

U 2013
c.1



INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES

APLICACION DE MAPAS GEOMORFOLOGICO PARA RECONOCIMIENTO DE EROSION

USO INTERNO DE IREN

U 2013
c. 1



INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES
IREN - CORFO

APLICACION DE MAPAS GEOMORFOLOGICOS
PARA RECONOCIMIENTO DE EROSION

Tomado de "I.T.C. journal" 1975-3
para uso interno de IREN

SANTIAGO 1 9 7 6

AOR/mmv
2.6.76

APLICACION DE MAPAS GEOMORFOLOGICOS PARA RECONOCIMIENTO DE EROSION

(Tomado de "I.T.C. journal" 1975-3; para uso interno IREN por Arnoldo Ortiz R.)

INTRODUCCION:

La erosión linear como la laminar, asociadas ó de ocurrencia independiente de pendientes inestables, posee un serio problema para planificar el desarrollo de muchas áreas. Con el advenimiento y avance de las técnicas de mapeo, los mapas geomorfológicos pueden ahora ser compilados dando, aparte de otras cosas, información cualitativa en las características erosionales y potencial en diferentes partes de una hoya de drenaje.

En estudios efectuados en Europa se obtienen mapas de 2 tipos. Un mapa, muestra unidades geomorfológicas y clase de erosión y el otro muestra clases de pendientes y tipos de cubierta vegetal.

BASE GEOLOGICA:

El área comprendida en la hoya de drenaje debe ser reconocida geológicamente, describiendo las distintas entidades geológicas, su edad, litología y estructura que reflejen las evidencias de erosión ahora detectables.

METODOS Y LEYENDAS:

El mapeo y la presentación gráfica de las distintas Formas y procesos es en acuerdo con el Sistema I.T.C del reconocimiento de geomorfología (Verstappen and van Zindam 1968).

Sirve como una guía para comparar tipos de estudios con algunas modificaciones que pueda necesitar el estudio.

Los mapas originales incorporan datos básicos basados en el siguiente esquema:

- 1.- Litología
- 2.- Unidades geomorfológicas
- 3.- Clases de Pendientes
- 4.- Procesos

(A) "Erosión"

- a) Escurrimiento difuso
(sin pérdida de suelo)
- b) Erosión de manto
- c) Escurrimiento concentrado
(sin erosión)
- d) Erosión de pequeñas cárcavas
- e) Erosión de cárcava
- f) Erosión lineal en valles
(no/suave/severa)
- g) Headward erosión (versión
retrograda)
- h) Tierras malas
- i) Erosión lateral de río
- j) Down ward river cutting
(profundización de río)

(B) Inestabilidad de Pendiente

- a) Arrastre (laminar)
- b) Solifluxión en "cuchara"
- c) Terrazamiento
- d) Desprendimiento roca/
clastos
(activa/inactiva)
- e) Desprendimiento de hundi
miento/rotatorio
(activo/inactivo)
- f) Desprendimiento base ro-
cosa
(inactiva/activa)
- h) Corriente barro/tierra
(activo/inactivo)
- i) Desprendimiento incipien
te
- j) Desprendimiento dirigido

% de área afectada

5.- Suelos

tres clases de espesor : 25 cms/25-75 cms/75 cms.

tres clases de textura : fina/media/gruesa

otros aspectos : (grava grande/pequeña)

horizonte moteado

% área afectada

6.- Tipos de cubierta

a) sin vegetación

c) pastos

e) achaparrada

b) cultivos anuales

d) empastada mejorada

f) bosque: disperso/denso

% área por sub unidad

7.- Datos estructurales

rumbo, buzamiento, falla, frac
tura, esquistosidad, etc.

8.- Topografía

líneas divisorias/quiebre de
pendiente morfometría

9.- Datos hidrológicos

pozos, tranques, aluvial
(fijo/móvil)

10.- Rasgos hechos por el
hombre

reforestación, terrazas, con-
tornos, control de ríos, exca
vaciones llenar y descargar,
etc.

Con excepción de los ítems 1, 5, 9 y 10, los mapas a-
compañantes de este artículo contienen esos datos dentro de los
límites permisibles de la escala.

