



Sogamoso, Febrero 2 de 1990

A nuestros lectores:

El presente resumen, que en muestra gratis queremos hacer llegar a ustedes, trata acerca de un estudio de estabilidad de laderas el cual deseamos dar a conocer a la comunidad ingenieril y relacionados con este aspecto. El trabajo presenta en forma muy somera los parámetros de mayor relevancia que intervienen en la determinación del grado de susceptibilidad a la desestabilización y los que a la vez se estudiarán a través de dos evaluaciones, estas permiten determinar el grado de estabilidad y los eventuales riesgos sobre asentamientos humanos de una manera más técnica. Las clasificaciones que estamos colocando en su conocimiento tiene como objeto hacer una contribución por parte de la Ingeniería Geológica al estudio de los problemas de estabilidad.

Agradeciendo de antemano su colaboración en la difusión de esta información y con el ánimo de estudiar posibles propuestas para el mejoramiento de este trabajo se suscribe:

JAVIER VARGAS ROBLES
Ingeniero Geologo. UPTC.

Dirección:
Bogotá. Avnda Americas
Calle 73B-03
Tel. 2-649496
Sogamoso. Calle 18A N 11A-70
Tel. (987) 706550

ESTUDIO DE ESTABILIDAD EN EL ALTO CHILAMOCHA, VECTOR
TASCO, PAZ DE RIO, SOCHA (BOYACA)

LUIS ALBERTO CACERES CARLENAS

JAVIER VARGAS ROLES

Trabajo de Grado presentado
como requisito parcial para
obtener el título de Ingeniero
Geólogo.

Director: OSCAR RAMÍREZ
Geotecnista.

BOGOTÁ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

1989

Tabla de Contenido

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. GENERALIDADES	2
3. GEOLOGIA	4
3.1. ESTRATIGRAFIA	4
3.1.1. Jurásico	4
3.1.2. Cretáceo	4
3.1.3. Terciario	5
3.1.4. Cuaternario	6
3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	6
4. GEOMORFOLOGIA	6
4.1. TOPOGRAFIA	6
4.2. HIDROGRAFIA	8
4.3. ESTRUCTURA	9
4.4. MORFOGENESIS	10
4.4.1. Formas y formaciones heredadas	10
4.4.2. Morfodinámica reciente y actual	10
4.5. ANALISIS DE LA DINAMICA FLUVIAL DE LA CUENCA	11
5. HIDROLOGIA	13
6. SISMICA	14
7. INGENIERIA GEOLOGICA	15
7.1. CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DE LAS FORMACIONES	15

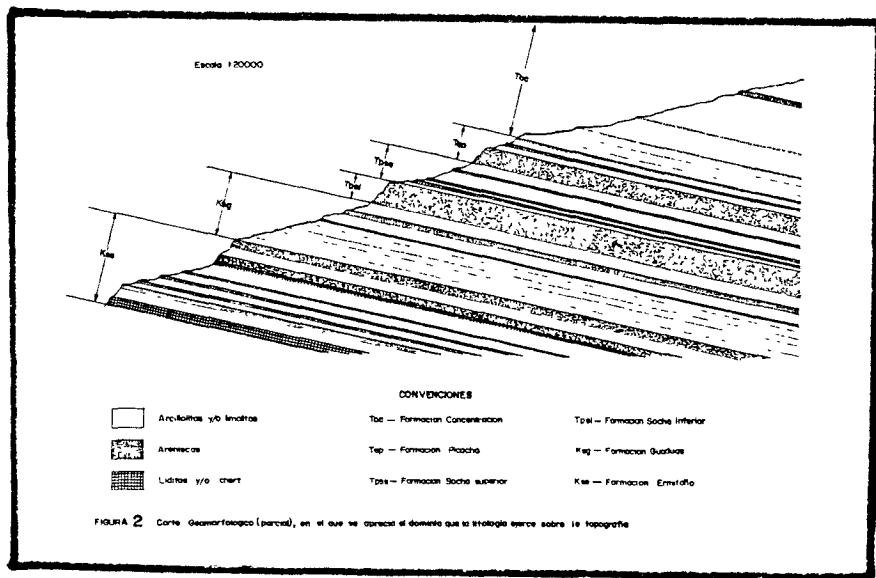
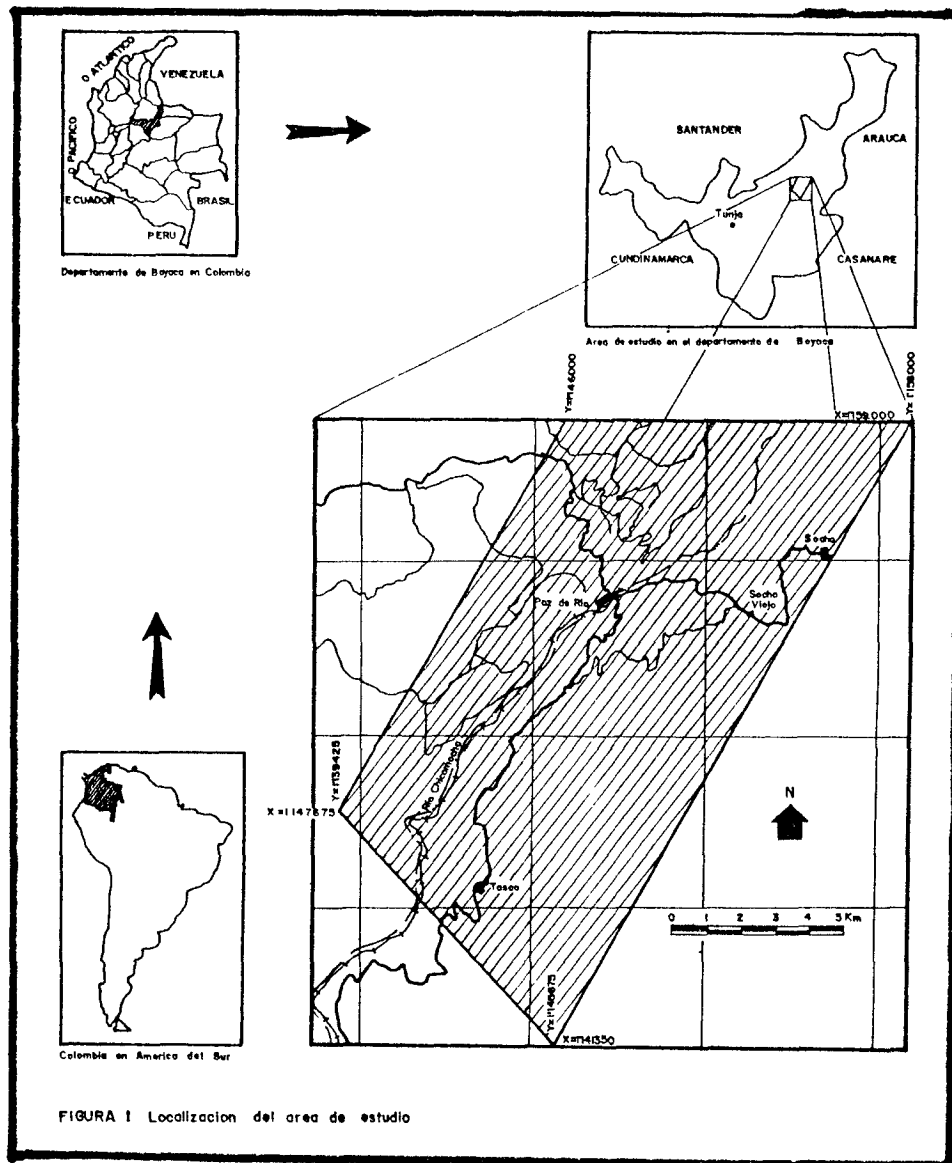
7.2.	ESTUDIO GEOMECANICO EN ROCAS Y SUELOS	15
7.2.1.	Direccion preferencial de esfuerzos	16
7.2.2.	Analisis preliminar de estabilidad en roca	18
7.2.3.	Geodinamica	19
7.3.	ESTUDIO GEOTECNICO DEL DESLIZAMIENTO EL SALITRE	19
7.4.	ESTUDIO GEOTECNICO DEL DESLIZAMIENTO DE LA CHAPA	22
7.5.	ESTUDIO GEOTECNICO DEL DESLIZAMIENTO DE LARICHANA	23
7.6.	ESTUDIO DE INGENIERIA GEOLOGICA EN EL - MUNICIPIO DE TASCÓ	25
7.7.	ESTUDIO DE INGENIERIA GEOLOGICA EN EL - MUNICIPIO DE PAZ DE RÍO	24
8.	ESTUDIO GEOTECNICO DE ESTABILIDAD	25
8.1.	LOCALIZACION Y RECONOCIMIENTO DE AREAS EVALUAR LA ESTABILIDAD	26
8.2.	EXPLORACION DE CAMPO Y MONITOREO	26
8.3.	EVALUACION GEOTECNICA DE ESTABILIDAD	26
8.4.	IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LOS TIPO DE MOVIMIENTO	31
8.5.	DESCRIPCION GEOTECNICA DE MOVIMIENTOS ESPECIFICOS	31
8.6.	METODO DEL CALCULO DE ESTABILIDAD	33
8.7.	CORRELACION	33
8.8.	RECOMENDACIONES	33
9.	EVALUACION GEOTECNICA DE ESTABILIDAD EN EL AREA DEL PROYECTO	35

