

MODELO HIDROLOGICO "NUMERO DE CURVA" PROPUESTO POR
EL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS ESTADOS
UNIDOS., PARA ESTIMAR ESCURRIMIENTO.

DISERTACION

SOMETIDA A LA CONSIDERACION
DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
UNIVERSIDAD DE SONORA

POR

LUIS CARLOS VALDEZ TORRES

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE -
INGENIERO AGRONOMO CON ESPECIALIDAD EN IIRIGACION.

JUNIO 1987.

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Dedico este trabajo:

- A Dios, por permitirme seguir adelante.
- A mis padres Rafael y Celina, por su amor, comprensión, sacrificios y ayuda. Gracias por su herencia.
- A toda mi familia, especialmente a mis hermanos - por su cariño y apoyo.
- A Paula, por su presencia en mi vida, así como por su comprensión, paciencia y apoyo.
- A mis maestros con respeto.
- A mis amigos por su ayuda en el transcurso de la - carrera.
- A la Universidad de Sonora, por permitirme prepararme en sus aulas.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Juan Francisco Tapia, Jefe del Departamento de Hidrometría, del Distrito de Riego No. 75 por su cooperación y facilidad prestada para extraer la información requerida.

Al Dr. Christopher Watts, por su asesoría y orientación a la realización de este trabajo.

A los Ingenieros Jaime Garatuza y Oscar A. Cámara, - por sus asesorías tanto en la realización de este - trabajo, así como en el manejo de la computadora.

Al Ing. Marcos Huez, por sus observaciones y orientaciones del presente trabajo.

SE AGRADECIDO A LA SUERTE. NO PRESTES
ATENCIÓN AL RELAMPAGO. -ESCUCHA A LOS
PAJAROS. Y NO ODIES A NADIE.

EUBLE BLAKE
(1883-1983)

PIANISTA DE MUSICA RAGTIME

INDICE

Introducción	-----	1
Literatura revisada	-----	3
Aplicación del modelo	-----	12
Conclusiones	-----	25
Recomendaciones	-----	27
Bibliografía	-----	28
Anexo	-----	30

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura No. 1	Plano de localización-cuenca de Chínipas---	3
Cuadro No. 1	Clasificación de los tipos de suelos según el modelo del USSCS 1972.-----	7
Cuadro No. 2	Selección de los números de curva de escurrimiento para los complejos hidrológicos suelo-cobertura.-----	10
Cuadro No. 3	Factores de corrección del "número de curva (CN)" según las condiciones de humedad antecedente-----	11
Cuadro No. 4	Características y propiedades de los suelos según la FAO.-----	15
Figura No. 2	Tipos de suelo-cuenca de Chínipas-----	16
Figura No. 3	Tipo de vegetación-cuenca de Chínipas-----	17
Cuadro No. 5	Números de curva determinados para cada complejo-----	18
Cuadro No. 6	Determinación del número de curva (CN) por el método del USSCS. para la cuenca Chinipas I.-----	19
Figura No. 4	Estaciones pluviométricas y sus polígonos.-----	20
Figura No. 5	Gráfica de resultados con CN=70.5775-----	22
Figura No. 6	Gráfica de resultados con CN=81.5-----	23
Cuadro No. 7	Escurremientos calculados con cada número de curva obtenidos para todas las tormentas en millones de M ³ -----	24

INTRODUCCION

El escurrimiento es la parte de la precipitación drenada por las corrientes de la cuenca hasta su salida y dependen de la precipitación, vegetación, tipo de suelo, depresiones, etc.

Es importante estimar con anticipación los escurrimientos que se van a presentar después de una tormenta para poder tomar las medidas necesarias, que no pongan en peligro la seguridad de los habitantes y la economía de la región.

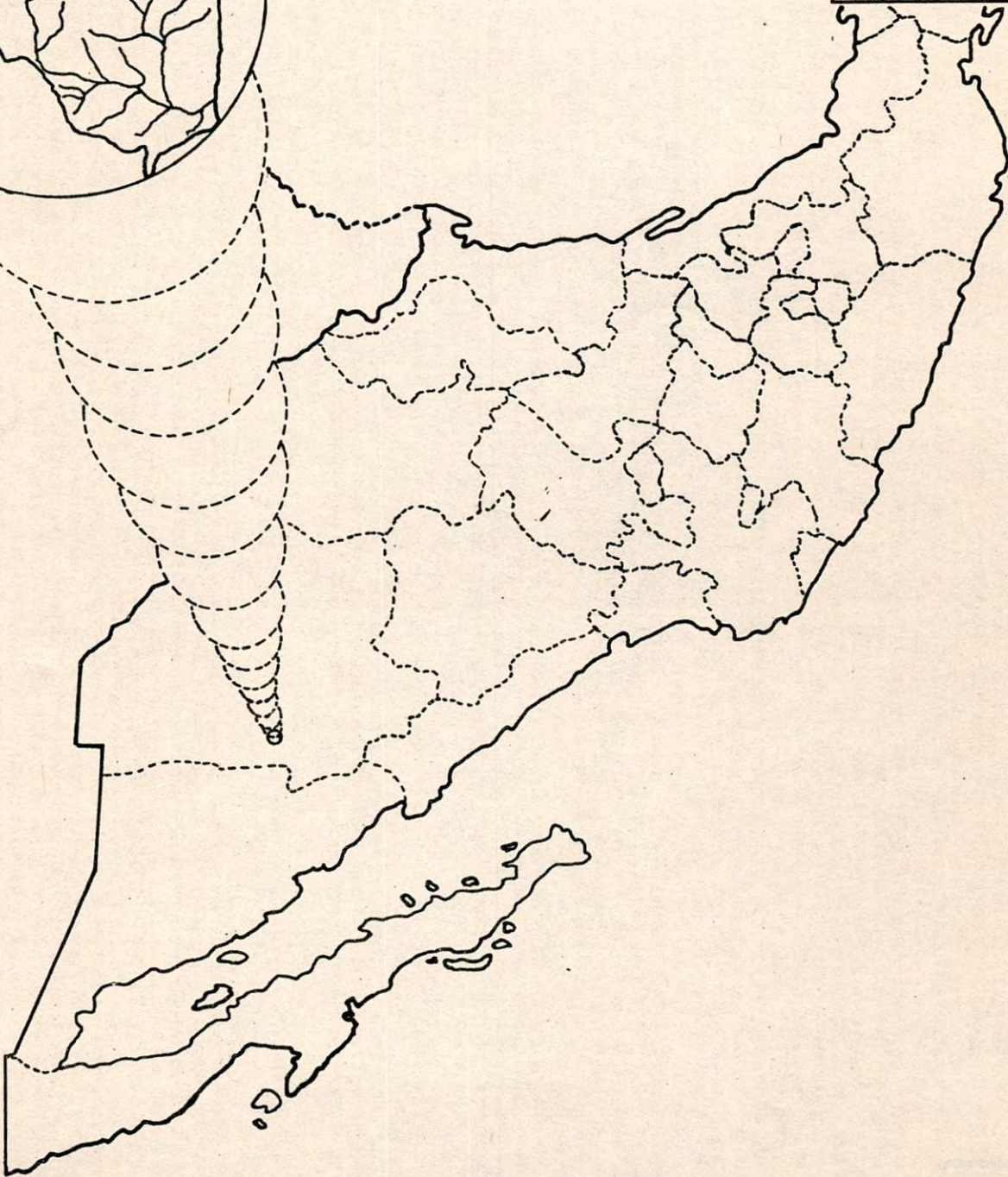
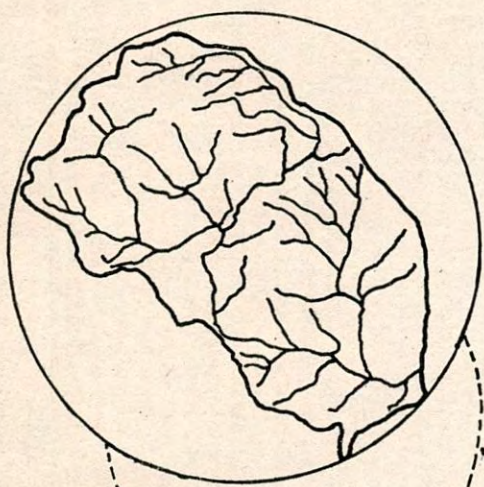
Para estimar los volúmenes de escurrimiento se conocen varias técnicas, que se basan en modelos matemáticos que nos permiten conocer los caudales que se van a presentar en el conductor principal.

El servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, propone el modelo "Número de Curva", el cual nos sirve para estimar el volumen de escurrimiento directo en cuencas pequeñas. Se basa en la precipitación total registrada y en las características fisiográficas de la cuenca.

El presente trabajo consiste en una revisión bibliográfica del modelo "Número de Curva", y la aplicación de éste a la subcuenca Chínipas I del Río Fuerte (Fig. 1)

El Río Fuerte es uno de los más importantes de la República Mexicana, sus volúmenes de escurrimiento descargan en el Golfo de California. En la cuenca de éste Río se cuenta con dos presas: La Miguel Higalgo y la Josefa Ortíz de Domínguez, las cuales tienen una capacidad de almacenamiento de 3,280 y 485 Mm³ respectivamente.

La subcuenca Chínipas I es importante en la cuenca del Río Fuerte, ya que aporta de un 20 a un 30% de los escurrimientos recibidos en la Presa Miguel Hidalgo.