El procedimiento normal; fotointerpretación seguido
por un chequeo de campo, fué realizado.

Los datos desde las fotos aéreas fueron transferidos
a la carta topográfica 1:25.000. El peso fué puesto en marcar
todos los procesos activos, fenómenos pasados y distribución de
las formas de la tierra, de acuerdo al sistema de I.T.C. Formas
menores y procesos fueron categorizados bajo varios aspectos ta-

les como estructural, denudacional, fluvial, marina y formas periglaciales. La morfología fué tomada generalmente desde los mapas topográficos con agregados desde las fotos. Basado en sus relaciones genéticas, la forma de la tierra de la hoya de drenaje, fué separado en varias unidades geomorfológicas. Realizada así, la litología fué puesta en su mayor importancia que pudo ser vista desde la morfo-conservación (Mapa 1). Sin embargo las unidades geomorfológicas no siempre coinciden con las clases de erosión, éstas fueron mapeadas separadamente (a través del mismo mapa) junto con información adicional relevante al estudio de erosión. Un mapa de pendiente y vegetación (Mapa 2) es agregado para evitar sobreabundamiento.

Durante el trabajo de terreno, en adición al chequeo de la interpretación preterreno, fué obtenido, hasta donde fuera posible, datos subsecuentes. Esto fué esencial porque muchas Formas y procesos podrían así y todo, haber faltado. Más aún, varios procesos (deslizamientos) ocurrieron después de la fecha de la carta de topografía, mientras algunas otras que eran activas al tiempo de la topografía estaban recubiertas al tiempo de la visita a terreno. Tal situación idealmente requiere topografía secuencial ó periódica para un estudio de este tipo. La distribución de la vegetación, rasgos hechos por el hombre, tipos de suelos, y alguna información hidrográfica fué obtenida solamente durante el chequeo de terreno. Todos esos datos es -
tán incorporados con símbolos lineales dentro de un apropiado
mapa base.

Estas fases involucran en la preparación de los mapas (originales) como los siguientes:

1.- Mapa Morfo-Conservación

- 1) El drenaje de la hoya, incluyendo grandes líneas de drenaje y algunas líneas de contornos importantes fueron copiados de las hojas topográficas y dibujadas en papel. En esta base los límites litológicos fueron extrapolados de las existentes en los mapas geológicos. Fué copiada la litología en detalle usando símbolos con tilde en el drenaje y mapa de contorno, el cual fué luego, impreso en una transparencia de base roja.

- 2) Todos los otros datos indicadores en el esquema fueron copiados en esta transparencia, usando símbolos de líneas negras. Las unidades geomorfológicas fueron separadas por líneas simples y las clases de erosión por líneas azules gruesas. La impresión de la transparencia de base roja muestra las líneas de drenaje, luego, la topografía y litología en gris y todos los otros detalles en negro. Las clases de erosión fueron dando áreas coloreadas siendo ellas de primera importancia en el estudio.

Clases de pendientes y Mapas de tipos de cubierta

En preparación del mapa de pendientes, las siguientes clases de pendientes fueron encontradas adecuadas para subdivisión:

- | | | |
|---------------|--------------|---------------|
| i) 0° - 2° | ii) 2° - 5° | iii) 5° - 15° |
| iv) 15° - 30° | v) 30° - 55° | |

El mapa fué preparado del mapa topográfico existente 1:10.000 y las clases así registradas fueron dando líneas de límites y trazadas en una transparencia con un drenaje y base de contornos. Las clases individuales fueron dando líneas con símbolos para distinguirlas más fácilmente unas de otras.

Para la cubierta de vegetación detallada, el área fué estratificada dentro de las siguientes categorías:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- Olivos | 2.- Olivos y cereales |
| 3.- Cultivos productivos | 4.- Cultivos productivos |
| 5.- Achaparrado | erosión susceptible |
| 7.- vegetación de hoja ancha densa | 6.- Vegetación de hoja ancha dispersa |

Estas categorías pudieron ser fácilmente delineables en la topografía y fué también chequeada en terreno. Cambios recientes del bosque fueron colectados desde el campo y debidamente incorporados. Los límites de las zonas no son exactos, pero fué registrada la predominancia de cada tipo. Se encontró que los primeros 3 tipos de vegetación están en directa relación con las clases de pendiente, las cuales determinan los si-

tios de empleo. Las pendientes suaves están reservadas para esto; las terrazas aluviales soportan los constantes cultivos de estación porque tienen un buen suelo y drenaje.

