

# Hipótesis sobre el Origen del Deslizamiento "La Josefina" y Geomorfología del Area de Influencia

Cap. Ing. Rodolfo Salazar  
Ing. Geólogo Jorge Acosta

## 1) ANTECEDENTES:

Todo "desastre natural" ha involucrado desde la formación del universo un cambio global del entorno geográfico, ambiental.

Las transformaciones han sido permanentes y solamente tenemos la oportunidad de estudiarlas quienes afortunadamente hemos coincidido en la época de nuestras vidas, en la localización geográfica y circunstancialmente en nuestra especialización de conocimiento.

Los cambios anteriores sin duda, han pasado desapercibidos por nosotros, pero no así para todo el entorno que con mayor sabiduría de su edad, los han visto pasar y han vivido las transformaciones.

En nuestra época y nuestra tecnología, se han podido hacer estudios históricos cuyos rasgos y vestigios pueden darnos lu-

ces de las relaciones pasadas, sus antecedentes y consecuencias.

En este entorno, el sector denominado "La Josefina" es un poblado antiguo geográficamente hablando, cuyos antepasados fueron testigos de hechos similares.

Con estos antecedentes, se han realizado los estudios e investigaciones enfocados a conocer la génesis de la remoción en masa (hipótesis) y a la elaboración de un mapa geomorfológico, que sirva de base para futuros estudios geológicos, geotécnicos, planificación y reordenamiento del espacio.

## 2) ASPECTOS FISICOS-GEOGRAFICOS:

### 2.1) Localización

El área de estudio se encuentra localizada en la parte norte de la provincia del Azuay, a lo largo del encañonamiento del río



Paute, entre el sitio El Descanso y Lugmapamba, cubriendo una superficie aproximada de 2200 Has. Geográficamente se halla enmarcada entre las siguientes coordenadas planas:

- 9'683.000 m a 9'687.000 N
- 734.000 m a 744.000 E

En el gráfico N°1, se visualiza la zona de estudio a nivel provincial y local.

## **2.2) Aspectos bio-físicos**

A nivel regional, la zona de estudio se halla dentro de la depresión interandina que forman las cordilleras Occidental y Oriental, entre Cuenca y Azogues.

El clima es templado-seco, con precipitaciones que varían entre 500 y 1000 mm. y temperaturas que oscilan entre 14 y 18°C, presentándose de 4 a 8 meses secos.

El relieve es colinado, alto, moderadamente disectado, con fuertes pendientes, desarrollado sobre materiales metamórficos de bajo grado, intrusivos y piroclásticos. Es común encontrar formas de denudación como son los coluviones, coluvio-aluviales, conos de deyección y formas de colmatación como valles y terrazas aluviales.

Con respecto al uso del suelo, la zona se caracteriza por presentar un predominio de cultivos de ciclo corto (especialmente maíz), sobre pastos plantados y vegetación arbustiva, que generalmente se halla sobre los relieves escarpados.

## **2.3) Contexto morfodinámico regional**

Después de analizar e interpretar las fotografías aéreas de la zona de estudio, se detecta que durante las épocas pasadas, se

han producido fenómenos de movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes, principalmente), que han dado como resultado la formación de coluviones, coluvio-aluviales y pequeños conos de deyección, todos ellos localizados en el pie de monte de laderas o vertientes escarpadas. Aparentemente estas formas de denudación se encuentran estabilizadas, pero debido a condiciones climáticas excepcionales (prolongadas lluvias), fuertes pendientes, mala utilización de los suelos y la pérdida del soporte en sus partes bajas, hacen que estos depósitos se desprendan y deslicen hacia las partes bajas.

En la actualidad, los fenómenos de movimientos en masa, especialmente de gran magnitud, son excepcionales, no así, la erosión hídrica caracterizada por el escurrimiento difuso, laminar y concentrado, presenta una alta intensidad y magnitud, especialmente en las áreas utilizadas para la siembra de cultivos que no ofrecen ninguna protección al suelo.

## **3) HIPOTESIS SOBRE EL ORIGEN DEL DESLIZAMIENTO**

### **3.1) Factores que provocaron el deslizamiento**

Sin lugar a dudas el principal factor que provocó el deslizamiento en el sitio La Josefina, fue la GRAVEDAD, acelerado por los factores secundarios que se detallan a continuación:

#### **a.-Reactivación de un antiguo deslizamiento.**

Uno de los principales factores que influyó directamente en el deslizamiento de La

Josefina, fue sin lugar a dudas la reactivación de un deslizamiento, ocurrido en épocas pasadas. Este movimiento en masa, estudiado en las fotografías aéreas captadas en agosto de 1989, presenta las siguientes características:

- Area: 36 Has.
- Pendiente: 20-40%
- Erosión: Hídrica intensa
- Uso Actual : Cultivos temporales y pastos.

