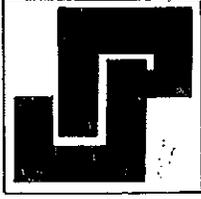


Estado Libre Asociado de Puerto Rico  
OFICINA DEL GOBERNADOR  
JUNTA DE PLANIFICACION

# **NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

**JUNIO 1975**



Estado Libre Asociado de Puerto Rico  
OFICINA DEL GOBERNADOR  
JUNTA DE PLANIFICACION

# **NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

**JUNIO 1975**

*ING. IVAN R. CINTRÓN*

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO  
OFICINA DEL GOBERNADOR  
JUNTA DE PLANIFICACION DE PUERTO RICO

*NARANJITO*

Resolución JP-211

26 de junio de 1975

ADOPTANDO NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE TERRENOS

"En armonía con las disposiciones de la Ley y los Reglamentos de Planificación y a los fines de acelerar la tramitación de los casos que se someten a su consideración y garantizar que el desarrollo de las zonas urbanas ocurra en armonía con las necesidades, la conveniencia y el bienestar de la población que trabaja y convive en ellas, la Junta de Planificación, mediante esta resolución, adopta las normas de diseño para sistemas de alcantarillado y desagüe pluvial.

La provisión de sistemas adecuados de desagüe pluvial urbano es necesario para preservar y promover la salud y el bienestar económico del país. El desagüe pluvial es un factor que afecta todas las actividades gubernamentales y demás propiedades privada. Esta condición de desagüe requiere tanto la intervención pública como la privada. La coordinación en la provisión de estos sistemas de desagüe pluvial es una responsabilidad gubernamental. A tales efectos la Junta de Planificación ha considerado necesario y conveniente al interés público, adoptar el Manual que acompaña esta resolución y que se titula Normas de Diseño Para Sistemas de Alcantarillado y Desagüe Pluvial.

Así lo acordó y ordenó la Junta en su reunión del 26 de junio de 1975 firmando sus miembros; disponiéndose que las normas incluidas en el manual que forma parte de esta resolución de adopción empezarán a regir inmediatamente después de su aprobación.

San Juan, Puerto Rico a 26 de junio de 1975.

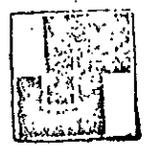
*Rafael Alonso Alonso*  
Rafael Alonso Alonso  
Presidente

*Francis L. Conway*  
Francis L. Conway  
Miembro

*Luis Negrón Zayas*  
Luis Negrón Zayas  
Miembro

CERTIFICO: Que la anterior es copia fiel y exacta del acuerdo adoptado por la Junta en su reunión del 26 de junio de 1975 y para su notificación y uso oficial expido la presente en San Juan, Puerto Rico, a

JUN 27 1975



Estado Libre Asociado de Puerto Rico  
OFICINA DEL GOBERNADOR  
JUNTA DE PLANIFICACION

*Teresa Biaggi Lugo*  
Teresa Biaggi Lugo  
Secretaria

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO  
Oficina del Gobernador  
JUNTA DE PLANIFICACION  
Santurce, Puerto Rico

P R E F A C I O

La Junta de Planificación de Puerto Rico tiene sumo placer en reproducir y distribuir la Resolución JP-211 (Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado Pluvial) con el fin de poner en manos de los proyectistas, urbanizadores, constructores de vivienda y la ciudadanía en general el documento que contiene la información básica indispensable para el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial en proyectos de urbanizaciones para la formación de solares; desarrollos de centros comerciales, industriales, institucionales, recreacionales tanto públicos como privados y aquellos proyectos de construcción de carreteras en áreas urbanas o de crecimiento urbano.

La Junta desea consignar el reconocimiento al Comité designado por el Colegio de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores de Puerto Rico por la valiosa cooperación que nos brindaron en la preparación de este documento. Confiamos que éste sirva los propósitos de orientar y presentar una guías claras y completas en el aspecto cubierto por este documento. Agradeceremos cualesquiera señalamientos que sirva al propósito de mejorar el contenido de esta publicación.

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO  
Oficina del Gobernador  
JUNTA DE PLANIFICACION  
Santurce, Puerto Rico

Resolución JP-211

NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO  
Y DESAGUE PLUVIAL

"En armonía con las disposiciones de la Ley y los Reglamentos de Planificación y a los fines de acelerar la tramitación de los casos que se someten a su consideración y garantizar que el desarrollo de las zonas urbanas ocurra en armonía con las necesidades, la conveniencia y el bienestar de la población que trabaja y convive en ellas, la Junta de Planificación mediante esta resolución adopta las normas de diseño para sistema de alcantarillado y desague pluvial.