Algunos cultivos productivos han sido localizados, sin embargo, en pendientes fuertes y esto ha resultado en erosión acelerada en el área. Achaparrados y pastos predominan en sitios secos. En general la vegetación es en mayoría de hoja ancha con coníferas ocasionales, la densidad depende de la influencia humana.

Los tipos de cubierta fueron marcados en el mapa de clases de pendiente, cada zona está simbolizada. Pendiente y vegetación aparecen así juntas.

Discusión:

La importancia del mapeo geomorfológico en erosión y morfo-conservación atrae meritorias consideraciones debido a que hay una relación entre unidades geomórficas y clases de erosión, las cuales son aparejadas desde los mapas.

Basado en observación de las Formas activas, pasivas y procesos, el área fué dividida en 5 clases de erosión. Son áreas de 1) erosión normal; 2) erosión moderada; 3) erosión catastrófica; 4) erosión fuerte y activa; y 5) erosión potencial. Estas clases son descritas sumariamente aquí:

Erosión normal:

Cerca de la mitad del área de la hoya es de esta categoría. Está caracterizada por gruesas cubiertas forestales, ó una roca resistente, ó ambas.

Escurrimiento concentrado y difuso sin pérdida de suelos y deslizamientos, son los procesos predominantes. Las pendientes son generalmente estables ahora, pero cualquier desequilibrio por la actividad humana puede acarrear cierta mutabilidad.

Erosión moderada:

Esta unidad, cubriendo cercanamente 17 kms² de la hoya, está caracterizada por vegetación mixta y los procesos en

operación están también variando. Esgurrimientos concentrados y difusos con y sin pérdida de suelos, reptación, erosión de carcava y pequeños deslizamientos fueron observados en diferentes grados. Los últimos 2 procesos no son severos y no causan serios problemas de erosión. Esta clase ocupa, enteramente ó en parte, las unidades geomórficas "cerros desnudados", "cerros estructurales" y "erosión de glacis". La mayoría de las pendientes son estables, excepto dónde hay erosión de carcavas y deslizamiento causado por interferencia humana. Algunas de las pendientes empinadas están en esta unidad, pero ellas son los afloramientos de areniscas, las cuales tienen vegetación y son estables.

Las pendientes suaves de la clase son extensivamente cultivadas con olivos, cereales y cultivos de temporada.

Erosión catastrófica:

La unidad ocupa una pequeña área, de cerca de 5 kms² pero con una interesante historia. La información local revela que hubo 2 grandes deslizamientos aquí, uno en 1850 y otro en 1908, en años cuando durante el invierno y debido a la excesiva precipitación, apretadas masas de suelo, sobresaturadas con agua, precipitaron de las pendientes del cerro al valle. Esta grava mixta con agua formó una corriente de barro, el cual se extendió al valle del Olivo y continuó aguas abajo de él. Estudiando la corriente, el área plana al Este de la villa de Terrati, temporalmente formó un lago cuando la corriente de barro embalsó el río Oliva.

Los gigantes bloques de roca sólida, las cuales ahora se proyectan a los depósitos sugeridos no sólo son materiales superficiales, sino también que la base rocosa fué envuelta en el proceso. Si verdaderamente, las formas presentes de esta región son debido exclusivamente que la Forma se produjo por 2 instancias de deslizamientos es dificultoso decidir. No es improbable que la Forma es debido a más procesos que a esos solos eventos. La antigua y actual cicatriz de vegetación de los deslizamientos se pueden ver en las fotos aéreas como también el cono aluvial, retrabajado por la corriente de barro hacia el valle al río mayor, el Oliva.