En el gráfico N° 2, se puede visualizar el antiguo deslizamiento, y de otros movimientos en masa ocurridos en la zona.

#### **b.- Consistencia del material.**

Realizando un estudio multitemporal, con fotografías aéreas captadas por el IGM, se observa que en el extremo oeste del deslizamiento, existía un encañonamiento, el mismo que ha ido profundizándose, ensanchándose y retrocediendo su cabecera aguas arriba (erosión remontante), incluso el material que ha sido removido, se ha depositado en las partes bajas, formando un pequeño cono de deyección. Esto indica que el material que constituye el deslizamiento, es poco consistente y por consiguiente fácil de ser removido. Gráfico N° 3.

#### **c.- Alta pluviosidad.**

En los días anteriores al deslizamiento, se acentuaron las precipitaciones, lo que provocó la saturación de los suelos y su capa regolítica, con el posterior aumento del peso de la masa, que como se mencionó anteriormente era poco coherente y/o

compacta, para luego y por gravedad deslizarse hacia las partes más bajas, cubriendo los relieves pre-existentes. Gráfico N° 4.

#### **d.- Explotación de material Igneo.**

Otro de los factores que influyeron en el desprendimiento del material, se refiere a la explotación de rocas ígneas intrusivas (tonalita), en una cantera localizada al pie del antiguo deslizamiento, que al tener un soporte desgastado, cedió al empuje proveniente de las partes altas. Gráfico N° 5.

#### **e.- Mala utilización del suelo.**

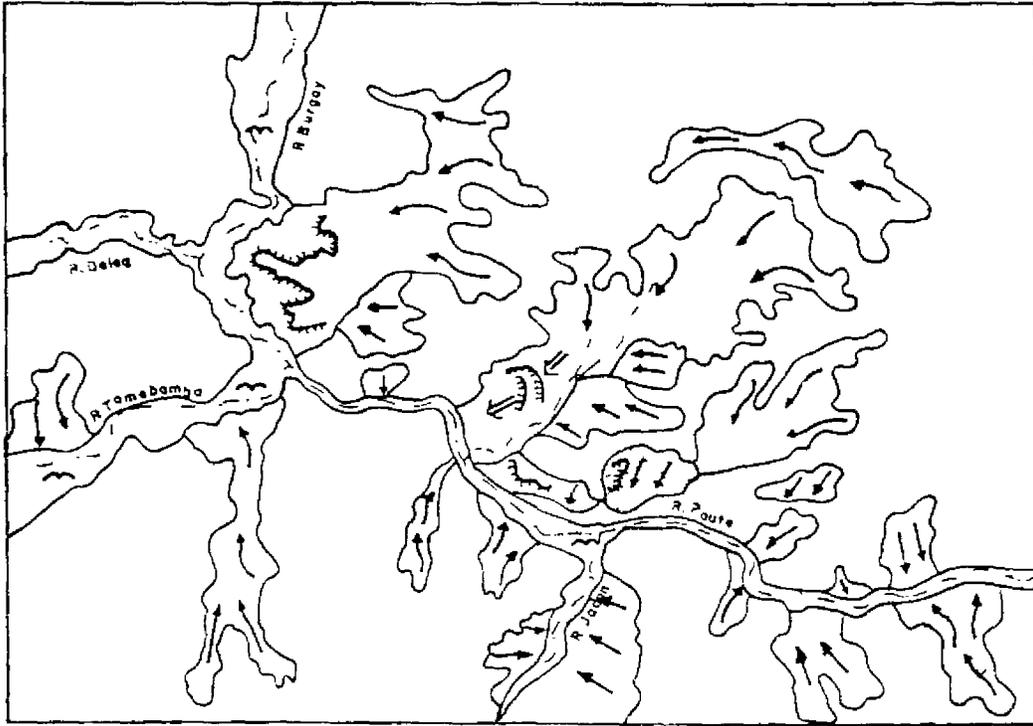
En el sector existe un predominio de cultivos de ciclo corto, sobre los pastos y vegetación arbórea y/o arbustiva. Estos cultivos (especialmente maíz), se encuentran sobre vertientes de fuertes pendientes y suelos muy susceptibles a ser removidos. Estas áreas tienen una aptitud forestal, por lo que, en la actualidad se está sobreutilizando al recurso suelo y por otro lado desprotegiéndolo, lo que trae consigo el lavado superficial (erosión hídrica) y remociones en masa. Gráfico N° 6.

En los gráficos N° 7 y 8 se puede visualizar la secuencia del deslizamiento producido en el sitio La Josefina.

