



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

## Valores del nº de curva (cálculo de la escorrentía)

<b>Apellidos, nombre</b>	Ibáñez Asensio, Sara ( <a href="mailto:sibanez@prv.upv.es">sibanez@prv.upv.es</a> ) Moreno Ramón, Héctor ( <a href="mailto:hecmoda@prv.upv.es">hecmoda@prv.upv.es</a> ) Gisbert Blanquer, Juan Manuel ( <a href="mailto:jgisbert@prv.upv.es">jgisbert@prv.upv.es</a> )
<b>Departamento</b>	Producción Vegetal
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural



## 1 Resumen

En el presente artículo se aborda el estudio de las diferentes tablas disponibles para la determinación del valor del nº de curva para un territorio de características definidas en cuanto a uso del suelo, medidas de conservación aplicadas en el cultivo, estado de compactación, clase textural y contenido previo en humedad.

El método del nº de curva es un método desarrollado por el Departamento de Agricultura (USDA) de los EE.UU. para estimar la escorrentía generada por un episodio de lluvia.

## 2 Objetivos

Con el presente artículo docente se pretende que el lector sea capaz de:

- Conocer las tablas del nº de curva
- Elegir la tabla más idónea con las características de su zona de trabajo
- Diferenciar las ventajas y deficiencias de los parámetros utilizados en el método del nº de curva

## 3 Estructura e introducción

El presente artículo docente se estructura en los siguientes puntos:

1. Resumen de ideas clave
2. Objetivos
3. Estructura e introducción
4. Desarrollo:
  - 4.1. Antecedentes
  - 4.2. Tablas de valores
5. Cierre
6. Bibliografía

Si seguimos todos estos apartados al final tendremos una idea clara de cómo estimar el flujo de escorrentía que se generará en una cuenca dada cuando se produzca una precipitación determinada aplicando el método del nº de curva desarrollado por los EE.UU. en el siglo pasado.



## 4 Desarrollo

### 4.1 Antecedentes: Método del nº de curva

El método del número de curva utiliza como primer dato de entrada la lluvia Escorrentiaprecipitada (I) en la zona, asumiendo por tanto que en una misma cuenca diferentes lluvias provocarán diferentes escorrentías. Lo más conveniente será considerar para la estima aquella lluvia que genere mayor escorrentía, de ahí que debamos utilizar el tiempo de concentración (tc) como punto de entrada en las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) de nuestra zona.

Conocida la cantidad de lluvia precipitada la escorrentía generada puede obtenerse de forma gráfica (figura nº1) o mediante la expresión matemática siguiente:

$$Q = \frac{(I - 0,2S)^2}{I + 0,8S}$$

Donde Q = escorrentía (mm)

I = cantidad de lluvia (mm)

S es la diferencia máxima potencial entre la lluvia caída y la

escorrentía generada  $S = \frac{25.400}{N} - 254$

N = número de curva. Se obtiene mediante tablas

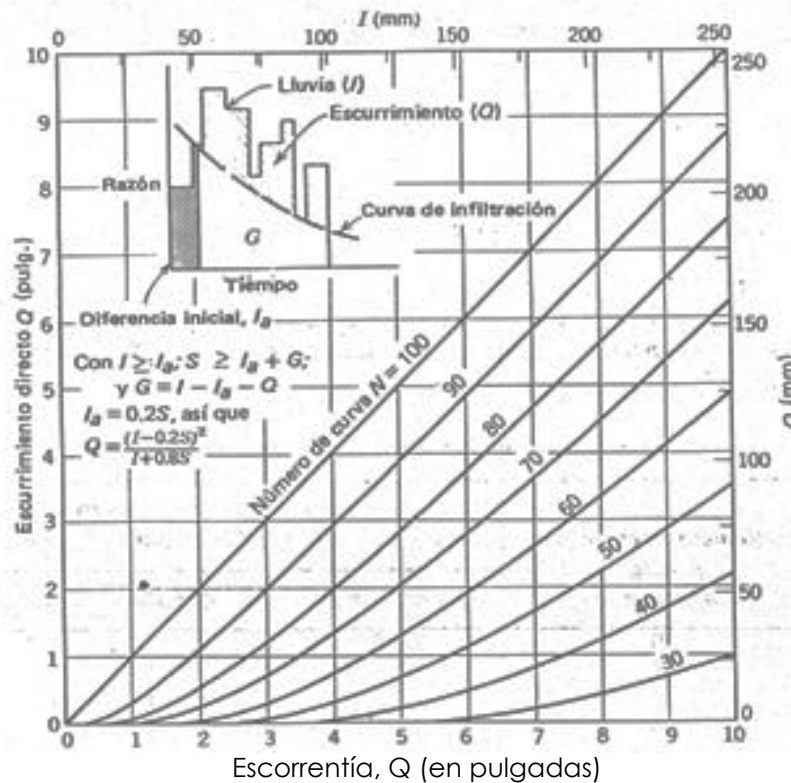


Figura nº 1.- Valores de Q (en mm o pulgadas) en función de la cantidad de lluvia precipitada (en mm o pulgadas) y el nº de curva N característico de la zona