El hecho que el cono ocupa una ancha área cerca de sus confluente con el río Oliva sugiere que este ancho piso de valle fué formado en efecto por otras ocurrencias repetidas de deslizamientos en períodos desde el último Holoceno (?)

Condiciones similares existen en otros lugares de la región, la ocurrencia de catastróficos desprendimientos de tierra en esta particular área, es probable también que sea por efecto de tectonismo: está localizado en una zona de Basamento fallado. De acuerdo a Burton (1970) el área está aún en activo só levantamiento y no será por esto sorpresivo ver grandes desprendimientos en zonas tectonicamente débiles.

Lluvias torrenciales y otras condiciones meteorológicas excepcionales han sido las agentes causantes de esos eventos. Hay una amplia evidencia que los materiales heterogéneos fueron los depósitos que han sido transportados más de 3 kms. desde su fuente, y tienen importantes consecuencias geomórficas. Primeramente el sistema de drenaje ha sido alterado en esta zona. Los ríos tributarios corren paralelos al Oliva por alguna distancia antes que ellos se junten al canal principal de este río, por que ellos fueron deflectados por la corriente de barro. El canal principal del río Oliva ha sido empujado (lado oeste) por el material de la corriente de barro. Sucesiones subsecuentes a la depositación del material es evidente desde los 5 mts. de alto de pendiente fuerte, la cual se eleva desde la base presente del río.

El perfil longitudinal del Oliva muestra un prominente knick point en la unión de los tributarios con el acarreo de material. Esta es la explicación por el repentino aumento en la base de carga (Morsawa, 1968).

Las enormes cargas de material arrastrado en el río fué más que lo que las corrientes de agua pudieron sacar fuera: es un ejemplo de una situación en la cual la base de material de ambas corrientes de agua combinadas es más grande que la corriente que puede llevarlas.

Asumiendo que el perfil longitudinal del río antes del evento fué uniformemente cóncavo, parece ser que el canal actual está aún oradando para alcanzar la forma de nivel base. La superficie del área cubierta por el material de la corriente de barro dá, desde el aire la errónea impresión de suelo fértil. El chequeo de campo, sin embargo, revela la naturaleza abandonada de la localidad.

Erosión fuerte y activa

El área ocupada por esta clase es cerca de 6 km². El tamaño de la clase coincide con la unidad geomorfológica "cerros denudados en área de geología compleja".

El resto de ella es visto vecino a Terrati y en el valle al sur de Aiello. En la Forma, la geología es medianamente compleja. Llevado junto por contactos tectónicos, las variadas formaciones consisten en diferentes tipos de rocas con variados grados de competencia, descomposición, fracturamiento y permeabilidad. El resultado neto es que ésta área parece ser un lugar de vigorosos movimientos en masa.

Se ha observado que las zonas de contacto de varias formaciones están arriba ó abajo de los límites de los deslizamientos. La mayoría de tipos de rocas en el área son altamente incompetentes, por inherencia ó tectonismo, la mayoría de los deslizamientos están actualmente en pendientes de clastos rocosos. La arenisca más competente y limolitas duras da levanteamiento a las rocas falladas.

En algunos casos es dificultoso separar un proceso de otro. Sobresaturación y erosión basal de pendientes por cursos de agua causa deslizamientos recientes. Estos deslizamientos crean arroyuelos y erosión de carcavas, las cuales esencialmente resultan en erosiones menores, etc.

La interferencia humana también ha agravado la erosión en el área. El hecho de existir más bien uso de la tierra introducido y denso, su empleo es altamente peligroso en esta tierra, desde un punto de vista de estabilidad. Varias incisiones y deslizamientos pasivos indican que el área por largo tiempo ha sido sujeta a erosión.

Un camino teórico de reducir la ulterior erosión podría ser una ley de actividad humana completa en la región, unas medidas tales como reforestación contornos de protección, etc. La creación de mejor drenaje y la introducción de cambios en la práctica agrícola puede ayudar considerablemente en prevenir deslizamientos. Pero una estabilidad completa en esta inestable área geológica está ciertamente fuera de alcance.