## **4) GEOMORFOLOGIA DEL AREA DE INFLUENCIA**

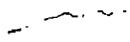
### **4.1) Metodología de trabajo.**

Los estudios geomorfológicos, encaminados a obtener la información sobre las formas topográficas o de relieve, se realizaron siguiendo una secuencia específica, basada en la interpretación de fotogra-

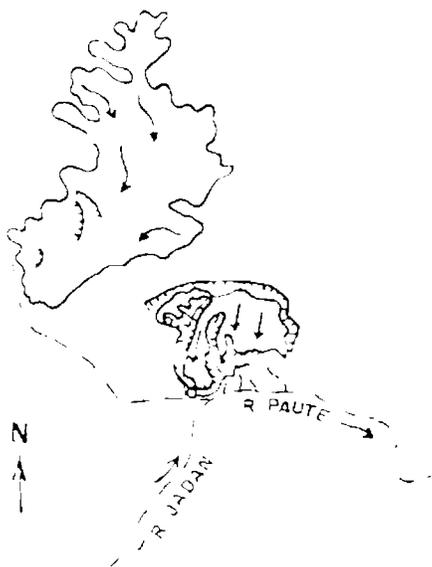


Escala 1 60 000

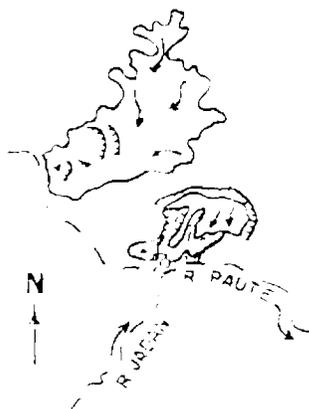
LEYENDA EXPLICATIVA

-  Antigo deslizamiento
-  Escarpe erosional
-  Terraza aluvial
-  Coluvión
-  Coluvio - aluvial
-  Río
-  Movimiento