1. INTRODUCCION

La particular posición geográfica y geológica de Colombia hacen de este una región muy afectada por fenómenos naturales como terremotos, tormentas, erupciones volcánicas, movimientos de tierra, etc. En la Asamblea de 1987 de la ONU, se declaró el periodo comprendido entre 1990 y el año 2000, como la década de los desastres, como parte de los programas emprendidos por la UNDP (Organismo de la ONU para atención de emergencias) se contemplan 8 temas pilotos en los cuales se incluye estudios de deslizamientos en la zona de Paz de Río; en colaboración con el INSECOMINAS, se realizó este proyecto para actualizar y hacer estudios regionales y locales detallados. Todos los tópicos tratados en este proyecto se enfocaron a evaluar su grado de incidencia en la estabilidad de los taludes naturales, para ello se diseñó una clasificación que dé el grado de estabilidad según la forma como se manifiestan todos los procesos dentro de los respectivos taludes. La obra original de este proyecto consta de dos tomos, el primero de los cuales contiene la parte teórica y de resultados en 156 hojas; el segundo corresponde a los anexos que incluyen 19 de éstos, conformados por planos detallados y regionales.

2. GENERALIDADES

- La zona de estudio se ubica en el departamento de Boyacá sobre la cuenca alta del río Chicamocha, en jurisdicción de los Municipios de Tasco, Paz de Río - Socha. La superficie que cubre es de 144,43 h.m.c. (Véase Figura 1).
- La región está comunicada por dos ramales principales que lo comunican con Duitama y Sogamoso.



3. GEOLÓGICA

La zona forma parte de la cobertura plegada constituida por la serie neocretácico - terciaria, se ubica al oriente de la falla de Soanaga que separa dos zonas con estilo morfoestructural muy diferentes, colocando en contacto sedimentos terciarios con rocas del jurásico principalmente.

3.1. ESTRATIGRAFÍA.

3.1.1. Jurásico.

- Formación Giron. En la zona presenta una potencia de más o menos 500 m., consta esencialmente de conglomerados color violeta con clastos metamórficos de material igneo metamórfico, sedimentario; limolitas y arcillolitas compactas violáceas - grises.

3.1.2. Cretáceo.

- Formación Tibasosa (Tit). En la zona aflora únicamente la parte del miembro inferior arenoso y se compone principalmente de areniscas verdes y pardas con periódicas intercalaciones de arcillolitas y limolitas.

- Formación Erminateño (Ese). Presenta tres miembros bien

diferenciados, el inferior constituido por liditas y lherit negro; el medio constituido principalmente por arcillolitas grises visiblas, el superior de areniscas principalmente.

Formación Susdual. (Tsu). Corresponde al conjunto de estratos sedimentarios que contienen los mantos de carbon explotables.

4.1.3. Terciario.

- Formación Socha inferior (Tos1). Conjunto de estratos constituido en su mayor parte por areniscas de grano grueso a medio y esporádicos niveles de arcillolitas, la sección tipo se encuentra en la zona tiene un espesor de 120 a 170 mts.

- Formación Socha Superior (Tos2). Conjunto de arcillolitas con ocasionales capas de areniscas, su espesor es muy variable desde los 217 a los 270 mts.

- Formación Picacho (Tep). Conjunto potente de areniscas que yacen sobre la formación Socha Superior, su localidad tipo está en el Cerro el Portillo al NW de Paz de Río, presenta varios niveles conglomeráticos y de grandes escarpes.

- Formación Concentración (Toc). Sección aflorante en los alrededores del Cerro de Concentración, en la base presenta un banco de mineral de hierro de dos a doce mts.

de espesor. Es una formación constituida en su mayor parte por arcillolitas y ocasionalmente bancos de areniscas entre uno - seis mts. de espesor. El espesor total en el área es de unos 1.400 mts.

3.1.4. Cuaternario.

- Aluviales antiguos (Opal). Constituidos por conglomerados aluviales de gran espesor, presentan zonas con basculamiento como producto de la neotectónica.
- Depósitos glaciales (Opq). Los sitios donde se presentan corresponden a la lengua glacial de Taico y a la zona de la Cuchilla de Mesasalta.
- Depósitos coluviales (Oc). Constituyen el tipo de depósito más frecuente, el de mayor extensión así como los más inestables.

3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

La zona presenta una tectónica compleja determinada por los esfuerzos regionales a que ha sido sometida, manifestado en las ondulaciones y gran cantidad de fallas. La dirección preferencial de los pliegues y fallas es NE-SW - corresponden a la dirección normal de la Cordillera. Los plegamientos principales son los anticlinales del Chicamocha, La Chapa, Chitasqoto, Buenos Aires; los sinclinales de Betetiva, el Páramo y Paz Vieja. Entre las

tallas inversas están la de Soapaqa, Tarco, Central, Paz de Rio; tallas normales como la Chapa, Petio, Hormezaque, Piramo, Lima; - entre las direccionales la IA, Quebrada grande y Lolivote.

4. GEOMORFOLOGIA

Para el levantamiento de los rasgos geomorfológicos, se usaron las recomendaciones formuladas por la International Association Of Engineering Geology (IAEG).

4.1. TOPOGRAFIA.

Controlado esencialmente por la tectónica y la litología (véase Figure 2). Se presentan terrenos con elevación de los 2.000 a 3.600 m.s.n.m. Las pendientes predominantes están entre los 10° - 20° grados y en general el 7% de estas se inclinan hacia el Chicomocha. La figura 3 presenta un par estereoscópico de la topografía, el cual se realizó en forma similar al método expuesto por TRUMP, R y PATNODE, H.

4.2. HIDROGRAFIA.

El drenaje corresponde a la vertiente oriental del río Magdalena, con su afluente al Chicomocha, al cual recorre la zona a lo largo de 20,9 km. con un gradiente promedio de 1,5% recogiendo las aguas de otros afluentes como el río Sospega, las quebradas Otengá, Guasa, Chinchilla, La Chapa, etc, en general no es posible establecer patrones en el sentido de la dinámica fluvial ya que existe una adaptación a la litología y a la tectónica en áreas particulares.

1.5. ESTRUCTURA

- Litología. Se diferencian dos grupos :

Rocas blandas. Predominan las arcillolitas, se caracterizan por presentar baja resistencia a los procesos modeladores, producen bajos relieves.

Rocas duras . Las formaciones arenosas presentan resistencia media a baja frente a los procesos morfodinámicos, originan relieves fuertes y abruptos.

Depositos superficiales. Se presentan depósitos aluviales glaciales , coluviales, en este último se presentan los movimientos en masa recientes y antiguos.

Depositos y formas aluviales. Corresponden a pequeños terraces, conos aluviales , glacis, en estos ocurren desprendimientos y escurrimientos en pendientes suaves.

Depositos Glaciales. Predomina el escurrimiento concentrado.

Movimientos en masa. Se detalla en la sección de Geodinámica.

Lerribios de vertiente. Corresponde a los depósitos localizados en la base de los escarpes de roca fracturada, su acumulación se realiza de manera caótica y tienen un alto índice de permeabilidad.