Alrededor de Terrati, conglomerados altamente incompetentes del Mioceno y areniscas, son susceptibles a erosionarse en carcava y deslizamientos. Las tierras malas en esta área están desarrolladas en conglomerados inconsolidados.

La ciudad de Terrati y el camino pasan a través de ella y están situadas en una división de posición, la cual está en equilibrio precario por la erosión retrógrada a ambos lados de ella. De hecho, el camino cerca de $\frac{1}{2}$ km. al norte de Terrati debió ser desviado unos pocos metros al oeste por la erosión retrógrada del Este. Tarde o temprano una alternativa tendrá que ser encontrar al menos la forma de detener pronto la erosión.

Erosión Potencial:

En gran parte al sur del área hay una zona de cerca de 2 km², la cual es potencialmente peligrosa. Las areniscas del Mioceno tienen de brusca a suave pendiente a ángulo moderado con el río Oliva. Hay una fuerte erosión lateral en el banco izquierdo del río en esta parte curva de su curso. En el evento que la erosión lateral del río y subsecuente reactivación de las quebradas depende de la competencia de las areniscas a lo largo de los planos de estratificación desmoronamientos de estratos pueden ser esperados. La magnitud de tales demoramientos dependerá de la profundidad del plano quebrado y podría ser desastroso. El abundamiento de carcavas y la formación de quebradas puede ser esperado en las pendientes expuestas de los desmoronamientos. En el presente no aparece acción del río aquí, pero la prevención de erosión lateral activa haría necesario construir una muralla de concreto. Afortunadamente no aparece trabajo de actividad humana en esta fuerte pendiente ahora, pero la formación de carcavas sugiriría desforestación en el pasado.

La Tabla I indica la interrelación de litología, uso actual, tipos de erosión y movimiento en masa.

La relativa magnitud de los diferentes procesos de erosión en diferentes litologías, con variaciones de cubierta vegetal, puede de una vez ser comparada. Aunque es dificultoso deducir alguna conclusión positiva de esta tabla, un poco de observaciones generales pueden ser hechas. Por ejemplo, los arrastres predominantes son en rocas metamórficas e ígneas, por cuanto erosión en escamas es predominante en rocas sedimentarias, esto de nuevo, puede ser relacionado a la gran cubierta forestal en esta forma. Erosión activa, sin embargo se vé en algunos lugares no ocupando grandes áreas de la hoya. Es así y todo, más prevaleciente en rocas sedimentarias e ígneas comparado con terrenos metamórficos.

La tabla que acompaña a los mapas puede servir para facilitar la localización de áreas que necesitan inmediatamente medidas de conservación y para planos de prevención de tierras deterioradas en área relativamente erodada.

CONCLUSIONES

- 1.- Las técnicas de mapeo geomorfológico puede ser útil emplearla para la prevención de mapas con propósitos especiales tales como Morfo-Conservación y mapas de erosión.
- 2.- Énfasis en "Forma" y "Proceso" en conjunción con litología, como el realizado en el sistema I.T.C. de reconocimiento geomorfológico, prueba un adecuado análisis aproximado a estudios concernientes a movimientos en masa y erosión.
- 3.- En el estudio de la hoya de drenaje, los factores geológicos tales como estructura, la naturaleza y competencia de las rocas, son la base en el proceso de erosión activa, el cual fué finalmente detenido por la influencia humana.

CLAVE DE CLASIFICACION LITOLOGICA

ROCAS METAMORFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS IGNEAS
1 ESQUISTOS FILITICOS (METAMORFICAS BLANDAS)	1 ARENISCA	1 GRANITO
2 ESQUISTO Y GNEISS (METAMORFICAS DURAS)	2 ARCILLAS LIMOSAS	
	3 CONGLOMERADO	
	4 CALIZA / DOLOMITA	