UNIVERSIDAD DE SONORA
ESC. DE AGRICULTURA Y GANADERIA
FIG. 1 PLANO DE LOCALIZACION
CUENCA DE CHINIPAS
JUNIO 87 LUIS CARLOS VALDEZ T.

Literatura Revisada

Relación Lluvia-Escurrimiento.

La lluvia que cae sobre la superficie terrestre, sigue diferentes caminos. Una parte de ella es interceptada momentáneamente por la vegetación, las construcciones, y en general todo tipo de obstáculos que le impiden alcanzar la superficie del suelo. Este fenómeno es conocido como retención del agua de lluvia.

El agua que logra alcanzar la superficie del suelo, se infiltra hasta satisfacer la deficiencia de humedad del mismo.

A continuación el resto del agua escurre superficialmente y se almacena en las depresiones del terreno. Cuando rebasa la capacidad de ésta, se presenta nuevamente el proceso de escurrimiento superficial hacia las partes bajas del terreno, por gravedad.

Durante los procesos anteriores, de retención, infiltración, almacenamiento en depresiones y escurrimiento superficial, el agua está sujeta también a evaporación.

Un intento por valuar la cantidad de agua en cada uno de los procesos anteriores, es la llamada ecuación de balance hidrológico, que establece lo siguiente:

$$\text{Precipitación} = \text{escurrimiento} + \text{infiltración} + \text{evaporación}.$$

Su aplicación correcta presenta muchas dificultades, debido a la gran cantidad de factores inherentes en la valuación de cada uno de los términos de la ecuación. Por lo tanto es útil en general, sólomente desde el punto de vista cualitativo.

A la relación entre el volúmen escurrido y el volúmen llovido se le llama coeficiente de escurrimiento. Este depende de muchos factores, como son la intensidad y duración de la precipitación, tipo de suelo, vegetación, pendientes del terreno en la zona, humedad del suelo, profundidad del nivel freático, etc., lo que lo hace difícil su valuación (13).

El servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos (USSCS) propone un modelo para estimar los volúmenes de escurrimiento directo el cuál se basa en datos de precipitación diaria, uso del suelo, su tratamiento (surcos, terrazas, etc.), su composición (arenas, arcillas, etc.), su pendiente y el estado de humedad antecedente del suelo (2, 7, 13) .

En la práctica, es común hablar de sólo dos tipos de escurrimiento el base y el directo, éste último formado por los escurrimientos del cauce, superficial y subsuperficial (11).

El modelo del USSCS permite estimar el escurrimiento directo, que se supone irá al cauce principal de la cuenca, como resultado de la lluvia o de la fusión de la nieve (2, 6).

Este modelo se utiliza en cuencas pequeñas (aproximadamente 51.67 Kms.²) donde no están aforadas, ya que solo se basa en la precipitación total y en las características fisiográficas de la cuenca. El origen de éste fué en 1955 al Este de los Estados Unidos donde se obtuvieron buenos resultados.

El modelo se ha experimentado en las cuencas de Alto Tacambaro en el Estado de Michoacán y en la del arroyo del Cuervo Chihuahua, en las cuales los resultados fueron por lo general estimaciones bajas a las reales.

Datos que utiliza el modelo del USSCS.

Los datos que utiliza el modelo para obtener la lámina de escurrimiento directo son:

- a) Información sobre los suelos de la Cuenca.
- b) Información sobre la cobertura vegetal.
- c) Información sobre el uso del terreno en la Cuenca.
- d) Estado de saturación de la Cuenca, en la llamada: - condición de humedad antecedente.

Una combinación específica de suelo, cobertura y uso del terreno, se denomina complejo hidrológico suelo-cobertura, es la clave de la ecuación de éste modelo (5, 8, 14)

Tipos de suelo.

Las propiedades hidrológicas de un suelo son un factor esencial en el proceso de generación del escurrimiento a partir de la lluvia y por lo tanto, deben de ser clasificados de acuerdo al parámetro hidrológico velocidad de infiltración, que es la velocidad con la cuál el agua entra en un suelo por la superficie, es un indicador del potencial de escurrimiento del suelo (8,14).

El modelo del USSCS. exige una clasificación de los tipos de suelo, (cuadro No.1) el cuál se basa en la velocidad de infiltración de los mismos.

Cobertura Vegetal.

Cobertura es cualquier material (pero comunmente vegetal) que cubre el suelo y lo protege del impacto de la lluvia. Las siguientes definiciones describen la cobertura:

Rotación de cultivos- La secuencia de cultivos en una finca o cuenca se debe a evaluar con respecto a su efecto hidrológico, es decir, habrá rotaciones pobres y rotaciones buenas, de acuerdo principalmente a la cantidad de vegetación densa en tál rotación.

Cuadro No. 1.- Clasificación de los Suelos según el método del -
USSCS. 1972.

Tipos de Suelo	Descripción de las características de los suelos
A	(Bajo potencial de escurrimiento) suelos con capacidad de infiltración alta, cuando están mojados y consisten principalmente de arenas y gravas con pocas cantidades de limo y arcillas, son suelos muy permeables.
B	Suelos con moderadas velocidades de infiltración cuando están mojados, son moderadamente profundos, moderadamente bueno, a buen drenado, contienen valores intermedios de texturas finas a gruesas.
C	Suelos con baja velocidad de infiltración cuando están mojados, usualmente presentan extractos que impiden el drenaje vertical, son suelos con texturas finas. - - (Arena muy fina, limos y bastante arcilla)
D	(Alto potencial de escurrimiento Suelos con muy baja velocidad de infiltración cuando están mojados y consiste principalmente de suelos arcillosos con alto potencial de hinchamiento. Suelos con alto nivel freático, suelos con un extrato de arcilla cerca de la superficie o bien sobre el horizonte impermeable; son suelos poco profundos. (1,2,4)

Rotación pobre.- Contiene una gran porción de cultivos de hilera, granos pequeños, y barbecho.

Rotación Buena.- Contiene una gran porción de alfalfa y de pasto u otras legúmbres que se siembran juntas, para mejorar la textura y aumentar la infiltración.

Pradera natural y pastizal.- Comunmente se consideran tres clases de condiciones que se basan en su efecto hidrológico y no en la producción de forraje, estos son:

Pradera o pastizal pobre.- Tiene exceso de pastoreo, sin cubierta o teniendo una cubierta de menos de 50% del área.

Pradera o pastizal regular.- Tienen moderado pastoreo y tienen cubierta vegetal entre el 50 y 75% de área.

Pradera o pastizal bueno.- Tienen pastoreo ligero y más del 75% del área tiene cobertura vegetal.

Bosques.- Nuevamente la clasificación se ha hecho con respecto a los factores hidrológicos y no en base a la producción de madera distinguiéndose:

Bosque pobre.- Tiene excesivo pastoreo, árboles pequeños y el arroyo se destruye regularmente por incendio.

Bosque regular.- Con algo de pastoreo pero no se quemar puede tener algo de arroyo.

Bosque bueno.- Protegido del pastoreo, de manera que el suelo está cubierto de arroyo y arbustos (2, 4).

Uso del terreno.

El uso o tratamiento del terreno se refiere a las diversas prácticas agrícolas usadas en las fincas o ranchos y dentro de ellas se tienen las siguientes definiciones:

Surcos rectos.- Es un tipo de práctica de cultivo que es llevada a cabo sin tomar en cuenta la magnitud de la pendiente del terreno. Los surcos siguen la mayor pendiente del terreno siempre y cuando no causen erosión.

Surcos de curva de nivel.- Es una práctica que se utiliza en terrenos ondulados, y consiste en seguir el contorno general del terreno.

Terrazas.- Es la práctica consistente en construir bordos o combinaciones en bordos-zanjas para controlar el escurrimiento del terreno (2, 14)

Complejos hidrológicos suelo-cobertura.

Aunque los suelos y las coberturas fueron clasificados separadamente, cuando se combina los tipos de suelo, la cobertura y el uso del terreno forman los llamados complejos hidrológicos suelo-cobertura. Los cuales se presentan en el cuadro No. 2.

El número de curva (CN) muestra el valor relativo de cada complejo hidrológico para producir escurrimiento directo de manera que cuando más elevado es CN mayor es el volumen de escurrimiento que se podrá esperar de una determinada tormenta en la cuenca (2).

Para obtener el número, de varias asociaciones suelo-cobertura, se hizo un análisis de los datos históricos de muchas cuencas. Primero se agrupó la condición de humedad antecedente de tres niveles de acuerdo a la cantidad de lluvia registrada por cinco días precedente a la tormenta, después, se obtuvieron relaciones precipitación-escurrimiento para varios parámetros de la cuenca. Los números de curva resultantes se presentan para una condición de humedad antecedente en el cuadro No. 2(6,10,13).

Humedad antecedente.

Se refiere a la humedad que contenga el suelo en el instante en que se presenta la tormenta, y ésta afecta los volúmenes de escurrimiento.