ESTUDIO MULTITEMPORAL



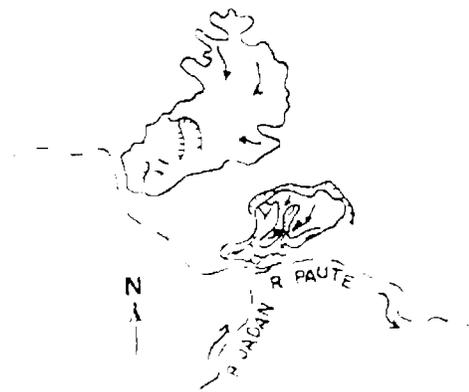
24-Junio-62



8-October-76



26-Agosto-80



25-Agosto-89

PAUTE  
PRECIPITACION  
Marzo 1.993

Suma Marzo 93 196 l  
Valor Normal Marzo 99 l  
Porcentaje 198 %

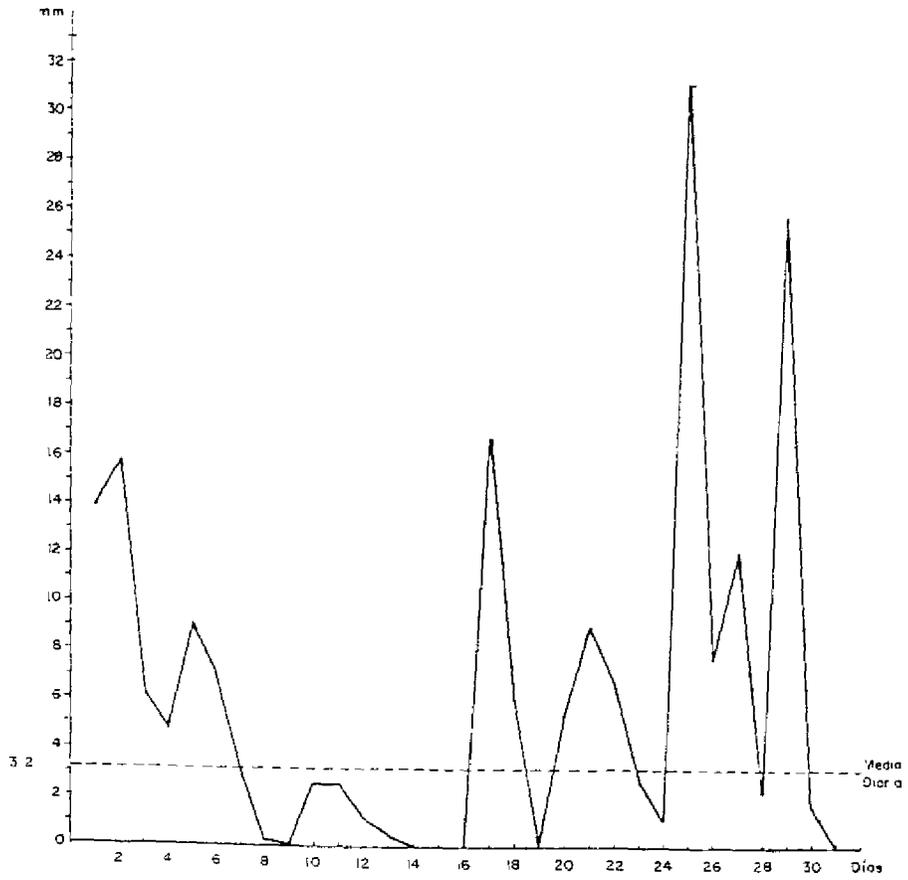
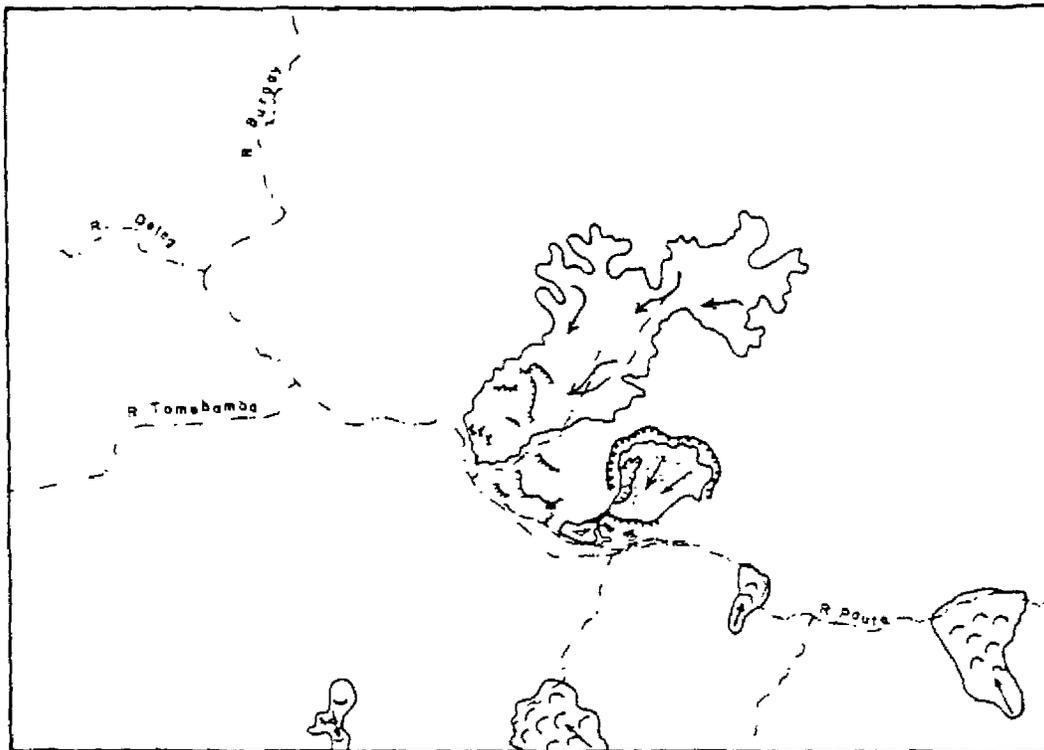