Depositos detriticos de origen diverso. Corresponde a depósitos antiguos con pendientes moderadas a suaves.

4.4. MORFOGENESIS

Los rasgos de la superficie de la tierra son producto de dos tipos de procesos: exógenos y endógenos. Los exógenos son causados por acción del viento, agua, hielo, gran edad, etc., su carácter es aleatorio; los procesos endógenos son causados por la acción del campo de los esfuerzos tectónicos, su carácter es sistemático. En esta Sección se describen los procesos exógenos, los cuales se pueden dividir en dos grupos: Morfogénesis heredada y procesos actuales.

4.4.1. Formas y formaciones heredadas.

- Formas de ablación. Depósitos locales de pequeña extensión disectados por corrientes de agua, ejemplo, los depósitos del Chicamocha y la quebrada Guasa.
- Formaciones residuales. O eltonitas, se encuentran sobre todas las formaciones.
- Formaciones ligadas a sistemas fluviales. Corresponde a pequeñas terrazas relacionadas a cambios en el nivel del río Chicamocha.
- Formaciones ligadas a procesos gravitatorios. Constituyen los depósitos de pie de vertiente, en la zona de disponen a lo largo de los principales escarpes.

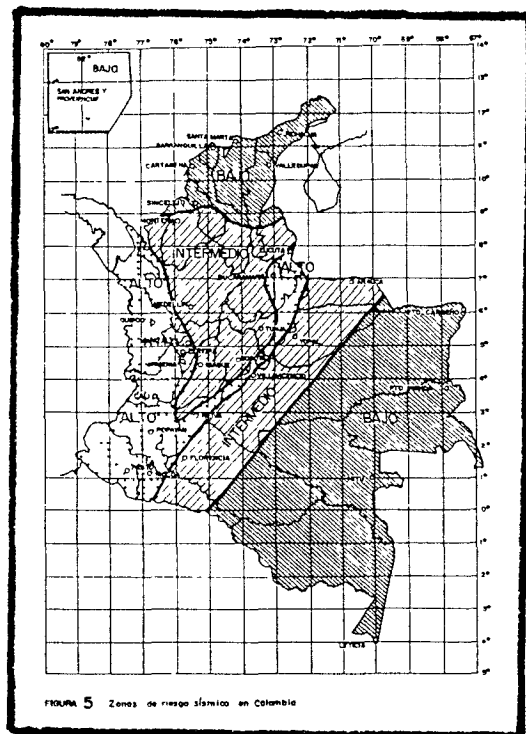
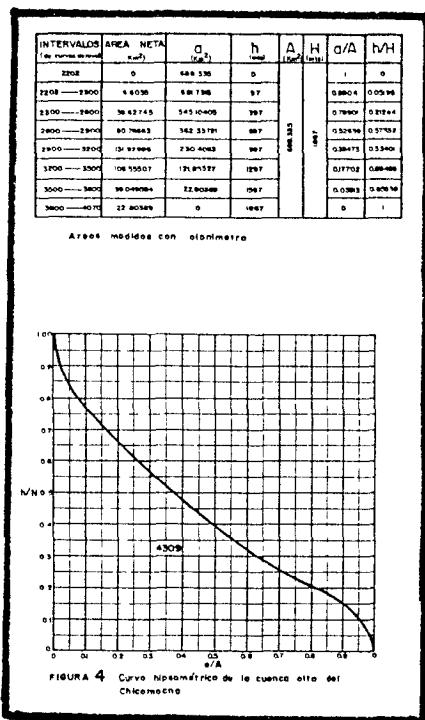
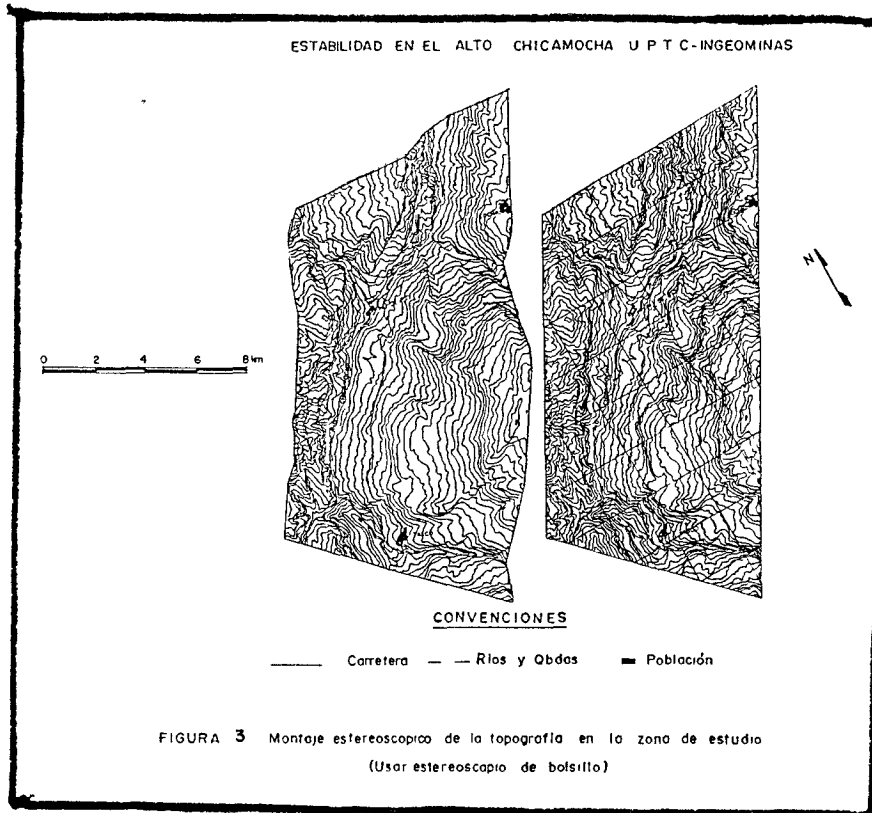
4.4.2. Morfodinámica reciente y actual. Incluye :

- Movimientos en masa.
- Escurrimiento difuso. Ocurre principalmente en las formaciones arcillosas donde la roca se expone con poco o nada de cobertura vegetal.
- Escurrimiento concentrado. Se manifiesta desde surcos hasta zonas con grandes cárcavas, ejemplos, Villafranca, quebrado - Iobarica, Janion. El Salitre, margen izquierda del Chicamocha al norte de Paz de Río, etc.

4.5. ANALISIS DE LA DINAMICA FLUVIAL DE LA CUENCA

Para el estudio de la cuenca de drenaje (TRAHCLER 1952), dió a conocer el análisis hipsométrico de cuencas; siguiendo estos procedimientos se elaboró la curva hipsométrica de la cuenca (véase figura 4). De esta gráfica se observe que la cuenca alta del Chicamocha, se encuentra en un estado de juventud a madurez, caracterizada por:

- El río principal ha logrado su perfil de equilibrio (Chicamocha) pero sus tributarios están desequilibrados.
- Existe el máximo posible de relieve.
- Los valles tienen perfiles transversales en forma de V
- En general no hay desarrollo de llanura aluvial.



5. HIDROLOGIA

Se realizó el balance hídrico de la cuenca, con base en la información meteorológica facilitada por el Himet, para evaluar los diferentes parámetros así :

- Precipitación (P). Se evaluó mediante el método de las isohietas, dando un promedio mensual anual de 75,03 m.m.

- Evapotranspiración (ETP). Los datos se tomaron del proyecto ISAC-CRSEIROM, usando la fórmula de Turc, el cual en promedio para la cuenca es de 55 m.m. por mes.

- Balance Hídrico. Usando la ecuación :

$$\text{ENTRADAS} = \text{SALIDAS} + \text{CAMBIO ALMACENAMIENTO.}$$

✓ estableciendo las estaciones de Chamoza , Pac de Río, para el control del caudal se obtuvo :

$D_0 + I$ fue negativo de menos 7,61 m.c.p.a / (vease Tabla 1).

P mayor que ETP . Significa que la lluvia durante Δt se alimenta la reserva de agua contenida en el suelo en primer lugar , si aun sobra la, excedes.