Cuadro No. 2: Selección de los números de curva de escurrimiento para los complejos hidrológicos suelo-cobertura (1,2,3)

Uso de la tierra o cobertura	Tratamiento del suelo	Pendiente del terreno en (%)	Condición Hidrológica.	TIPOS DE SUELO			
				A	B	C	D
Sin cultivo	Surcos-Rectos	-	Pobre	77	86	91	94
Cultivos en surcos.	Surcos-Rectos	>1	Pobre	72	81	88	91
	Surcos-Rectos	<1	Buena	67	78	85	89
	Contorneo	>1	Pobre	70	79	84	88
	Contorneo	<1	Buena	65	75	82	86
	Terrazas	>1	Pobre	66	74	70	82
	Terrazas	<1	Buena	62	71	78	81
Cereales	Surcos Rectos	>1	Pobre	65	76	84	88
	Surcos Rectos	<1	Buena	63	75	83	87
	Contorneo	>1	Pobre	63	74	82	85
	Contorneo	<1	Buena	61	73	81	84
	Terrazas	>1	Pobre	61	72	79	82
	Terrazas	<1	Buena	59	70	78	81
Leguminosa o Praderas con Rotación.	Surcos Rectos	>1	Pobre	66	77	85	89
	Surcos Rectos	<1	Buena	58	72	81	85
	Contorneo	>1	Pobre	64	75	83	85
	Contorneo	<1	Buena	55	69	78	83
	Terrazas	>1	Pobre	63	73	80	83
	Terrazas	<1	Buena	51	67	76	80
Pradera Natural y Pastizal	-----	--	Pobre	68	79	86	89
	-----	--	Regular	49	69	79	84
	-----	--	Buena	39	61	74	80
	Surco a Nivel		Pobre	47	67	81	88
	Surco a Nivel		Regular	25	59	75	83
	Surco a Nivel		Buena	6	35	70	79
Pradera Permanente.			Buena	30	58	71	78
Bosques Naturales	-----		Muy pobre	56	75	86	91
	-----		Pobre	46	68	78	84
	-----		Regular	36	60	70	77
	-----		Bueno	26	52	62	69
	-----		Muy Bueno	15	44	54	61
Caminos	De terracería	-----		72	84	90	92
	Pavimento duro	-----		74	84	90	92
Superficie Impermeable	-----			100	100	100	100

Para el manejo de la humedad antecedente se tienen -- tres niveles de acuerdo a la cantidad de lluvia ocurrida-- en los cinco días antecedentes, tales niveles son:

Nivel	I	(Seca)	Es cuando se tiene una precipitación -- antecedente menor de 2.5 cm. en el cual los suelos de la cuenca están secos, pe-- ro en buen estado para ararse y culti-- varse. (Bajo potencial de escurrimien-- to).
Nivel	II	(Media)	Condiciones promedio con precipitacio-- nes entre 2.5 a 5.0 cm..
Nivel	II	(Humedad)	Son con precipitaciones mayores de 5 cm. (alto potencial de escurrimiento). La -- cuenca está prácticamente saturada por -- las lluvias antecedentes.

Los valores de número de curva (CN) se corrigen cuando la humedad antecedente cae en los niveles I y III. El cuadro No. 3. Se enlistan los factores de corrección para dichos ni-- veles.

Cuadro No. 3 Factores de corrección del "número de cur-- va (CN)" según las condiciones de humedad antecedente.

"CN"	CORRECCION AL NIVEL I	CORRECCION AL NIVEL III
10	0.40	2.22
20	0.45	1.85
30	0.50	1.67
40	0.55	1.50
50	0.62	1.40
60	0.67	1.30
70	0.73	1.21
80	0.79	1.14
90	0.87	1.07
100	1.00	1.00

REFERENCIAS (3,8,11)

DESCRIPCION DEL MODELO DEL USSCS

Para poder entender bien el desarrollo del modelo, se puede empezar imaginando una tormenta en la que la precipitación menos la abstracción inicial y el escurrimiento comiencen simultáneamente.

La abstracción inicial consiste principalmente de la interceptación, infiltración y almacenamiento superficial; que es todo lo que ocurre antes de que empiece el escurrimiento.

Para una tormenta simple, la relación entre la precipitación, escurrimiento y retención (lluvia que no se convierte en escurrimiento) se puede expresar como:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P-Ia} \quad (1)$$

Donde

F= Es la retención actual.

S= Es la retención potencial máxima. ($S > F$)

Q= Es el escurrimiento actual y $Q < (P-Ia)$

Ia= Es la abstracción inicial

Cada parámetro se expresa en lámina (pulgadas).

La retención actual (Infiltración Real) F varía por que es la diferencia de $(P-Ia)$ menos Q.

$$F = (P-Ia) - Q \quad (2)$$

La ecuación (1) puede escribirse de la manera siguiente:

$$Q = \frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia) + S} \quad (3)$$

La cual es la relación lluvia-escurrimiento considerando la abstracción inicial.

Para evitar la necesidad de estimar esta variable, se - desarrollo una relación entre Ia y S. basándose en datos de precipitación y escurrimiento de pequeñas cuencas experimentales.

La abstracción inicial puede valuarse como el 20% de la retención potencial máxima.

$$I_a = 0.2S \quad (4)$$

Sustituyendo la ecuación (4) en la ecuación (3) tenemos:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

Esta es la ecuación usada por el metodo del USSCS para- estimar la lámina de escurrimiento directo a partir de da - tos de lluvia, cuyas unidades son:

Q = Es la lámina de escurrimiento directo en pulgadas.

P = Es la precipitación en pulgadas.

S = Es la retención potencial máxima en pulgadas.

La retención potencial máxima se relaciona con un núme- ro de curva, para la siguiente expresión empírica.

$$CN = \frac{1000}{10+S}$$

Aplicación del modelo del USSCS a la cuenca Chínipas I.

Obtención del número de curva para la cuenca.

Para poder aplicar el modelo del USSCS es necesario determinar, primeramente, el número de curva CN, el cual es un parámetro que nos representa las condiciones hidrológicas y fisiográficas de la cuenca.

El procedimiento llevado a cabo para obtener CN en la cuenca fué el siguiente: Primeramente se realizó un estudio de las características fisiográficas de la cuenca obteniéndose la información de la carta edafológica (fig. No. 2), y del uso del suelo (fig. No. 3). Editadas por Detenal.

Después, se hizo un estudio de las características y propiedades de cada uno de los suelos (cuadro No. 4) para clasificarlo de acuerdo a los tipos de suelo exigidos en el modelo (cuadro No. 1)., Los cuales, se clasificaron de la siguiente manera:

Tipo B = Feozem, Regosól.

Tipo C = Luvisol.

Tipo D = Litosol, Vertisol.

Haciendo uso de las cartas de Detenal, se determinó la densidad y tipo de cobertura vegetal para poder identificar los distintos complejos suelo-cobertura.

Una vez identificados dichos complejos, y con ayuda del planímetro, se determinaron las áreas correspondientes de cada intersección de tipo del suelo-cobertura.

Tales complejos sirvieron para la determinación del valor del número de curva a partir del cuadro No. 2 que para ese efecto publicó el USSCS.

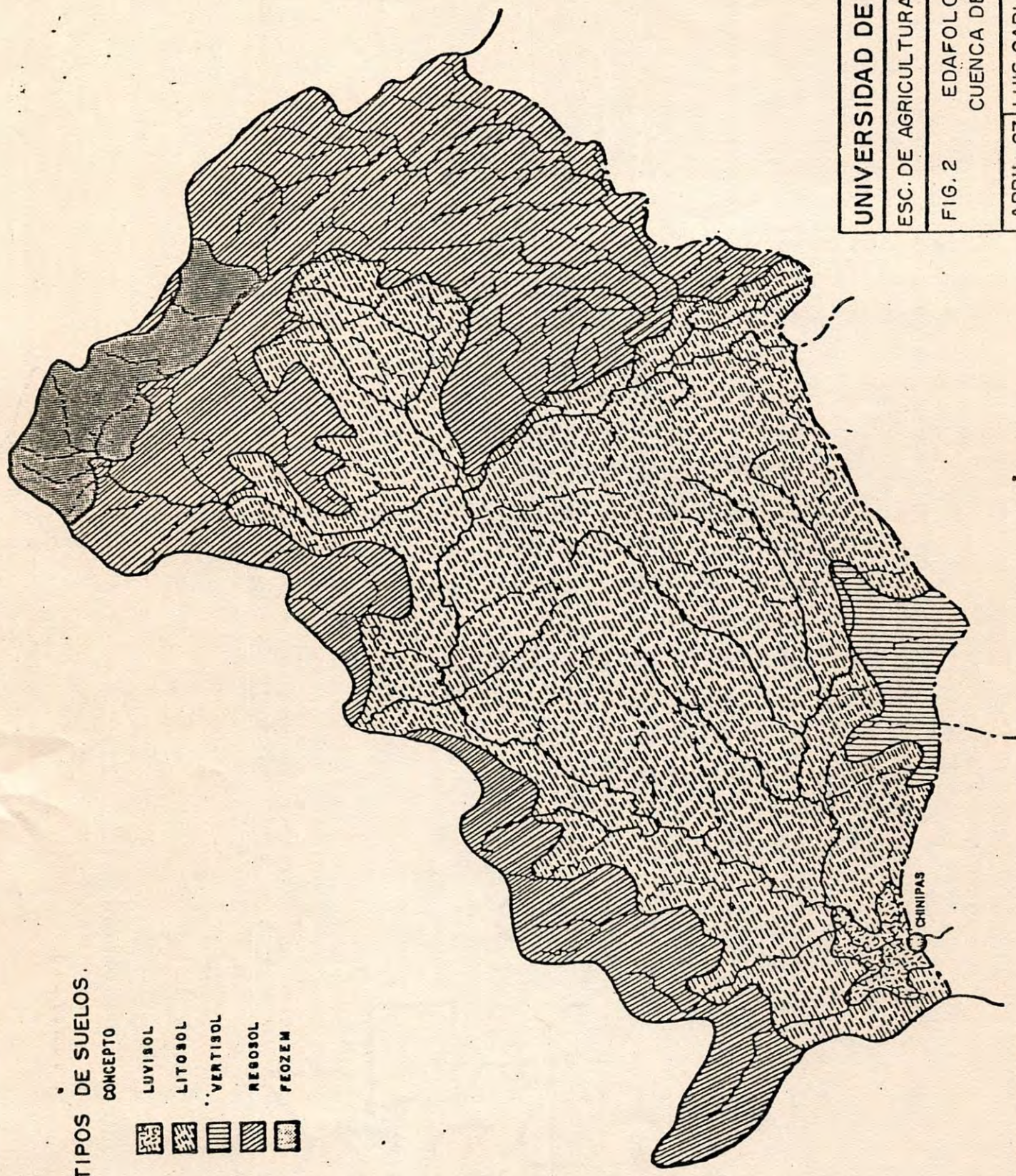
Cuadro No. 4.- Características y propiedades de los -
suelos según la FAO (8,14).