La provisión de sistemas adecuados de desague pluvial urbano es necesario para preservar y promover, la salud y el bienestar económico del país. El desague pluvial es un factor que afecta todas las actividades gubernamentales y demás propiedad privada. Esta condición de desague requiere tanto la intervención pública como la privada. La coordinación en la provisión de estos sistemas de desague pluvial, es una responsabilidad gubernamental. A tales efectos la Junta de Planificación ha considerado necesario y conveniente al interés público, adoptar las siguientes normas que se llaman Normas de Diseño Para Sistemas de Alcantarillado y Desague Pluvial.

SECCION I - APLICACION Y DEFINICIONES

100. Aplicación - Las disposiciones contenidas en estas normas aplicarán y cubren a todos aquellos proyectos que sean sometidos a la consideración de la Junta de Planificación para el desarrollo de urbanizaciones residenciales, desarrollos comerciales, industriales, institucionales, recreacionales tanto públicos como privados y aquellos proyectos de construcción de carreteras estatales en áreas

urbanas o de crecimiento urbano, según ámbito cubierto por el Plano Regulador adoptado o preparado.

2.00 - Vigencia - Estas normas regirán al momento de ser adoptadas en reunión oficial de la Junta.

3.00 - Definiciones:

3.01 - Significados e Interpretación: Los vocablos que más adelante se definen tendrán, para efectos de estas normas el significado que se expresa a continuación de cada término. Los vocablos no definidos tendrán la significación del Diccionario de la Real Academia o la corriente en el uso local, según se desprenda del texto. Cuando así lo justifique su uso en estas normas se entenderá que toda palabra usada en singular también incluye el plural y viceversa y el masculino incluirá el femenino y viceversa. Estas definiciones se incluyen en orden alfabético.

3.02 - Términos:

1. Acto de Dios - Combinación de ciertos eventos tales como lluvia, inundación y escorrentía general, de la cual resultan daños de origen natural, sin que intervenga la mano del hombre y para los cuales la prudencia humana no pueda anticipar ni prevenir sobre los requisitos de diseño establecidos en estas normas.

\* 2. Área de Captación- El área cuya escorrentía afluye a un poceto particular o a un ramal del sistema de alcantarillado pluvial y que se debe expresar en acres.

3. Avenida Extraordinaria- Una creciente en exceso de la máxima histórica calculada mediante un estudio hidrológico, resultante de intensidades de lluvias probables para tormentas con un período de recurrencia de cien años estimado por el Negociado del Tiempo de los Estados Unidos, Informe Técnico Número 42.

4. Avenida Máxima Histórica - La creciente mayor de un río o quebrada que haya producido la inundación de niveles más altos conocida en la historia de la región.

5. Canal - Cauce artificial construido para uno o más de los siguientes propósitos: (1) transportar agua, (2) conectar dos o más cuerpos de agua, (3) servir

como vía para la navegación.

6. Cauce- El lecho de un río o quebrada por donde normalmente fluyen las aguas.

7. Cauce Mayor- El lecho de un río o quebrada , y aquella porción de terrenos adyacentes, que ha sido determinada por un estudio hidrológico, por el cual fluye el grueso del volumen de las aguas durante la avenida extraordinaria de un río o quebrada.

\* 8. Caudal- Escorrentía total que se produce de determinada área de captación incluyendo la superficial y la subterránea natural expresada en volúmenes totales o volumen por unidad del tiempo.

9. Caudal Crítico- Flujo a la profundidad crítica.

\* 10. Coefficiente de Escorrentía- Un valor decimal que define las características de escorrentía de determinada área de captación o áreas.

\* 11. Coefficiente de Aspereza- Un factor para el cómputo de velocidades promedio del agua en cauces, canales y conductos que representa el efecto de la rugosidad de la superficie de dichos cauces o conductos que contienen el agua, en la pérdida de energía de la descarga.

12. Curva de Abatimiento- El perfil longitudinal de la superficie del agua en un canal o cauce abierto, en el tramo afectado antes, sobre y después de un vertedero.

13. Curva de Frecuencia- Es una curva que expresa la relación entre la frecuencia con que ocurre un evento tales como lluvia, crecientes, marejadas, etc. y la magnitud de las variables.

14. Curva de Remanso- El perfil longitudinal de la superficie del agua en un canal abierto cuando el flujo es constante pero no uniforme.

15. Curva de Lluvia Efectiva- Una curva que expresa la relación entre la razón de intensidad de la lluvia y la duración del aguacero.

\* 16. Descarga- Cantidad de efluente expresado en volúmenes totales o volumen por unidad de tiempo.

\* 17. Disipador de Energía- Estructura cuyo propósito es restar energía a determinado

caudal de agua mediante el efecto amortiguador de un salto hidráulico o de impacto.