3. SISMICA.

Ya que los sismos son cargas dinámicas que pueden romper el equilibrio de fuerzas en un material estable, se recopiló información para determinar cual puede ser la influencia de estos en la zona de estudio, por no ser posible realizar medidas de aceleraciones se recurrió al mapa de zonas de riesgo sísmico en Colombia (véase figura 5), en el se observa que toda la zona presenta un riesgo sísmico alto.

7. INGENIERIA GEOLOGICA

7.1. CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DE LAS FORMACIONES.

Tomando como base la litología de las Formaciones y el grado de fracturamiento se agruparon así :

- Permeabilidad baja. Corresponde a las Formaciones Guaduas, Socha Superior y Concentración.
- Permeabilidad media. Corresponde a las Formaciones Girón, Tibasosa y los Cuaternarios Gaciales.
- Permeabilidad Alta. Corresponde a las Formaciones Ermitaño, Socha inferior, Picacho y Cuaternarios Coluviales.

7.2. ESTUDIO GEOMECANICO EN ROCAS Y SUELOS.

- Ectorización. Tomando como base el mapa geológico se establecieron 24 sectores numerados de Norte a Sur, los cuales se restringen para el caso de rocas a los afloramientos de las Formaciones Ermitaño, Socha inferior y Picacho.
- Estudio del Fracturamiento. Se hizo levantamiento de discontinuidades, ya que estas son los factores que facilitan la interpretación tectónica y a la vez controlan la estabilidad de los taludes en roca. Con estas se

realizaron los diagramas de frecuencia para cada sector (como ejemplo ver la Figura 6) diagramas que son la base para hallar la dirección de esfuerzos y la estabilidad preliminar en roca.

4.2.1. Dirección preferencial de esfuerzos. Siguiendo los procedimientos para obtener la dirección de esfuerzos tectónicos a partir del fracturamiento se obtuvieron dichas direcciones las cuales se resumen en la Tabla 2. Analizando estos resultados se observa que la dirección preferencial del esfuerzo máximo es NW-SE y subordinadamente se prefieren sectores con dirección NE-SW.

La dirección NW-SE coincide ampliamente con la estructura regional ya que :

- Esta dirección es más o menos perpendicular al eje de esfuerzo máximo.
- La disposición regional de las fallas coincide igualmente con esta dirección.

Sin embargo se encuentran algunos sectores con anomalías, las cuales pueden ocurrir por :

- Han existido varios eventos tectónicos y no ha sido uno solo el que ha causado el fracturamiento.
- Las grandes fallas que afectan esta región han podido enmascarar el fracturamiento por los fenómenos de arrastre.

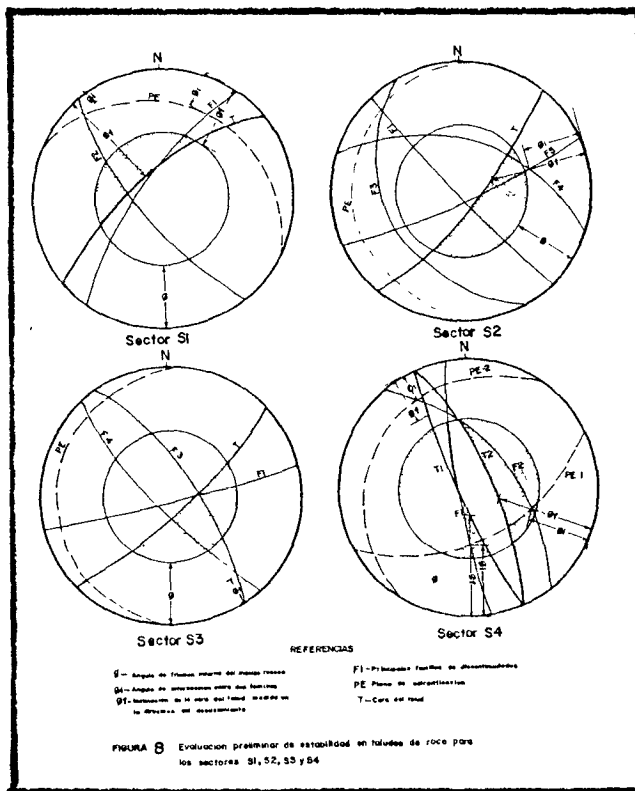
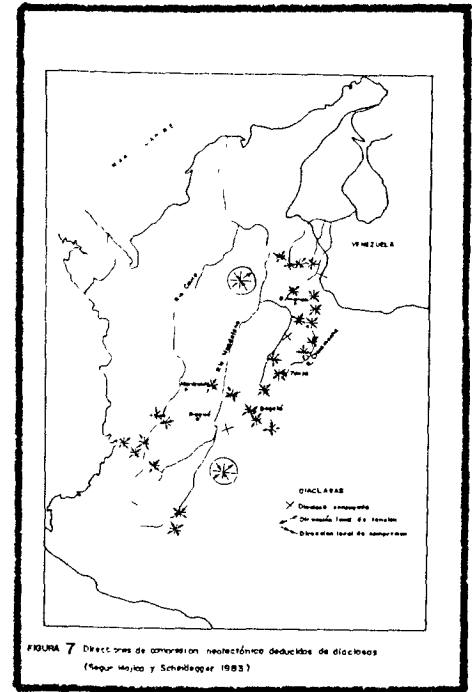
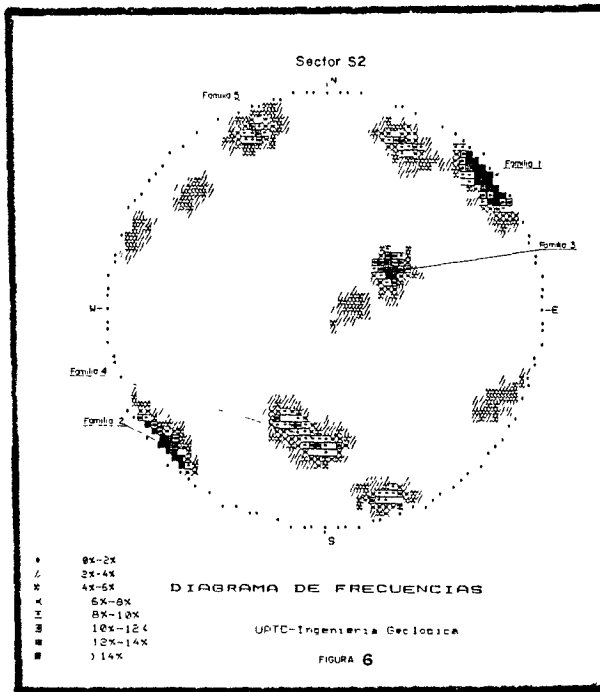


TABLA 1 Balance hídrico mensual en la cuenca del río Chicamocha

ENTRADAS - SALIDAS	
$P + Q_m = ETP + Q_{out} + Q_c + I$	
ENTRADAS	SALIDAS
1. PRECIPITACION ¹ = 73.0361mm 2. Q _{inlet} = 10.78 m ³ /seg	3. ETP = 55.25mm/mes 4. Q _{out} = 27.77 m ³ /seg = 4.4 m ³ /seg Q _{out} = 23.37 m ³ /seg
Reemplazando los valores en la ecuación: $73.0361 \text{ mm} = 55.25 \text{ mm} + 23.37 \text{ m}^3/\text{seg} + Q_c + I$ Convirtiendo mm/mes a m ³ /seg usando el área total de la cuenca (688.335 km ²): $9.67 \text{ m}^3/\text{seg} = 10.78 \text{ m}^3/\text{seg} + 23.37 \text{ m}^3/\text{seg} + Q_c + I$ $Q_c + I = -7.81 \text{ m}^3/\text{seg}$	

1. Le área utilizada para el cálculo de la precipitación.
 2. ETP tomada del mes de 1984. OBTOM.
 3. Medición en la estación de Chicamocha.
 4. Medición de la estación de Par de Río.

- La presencia de la falla de Caspage pudo haber tenido efectos en los patrones de fracturamiento.

Regionalmente se usó la misma metodología para hallar una dirección predominante regional, la cual dió como resultados:

- Esfuerzo máximo. N65W/20.
- Esfuerzo intermedio. S67E/69.
- Esfuerzo mínimo. N25E/2

Comparando estos resultados con los obtenidos por Mojica y Scheidegger se observó que estos se ajustan a las direcciones obtenidas por ellos (véase Figura 7).