El valor del nº de curva N de entrada en la ecuación o en el gráfico se obtiene mediante tablas; las condiciones del terreno contempladas son: uso de la tierra (figura nº 2), medidas de conservación empleadas en el cultivo (figura nº 3), estado de compactación del terreno en relación a su uso (figuras nº 4 y 5), capacidad de infiltración del suelo en atención a su textura (figura nº 6) y, finalmente, condición previa de humedad del suelo (figura nº 7); varía entre 1 y 100, siendo mayor cuanto peor sea su situación.

1. **Uso de la tierra.** El uso de la tierra implica directamente el nivel de protección del suelo por la cobertura vegetal frente al impacto de las gotas de lluvia. Así por ejemplo, en el caso de explotaciones agroforestales se incluyen las opciones de barbecho, cultivos alineados o no alineados, cultivos de elevado porcentaje de cobertura, pastizales, montes en diferentes estados de degradación vegetal, etc.) o incluso el grado de impermeabilización del suelo por compactación o asfaltado (caseríos, caminos, urbanizaciones, etc.).

Números de las curvas de escorrenia para complejos hidrológicos uso agronómico-tipo de suelo para condiciones de humedad II.

Cubierta del suelo			Números de curva correspondientes a los grupos hidrológicos del suelo			
Clase	Laboreo	Condiciones hidrológicas para la infiltración	A	B	C	D
<b>Barbecho</b>	-	-	77	86	91	94
<b>Cultivos alineados</b>	R	Pobres	72	81	88	91
	R	Buenas	67	78	85	89
	C	Pobres	70	79	84	88
	C	Buenas	65	75	82	86
	C-T	Pobres	66	74	80	82
	C-T	Buenas	62	71	78	81
<b>Cultivos no alineados o con surcos pequeños o mal definidos</b>	R	Pobres	65	76	84	88
	R	Buenas	63	75	83	87
	C	Pobres	63	74	82	85
	C	Buenas	61	73	81	84
	C-T	Pobres	61	72	79	82
	C-T	Buenas	59	70	78	81
<b>Cultivos densos de leguminosas o prados en alternativa</b>	R	Pobres	66	77	84	88
	R	Buenas	58	72	81	85
	C	Pobres	64	75	83	85
	C	Buenas	55	69	78	83
	C-T	Pobres	63	73	80	83
	C-T	Buenas	51	67	76	80
<b>Pastizales (pastos naturales)</b>	-	Pobres	68	79	86	89
	-	Regulares	49	69	79	84
	-	Buenas	39	61	74	80
	C	Pobres	47	67	81	88
	C	Regulares	25	59	75	83
	C	Buenas	6	35	70	79
<b>Prados permanentes</b>						
<b>Montes con pastos (ganadero-forestal)</b>	-	-	30	58	71	78
	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
	-	Buenas	25	55	70	77
<b>Bosques (forestales)</b>	-	Muy pobres	56	75	86	91
	-	Pobres	46	68	78	84
	-	Regulares	36	60	70	76
	-	Buenas	26	52	63	69
	-	Muy buenas	15	44	54	61
<b>Caseríos</b>	-	-	59	74	82	86
<b>Caminos de tierra</b>	-	-	72	82	87	89
<b>Caminos en firme</b>	-	-	74	84	90	92

Figura nº 2.- Destacado en rojo los diferentes usos del suelo



2. **Existencia de obras o medidas de conservación:** Dado un determinado uso de la tierra, la realización o no de prácticas de conservación normalmente es determinante del volumen de escorrentía generado por la lluvia. Bajo el epígrafe "laboreo" aparecen las posibles medidas agronómicas destinadas a la corrección de la erosión hídrica: inexistencia (R), curvas de nivel (C) y aterrazamientos (C-T).

⊕+ Números de las curvas de escorrentía para complejos hidrológicos uso agronómico-tipo de suelo para condiciones de humedad II.