GRAFICO N° 4



Escala 1:60 000

### LEYENDA EXPLICATIVA



Antiguo deslizamiento



Cicatriz de despeje



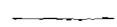
Posibles represamientos antiguos



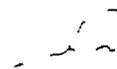
Canchales



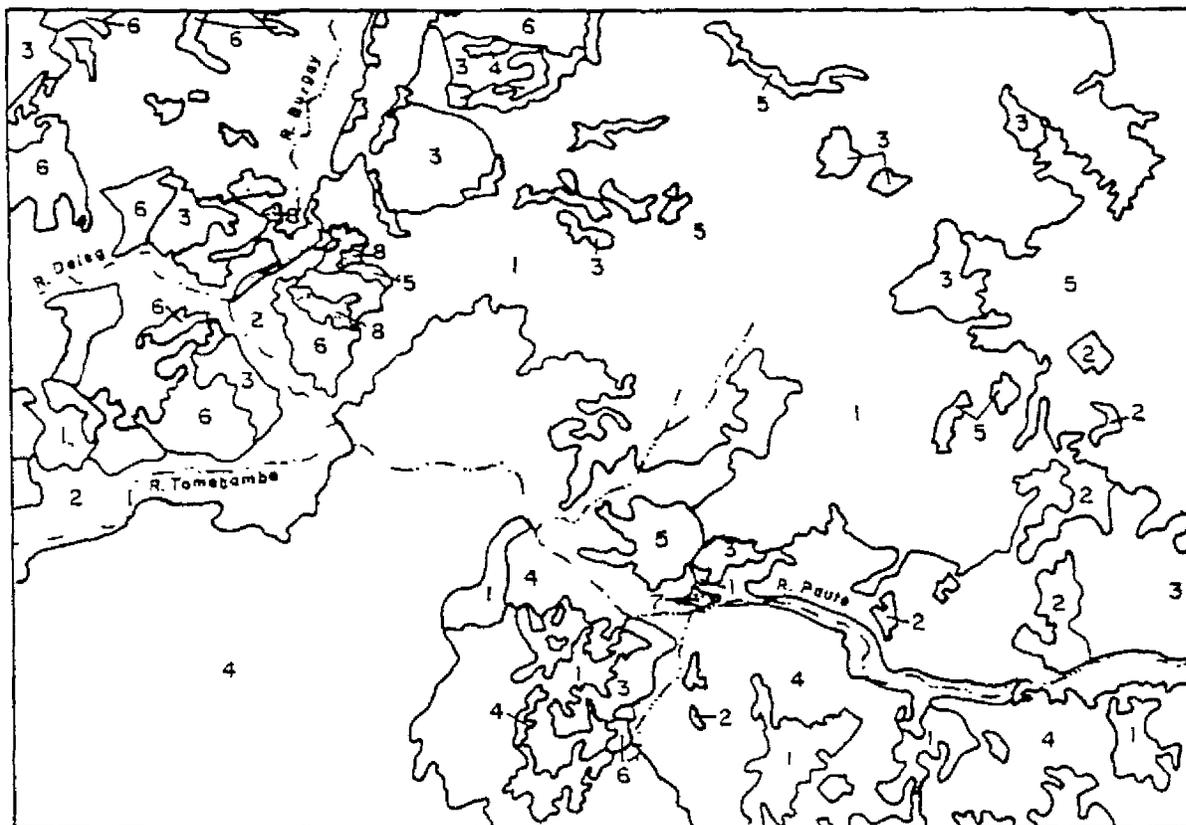
Carretera



Camino de acceso a las canteras



Río



Escala 1: 60.000

### LEYENDA EXPLICATIVA

- 1 Cultivos temporales
- 2 Pasto plantado
- 3 Matorral ralo
- 4 Pasto natural
- 5 Matorral denso
- 6 Bosque plantado
- 7 Zona sin vegetación
- 8 Zona erosionada