TIPOS DE SUELO	DESCRIPCION
REGOSOL	Suelos sueltos como dunas, playas, cenizas-volcánicas, ningún horizonte, muy permeables, son susceptibles a la erosión.
LITOSOL	Son suelos acidos. Espesor de suelo 10 Cms. descansa sobre roca, no aptos para cultivos de ningún tipo, puede destinarse a pastoreo.
FEOZEM	Son suelos con capa rica en materia orgánica y nutrientes. Son suelos que toleran exceso de agua, con drenaje dan fertilidad moderada, son permeables, son susceptibles a la erosión.
VERTISOL	Son suelos arcillosos, pesados, textura fina. Son suelos muy impermeables. Debe controlarse el suelo para que no se inunde. Cuando se seca son duros para labores de labranza, frecuentemente son negros, grises o rojisos. También pueden ser salinos.
LUVISOL	Son suelos ricos en materia orgánica son impermeables, presentan acumulación de arcilla en el subsuelo, son rojos o claros.

TIPOS DE SUELOS.

CONCEPTO

- LUVISOL
- LITOSOL
- VERTISOL
- REGOSOL
- FEOZEM



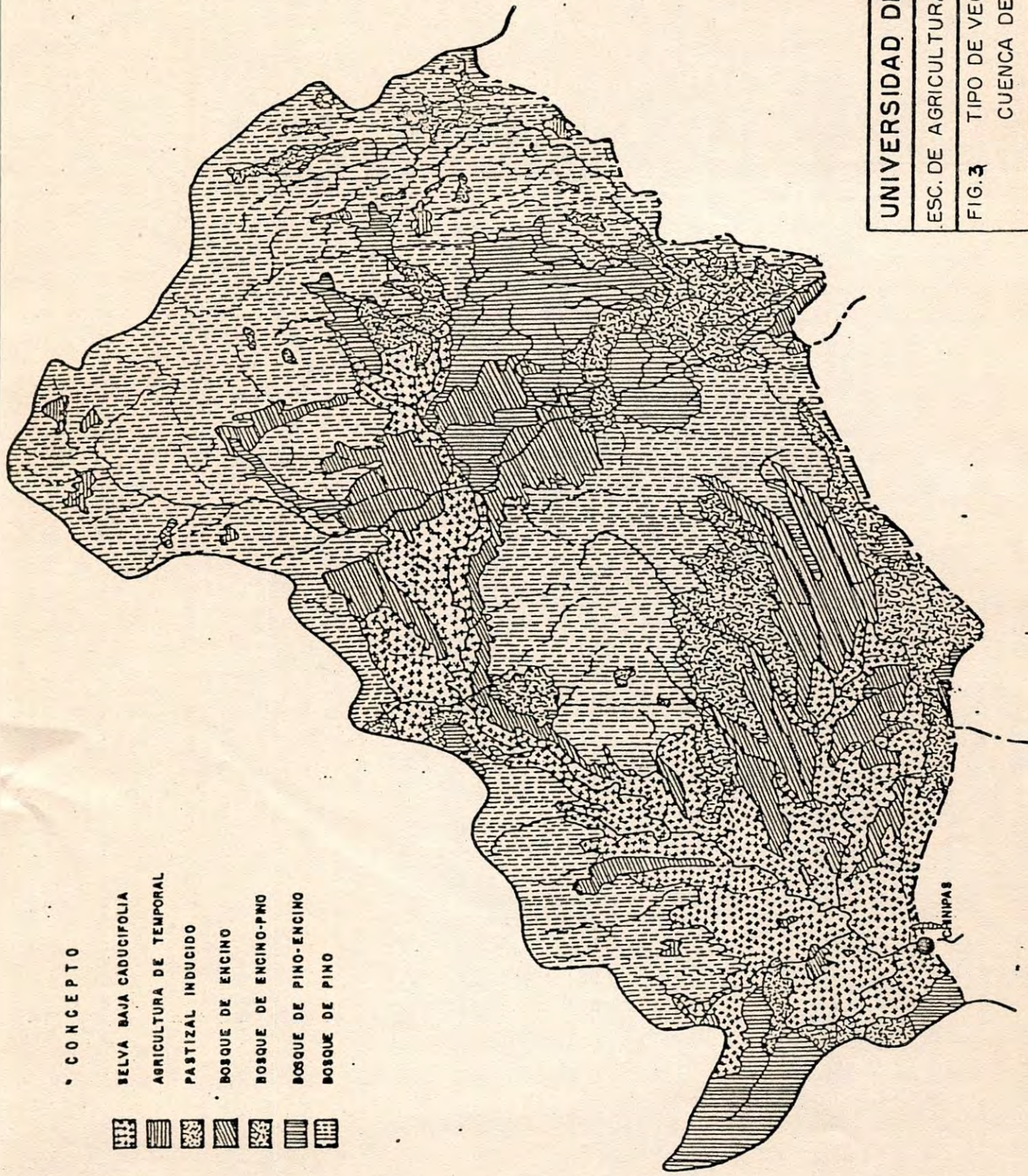
UNIVERSIDAD DE SONORA
ESC. DE AGRICULTURA Y GANADERIA
FIG. 2 EDAFOLOGIA
CUENCA DE CHINIPAS
ABRIL 87 LUIS CARLOS VALDEZ T.

ESCALA 1:555,555

CONCEPTO



- BELVA BAJA CADUCIFOLIA
- AGRICULTURA DE TEMPORAL
- PASTIZAL INDUCIDO
- BOSQUE DE ENCINO
- BOSQUE DE ENCINO-PINO
- BOSQUE DE PINO-ENCINO
- BOSQUE DE PINO



UNIVERSIDAD DE SONORA
ESC. DE AGRICULTURA Y GANADERIA
FIG. 3 TIPO DE VEGETACION
CUENCA DE CHINIPAS
ABRIL 87 LUIS CARLOS VALDEZ T.

En el cuadro No.5 se presentan los números de curva determinados para cada complejo suelo-covertura para esta cuenca.

Cuadro No.5 números de curva determinados para cada complejo.

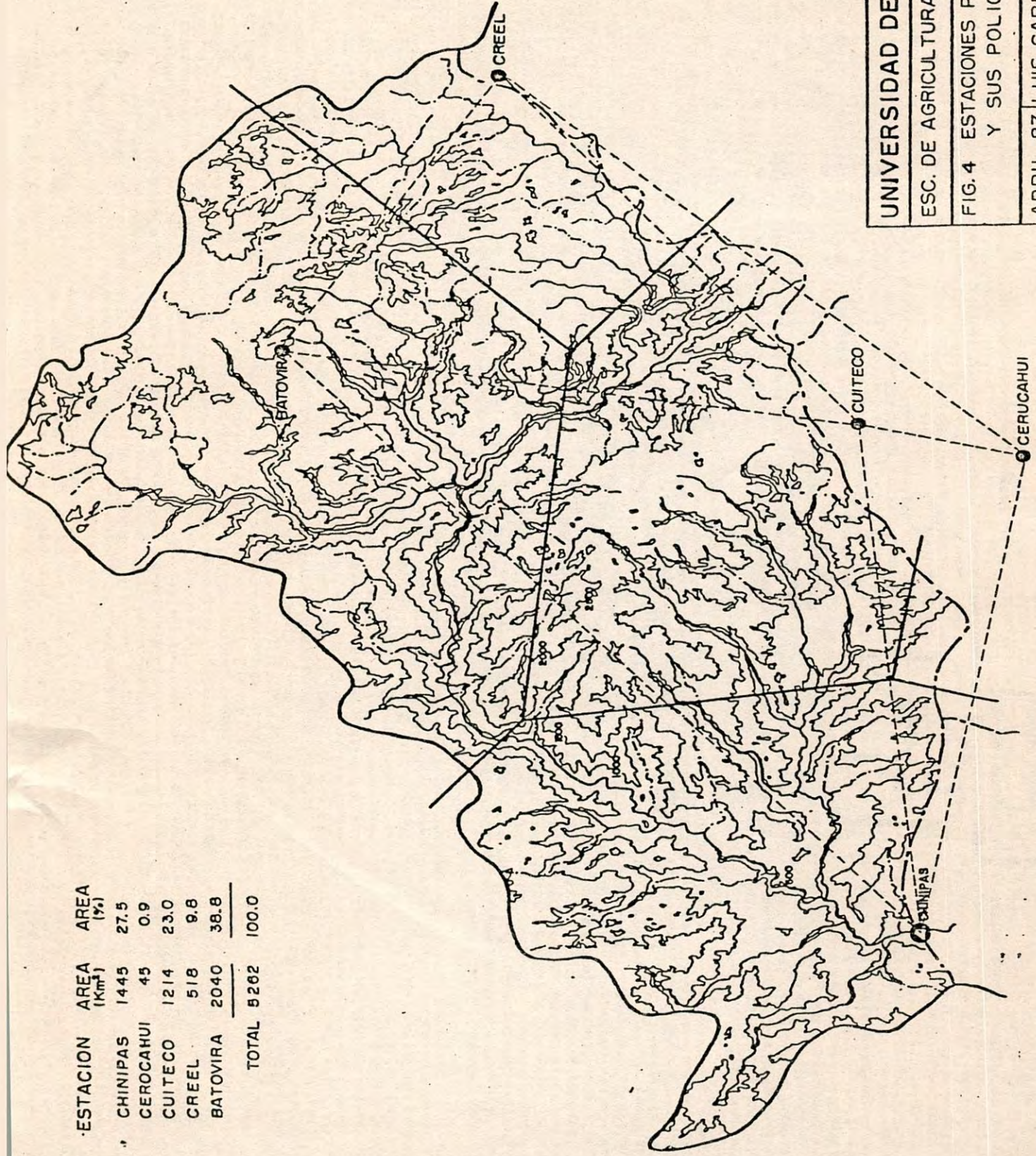
SUELO	Litosol Regosol Feozem Vertisol Luvisol				
	VEGETACION				
Selva baja caducifolia	77	60	60	77	70
Bosque de Pino	77	60	60	77	70
Bosque de encino	77	60	60	77	70
Bosque de pino-encino	77	60	60	77	70
Bosque de encino-pino	77	60	60	77	70
Agricultura de temporal	88	79	79	88	84
Pastizal inducido	89	79	79	89	86