Clase	Cubierta del suelo		Números de curva correspondientes a los grupos hidrológicos del suelo			
	Laboreo	Condiciones hidrológicas para la infiltración	A	B	C	D
Barbecho	-	-	77	86	91	94
Cultivos alineados	R	Pobres	72	81	88	91
	R	Buenas	67	78	85	89
	C	Pobres	70	79	84	88
	C	Buenas	65	75	82	86
	C-T	Pobres	66	74	80	82
Cultivos no alineados o con surcos pequeños o mal definidos	C-T	Buenas	62	71	78	81
	R	Pobres	65	76	84	88
	R	Buenas	63	75	83	87
	C	Pobres	63	74	82	85
	C	Buenas	61	73	81	84
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternativa	C-T	Pobres	61	72	79	82
	C-T	Buenas	59	70	78	81
	R	Pobres	66	77	84	88
	R	Buenas	58	72	81	85
	C	Pobres	64	75	83	85
Pastizales (pastos naturales)	C	Buenas	55	69	78	83
	C-T	Pobres	63	73	80	83
	C-T	Buenas	51	67	76	80
	-	Pobres	68	79	86	89
	-	Regulares	49	69	79	84
	-	Buenas	39	61	74	80
	C	Pobres	47	67	81	88
C	Regulares	25	59	75	83	
C	Buenas	6	35	70	79	

Fuente: "Ingeniería de conservación de Suelos y Aguas" □

**Significado de los códigos R, C y C-T:**

Laboreo del terreno.- La forma en que se realice las labores del terreno inducen en la escorrentía, de modo que en la clasificación expuesta, las letras que aparecen en la segunda columna, tienen el siguiente significado.

R = Cuando las labores de la tierra, la siembra y las restantes faenas son ejecutadas sin tener en cuenta la pendiente del terreno.

C = Cuando el cultivo es por curvas de nivel.

C-T = Cuando el cultivo es por curvas de nivel y existen además terrazas abiertas (con desagüe) para la conservación del suelo.

En terrenos de pendiente inferior a 2% se considera como si fuera por curvas de nivel

Figura nº 3.- Destacado en rojo las diferentes medidas de conservación



3. **Condiciones hidrológicas para la infiltración.** Además de la práctica o no de medidas de conservación, existen otros aspectos del manejo de las tierras que repercuten sobre el estado físico del suelo y, por lo tanto, sobre su tasa de infiltración. Lógicamente son específicas, presentándose hasta 5 posibles alternativas: muy pobre, pobre, regular, buena y muy buena

**Pastizales o pastos naturales.** - Se clasifican en tres grupos teniendo en cuenta consideraciones hidrológicas y no la producción del forraje.

Se consideran **pobres** los que son abundantemente pastados, con escasa materia orgánica sobre el terreno, o cuando las plantas cubren menos del 50% de la superficie total

**Regulares**, aquellos cuya cubierta vegetal alcanza entre un 50% y un 75% de la superficie del terreno y son moderadamente pastados.

**Buenos**, los que su cubierta vegetal supera el 75% de la superficie del terreno y son ligeramente pastados.

**Prados permanentes.** - No son pastados, es decir, su vegetación es permanente cubriendo el 100% de la superficie del terreno.

**Montes con pastos.** - Se establecen también tres clases, basadas en factores hidrológicos y no en la producción.

Se consideran **pobres**, cuando se dan labores al terreno o cuando son abundantemente pastados o incluso quemados, de modo que la superficie del terreno aparezca libre de arbustos, matas, pastos y restos vegetales.

Se consideran **regulares**, cuando son pastados, pero nunca labrados o quemados, de modo que la superficie del terreno presente pastos y mantillo.

Por último, son **buenos** aquellos en que, protegidos del pastoreo, el terreno aparece cubierto de matas, abundantes pastos naturales y restos orgánicos de todas clases.

**Bosques.** - Las cinco clases hidrológicas establecidas se basan en la consideración de la profundidad y grado de consolidación de las capas de mantillo y de humus del bosque, de modo que cuanto mayor sea el espesor de dichas capas y menos compactas e impermeables aparezcan, tanto mejor será la condición hidrológica resultante para la infiltración.

Figura nº 4.- Descripción de las diferentes condiciones de compactación del suelo derivadas del manejo del cultivo u otros usos



Números de las curvas de escorrenia para complejos hidrológicos uso agronómico-tipo de suelo para condiciones de humedad II.