### CORTE LONGITUDINAL : ANTES DEL DESLIZAMIENTO

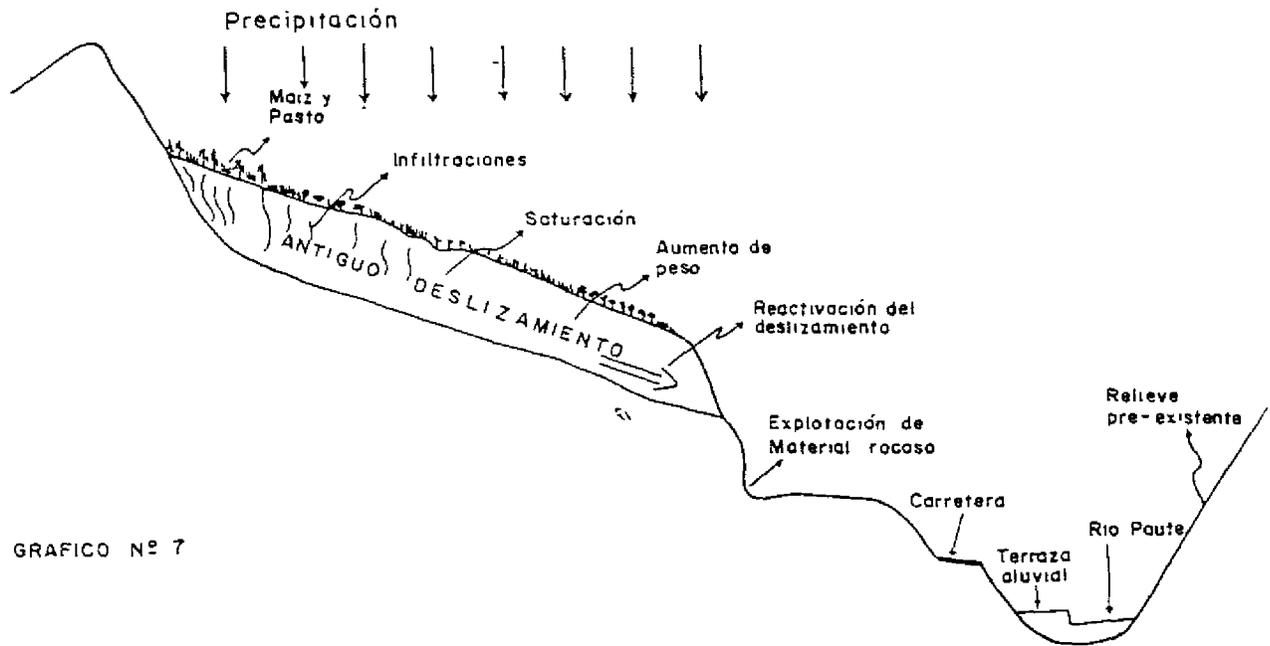


GRAFICO Nº 7

### CORTE LONGITUDINAL : DESPUES DEL DESLIZAMIENTO

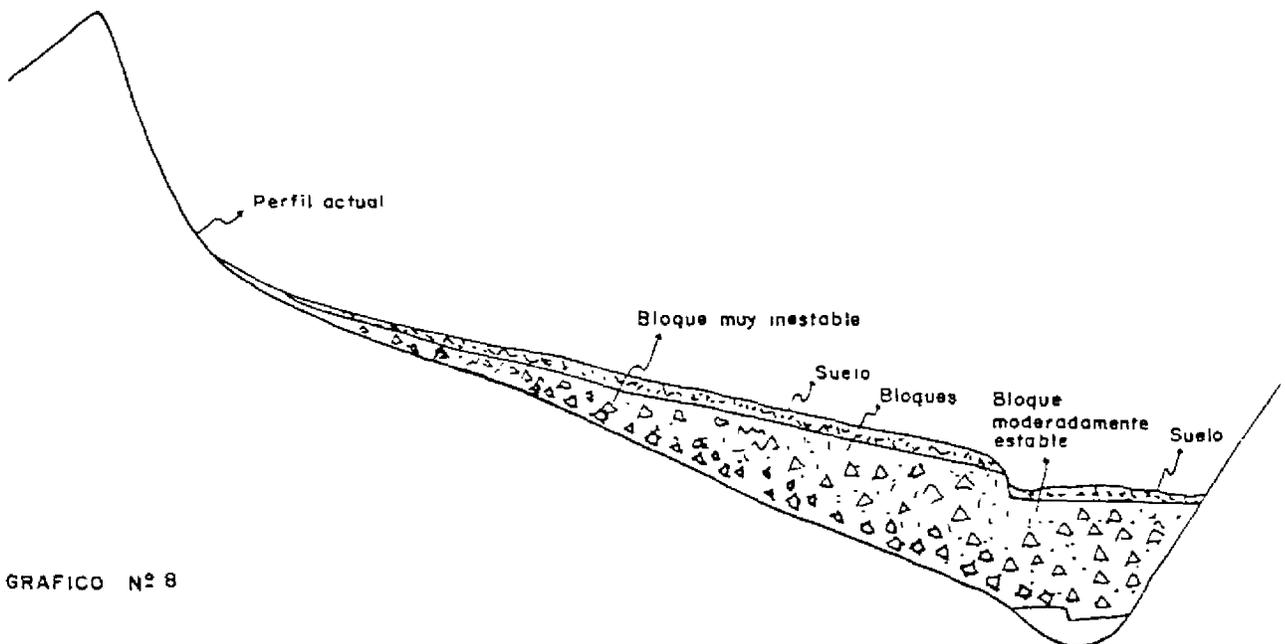


GRAFICO Nº 8

fías aéreas, como se detalla a continuación.

#### **4.1.1) Recopilación de la información.**

En esta fase se recaba la información bibliográfica, cartográfica básica, temática y fotográfica.

Las fotografías aéreas fueron de gran utilidad durante los trabajos de gabinete. Las características de estas imágenes son las siguientes:

- Procedencia: IGM
- Proyecto: Especial
- Fecha de toma: 4-V-1993
- Emulsión: Pancromática
- Calidad: Muy Buena
- No. de fotos: ocho (8)

#### **4.1.2) Elaboración del mapa geomorfológico.**

##### **a) Trabajos de fotointerpretación**

La interpretación fotográfica de los diversos tipos de relieve, se efectúa utilizando criterios morfológicos y morfométricos tales como:

- Ubicación a nivel regional y local
- Grado de disección
- Tipo de drenaje
- Forma de la cima de las colinas
- Desnivel relativo de las colinas
- Forma y pendiente de las vertientes
- Erosión y remociones en masa
- Forma de los abruptos y/o escarpes
- Lineamientos

La leyenda utilizada durante los trabajos de fotointerpretación, puede observarse en el anexo No. 1

La delimitación de las unidades se realizó con la ayuda de un estereoscopio de espejos, marca WILD, incorporado con aumentos 3X.