18. Distancia Libre Vertical- La distancia vertical entre la superficie normal máxima del agua, en un conducto o canal y la parte superior de dichas estructuras que la continen.

19. Escorrentía- Aquella parte de la lluvia que llega a un cauce en forma superficial o subterránea.

20. Gradiente de Energía- El nivel total de energía del agua en cada uno de los puntos a lo largo del flujo en un canal o conducto y representada por la suma de la altura dinámica (vel. head); altura de presión (pressure head) y altura estática.

21. Gradiente hidráulica- Es un perfil piezométrico del nivel del agua representado por la suma de la profundidad de flujo y presión a que está sometido. En un canal o cauce es igual a la elevación de la superficie del agua.

22. Gavión- Cesta metálica conteniendo piedra u otro material sólido para proteger una superficie.

23. Inundación- Acción o efecto de quedar un terreno cubierto por las aguas debido a lluvias, crecientes, marejadas y desbordamiento de ríos y quebradas y otras fuerzas de la naturaleza.

24. Junta- La Junta de Planificación de Puerto Rico creada por la Ley Número 213 del 12 de mayo de 1942, según enmendada, conocida como "Ley de Planificación y Presupuesto de Puerto Rico".

25. Lluvia Efectiva- Aplicable al análisis de escorrentía, es aquella parte de la lluvia que se convierte en escorrentía superficial.

26. Lluvia Extraordinaria- Es aquella considerada como un acto de Dios y que excede por un margen suficientemente amplio, a la lluvia ordinaria como para producir escorrentías mayores que las lluvias ordinarias contra las cuales se tomarán medidas de protección según requisitos establecidos en este reglamento.

\*27. Lluvia Ordinaria- Es aquella común, usual y regular para la cual se proveerán medidas de protección según requiere ésta en este reglamento.

28. Pelo de agua- Nivel más bajo de un sardinel, tubo o canal por donde discurren las aguas.

29. Número de Froude- Parámetro de flujo que constituye la medida con que la fuerza gravitacional afecta las características del flujo.

30. Pendiente Crítica- Aquella pendiente de un canal que es igual a la pérdida de carga (head loss) en pie por pie lineal, resultante de determinado caudal que permitiría un flujo uniforme a la profundidad crítica.

31. Período de Recurrencia- El tiempo promedio en el cual se iguala o excede una vez, un evento tales como lluvia, crecientes, marejadas, etc.

\* 32. Poceto - Una estructura del sistema de alcantarillado pluvial, provista de aberturas con el propósito de permitir la entrada de la escorrentía superficial, a los conductos soterrados del sistema.

33. Profundidad Crítica- Aquella profundidad particular del flujo en un canal con una energía específica mínima para una descarga dada.

34. Salto Hidráulico- Subida abrupta en el nivel de las aguas que ocurre en canales abiertos cuando un caudal de agua fluyendo a velocidades supercríticas es retardado por aguas fluyendo a velocidades subcríticas.

\* 35. Sistema Básico de Alcantarillado Pluvial- Aquel sistema diseñado para la <sup>recoleccion</sup>relocalización, transportación y disposición del caudal ocasionado por la escorrentía superficial de las lluvias ordinarias, procedentes de un área de captación menor de 150 acres.

\* 36. Sistema Mayor de Alcantarillado Pluvial- Aquel cauce y/o sistema que sirve para disponer del caudal ocasionado en el sistema básico de alcantarillado pluvial y de otras áreas adyacentes cuyas áreas de captación

sumen más de 150 acres.

\* 37. Sistema de Alcantarillado Pluvial- Todas aquellas facilidades utilizadas para la recolección, transportación y disposición de las aguas pluviales, desde y a través de un área de captación, hasta su punto final de descarga que puede consistir de conductos y estructuras relacionadas, canales, zanjas, quebradas, ríos, calles, tajeas, estaciones de bombas y otros.

\* 38. Tiempo de Concentración- El tiempo requerido para que las aguas de escorrentía fluyan desde el punto más remoto, del área de captación, hasta el punto de descarga o al punto bajo consideración.

\* 39. Tiempo de Flujo- El tiempo requerido para que las aguas fluyan desde sus puntos de entrada en el sistema pluvial, hasta que lleguen al punto bajo estudio.

\* 40. Tiempo de Poceto- Es el tiempo requerido para que las aguas de escorrentía fluyan desde el punto más remoto del área de captación hasta el poceto.

\* 41. Tiempo de Retardamiento - Tiempo de concentración

42. Calle Inundable- Terrenos inundados por la avenida máxima histórica o por la avenida extraordinaria según ilustrados en estudios y mapas disponibles hasta el presente.

43. Velocidad Crítica- La velocidad correspondiente para determinado caudal, en determinada forma de canal, a la profundidad crítica.