7.2.2. Análisis preliminar de estabilidad en roca. La estabilidad de un talud en roca depende y está en función de como se presentan las discontinuidades, inicialmente se efectuó el análisis estructural para conocer los tipos de falla que este presenta, para esto se usaron redes estereográficas o de Wulff en los cuales se representan, el talud, el plano de estratificación, ángulo de fricción el cual se evaluó usando la clasificación CSIR para macizos y finalmente las familias de fracturamiento. Estos diagramas (como ejemplo véase figura 8) permiten determinar el tipo de falla más probable pero sin embargo no señalan el grado de estabilidad del talud, esto lo veremos más adelante.

7.2.7. Geodinámica. Se refiere al levantamiento de los sitios, tipos y números de movimientos en masa que han ocurrido en la zona. Los eventos geodinámicos se desarrollan principalmente en suelos y materiales que conforman los depósitos superficiales; la definición clásica de movimiento en masa se refiere a desplazamientos hacia abajo y hacia afuera, de un volumen de terreno que puede ser roca, suelo, boladeros o combinaciones de éstos. Del levantamiento de fenómenos en la zona se identificaron 107 entre los cuales se destacan : Deslizamientos de El Salitre, Paz Vieja, La Chapa, Carichana, Tasco, Rosal, Huerta Chiquita, Sagra, etc., (véase Figura 9). Haciendo un análisis estadístico, según varios parámetros se obtuvieron los siguientes variogramas (véase Figura 10) que permiten visualizar mejor su distribución.

7.3. ESTUDIO GEOTECNICO DEL DESLIZAMIENTO EL SALITRE.

Este movimiento en masa se inició el 6 de Diciembre de 1967, se localiza a 1.5 kilómetros al N de Paz de Rio. Se extiende a lo largo de el Sangón en una longitud de 2.625 m con una diferencia de nivel de 68 m y una pendiente promedio de 13 grados, el Área total ocupada es de 62,66 Há para un volumen aproximado de 21,740,000 m.c. El movimiento corresponde a un flujo rápido de lodos y de

CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES DESLIZAMIENTOS

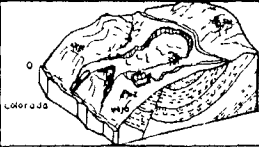

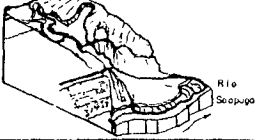
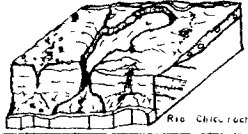






DESLIZAMIENTO	BLOQUEDIAGRAMA	CLASIFICACION
PAZ VIEJA		Flujo de lodos y detritos controlado por un plano estratigráfico en la parte media y superior, que por sobrecarga ocasiona flujos de lodos encausados, ocasionando traslape en el brazo izquierdo
SAGRA		Flujo rápido de detritos, con flujos internos de lodos; presenta control estructural por estratificación en la parte superior y media
SALITRE		Flujo rápido de lodos y detritos con control estructural por estratificación en el flanco izquierdo.
HORMEZAQUE		Flujo de detritos cuya zona de acumulación forma un cono de desecación.
CARICHANA		Complejo, hundimiento en la cabeza y deslizamiento traslacional de detritos
TASCO		Hundimiento en la cabeza desde el flanco con traslape al flanco izquierdo y posterior flujo de detritos, todo en depósitos sobre un plano estructural
LA CHAPA		Complejo, presenta tres partes. 1.- Deslizamiento traslacional retrogresivo 2.- Deslizamiento de detritos de la zona de botadero de la anterior 3.- Avalancha de materiales deslizados con altas pendientes topográficas
SOCHA VIEJO		Volcamiento de rocas por fracturamiento paralelo al talud, la estratificación causa bloques
COSGUA		Inestabilidad controlada estructural, causando fallas en roca principalmente cuños y volcamiento o TOPPLING
HUERTA CHIQUITA		Deslizamiento traslacional de detritos

FIGURA 9 Bloquediagramas de los principales deslizamientos

TABLA 2 Dirección preliminar de esfuerzos tectónicos residuales en cada sector delimitado

SECTOR	(E ₁) D1/1	(E ₂) D1/1	(E ₃) D1/1
S1	N88E/25	S89W/65	N2W/2
S2	N19E/8	S10E/89	N73W/6
S3	N65W/13	N89E/64	S23W/7
S4	S47E/58	N14W/27	S68W/15
S5	N61W/23	S50E/55	N21E/6
S6	S9E/59	N39W/27	N36E/13
S7	N51E/29	S47W/50	N32W/7
S8	N80W/17	S47E/70	N14E/11
S9	N3W/12	S36E/74	S67W/8
S10	S84W/48	S37E/10	N46E/35
S11	S88E/44	N43W/37	S27W/24
S12	S3E/27	N12E/63	S87W/6
S13	S8E/49	N33W/28	N66E/13
S14	N8W/17	S19E/73	S81W/4
S15	N64W/24	S51E/66	S44W/3
S16	N21W/22	S13E/87	N47E/4
S17	N22W/36	S43E/49	S59W/11
S18	N88E/43	S11W/13	N65W/44
S19	S5E/16	N15W/74	N75E/01
S20	S72W/53	N65E/32	N9W/5
S21	N53W/27	S57E/62	S36W/2
S22	N48E/58	S38W/52	N49W/7
S23	N42E/51	S54E/13	S77W/33
S24	S66W/40	S62E/47	N14E/12

Donde (E₁) es el eje del esfuerzo principal mayor
 (E₂) es el eje del esfuerzo principal intermedio
 (E₃) es el eje del esfuerzo principal menor
 D1 Dirección del eje de esfuerzo
 1 inclinación del eje (plunge)

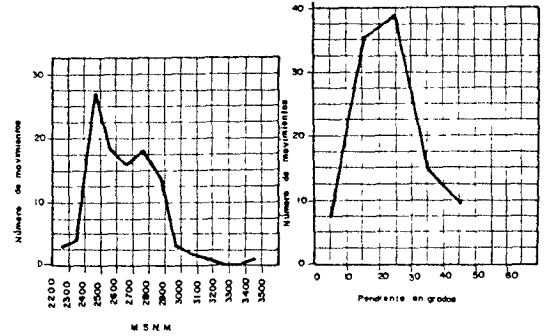
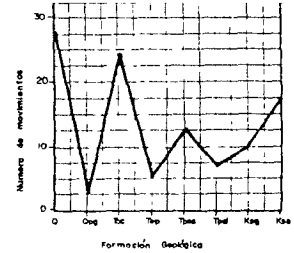
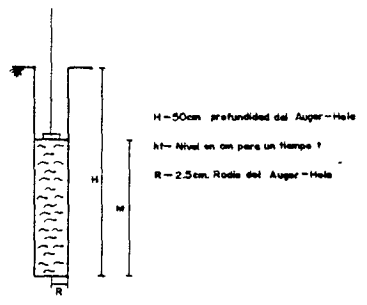
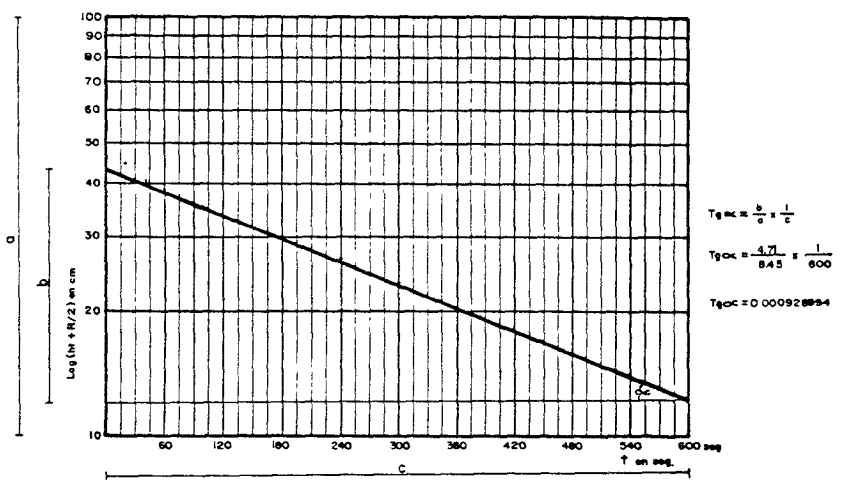