Teniendo el número de curva para cada complejo, y sus respectivas áreas, se multiplicó el número de curva por el porcentaje de área, con respecto al total de la cuenca. Los valores así obtenidos fueron sumados para obtener un solo número de curva ponderado para la cuenca.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No.6. En el se muestra el número de curva determinado para cada complejo y su porcentaje de área, así como el número de curva ponderado obtenido.

Una vez obtenido el número de curva, el siguiente paso fué el de escoger una serie de tormentas, mas o menos representativas, y determinar su precipitación promedio por el metodo de los polígonos Thiessen (fig. No. 4), así como la de los cinco días anteriores.

ESTACION	AREA (Km ²)	AREA (%)
CHINIPAS	1445	27.5
CERUCAHUI	45	0.9
CUITECO	1214	23.0
CREEL	518	9.8
BATOVIRA	2040	38.8
TOTAL	5262	100.0



UNIVERSIDAD DE SONORA

ESC. DE AGRICULTURA Y GANADERIA

FIG. 4 ESTACIONES PLUVIOMETRICAS
Y SUS POLIGONOS

ABRIL 87 LUIS CARLOS VALDEZ T.

ESCALA 1:555,555

Cuadro No. 6.- Determinación del número de curva por el metodo del USSCS. para la cuenca Chínipas I.

Tipo de suelo	Cobertura vegetal	N	%A	N*%A
Feozem	Bosque de pino	60	4.502	2.701
	Agric. de temporal	79	0.300	0.237
Luvisol	Selva baja caducifolia	70	1.655	1.159
Vertisol	Bosque de pino-encino	77	2.755	2.121
Litosol	Selva baja caducifolia	77	15.540	11.966
	Bosque de pino	77		
	Bosque de encino	77		
	Bosque de encino-pino	77		
	Bosque de pino-encino	77	39.939	30.746
Regosol	Bosque de pino	60		
	Bosque de encino	60	26.407	15.844
	Bosque de pino-encino	60	6.469	3.881
	Pastizal inducido	79	2.125	1.679
	Agric. de temporal	70	0.308	0.243
Totales			100	CN= 70.577

Después, para poder calcular la lámina de escurrimiento-directo por el metodo del USSCS. de cada tormenta, se realizó un programa en una computadora IBM XT, el cuál se - - anexa a éste estudio así como la corrida del mismo.

El programa obtiene la precipitación promedio de los cinco días anteriores y de la tormenta, estos promedios los - utiliza en la fórmula del modelo. También incluye la corrección al número de curva dependiendo de la precipitación antecedente.

Los resultados obtenidos se graficaron en papel normal- contra el escurrimiento real y, se observó una gran dispersión de los puntos con respecto a una recta de 45° grados- (fig. No.5).

Modificación propuesta al modelo "número de curva".

Algunos autores proponen hacer un ajuste del número de- curva para todas las tormentas, buscando el que proporcione la menor dispersión (suma de cuadrados de la diferencia de escurrimiento observado y el escurrimiento calculado).

Esta modificación se aplicó en la cuenca Chínipas I del Río Fuerte. El número de curva fué mayor al determinado según las características fisiográficas de la cuenca.

Se repitieron los calculos con éste nuevo número y se - graficaron (fig. No.6), y se observó, todavía, bastante - dispersión.

En el cuadro No. 7 se representan los resultados obtenidos en la realización de éste trabajo, utilizando el número de curva calculado con las características fisiográficas - de la cuenca, y los obtenidos con el número de curva ajustado con las tormentas más representativas.

Fig. No.5 Grafica de resultados con CN = 70.5775

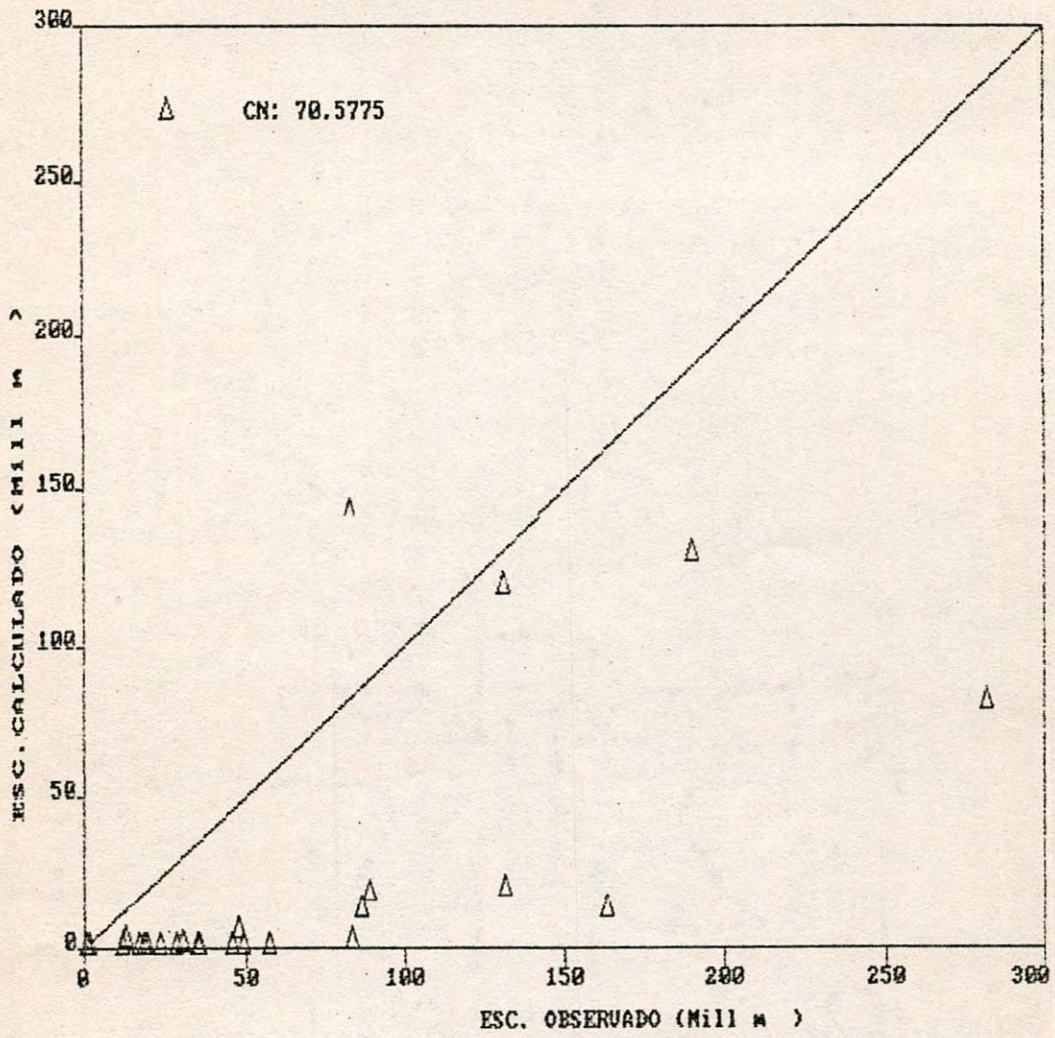
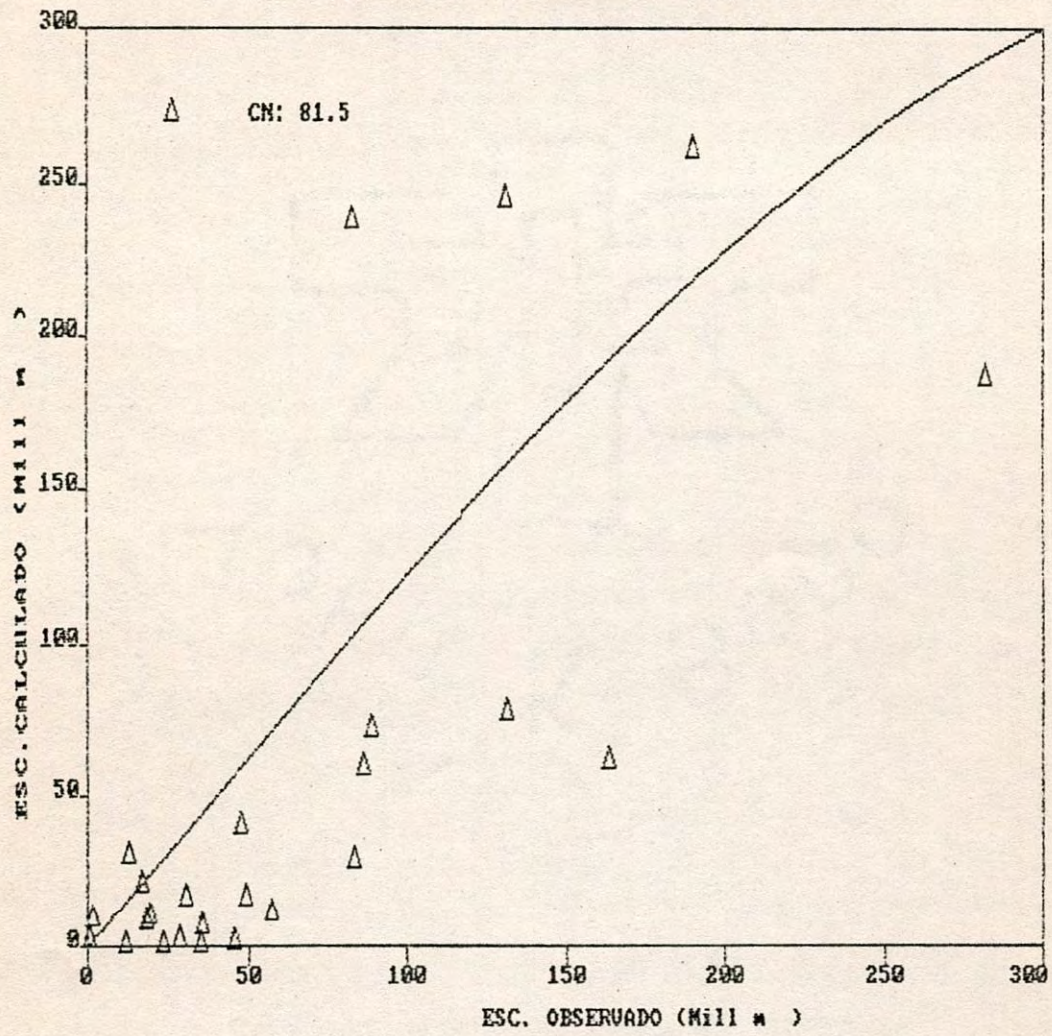