Clase	Cubierta del suelo		Números de curva correspondientes a los grupos hidrológicos del suelo			
	Laboreo	Condiciones hidrológicas para la infiltración	A	B	C	D
Barbecho	-	-	77	86	91	94
Cultivos alineados	R	Pobres	72	81	88	91
	R	Buenas	67	78	85	89
	C	Pobres	70	79	84	88
	C	Buenas	65	75	82	86
	C-T	Pobres	66	74	80	82
	C-T	Buenas	62	71	78	81
Cultivos no alineados o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobres	65	76	84	88
	R	Buenas	63	75	83	87
	C	Pobres	63	74	82	85
	C	Buenas	61	73	81	84
	C-T	Pobres	61	72	79	82
	C-T	Buenas	59	70	78	81
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternativa	R	Pobres	66	77	84	88
	R	Buenas	58	72	81	85
	C	Pobres	64	75	83	85
Pastizales (pastos naturales)	C	Buenas	55	69	78	83
	C-T	Pobres	63	73	80	83
	C-T	Buenas	51	67	76	80
	-	Pobres	68	79	86	89
	-	Regulares	49	69	79	84
	-	Buenas	39	61	74	80
	C	Pobres	47	67	81	88
	C	Regulares	25	59	75	83
	C	Buenas	6	35	70	79
Prados permanentes, Montes con pastos (ganadero-forestal)	-	-	30	58	71	78
	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
	-	Buenas	25	55	70	77
Bosques (forestales)	-	Muy pobres	56	75	86	91
	-	Pobres	46	68	78	84
	-	Regulares	36	60	70	76
	-	Buenas	26	52	63	69
	-	Muy buenas	15	44	54	61
Caseros	-	-	59	74	82	86
Camino de tierra	-	-	72	82	87	89
Camino en firme	-	-	74	84	90	92

Fuente: "Ingeniería de conservación de Suelos y Aguas"

Figura nº 5.- Destacado en rojo las diferentes condiciones de compactación del suelo derivadas del manejo del cultivo u otros usos



4. **Permeabilidad el suelo.** Sea cual sea la clase de uso, las medidas de conservación adoptadas y el manejo realizado en nuestra explotación, un aspecto primordial en la producción de escorrentia lógicamente es la naturaleza del suelo, su mayor o menor permeabilidad. Bajo el nombre de “Grupo hidrológico del suelo” situaremos nuestro suelo en una de las 4 clases de permeabilidad en atención a su profundidad y textura: elevada (Grupo A), moderada (Grupo B), escasa (Grupo C) y nula o prácticamente nula (Grupo D).

**Grupo A.** es el que ofrece atañor menor escorrentia. Incluye los suelos que presentan mayor permeabilidad, incluso cuando están saturados. Comprenden los terrenos profundos sueltos con predominio de arena o grava y con muy poco limo o arcilla (Arenosos, arenosos-limosos, loes, etc)

**Grupo B.** Incluye los suelos de moderada permeabilidad cuando están saturados comprendiendo los terrenos arenosos menos profundos que los del Grupo A, otros de textura franco-arenosa de mediana profundidad y los francos profundos.

**Grupo C.** Incluye los suelos, que ofrecen poca permeabilidad cuando están saturados, por presentar un estrato impermeable que dificulta la infiltración o porque en conjunto, su textura es franco-arcillosa o arcillosa.

**Grupo D.** Es el que ofrece mayor escorrentia. Incluye los suelos que presentan gran permeabilidad, tales como los terrenos muy arcillosos profundos con alto grado de tumefacción, los terrenos que presentan en la superficie o cerca de la misma una capa de arcilla muy impermeable y aquellos otros con subsuelo muy impermeable próximo a la superficie.

Números de las curvas de escorrentia para complejos hidrológicos uso agronómico-tipo de suelo para condiciones de humedad II.

Cubierta del suelo			Números de curva correspondientes a los grupos hidrológicos del suelo			
Clase	Laboreo	Condiciones hidrológicas para la infiltración	A	B	C	D
Barbecho	-	-	77	86	91	94
Cultivos alineados	R	Pobres	72	81	88	91
	R	Buenas	67	78	85	89
	C	Pobres	70	79	84	88
	C	Buenas	65	75	82	86
		Muy buenas	15	44	54	61
Caseros	-	-	59	74	82	86
Camino de tierra	-	-	72	82	87	89
Camino en firme	-	-	74	84	90	92

Fuente: “Ingeniería de conservación de Suelos y Aguas” □

Figura nº 6.- Diferentes condiciones de hidrológicas del suelo derivadas de su textura