FIGURA 10 Variogramas de la ocurrencia de movimientos

Tiempo (seg) t	Altura ht(cm)	ht+R/2
20	43.5	44.75
40	39.5	40.75
60	37.5	38.75
90	34	35.25
120	32	33.25
180	28.5	29.75
240	25.5	26.75
300	22	23.25
360	19	20.25
480	14.5	15.75
600	11	12.25



G= Longitud en cm del cable loggertimon
 D= Longitud en cm del log (ht+R/2) para el anillo
 C= Tiempo máximo en seg. correspondiente al ht+R/2 minutos



$K = 1.15 \times R \times T_{goc} = 1.15 \times 2.5 \times 0.000928994 = 0.00267 \text{ cm/seg}$
 $K \approx 65 \text{ cm/h} = 2.3076 \text{ m/día}$

FIGURA 11 Evaluación de la permeabilidad en el deslizamiento el Salfre mediante el método del Auger-Hole invertido.

tritos con control estructural por alineamiento tectónico y estratificación en su flanco izquierdo. Las causas probables que ocasionaron el movimiento se resumen así: la presencia de fallas ha creado un intenso fracturamiento en las rocas allí existentes; los efectos del escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo fueron facilitados por el tipo de material y las condiciones estructurales. Cabe anotar que en los días anteriores se presentó una alta pluviosidad que dio el elemento básico del flujo; siendo esta una zona menor tanto a cielo abierto, como subterráneo la influencia que se crea por las explosiones, los estériles contribuyó de una manera pasiva a desatar el movimiento; FEREZ, P (1988) cita como causa de tipo físico-químico la presencia de Ecosmita por su alta capacidad de dispersión e hincharse. Para tener un mejor conocimiento del material involucrado se realizaron ensayos de laboratorio en muestras de los mismos los cuales se presentan en la Tabla 1, además de la evaluación de la infiltración por el método del Juger-Hole Test invertido (Véase Figura 11) dando un promedio de 2,30 m/día.

7.4. ESTUDIO GEOTECNICO DEL DESLIZAMIENTO DE LA CHAPA.

Es un movimiento constituido por depósitos de acarreo glacial donde intervienen fenómenos combinados de reptación, flujo y avalancha de detritos. Se localiza en

El nacimiento de la quebrada La Chapa y afecta un área que se extiende sobre ésta en unos 4,5 km., el movimiento tiene forma triangular con un ancho máximo de unos 200 m. Tiene tres zonas bien definidas, la primera corresponde a la zona de aporte del material, la segunda corresponde al primer despeñadero y la tercera presenta una zona de avalancha y una de flujo hasta el río Chicamocha.

7.5. ESTUDIO GEOTECNICO DEL DESLIZAMIENTO DE CARICHANGA

El movimiento se inició aproximadamente el 10 de Diciembre de 1979, se ubica en la margen izquierda del Chicamocha a unos 4 kms al SW de Paz de Río, afecta a depósitos Cuaternarios de derrubio principalmente. Comprende un área de 34,5 Ha con una longitud de más o menos 900 mts. y un desnivel de 470 mts., de acuerdo a sondeos realizados para buscar el plano de falla el volumen corresponde a unos 14.220.000 m.c., se clasifica como un movimiento de tipo complejo presentando hundimiento en la corona con una posterior deslización traslacional rápido de detritos saturados poco disturbados.

7.6. ESTUDIO DE INGENIERIA GEOLOGICA EN EL MUNICIPIO DE TASCO.

se realizó con base en las normas establecidas por la IAFG para estudios de Ingeniería Geológica en Iru, cuales se debe detallar formas y procesos sobre propiedades físicas de suelos - rocas, rasgos geomorfológicos, hidrogeológicos - geodinámicos. El municipio se halla en una zona muy fallada en donde la tectónica y los procesos erosivos ha creado dos : Planos estructurales, escarpes y relieves altos en areniscas muy fracturadas, derrubios de vertiente, laderas suaves e fuertes en materiales arcillosos. Se destaca aquí la lengua glacial sobre la cual se asienta el municipio y el recientemente ocurrido deslizamiento de Tasco. Este último se desató el lunes 7 de Noviembre de 1998 presenta una longitud de unos 1.100 m. y una pendiente promedio de 12 grados, es un movimiento complejo controlado por el plano estructural, presenta hundimiento en la parte media y superior creando en algunas zonas traslapes, se continuó con un flujo de detritos para terminar en un deslizamiento traslacional por empuje. Este movimiento fue facilitado por la alta infiltración de agua oculta o igualmente la alta pluviosidad.

7.7. ESTUDIO DE INGENIERIA GEOLOGICA EN EL MUNICIPIO DE PAZ DE RIO.

Paz de Río se halla ubicado en la confluencia de los ríos

Chicamocha y Cospana se halla rodeado de laludes con una diferencia de nivel de más de 800 m. en ambas orillas, en cuyas laderas, especialmente la izquierda se halla cubierto por gran cantidad de bloques sueltos. Es apreciable la gran influencia de los aluvios superficiales y subsuperficiales en el modelado del terreno; sin embargo el rasgo más sobresaliente son los eventos geodinámicos que lo rodea como el caso del deslicamiento de El Salitra, La Chapa e indirectamente el de Carichana.

3. ESTUDIO GEOTECNICO DE ESTABILIDAD

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la estabilidad de los taludes de acuerdo a los rasgos, formas y procesos que lo están afectando. De la literatura consultada no se encontró una forma de evaluar la estabilidad en la que incluyera los principales rasgos que lo afectan, es por esto que se hizo necesario diseñar una metodología siguiendo los lineamientos propuestos en varios trabajos tanto nacionales como internacionales; esta metodología comprende las siguientes etapas :

3.1. LOCALIZACION Y RECONOCIMIENTO DE AREAS A EVALUAR LA ESTABILIDAD.

Corresponde al trabajo y reconocimiento de campo.

3.2. EXPLORACION DE CAMPO ; MONITOREO.

Del reconocimiento a la exploracion se recomendará si es necesario o no realizar el monitoreo.

3.3. EVALUACION GEOTECNICA DE ESTABILIDAD.

El grado de estabilidad de un talud, como lo dijimos anteriormente, está en función de los procesos que están

actuando en él; por la misma naturaleza de los materiales existen entonces dos grandes grupos; taludes en roca y taludes en suelo, entendiéndose por el término suelo todo aquel que se compone de material disgregado no *in situ* incluye términos como coluviales, aluviales, glaciales, suelos residuales, derrubios, etc. Los procesos que afectan la estabilidad son por lo tanto bien diferentes para cada grupo y se deben considerar :

- Primero las condiciones básicas o inherentes, incluye geología, estructura, condiciones hidrogeológicas y climáticas, litología y geomorfología.

- Segundo los procesos y factores que producen cambios desfavorables, incluye cambios en las condiciones de los esfuerzos y cambios de la resistencia de los materiales. Las Tablas 4 - 5 resumen los agentes y procesos de cada uno.