Fig. No.6 Grafica de resultados con CN = 81.5



Cuadro No. 7.- Escurrimientos calculados con cada número de curva obtenido para todas las tormentas en millones de m³.

Tormenta	Escurrimientos			Precipitación
	Observado	70.5775	81.5	
11/Feb./80	1.35	0.00	8.78	27.39 mm
24/Mar./80	0.66	0.00	0.00	21.07
19/Jun./80	12.52	2.25	29.99	57.61
06/Oct./80	11.51	0.00	0.27	29.54
01/Sep./80	82.87	142.47	237.77	89.94
04/Ene./81	131.29	19.73	76.59	79.05
17/Ene./81	34.87	0.00	0.05	28.09
27/Feb./81	86.27	12.01	58.92	71.74
31/Ago./81	189.73	129.63	260.58	137.00
04/Nov./81	163.40	12.70	60.61	72.47
10/Ene./82	18.31	0.00	8.09	42.09
06/Sep./82	28.31	0.00	1.75	33.77
28/Sep./82	88.72	17.33	71.34	76.95
17/Nov./82	16.50	0.41	20.19	51.65
24/Nov./82	19.49	0.00	8.71	43.63
01/Dic./82	45.47	0.00	0.50	30.54
08/Dic./82	83.26	1.86	28.31	56.66
03/Feb./83	30.40	1.28	16.00	26.38
02/Mar./83	281.81	80.29	186.18	115.85
04/Abr./83	35.48	0.00	6.60	40.56
18/Oct./83	49.21	0.06	16.18	48.96
02/Nov./83	23.38	0.00	0.12	28.71
23/Oct./84	47.89	5.02	39.82	62.84
12/Ene./85	57.55	0.00	10.93	44.71
05/Ago./85	130.75	119.16	244.49	133.16

Conclusiones

El modelo "número de curva" es muy sencillo y fácil de aplicarlo, porque no requiere de muchos parámetros.

La aplicación de éste modelo en la cuenca Chínipas I del río fuerte, generó resultados con bastante dispersión con respecto a los reales, por lo general, estimaciones bajas.

Los resultados que se obtuvieron fueron afectados -- por los siguientes puntos:

- que la cuenca Chínipas I es muy extensa (5262 km^2) y muy accidentada topográficamente, considerando que el modelo es para cuencas pequeñas (51.67 km^2) y que el -- rango en que maneja la pendiente es muy grande ($<1\% <$).
- La falta de confiabilidad en los registros de precipitación que se tienen, considerando que proporcionen datos puntuales de lluvia. Para este estudio se utilizaron 5 estaciones climatológicas, de las cuales tres -- se encuentran circundantes a la cuenca, y las áreas -- de influencia de cada estación obtenidas por polígo--nos de Thiessen son muy grandes para 3 de ellas, por lo cual se dificulta una buena estimación de la precipitación media.
- La interpretación, de la clasificación de los suelos en la cuenca de Chínipas I, considerando que se realizó basándose en la carta edafológica del cetenal -- escala 1:1000000, la cual no representa una confiabilidad en cuanto a las áreas ocupadas por cada tipo -- de suelo, debido a que se necesita de una carta de -- menor escala o que contenga un mayor detalle, además, de que no representa una descripción precisa y clara de ellos, para poder clasificarlos de acuerdo como lo

exiga el modelo.

- También como en el punto anterior se utilizó la carta de uso de suelo para la interpretación de la vegetación.

Este modelo se le realizó una modificación (ajustando un número de curva a las tormentas), la cual generó mejores resultados sobre todo en las tormentas de invierno y esto es debido a que las precipitaciones provienen de masas polares, las cuales son Homogéneas; mientras que en las épocas de verano se presenta mayor heterogenidad, debido principalmente a que las lluvias son de origen convectivo o ciclónico provocando errores en la estimación de la lluvia media sobre la cuenca.

Con la experiencia tomada en la aplicación realizada a ésta cuenca, puedo concluir que el modelo no es recomendable utilizarlo en cuencas grandes y muy accidentadas topográficamente.

Recomendaciones

El modelo "número de curva" es una opción que se puede tomar cuando se desea estimar el escurrimiento de una cuenca pequeña, donde no se cuenta con estación de aforo, ni pluviógrafos sólo con datos de lluvia diaria.

Con la experiencia adquirida en este estudio, se recomienda que para la utilización de este modelo se tomen las siguientes indicaciones:

- Se realice en cuencas pequeñas:
- En cuencas que no sean muy accidentadas topográficamente, de preferencia en valles.
- Que la persona que lo va a realizar conozca bien la cuenca, los tipos de suelo, densidades de vegetación, uso del terreno, etc.

Para obtener estimaciones de escurrimiento representativos de la cuenca.

Si se obtienen resultados parecidos a los obtenidos en este estudio, entonces se recomienda buscar algunas modificaciones en la aplicación del modelo o bien al número de curva .

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aparicio, M.F. 1985. "Apuntes de Hidrología Superficial" U.N.A.M. Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, Departamento de Ingeniería Hidráulica., México, D.F.
- 2.- Campos, A.D. 1979. "Manual para la Estimación de Avenidas máximas en Cuencas y Presas pequeñas", Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Cd. Obregón, Sonora México.
- 3.- Canales A. 1985. "Hidrología Superficial" 1er. Edición. Instituto Tecnológico de Sonora, Ingeniería Estructural e Hidráulica., Cd. Obregón, Sonora - México.
- 4.- Dunne T. y Leopold L"B" 1978 "Water in Environmental-Planning" Ed. W.H. Freeman y Company. San Francisco. U.S.A.
- 5.- Kibler, D.F. 1982 "Urban Stormwater Hydrology". American Geophysical Union. Washington D.C. U.S.A.
- 6.- Kraijenhoff, Van de Leur. 1977 "Relaciones Lluvia-Esorrentía y Modelos para el Cálculo". Principios y Aplicaciones del Drenaje Vol. II. Int., Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen Holanda.
- 7.- México. Comisión Federal de Electricidad. 1981 "A.1.4. Pérdidas" Manual de Diseño de Obras Civiles - - Hidrotecnia.