USO ACTUAL

	SIMBOL O	DESCRIPCION	AREA (HAS.)	PORCENTAJE					AREA (HAS)	PORCENTAJE					AREA (HAS.)	PORCENTAJE					TOTAL	
				10	20	30	40	50		10	20	30	40	50		10	20	30	40	50	AREA	%
TIPO DE CUBIERTA	I	OLIVO																				
	I ^c	OLIVO Y CEREALES																				
		CULTIVOS PRODUCTIVOS																				
		CULTIVOS, SUSCEPTIBLE DE EROSION																				
	*	PASTO RALO																				
	♀	VEGETACION HOJA ANCHA , DISPERSA																				
	♂	VEGETACION HOJA ANCHA , DENSA																				

EROSION

	SIMBOLO	DESCRIPCION	% DE OCURRENCIA EN TODA EL AREA	% DE OCURRENCIA					% DE OCURRENCIA EN TODA EL AREA	% DE OCURRENCIA							% DE OCURRENCIA EN TODA EL AREA	% DE OCURRENCIA							% DEL TOTAL DE OCURRENCIA				
				10	20	30	40	50		10	20	30	40	50	60	70		10	20	30	40	50	60	70					
EROSION		ESCURRIMIENTO DIFUSO SIN PERDIDA DE SUELO																											
		EROSION DE MANTO																											
		EROSION CARCAVA																											
		EROSION RETROGRADA																											
		EROSION DE BASE																											
MOV. DE MASA		DESIZAMIENTO																											
		FALLA DE ROCA																											
		ARRASTRE																											
		TIERRA - CORRIENTE DE BARRO																											
TOTAL				TOTAL						TOTAL								TOTAL											

CLASES DE EROSION Y UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

16°10'E

LEYENDA GENERAL

- ↑ 20 RUMBO Y MANTEO
- ▬ ESCARPE DE FALLA
- ▬ CIMA DE CUESTA
- ▬ PARED ROCOSA
- ▬ SUPERFICIE DE APLANAMIENTO
- ▬ GLACIS DE ACUMULACION
- ▬ GLACIS DE EROSION
- ▬ QUIEBRE DE PENDIENTE
- ▬ DESLIZAMIENTO
- ▬ REPTACION
- ▬ DESLIZAMIENTO ACTIVO
- ▬ DESLIZAMIENTO INACTIVO
- ▬ ALUD DE ROCAS
- ▬ CORRIENTE DE BARRO
- ▬ EROSION DE MANTO
- ▬ EROSION CARCABA
- ▬ TIERRAS MALAS
- ▬ EROSION DE CABECERA
- ▬ ESCURRIMIENTO DIFUSO SIN PERDIDA DE SUELO
- ▬ ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL CONCENTRADO
- ▬ EROSION LATERAL DE RIO
- ▬ PLANO ALUVIAL
- ▬ TERRAZA MARINA DE ACUMULACION
- ▬ LINEA DIVISORIA
- ▬ ESCARPA
- ▬ FORMAS DE VALLES

CLASES DE EROSION

- ▬ EROSION POTENCIAL
- ▬ EROSION NORMAL
- ▬ EROSION MODERADA
- ▬ EROSION FUERTE Y ACTIVA
- ▬ EROSION CATASTROFICA

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

- ▬ PLANO ALUVIAL CON TERRAZAS Y CONOS
- ▬ TERRAZAS MARINAS DEPOSICIONALES
- ▬ CERRO ESTRUCTURAL EN ARENISCA
- ▬ CERRO ESTRUCTURAL EN ESQUISTO
- ▬ CERROS DENUDACIONALES EN METAMORFICAS
- ▬ CERRO DENUDACIONAL EN AREA GEOLOGICA COMPLEJA
- ▬ CERRO DENUDACIONAL EN SEDIMENTARIAS
- ▬ GLACIS DE EROSION
- ▬ GLACIS DE ACUMULACION

