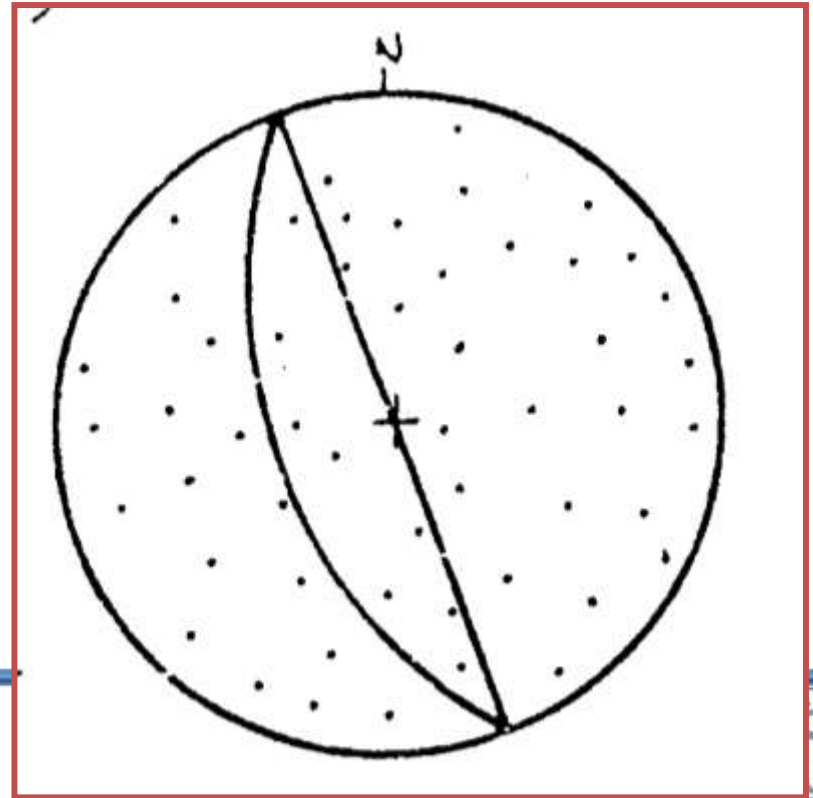
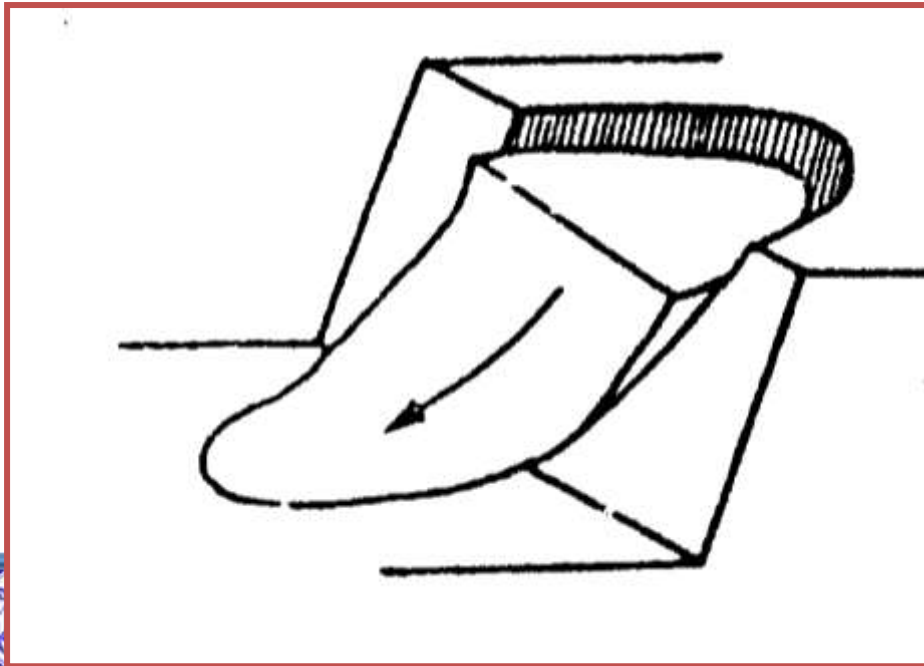
Se caracteriza por aproximarse a una superficie circular cuya sección transversal se asemeja a un arco de círculo. Esta clase de deslizamiento ocurre con frecuencia en suelos o macizos rocosos, altamente fracturados, sin direcciones predominantes de los planos de discontinuidad.



Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes



Rotura circular en roca muy fracturada sin sistema de discontinuidad identificable.



Clasificación Geomecánica de ROMANA (SMR).