- 8.- México. Instituto Nacional de Antropología e Historia. 1980 "México: Panorama Histórico y Cultural", El - escenario Geográfico de los Recursos Naturales. - 1ra. Edición.
- 9.- México. Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1969. "Localización de la Región Hidrológica No.10" Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Boletín Hidrológico No.36, Tomo I.
- 10.- Soil Conservation Service. 1972 "Estimating Runoff - - From Small Watershed". A. Summary of the soil Conservation service method. Department of Agriculture. Hington, D.C. U.S.A.
- 11.- Springall G.R. 1970 "Hidrología" primera parte. U.N.A.M. Facultad de Ingeniería, México, D.F.
- 12.- Viessman W, Harbaugh T.E. Y Knapp J.W. 1972 "Introduction to Hidrology". Intext Educational Publishers. New York, U.S.A.
- 13.- Vega R.O. y López de Haro G. 1970 "Estimación de Volúmenes de Esgurrimiento a partir de datos de lluvia diaria. 1er. Congreso Nacional de Hidráulica. - - CIEPS. S.C. México, D.F.
- 14.- Ven Te Chow. 1964. "Handbook of Applied Hidrology" Ed. MC. Graw - Hill. New York U.S.A.

Res. T. 1668

ANEXO

```

PRINT " *****"
PRINT " * PROGRAMA QUE CALCULA EL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO *"
PRINT " *          BASANDOSE EN EL NUMERO DE CURVA CN          *"
PRINT " * METODO DEL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS E.U. *"
PRINT " *****"
REM ."ELABORADO POR : LUIS CARLOS VALDEZ TORRES. "
PRINT :DIM COEF(20),EST$(20),PANT(20,5),P(10),PEST(20,20),R(20),CORR(1,10),RT
20),PCINCO(5),PR(20)
PRINT:INPUT "VAS A LEER LOS DATOS DE UN ARCHIVO A LOS VAS A TOMAR DEL TECLADO
(A/T) ";DATO$
IF DATO$="T" OR DATO$="t" THEN GOTO 300
PRINT :INPUT "NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS: ";NAD$
O OPEN NAD$ FOR INPUT AS #1
O INPUT #1,X$,Y,NEST
O FOR I=1 TO NEST
O INPUT #1,EST$(I)
O NEXT I
O FOR I=1 TO NEST
O INPUT #1,COEF(I)
O NEXT I
O INPUT #1,NTORM,FECHA$,VEDO
O FOR I=1 TO NEST
O FOR J=1 TO 5
O INPUT #1,PANT(I,J)
O NEXT J:NEXT I
O INPUT #1,DUR
O FOR I=1 TO NEST
O FOR J=1 TO DUR
O INPUT #1,PEST(I,J)
O NEXT J:NEXT I
O CLOSE #1
O GOTO 820
O INPUT "          NOMBRE DE CUENCA";X$
O INPUT "          AREA DE CUENCA";Y
O INPUT "          NUMERO DE ESTACIONES";NEST
O PRINT :FOR I=1 TO NEST
O PRINT "          NOMBRE DE LA ESTACION ";I;TAB(40);
O INPUT EST$(I)
O NEXT I
O PRINT :PRINT
O PRINT "          COEFICIENTES DE AREA DE LAS ESTACIONES(POLIGONO DE THIESSEN)"
O PRINT
O FOR I=1 TO NEST
O PRINT "          ESTACION ";EST$(I);TAB(25)
O INPUT COEF(I)
O NEXT I
O NTORM=0 : RESP$ ="S"
O CLS:NTORM=NTORM+1 : PRINT "          TORMENTA No. ";NTORM
O INPUT "FECHA DE OCURRENCIA ";FECHA$
O INPUT "VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO OBSERVADO ";VEDO
O PRINT "          CALCULO DEL PROMEDIO DE PRECIPITACION DE 5 DIAS ANTERIORES"
O FOR I=1 TO NEST
O PRINT :PRINT "          ESTACION ";EST$(I):PRINT
O PRINT "          DIA          PRECIPITACION"
O FOR J=1 TO 5
O PRINT TAB(18);J;TAB(30)
O INPUT PANT(I,J)
O NEXT J: NEXT I
O INPUT "          CUAL ES LA DURACION LA TORMENTA (DIAS) ";DUR
O FOR I =1 TO NEST

```

```

10 FOR J=1 TO DUR
10 PRINT TAB(18);J;TAB(30)
20 INPUT PEST(I,J)
30 NEXT J:NEXT I
40 INPUT "NOMBRE DEL ARCHIVO PARA GUARDAR LOS DATOS BASICOS: ";NADB#
50 OPEN NADB# FOR OUTPUT AS#1
60 WRITE #1,X#,Y,NEST
70 FOR I=1 TO NEST
80 WRITE #1,EST$(I)
90 NEXT I
100 FOR I=1 TO NEST
110 WRITE #1,COEF(I)
120 NEXT I
130 WRITE #1,NTORM,FECHA#,VEDO
140 FOR I=1 TO NEST
150 FOR J=1 TO 5
160 WRITE #1,PANT(I,J):NEXT J:NEXT I
170 WRITE #1,DUR
180 FOR I=1 TO NEST:FOR J=1 TO DUR
190 WRITE #1,PEST(I,J)
200 NEXT J:NEXT I
210 CLOSE #1
220 FOR I =0 TO 1
230 FOR J=1 TO 10
240 READ CORR (I,J)
250 NEXT J:NEXT I
260 DATA 0.4,0.45,0.50,0.55,0.62,0.67,0.73,0.79,0.87,1.00
270 DATA 2.22,1.85,1.67,1.50,1.40,1.30,1.21,1.14,1.07,1.00
280 RESTORE
290 COE = 0
300 FOR I=1 TO NEST
310 COE=COE+COEF(I)
320 NEXT I
330 FOR DIA=1 TO 5
340 P(DIA) = 0:PCINCO(DIA)=0
350 FOR I=1 TO NEST
360 PCINCO(DIA) =PCINCO(DIA) + PANT(I,DIA)
370 P(DIA) = P(DIA) + PANT (I,DIA) * COEF(I)
380 PP(DIA) = P(DIA) / COE
390 NEXT I: NEXT DIA
400 SUM=0
410 FOR I=1 TO 5
420 SUM = SUM + P(I)
430 NEXT I
440 PPROM =SUM / Y
450 PRINT "PROMEDIO DE PRECIPITACION DE LOS 5 DIAS ANTERIORES(mm)= ";PPROM
460 PRO= PPROM/10
470 FOR DIAS=1 TO DUR
480 R(DIAS)=0:RTO(DIAS)=0
490 FOR I=1 TO NEST
500 RTO(DIAS)=RTO(DIAS) + PEST(I,DIAS)
510 R(DIAS) = R(DIAS) + PEST(I,DIAS) * COEF (I)
520 PR(DIAS) = R(DIAS) / COE
530 NEXT I:NEXT DIAS
540 CAR= 0
550 FOR I=1 TO DUR
560 CAR= CAR + R(I)
570 NEXT I
580 PPEST = CAR / Y
590 PRINT "EL PROMEDIO DE PRECIPITACION DE LA TORMENTA (mm)= ";PPEST
600 INPUT "          NUMERO DE CURVA";CN
610 IF CN<10 THEN GOTO 320 : IF CN>100 THEN GOTO 320
620 IF PRO < 2.5 THEN IND=0 ELSE IF PRO > 5 THEN IND=1 ELSE GOTO 1255
630 IT = FTX (CN /10)

```

```

55 IF PRO > 2.5 OR PRO < 5 THEN CNA=CN
50 A= (PPEST /10) / 2.54
70 S =(1000 -( 10 * CNA)) / CNA
30 Q=( A - .2 * S ) ^ 2 / (A + .8 * S)
30 IF (A - .2 * S ) < 0 THEN Q=0
00 PRINT "          LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (Pulgadas) ES = ";Q
10 B = Q * 2.54
20 E= B * 10
30 PRINT :PRINT "          LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (cm) ES = ";B
40 HE = B /100
50 VTED = HE * (1000000! * Y )
60 PRINT :PRINT "EL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (mts cubicos) ES= ";VTED
70 PRINT TAB(25) " CUENCA      ";X$
80 PRINT TAB(25) " AREA Km^2  ";Y
90 PRINT :PRINT :PRINT
00 PRINT "TORMENTA No. ";NTORM
10 PRINT :PRINT"FECHA DE OCURRENCIA: ";FECHA$
15 PRINT :PRINT "EL NUMERO DE CURVA INICIAL ES = ";CN
20 FOR I=1 TO NEST
30 PRINT TAB(10+10 * I);EST$(I);:NEXT I
40 PRINT "    TOTAL "
50 PRINT :PRINT
60 PRINT "COEFICIENTES"
70 FOR I=1 TO NEST
80 PRINT TAB(10+10 * I);COEF(I);
90 NEXT I
00 PRINT SPC(4) COE
10 PRINT :PRINT
20 PRINT :PRINT "          PRECIPITACION DE 5 DIAS ANTERIORES"
30 FOR I=1 TO 5
40 PRINT USING "##";I;
50 FOR J=1 TO NEST
60 PRINT TAB(10+10 * J);PANT(J,I);:NEXT J
70 PRINT USING "#####.###" ; PP(I)
80 NEXT I
90 PRINT :PRINT :PRINT "PROMEDIO (mm) ";PPROM
00 PRINT :PRINT:PRINT "          TORMENTA "
10 FOR I=1 TO DUR
20 PRINT USING "##";I;
30 FOR J=1 TO NEST
40 PRINT TAB(10+10 * J);PEST(J,I);:NEXT J
50 PRINT USING "#####.###"; PR(I)
60 NEXT I
70 PRINT :PRINT :PRINT
80 PRINT TAB(11)"EL NUMERO DE CURVA CN AJUSTADO ES = ";CNA
90 PRINT :PRINT
00 PRINT TAB(7)"P(mm)" TAB(19)"S(mm)" TAB(31)"Q(mm)" TAB(43)"ESC.DIR CAL" TA
160)" ESC DIR OBS."
110 PRINT :PRINT TAB(4) PPEST TAB(14) S TAB(25) E TAB(41) VTED TAB(60) VEDO
120 DESV =(VEDO -VTED) ^ 2
130 PRINT :PRINT :PRINT "LA DISPERSION ES = ";DESV
140 PRINT :INPUT "DESEA CAMBIAR EL NUMERO DE CURVA? (S/N) " ; NC$
150 IF NOT(NC$="S" OR NC$="N") THEN PRINT "DEBE CONTESTAR S o N" :GOTO 1740
160 IF NC$="S" THEN GOTO 1200
170 PRINT : INPUT "DESEA VOLVER A CORRER EL PROGRAMA PARA LA MISMA CUENCA? (S/N
"; CU$
180 IF NOT(CU$="S" OR CU$="N") THEN PRINT "DEBE CONTESTAR S o N" :GOTO 1770
190 IF CU$="S" THEN GOTO 440
300 END