ESCALA APROX. 1 70 000

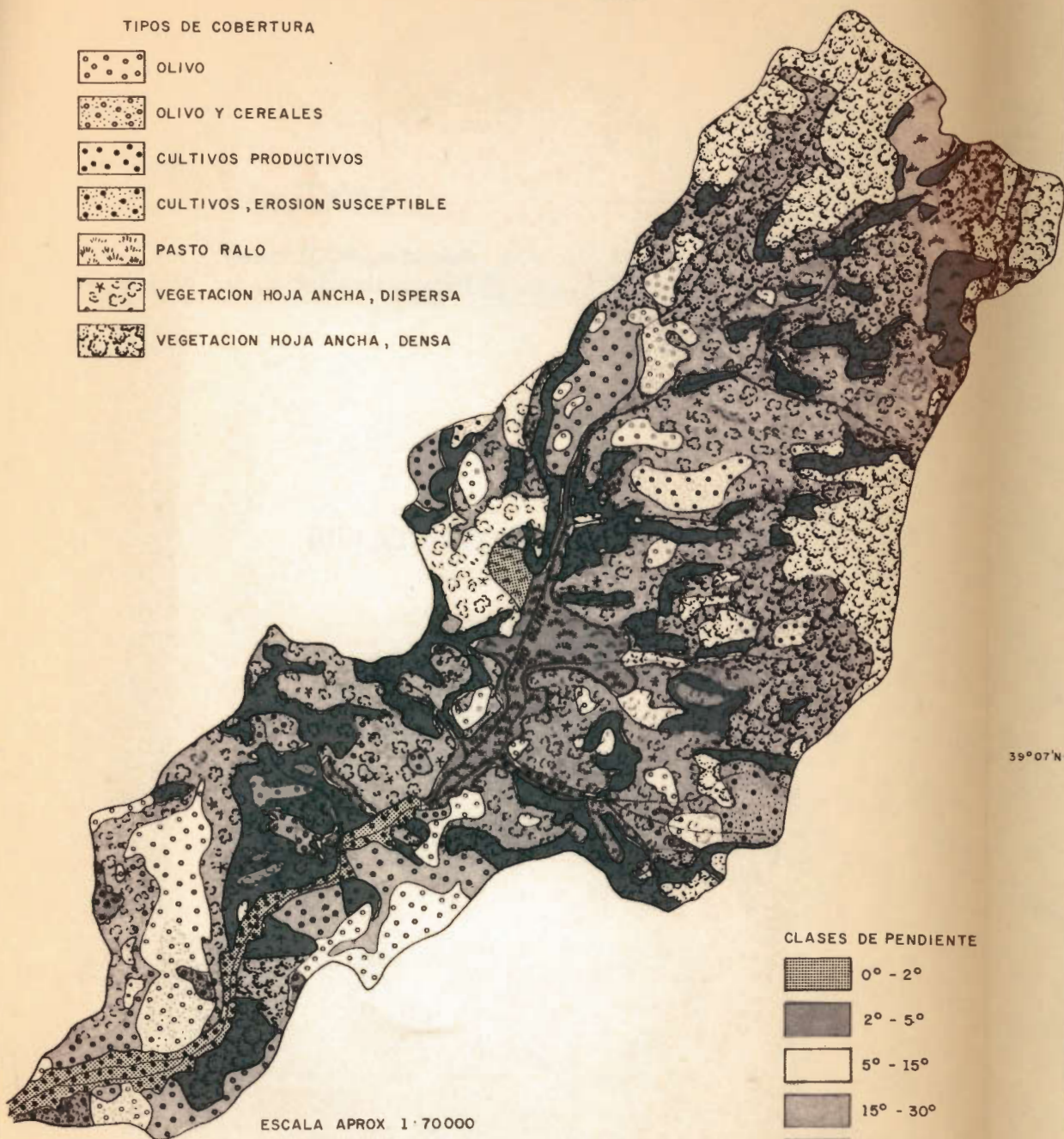
39°07'N

CLASES DE PENDIENTES Y TIPOS DE CUBIERTAS VEGETACIONALES

16°10' E

TIPOS DE COBERTURA

-  OLIVO
-  OLIVO Y CEREALES
-  CULTIVOS PRODUCTIVOS
-  CULTIVOS, EROSION SUSCEPTIBLE
-  PASTO RALO
-  VEGETACION HOJA ANCHA, DISPERSA
-  VEGETACION HOJA ANCHA, DENSA



39°07' N

ESCALA APROX 1:70000

CLASES DE PENDIENTE

-  0° - 2°
-  2° - 5°
-  5° - 15°
-  15° - 30°
-  30° - 55°