##### **b) Transferencia de la información.**

Esta fase consiste en transferir la información fotointerpretada, al mapa base escala 1:10.000. Este trabajo se efectúa utilizando un equipo Zoom Transfer Scope.

##### **c) Cartografía temática.**

Constituye la fase final del proceso cartográfico y consiste en la elaboración del mapa geomorfológico, con su respectiva leyenda explicativa. Ver anexo No. 2.

#### **4.2) Descripción de las formas de relieve.**

##### **4.2.1. Formas de origen denudativo.**

###### **a) Coluviones.-**

Estas formas tienen su origen en los deslizamientos producidos en las laderas de pendientes escarpadas, cuyos materiales han sido acumulados en las partes bajas, formando un depósito constituido de bloques angulosos en una matriz de grano fino. Los relieves presentan cimas generalmente redondeadas, desniveles bajos a medios, vertientes convexas y pendientes moderadas a fuertes.

Durante el presente trabajo se han identificado y cartografiado diferentes formas coluviales, diferenciándose ya sea por la magnitud o por la edad, pudiendo ser antiguos, medios, o actuales, así:

## LEYENDA EXPLICATIVA

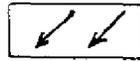
### I. FORMAS DE ORIGEN DENUDATIVO



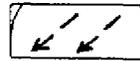
Coluvión actual (deslizamiento mayor)



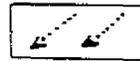
Coluvión antiguo (deslizamiento mayor)



Coluvión medio y/o reciente (deslizamiento menor)



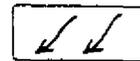
Coluvión actual (deslizamiento menor)



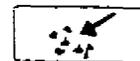
Coluvión antiguo (deslizamiento mayor superficial)



Coluvio-aluvial antiguo (deslizamiento mayor)

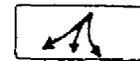


Coluvio-aluvial medio y/o reciente (deslizamiento menor)

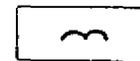


Talud de escombros (Derrumbe actual)

### II. FORMAS DE ORIGEN FLUVIAL



Cono de deyección



Terraza aluvial

### III. RELIEVES COLINADOS (vertientes)

Desnivel relativo

1 inexistente

2 10 m

3 11 a 30 m.

4 31 a 60 m

5 61 a 150 m

6 151 a 300 m

7. a 300 m

Forma de la cima y vertiente

A. colinas con cimas agudas y vertientes rectilíneas

R. colinas con cimas redondeadas y vertientes convexas

P relieves de topografía plana

Pendiente (%)

(1) 0 a 5

(2) 5 a 12

(3) 12 a 25

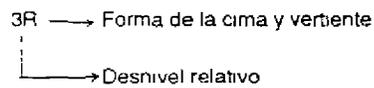
(4) 25 a 40

(5) 40 a 70

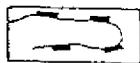
(6) 70 a 100

(7) . a 100

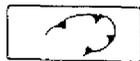
Representación cartográfica



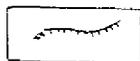
IV. SIMBOLOS DIVERSOS



Ruptura de pendiente (superficie estructural)



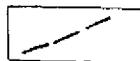
Cicatriz de despegue



Escarpe



Gargantas y/o encañonamiento



Falla de importancia geomorfológica



Zona afectada por las inundaciones y arrasamiento provocados por el desfogue del 1-V-93



Zona inundada después del desfogue del 1-V-93

- Coluviones actuales

Se refiere a grandes y/o pequeñas acumulaciones, ocurridas en los últimos tiempos. Dentro de la zona de estudio se presentan dos casos: el uno, que corresponde al gran deslizamiento ocurrido el 29 de marzo de 1993, en el flanco sur de Parquiloma, frente a la confluencia de los ríos Paute y Jadán (deslizamiento "La Josefina"); y el otro, el desprendimiento de la ladera norte de la loma Shishio, acontecido a raíz del desfogue del Iro. de Mayo. Al interior de estos deslizamientos y en la actualidad, se producen pequeños desplazamientos de material, por lo que son considerados como funcionales.

- Coluviones medios.

Se hallan distribuidos a lo largo del encañonamiento del río Paute, en sus dos márgenes. Corresponden a deslizamientos ocurridos hace algún tiempo; en la actualidad presentan un relieve bajo, poco disectado, con pendientes moderadas y fuertes. Al interior de éstas unidades se reconocen pequeños escarpes y profundos encañonamientos.