Propuesta por Romana (1997) y es aplicada a taludes. Se obtiene a partir del RMR básico y define unos factores de ajuste por orientación de las discontinuidades y por el método de excavación.

$$\text{SMR} = \text{RMR}_{\text{básico}} + (F_1 \times F_2 \times F_3) + F_4$$

Donde:

RMR básico se obtiene de acuerdo con la clasificación de Bieniawski (1989).

F_1 depende del paralelismo entre las direcciones de las discontinuidades (α_j) y del plano del talud (α_s)

$$F_1 = [1 - \text{sen}(\alpha_j - \alpha_s)]^2$$

F_2 se refiere al buzamiento de la discontinuidad (β_j)

$$F_2 = \tan^2 \beta_j$$

F_3 depende de la relación entre los buzamientos del talud (β_s) y las discontinuidades (β_j)

F_4 es un factor de ajuste por el método de excavación empleado.

Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes

FACTOR DE AJUSTE POR LA ORIENTACIÓN DE LAS JUNTAS (F_1 , F_2 Y F_3)

CASO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	NORMAL	DEFAVORABLE	MUY DEFAVORABLE
P	$ \alpha_j - \alpha_s $	$> 30^\circ$	$30^\circ - 20^\circ$	$20^\circ - 10^\circ$	$10^\circ - 5^\circ$	$< 5^\circ$
T	$ \alpha_j - \alpha_s - 180^\circ $					
P/T	F_1	0,15	0,4	0,7	0,85	1
P	$ \beta_j $	$< 20^\circ$	$20^\circ - 30^\circ$	$30^\circ - 35^\circ$	$35^\circ - 45^\circ$	$> 45^\circ$
	F_2					
T	F_2	1	1	1	1	1
P	$ \beta_j - \beta_s $	$> 10^\circ$	$10^\circ - 0^\circ$	0°	$0^\circ - (-10^\circ)$	$< -10^\circ$
T	$ \beta_j + \beta_s $					
P/T	F_3	0	- 6	- 25	- 50	- 60

FACTOR DE AJUSTE POR EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN (F_4)

MÉTODO	TALUD NATURAL	PRECORTE	VOLADURA SUAVE	VOLADURA O EXCAVACIÓN MECÁNICA	VOLADURA DEFICIENTE
F_4	+ 15	+ 18	+ 8	0	- 8

Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes

CLASES DE ESTABILIDAD					
CASO	V	IV	III	II	I
SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
Descripción	Muy mala	Mala	Normal	Buena	Muy buena
Estabilidad	Totalmente inestable	Inestable	Parcialmente estable	Buena	Muy buena
Roturas	Grandes roturas por planos continuos o por masa	Juntas o grandes cuñas	Algunas juntas o muchas cuñas	algunos bloques	Ninguna
Tratamiento	Reexcavación	Corrección	Sistemático	Ocacional	Ninguno
P : Rotura plana		α_s : Dirección del talud		β_s : Buzamiento del talud	
T : Rotura por vuelco		α_j : Dirección de las juntas		β_j : Buzamiento de las juntas	

SMR > 65 Sin sostenimiento (saneamiento)

70 > SMR > 45 Protección (zanjas de pie, vallas de pie o de talud)

75 > SMR > 30 Refuerzo (Bulones o anclajes)

60 > SMR > 20 Hormigón (gunita, hormigón de relleno, contrafuertes y/o vigas, muros de pie)

40 > SMR > 10 Drenaje (superficial y profundo)

30 > SMR > 10 Reexcavación (tendidos, muros de contención)

Geotecnia: Tema 4 Cinemática de estabilidad de taludes

TIPO DE ROTURA			MUY FAVORA- BLE	FAVORABLE	NORMAL	DESFAVORA- BLE	MUY DESFAVORA-
Plana	A	$ \alpha_j-\alpha_s $	$>30^\circ$	$30-20^\circ$	$20-10^\circ$	$10-5^\circ$	$<5^\circ$
Vuelco		$ \alpha_j-\alpha_s-180 $					
Cuña		$ \alpha_i-\alpha_s $					
F ₁			0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
	B	$ \beta_j $ ó $ \beta_i $	$<20^\circ$	$20-30^\circ$	$30-35^\circ$	$35-45^\circ$	$>45^\circ$
Plana/Cuña	F ₂		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Vuelco			1.00				
Plana	C	$\beta_j-\beta_s$	$>10^\circ$	$10-0^\circ$	0°	$0-(-10^\circ)$	$<(-10^\circ)$
Cuña		$\beta_i-\beta_s$					
Vuelco		$\beta_j+\beta_s$	$<110^\circ$	$110-120^\circ$	$>120^\circ$	-	-
F ₃			0	-6	-25	-50	-60
MÉTODO DE EXCAVACIÓN				F ₄	MÉTODO DE EXCAVACIÓN		F ₄
Talud natural				+15	Voladura normal o excavación mecánica		0
Precorte				+10	Voladura deficiente		-8
Voladura suave				+8			