Con base en esto se procedió a elegir las condiciones y los procesos más relevantes; para suelos comprende 8 grupos con 45 parámetros específicos y para rocas 6 grupos con 18 parámetros específicos; ambas clasificaciones se dividen en 5 rangos según el grado de estabilidad y se presentan como las tablas 6 y 7. Estas clasificaciones que ponemos a consideración están enfocadas a servir de guía en estudios de estabilidad y a la luz de los resultados obtenidos se

Muestra No	Lugar del sondeo	Descripción del material	Peso específico seco γ_s gr/cc	Peso específico γ gr/cc	Gravedad específica G_s	Humedad natural w (%)	Límite líquido LL (%)	Límite plástico LP (%)	PARAMETROS DE RESISTENCIA				Clasificación de suelos USC	Tipo de movimiento	Observaciones
									Resistencia a la compresión σ_c kpa	Cohesión c , kpa	Resistencia al corte τ kpa	Ángulo de fricción en grados			
SS1	Parte superior de un antiguo deslizamiento sector I	Arcillas color crema y amarillas, algo arenosas, se observan bloques de mineral de hierro	21269	2733	2432	23.305	41.5	24.73	16.77 -18.74 8.4E-2 1.084	48.375	24.187	34.194	33.275	SC	Deslizamiento en plancha Producido por remoción de la parte
SS2	Antiguo campamento cerca de la cavalería o sifón, sector IIB	Arcillas arenosas color crema y café, arcillitas grises y bloques de mineral de Hierro	21772	2685	2290	23.398	39.4	23.84	15.56 8.668 -3.08E-2 1.0308	114.43	37.229	62.865	37.28	SC	Deslizamiento de naturaleza compleja, Tropieza en el fianco derecho. La pendiente del terreno disminuye se presentan levantamientos
SS3	Parte superior del deslizamiento, sector IIA	Arcillas de color amarillo y gris, plásticas	2.2308	2.779	2.374	24.58	26.2	17.11	8.087 10.77 0.822 0.078	-	-	-	-	SC	de tipo rotacional en su parte más superior Comprende el cuerpo de estragos principal
SS4	Parte media del deslizamiento Sector III	Arcilla arenosa gris crema y amarilla, plástica muy friable	2.293	2.629	2.935	23.361	47.52	29.07	8.45 -0.309 1.308	222.23	111.175	120.77	55.63	CL	la velocidad del desplazamiento es mayor parece ser de tipo traslacional Comprende la parte más angosta del deslizamiento
SS5	Parte inferior zona de acumulación sector IV	Arcillas grises, café y crema con guijos de arena tamaño de grano medio, bloques de mineral de hierro	2.424	2.809	2.662	15.885	44.4	27.35	17.05 -8.229 -0.672 1.672	109.197	54.59	72.48	41.26	SC	Deslizamiento por empuje causado por la presión del material deslizado Comprende la zona de acumulación en este sector se presentaron los mayores levantamientos

* IP=índice de plasticidad, FI=índice de flujo, IL=índice de liquidez, IC=índice de consistencia

TABLA 4 Factores que tienden a aumentar los esfuerzos de corte

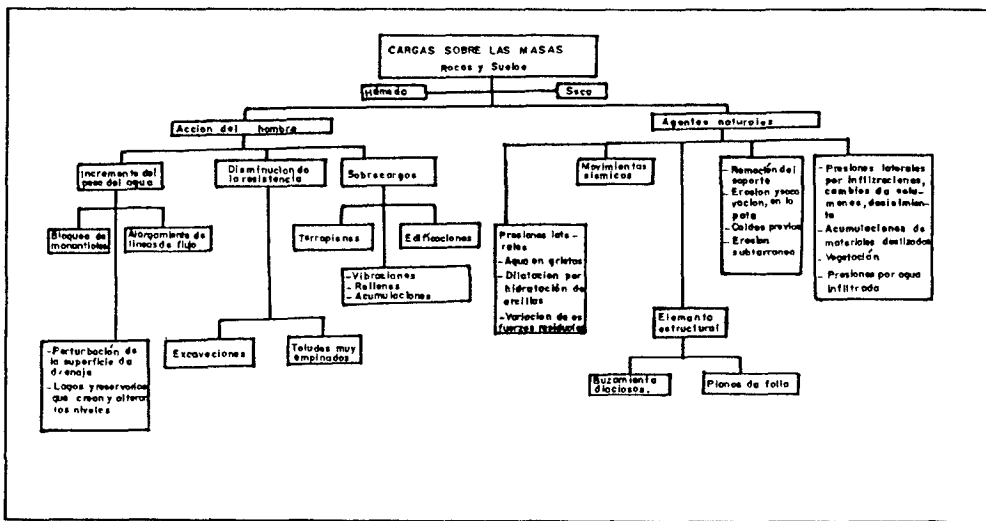
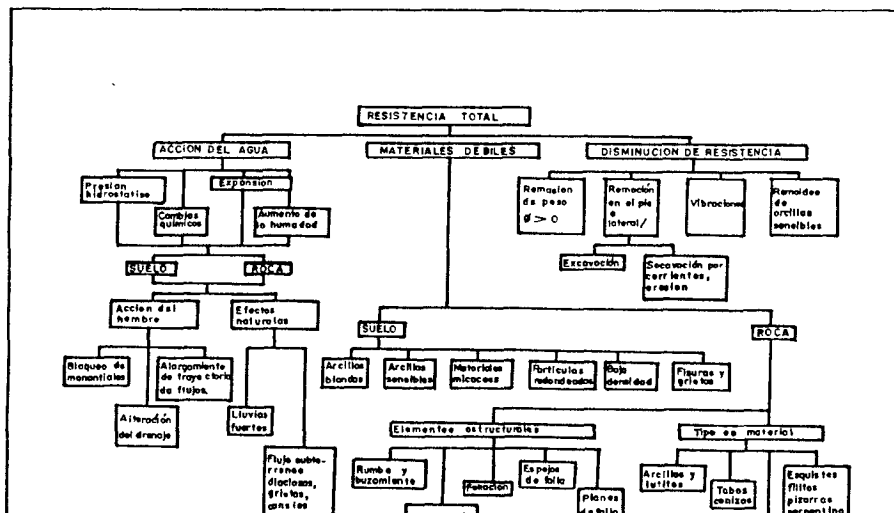


TABLA 5 Factores que disminuyen la resistencia al corte de los materiales



efectúen las correcciones que sean necesarias para ajustarlas lo más posible a las condiciones reales logrando con el tiempo una evaluación confiable. en algún grado, del comportamiento de un talud para facilitar la toma de decisiones con el fin de prevenir, estabilizar o controlar las áreas inestables. La manera de usar estas evaluaciones es muy sencilla: una vez delimitada la zona se comienza a evaluar cada uno de los parámetros de acuerdo a la manifestación que éstos presentan. se van sumando los valores asignados según el rango y el total de de la evaluación total así como su significado.

Para el caso específico de taludes en roca la obtención de la información se facilita grandemente usando el formato presentado en la Figura 12.

8.4. IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE MOVIMIENTO.

La Figura 13 se basa en la clasificación de VARNES, la cual se complemento con varios ejemplos que la original no incluye.

8.5. DESCRIPCION GEOTECNICA DE MOVIMIENTOS ESPECIFICOS

El formato fue adaptado del propuesto por el Instituto Dolomieu de Geología aplicada de Grenoble, Francia y el

cuál se complementó adicionando más información de tipo geométrico, dicho formato se presenta en el texto original.

8.6. METODO DEL CALCULO DE ESTABILIDAD.

Se refiere a los métodos usados para calcular el factor de seguridad de un movimiento específico se aplica tanto para taludes en roca como en suelo.

8.7. CORRELACION ENTRE LAS OBSERVACIONES DE CAMPO Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Se debe hacer un seguimiento consecutivo y constante de cómo evolucionan las formas y como varían los procesos para obtener mejores resultados.

8.8. RECOMENDACIONES

La Tabla 8) presentan los métodos más comunes para la prevención y corrección de los movimientos en masa.