- Coluviones antiguos.

Se trata de grandes deslizamientos que se han producido en las laderas escarpadas de encañonamiento del río Paute. Los relieves son colinados bajos, cimas redondeadas y vertientes convexas. Dentro de estos coluviones, existen formas erosionales como son las cicatrices de despegue.

Especial mención merece el caso del deslizamiento que se ubica entre las quebradas: Sacayacu y Nishaiyacu, donde

después de haberse estabilizado (teóricamente), se produce una reactivación del fenómeno, desprendiéndose una parte del viejo coluvión, llegando hasta el cauce del río Paute.

### **b) Coluvio-aluviales.-**

Son depósitos coluviales que han sido removidos por las corrientes fluviales. Estas formas de relieve se producen generalmente en las cuencas de recepción, donde las laderas de las colinas son escarpadas, las rocas muy fracturadas y alteradas, los suelos susceptibles a los movimientos en masa y además, bajo la influencia de altas precipitaciones.

Dentro del área de estudio se presentan los siguientes tipos:

- Coluvio-aluviales medios y/o recientes.

Estas formas de relieve se localizan generalmente a lo largo de los drenajes. Presentan relieves poco disectados; localmente existen escarpes erosionales y profundos encañonamientos.

- Coluvio-aluviales antiguos.

Se ubican en la margen izquierda del río Paute (aguas abajo), entre Challuabamba y Parquiloma. Son grandes desplazamientos de material regolítico y de suelos que han descendido desde las partes altas hasta llegar al río Paute.

Al interior de estas formas, es común encontrar terrazas planas localizadas a diferente nivel y separadas por escarpes de fuertes pendientes, originadas por el asentamiento del material deslizado. Además existen profundos encañonamientos, donde actúa la erosión remontante.

### **c) Talud de escombros**

Es una acumulación de material rocoso, al pie de una ladera de fuertes pendientes. Un caso se ubica en la quebrada Mishauiyacu y otro al sur de Sigsicruz; este último ocurrido como consecuencia del impacto producido por las aguas, durante el desfogue del Iro. de mayo.

#### **4.2.2) Formas de origen fluvial**

##### **a) Conos de deyección.**

Son pequeños torrentes que han descendido por un canal de desagüe. para depositarse luego en una zona de topografía plana. Se ubican en el extremo oriental del área de estudio, en el sitio Lugmapamba.

##### **b) Terrazas aluviales.**

Son el producto de los procesos combinados de erosión y colmatación, que se han desarrollado en los cauces de las corrientes fluviales. Se localizan a lo largo de los ríos Tomebamba y Burgay, en el sitio El Descanso y en el río Paute, frente a Lugmapamba; presentan relieves de topografía plana, con pendientes menores al 5%. por lo que son muy vulnerables a las inundaciones.

#### **4.2.3) Relieves colinados**

Se encuentran distribuidos en toda la zona de estudio, relacionados directamente con el grado de disección del relieve, que a su vez depende de la incidencia de la erosión y los movimientos en masa.

Cartográficamente, se han identificado diversos tipos de colinas, tomando en cuenta los siguientes parámetros: forma de la cima, desnivel relativo y forma de la

vertiente. Ver leyenda explicativa.

### **CONCLUSIONES:**

- Un desastre como el presentado hace reflexionar sobre la necesidad de que el país tecnifique más sus estudios en los campos que involucran nuestro hábitat y polos de desarrollo.

- Un hecho como el deslizamiento de la Josefina ha determinado un cambio total a la geografía del sector y no solamente el cambio del trazo de los ríos afectados en un mapa, sino toda su influencia en la forma de vida de sus habitantes, sus costumbres, sus sitios de mercado y distracción, sus vías de comunicación; cambiarían los polos de desarrollo en función de las nuevas carreteras y vías.

- Cambiaría la economía nacional con el comportamiento no programado de la central hidroeléctrica que involucra tomar nuevas medidas en ese campo.

### **RECOMENDACIONES:**

- No debe dejarse pasar esta enseñanza de la naturaleza para pensar que un hecho aparentemente aislado no afecta a su entorno. Estamos siendo testigos que los estudios deben preverse y las acciones a tomar también deben estar encaminadas como posibilidades reales, a fin de que se tenga antedichos los efectos de las acciones.

- Cuando se realicen estudios que involucran cambios del entorno geográfico que como vemos afecta muchos otros campos, y más aún que involucran seres

humanos, deben considerarse todas las especialidades y no desechar ninguna hi-

pótesis, sino en base de ellas, hacer nuevos estudios extrapolados de causas-efectos y soluciones posibles.