5. **Condiciones previas de humedad del suelo.** Finalmente es lógico pensar que la respuesta del suelo frente a una lluvia dependerá en gran medida de su estado previo de humedad: si se ha producido una precipitación previa lógicamente el suelo aceptará menos cantidad de agua y la escorrentía será en consecuencia mayor; por el contrario, suelos muy secos generarán menores escorrentías. El método del n° de curva contempla 3 posibles estados de humedad previa (condiciones I, II y III, de más seca a más húmeda):

Condiciones precedentes de humedad		
Lluvia total caída durante los cinco días anteriores		
Condición	En el período húmedo (Oct-Mar) o durante la dormancia	En el período seco (Abr-Sep) o durante el crecimiento.
I	Menos de 12,5 mm	Menos de 35,5 mm
II	De 12,5 a 28 mm	De 35,5 a 53 mm
III	Más de 28 mm	Más de 53 mm

Figura nº 7.- Condiciones de humedad del suelo en atención a las precipitaciones previas

Debemos aclarar que el dato obtenido en las tablas es el correspondiente a la condición II. Caso de encontrarnos en una situación diferente en el momento de producirse una nueva lluvia deberemos modificar el N obtenido mediante una tabla o gráfica (figuras nº 8 y 9):

■ Conversión del número de curva de la condición II a las condiciones I y III

Número de curva en la condición	Número de curva correspondiente a las condiciones	
11	1	111
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

Figura nº 8.- Correspondencia del valor de N para las diferentes condiciones de humedad del suelo

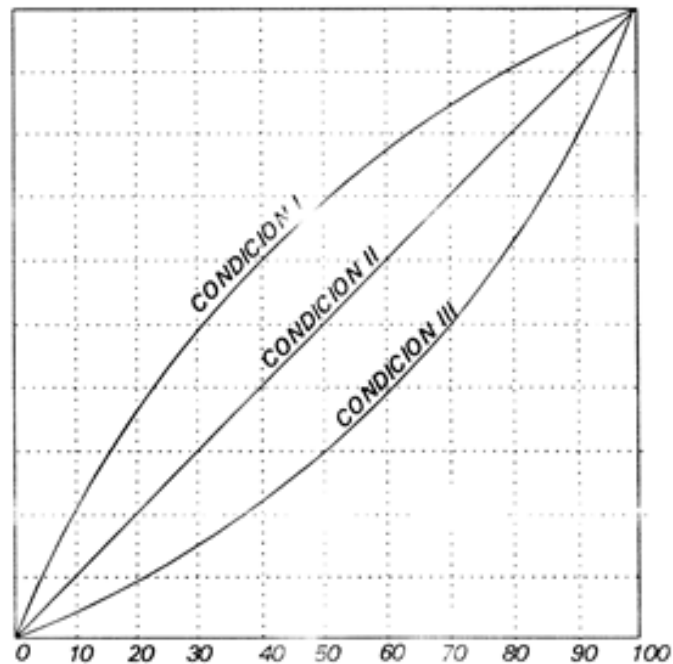


Figura nº 9.- Correspondencia del valor de N para las diferentes condiciones de humedad del suelo

Existen otras tablas que contemplan situaciones en ambientes áridos o semiáridos y usos del suelo diferentes a los expuestos, como por ejemplo zonas de bosque, cubiertas de matorral o monte bajo, áreas de pastizal, cultivos extensivos y parques o zonas ajardinadas, incluyendo en algunos casos las superficies impermeabilizadas a causa de la construcción de vías de comunicación y todo tipo de edificaciones (disponibles en textos especializados en conservación de suelos – ver bibliografía).

## 5 Cierre

El método del nº de curva posibilita la estima de la escorrentía en una cuenca hidrográfica para una tormenta dada, normalmente la de una mayor agresividad, aplicando diferentes parámetros relativos al uso y características hidrológicas del suelo.

Este método toma en consideración la intensidad de la precipitación pluvial y la humedad previa del terreno en el momento de producirse una nueva precipitación, contemplando la posibilidad de que el suelo se encuentre ya saturado en el momento de iniciarse el nuevo evento (mayor escorrentía) o por el contrario se halle bastante seco (menor escorrentía).



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

## 6 Bibliografía

### 6.1 Bibliografía

[1] López Cadenas de Llano, F. (Coord.), 1994. "Restauración hidrológico-forestal de cuencas" Mundi Prensa –Tragsa, 902 pp.

[2] Schwab, G.O. - Frevert, R.K. - Edminster, T.W.. "Ingeniería de conservación de suelos y aguas", Ed. Limusa, 570 pp.