TABLA B Resumen de métodos para estabilización de taludes

RESUMEN DE METODOS PARA LA PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA								
EFECTO EN LA ESTABILIDAD DEL MOVIMIENTO	METODO DE TRATAMIENTO	USO GENERAL					UBICACION EN EL MOVIMIENTO (2)	APLICACIONES Y LIMITACIONES
		prevención	corrección	en	deslizamiento	Frecuencia de éxito (%)		
NO SE AFECTA	I. Método para estudiar							
	A. Reubicación	X	X	2	2	2	Fuera de los límites del movimiento	Es el mejor método más económico se aplica a tramos cortos.
REDUCIENDO ESPUZZO CORTANTE	B. Construcción de estructuras	X	X	3	3	3		
	II. Escavacion (3)							
REDUCIENDO ESPUZZO CORTANTE Y AUMENTANDO LA RESISTENCIA AL CORTE	A. Remoción de la cabeza	X	X	N	1	N	Parte superior y cabeza	Grandes masas de material cohesionado
	B. Ablandamiento del talud	X	X	1	1	1	Encima de la obra	Roca sana, mucho volumen, poca fricción del pie
AUMENTANDO LA RESISTENCIA AL CORTE	C. Escalofortante	X	X	1	1	1	"	Mesas pequeñas fáciles de remover
	D. Remoción desde el material	X	X	2	2	2	Toda el material	
	III. Drenaje							
	A. SUPERFICIAL							
	1. Canchales	X	X	1	1	1	Encima de la corona	Excluso en todos los tipos
	2. Tratamiento del Talud	X	X	3	3	3	En la parte del movimiento	Revestimiento de rocas, por si general
	3. Crear ranuras	X	X	1	1	1	"	Beneficio en todos los tipos
	4. Sello de grietas	X	X	2	2	2	De la corona al pie	"
	5. Sello de juntas de juntas y fisuras	X	X	3	3	N	"	Aplicable a formaciones rocosas
	B. SUBDRENAJE							
	1. Drenas horizontales	X	X	N	2	2	Localizadas para interceptar y conducir los aguas subterráneas	Grandes masas saturadas
	2. Trincheras estabilizadas	X	X	N	1	3		Mesas superf saturadas
	3. Túneles	X	X	N	3	N		Mesas profundas agua permeables
	4. Pisos verticales	X	X	N	3	3		Úsese en trincheras o pozos
	5. Sifon continuo	X	X	N	2	3		
IV. Estructuras de contención								
A. APOYO EN LA BASE								
1. Relleno de rocas	X	X	N	1	1	Base y pie	Roca casca a razonable profundidad	
2. Relleno de tierra	X	X	N	1	1	"	Para dar resistencia adicional	
B. MUROS DE RETENCIÓN	X	X	3	3	3	Base	Pequeños volúmenes	
C. PILOTES								
1. Pilas en la superficie del deslizamiento	X	N	3	N	N	Base	Se incrementa la resistencia en la necesaria para hacer faltar las pilotes	
2. Sin fijar	X	N	3	N	N	Base		
D. ANCLAS EN ROCA	X	X	3	3	N	Encima de la estructura	Fije bloques de roca	
E. Bandejas en taludes	X	X	3	3	N	"	Talud deslizable retenido por una pantalla que va anclada	
V. Métodos varios								
A. Endurecimiento de la masa								
1. Cementación, tratamiento químico								
a. En la base	X	3	3	3	3	Base y pie	Suelos no cohesionados	
b. En toda la masa	X	N	3	N	N	En toda la masa	Prevenir movimientos temporales en masas grandes	
2. Congelamiento	X	N	3	3	3	"	Endurece el suelo al reducir agua	
3. Electrodinamismo	X	N	3	3	3	"	Masa de poca profundidad sobre roca	
B. Uso de empalmes	X	N	3	N	N	En la mitad inferior	Superficie de deslizamiento fragmentada, las explosivos pueden drenar el o la masa	
C. Remoción parcial de la masa al pie							Salud temporal	

- (1) 1 - FRECUENTE
 2 - OCASIONAL
 3 - RARO
 N - NO SE CONSIDERA APLICABLE
- (2) RELATIVO A LA MASA DESLIZANTE O POTENCIALMENTE DESLIZANTE
- (3) EXCLUSIVO DE METODOS DE DRENAJE

TABLA 9 Resultados de la evaluación geotécnica de estabilidad para taludes en roca (Complemento al anexo 19)

SÍMBOLO	PARAMETROS																	VALUACION TOTAL	SIGNIFICADO DE LA VALUACION	ALIEGO	OBSERVACIONES					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					18				
5.1	12	7	9	0	0	1	3	2	0	0	0	10	10	13	13	13	13	10	13	10	20	10	22.5	MODERADO	1	
5.2	10	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20.0	MODERADO	1	
5.3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12.0	ALTA	4	Cuchilla de Libano
5.4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	4	San Francisco
5.5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	2	
5.6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	2	
5.7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	2	
5.8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	Estacione sobre Talud de An.
5.9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1-C	
5.10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	Estacione sobre Talud de An.
5.14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	Estacione sobre Talud de An.
5.17	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	
5.18	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MOD	1	
5.19	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	
5.20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.21	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	
5.22	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	Estacione sobre Talud de An.
5.23	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	ALTA	1	
5.24	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	MODERADO	1	

IV. EVALUACION SISMOINICA DE ESTABILIDAD EN EL AREA DEL PROYECTO

Aplicando las evaluaciones que ponemos a consideración, en la zona de estudio se eligieron los taludes tanto en suelo como en roca; para cada talud se evaluó todos los parámetros especificados y los resultados se presentan en las Tablas 9 y 10. Este análisis final no implica necesariamente que todo el talud se vaya a mover, principalmente por la regionalidad del estudio; sin embargo al realizar evaluaciones más detalladas se podrán ubicar con mayor precisión los lugares dentro del talud en los cuales este resultado final sea más evidente.

Tabla 1. Resultados de la evaluación en suelos

Sector	RESULTADOS DE LA EVALUACION GEOTECNICA DE ESTABILIDAD PARA TALUDES EN SUELO (Complemento al anexo 19)																																	Velocidad 1966	SIGNIFICADO DE LA VALUACION	RIESGO						
	P	A	R	A	M	E	T	R	O	S	1			2			3			4			5			4.4	4.5															
S1	25	20	10	10	15	20	0	20	15	0	15	15	0	7	5	20	10	20	15	5	25	30	5	10	25			20	10	15	10	20	30	20	15	20	15	15	5	20	15	592
S2	20	20	10	10	5	20	15	0	5	20	10	5	5	15	25	15	10	15	10	15	10	20	20	25	25	20	15	10	15	20	20	25	20	15	15	5	20	15	593	MODERADO	1	
S3	25	15	10	15	15	10	15	25	20	0	25	10	5	7	5	25	10	20	15	20	25	7	10	20	25	25	7	15	10	15	30	20	30	30	20	25	15	20	10	596	BAJA	1
S4	20	15	10	10	15	20	15	20	15	10	10	10	10	7	7	25	10	25	10	20	10	7	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	547	MODERADO	2-3
S5	20	15	20	10	15	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	492	MODERADO	1
S6	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	436	MODERADO	2-3
S7	15	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	378	ALTO	3
S8	15	20	10	15	10	15	10	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	422	MODERADO	1
S9	ITEM S9																																									
S10	ITEM S8																																									
S11	15	20	10	15	15	10	10	15	10	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	508	BAJA	3
S12	20	15	10	15	20	15	10	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	522	MODERADO	2
S13	15	20	10	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	599	MODERADO	3
S14	15	20	15	15	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	387	ALTO	3
S15	ITEM S8																																									
S16	ITEM S9																																									
S17	ITEM S12																																									
S18	ITEM S12																																									
S19	20	15	10	10	15	20	15	20	15	10	15	10	10	10	20	20	10	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	590	MODERADO	2-3	
S20	ITEM S9																																									
S21	ITEM S14																																									
S22	ITEM S14																																									
S23	20	15	0	10	15	20	10	20	10	30	15	25	30	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	685	BAJO	2	
S24	ITEM S14																																									
S25	ITEM S14																																									
S26	ITEM S14																																									
S27	15	15	10	10	10	10	10	15	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	379	ALTA	1	
S28	ITEM S23																																									
S29	20	15	10	10	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	493	MODERADO	3	
S30	15	25	0	15	10	20	15	15	15	15	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	485	MODERADO	3	
S31	ITEM S30																																									
S32	ITEM S30																																									
S33	ITEM S30																																									
S34	20	15	20	10	10	10	15	15	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	533	MODERADO	2	

C O N C L U S I O N E S

- La tectónica de la región dá a conocer en forma clara dos sistemas de fallamiento, uno NE-SW, que obedece a la dirección tectónica normal de la Cordillera y el otro de menor importancia en dirección más o menos perpendicular.
- El alto grado de fracturamiento en los taludes de roca, es el responsable principal de la gran cantidad de materiales de derrubio.
- La dinámica actual de la cuenca corresponde a una transición entre la juventud y la madurez, en donde el río tiende a ensanchar su cauce con la inminente desestabilización de sus laderas.
- La precipitación ha sido el principal factor que ha desatado los movimientos.
- La zona de estudio presenta una susceptibilidad moderada a alta a desestabilizarse, lo que se corrobora con los continuos movimientos en masa, ejemplo el deslizamiento de Tasco.