```

 * PROGRAMA QUE CALCULA EL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO *
 * BASANDOSE EN EL NUMERO DE CURVA CN *
 * METODO DEL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS E.U.*

¿ A LEER LOS DATOS DE UN ARCHIVO A LOS VAS A TOMAR DEL TECLADO? (A/T) ? aaA

OMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS: ? TO28R.S82

PROMEDIO DE PRECIPITACION DE LOS 5 DIAS ANTERIORES(mm)= 1.488217

PROMEDIO DE PRECIPITACION DE LA TORMENTA (mm)= 76.95179

NUMERO DE CURVA? 81.5

LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (Pulgadas) ES = .5337735

LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (cm) ES = 1.355784

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (mts cubicos) ES= 7.134138E+07

CUENCA : CHINIPAS

AREA Km² : 5262

TORMENTA No. 1

FECHA DE OCURRENCIA: 28\SEP\82

NUMERO DE CURVA INICIAL ES = 81.5

	CHINIPAS	CUITECO	CEROCAHUI	CREEL	BATOVIRA	TOTAL
--	----------	---------	-----------	-------	----------	-------

EFICIENTES

	1445	1214	45	518	2040	5262
--	------	------	----	-----	------	------

PRECIPITACION DE 5 DIAS ANTERIORES

0	0	0	0	0	0	0.000
0	0	0	0	0	0	0.000
0	0	0	0	0	0	0.000
2.3	0	9.5	0	2		1.488
0	0	0	0	0	0	0.000

PROMEDIO (mm) 1.488217

TORMENTA

31	3	2	9.5	6	12.483
64	65	60	44.8	35	51.064
6.3	16.9	0	8.100001	18	13.405

EL NUMERO DE CURVA CN AJUSTADO ES = 65.363

P (mm)

S (mm)

Q (mm)

ESC. DIR CAL

ESC DIR OBS.

DISPERSION ES = 3.021537E+14

¿DESEA CAMBIAR EL NUMERO DE CURVA? (S/N) ? S

NUMERO DE CURVA? 70.85775

LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (Pulgadas) ES = .1296976

LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (cm) ES = .329432

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (mts cubicos) ES= 1.733471E+07

CUENCA : CHINIPAS

AREA Km² : 5262

TORMENTA No. 1

FECHA DE OCURRENCIA: 28\SEP\82

NUMERO DE CURVA INICIAL ES = 70.5775

	CHINIPAS	CUITECO	CEROCAGUI	CREEL	BATOVIRA	TOTAL
--	----------	---------	-----------	-------	----------	-------

DEFICIENTES

	1445	1214	45	518	2040	5262
--	------	------	----	-----	------	------

PRECIPITACION DE 5 DIAS ANTERIORES

1	0	0	0	0	0	0.000
2	0	0	0	0	0	0.000
3	0	0	0	0	0	0.000
4	2.3	0	9.5	0	2	1.488
5	0	0	0	0	0	0.000

PROMEDIO (mm) 1.488217

TORMENTA

1	31	3	2	9.5	6	12.483
2	64	65	60	44.8	35	51.064
3	6.3	16.9	0	8.100001	18	13.405

EL NUMERO DE CURVA CN AJUSTADO ES = 51.76613

P (mm)	S (mm)	Q (mm)	ESC. DIR CAL	ESC DIR OBS.
--------	--------	--------	--------------	--------------

76.95179	9.317652	3.29432	1.733471E+07	8.872394E+07
----------	----------	---------	--------------	--------------

DISPERSION ES = 5.096422E+15

¿DESEA CAMBIAR EL NUMERO DE CURVA? (S/N) ? N

¿DESEA VOLVER A CORRER EL PROGRAMA PARA LA MISMA CUENCA? (S/N) ? N

K

IN

 * PROGRAMA QUE CALCULA EL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO *
 * BASANDOSE EN EL NUMERO DE CURVA CN *
 * METODO DEL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS E.U.*

¿S A LEER LOS DATOS DE UN ARCHIVO A LOS VAS A TOMAR DEL TECLADO? (A/T) ? T
 NOMBRE DE CUENCA? 5262CHINIPAS
 AREA DE CUENCA? 5262
 NUMERO DE ESTACIONES? 5

NOMBRE DE LA ESTACION	1	? CHINIPAS
NOMBRE DE LA ESTACION	2	? CUITECO
NOMBRE DE LA ESTACION	3	? CEROCAHUI
NOMBRE DE LA ESTACION	4	? CREEL
NOMBRE DE LA ESTACION	5	? BATOVIRA

COEFICIENTES DE AREA DE LAS ESTACIONES(POLIGONO DE THIESSEN)

ESTACION CHINIPAS ? 1445
 ESTACION CUITECO ? 1214
 ESTACION CEROCAHUI? 45
 ESTACION CREEL ? 518
 ESTACION BATOVIRA ? 2040

TORMENTA No. 1

CHA DE OCURRENCIA ? 28\SEP\82

LUMEN DE ESCURRIMIENTO OBSERVADO ? 88723940

CALCULO DEL PROMEDIO DE PRECIPITACION DE 5 DIAS ANTERIORES

ESTACION CHINIPAS

DIA	PRECIPITACION
1	? 0
2	? 0
3	? 0
4	? 2.3
5	? 0

ESTACION CUITECO

DIA	PRECIPITACION
1	? 0
2	? 0
3	? 0
4	? 0
5	? 0

ESTACION CEROCAHUI

DIA	PRECIPITACION
1	? 0
2	? 0
3	? 0
4	? 9.5
5	? 0

ESTACION CREEL

DIA	PRECIPITACION
1	? 0
2	? 0
3	? 0
4	? 0
5	? 0

ESTACION BATOVIRA

DIA	PRECIPITACION
1	? 0
2	? 0
3	? 0
4	? 2
5	? 0

CUAL ES LA DURACION LA TORMENTA (DIAS) ? 3

ESTACION CHINIPAS

DIA	PRECIPITACION
1	? 31
2	? 64
3	? 6.3

ESTACION CUITECO

DIA	PRECIPITACION
1	? 3
2	? 65
3	? 16.9

ESTACION CEROCAHUI

DIA	PRECIPITACION
1	? 2
2	? 60
3	? 0

ESTACION CREEL

DIA	PRECIPITACION
1	? 9.5
2	? 44.8
3	? 8.1

ESTACION BATOVIRA

DIA	PRECIPITACION
1	? 6
2	? 35
3	? 18

OMBRE DEL ARCHIVO PARA GUARDAR LOS DATOS BASICOS: ? T028R.S82
 ROMEDIO DE PRECIPITACION DE LOS 5 DIAS ANTERIORES (mm)= 1.488217
 L PROMEDIO DE PRECIPITACION DE LA TORMENTA (mm)= 76.95179
 NUMERO DE CURVA? 81.5

LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (Pulgadas) ES = .5337735

LA LAMINA DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (cm) ES = 1.355784

L VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO (mts cubicos) ES= 7.134139E+07

CUENCA :CHINIPAS
 AREA Km² : 5262

FECHA DE OCURRENCIA: 28\SEP\82

EL NUMERO DE CURVA INICIAL ES = 81.5

CHINIPAS CUITECO CEROCAHUI CREEL BATOVIRA TOTAL

COEFICIENTES

1445 1214 45 518 2040 5262

PRECIPITACION DE 5 DIAS ANTERIORES

1	0	0	0	0	0	0.000
2	0	0	0	0	0	0.000
3	0	0	0	0	0	0.000
4	2.3	0	9.5	0	2	1.488
5	0	0	0	0	0	0.000

PROMEDIO (mm) 1.488217

TORMENTA

1	31	3	2	9.5	6	12.483
2	64	65	60	44.8	35	51.064
3	6.3	16.9	0	8.100001	18	13.405

EL NUMERO DE CURVA CN AJUSTADO ES = 65.363

P(mm)	S(mm)	Q(mm)	ESC.DIR CAL	ESC DIR OBS.
76.95179	5.299176	13.55784	7.134138E+07	8.872394E+07

LA DISPERSION ES = 3.021537E+14

DESEA CAMBIAR EL NUMERO DE CURVA? (S/N) ? N

DESEA VOLVER A CORRER EL PROGRAMA PARA LA MISMA CUENCA? (S/N) ? N

jk