## SECCION II

### Radicación y Tramitación de Planos de Construcción

\* 4.00 - Los sistemas de alcantarillado pluvial en proyectos de desarrollos urbanos formarán parte de los Planos de Construcción requeridos para dichos desarrollos. Dichos planos deberán radicarse y tramitarse en armonía con las disposiciones establecidas en la Resolución P-139. Según lo dispuesto en dicha resolución, el proyectista y/o urbanizador deberán obtener el endoso a los planos de construcción del Departamento de Obras Públicas Municipal de aquellos municipios que cuentan

con tal oficina en su organización.

SECCION III - DATOS HIDROLOGICOS:

5.00 - Investigación Preliminar e Información Básica

En la preparación de planos preliminares de desarrollo, el proyectista deberá familiarizarse personalmente mediante inspecciones, con las condiciones de desagües existentes en el proyecto propiamente y en la vecindad del mismo. Será requisito obtener información sobre inundaciones previas, de los planos adoptados por la Junta o de investigaciones, para determinar los niveles máximos alcanzados por las aguas, condiciones de los cauces y en especial de aquellas estructuras que regulan el flujo.

La información básica en la etapa de desarrollo preliminar consistirá de:

- (a) Plano topográfico del área que podría consistir de una o más copias del cuadrángulo del U.S.G.S., más reciente o 1:20,000, donde se ilustra la ubicación del predio a desarrollarse, incluyendo además, los cuerpos de agua existentes y los desagües naturales, terrenos pantanosos y niveles alcanzados por inundaciones según planos preparados y/o adoptados.
- (b) Plano de topografía de la finca a desarrollarse a escala no menor de 1:2000 con curvas de nivel a intervalos no mayor de un (1) metro.
- (c) Trazado de calles, accesos existentes y propuestos y aquellas obras del sistema mayor de alcantarillado que contemple el proyecto.
- \* (d) Plano preliminar de rasantes propuestas.
- \* (e) Localización y elevaciones de los posibles puntos de descarga del sistema.
- (f) Curvas de intensidad de lluvia, cuando se determinen los caudales mediante el uso de hidrogramas.

(g) Información sobre la localización de otras facilidades que puedan afectar el propuesto sistema de alcantarillado pluvial.

\* 6.00 - Frecuencia de lluvias para diseño

El planteamiento y diseño de los sistemas de alcantarillado pluvial deberá reconocer la distinción y separación de dos tipos de sistemas de desague; o sea; el sistema básico o inicial y el sistema mayor. Ningún sistema mayor de desague se planeará y diseñará para tormentas cuyo período de recurrencia sea menor de 25 años y tanto para este sistema como para el sistema inicial básico, se harán conforme a lo indicado en la tabla incluida en el Anejo Número 2. Para los efectos de estas normas, cualquier intensidad de lluvia, superior a la producida por la frecuencia indicada en el Anejo Número 2, será considerada como un Acto de Dios.

\* 7.00 - Datos de Lluvia \*

Para determinar la cantidad de agua que procede de un área determinada, se utilizarán los siguientes métodos:

7:01 - La fórmula Racional  $Q = CIA$  donde:

Q - es el caudal resultante en el punto bajo estudio, expresado en pies cúbicos por segundo.

C - es el Coeficiente de Escorrentía

I - es la intensidad promedio de la lluvia prevaleciente en una duración igual al tiempo de concentración expresada en pulgadas por hora.

A - es el área de captación expresada en acres.

(a)  $Q = CIA$ , utilizando factores fijos para todo el proyecto, según se definen anteriormente, podrá ser utilizada para áreas de captación no mayores de 150 acres. El valor de I en este caso será obtenida de la curva que aparece en la gráfica del Anejo 3. Refiérase a tabla incluida en el Anejo I para los valores de C.

(b)  $Q = CIA$ , utilizando factores variables según se definen anteriormente, deberá ser utilizada para área de captación en exceso a 150 acres pero

nunca mayor de 3,000 acres. Refiérase a tabla incluida en el Anejo Número 1 para valores de C y a las curvas de intensidad - duración - frecuencia en gráficas incluidas en los Anejos Números 6 al 9. Para determinar cual gráfica habría de usarse, refiérase al Mapa de Regiones basado en intensidad de lluvia en el Anejo Número 10. En la determinación de la intensidad en este caso, se deberá tomar como duración, el tiempo de concentración considerando el tiempo del flujo laminar sobre la tierra, el tiempo en las cunetas y en los conductos. A los fines de determinar aquella parte del tiempo en concentración, correspondiente al flujo laminar, se podrá hacer uso de las gráficas incluidas en los Anejos Número 4 y 5.

7.02 Hidrogramas - se podrá utilizar a discreción del diseñador para áreas de captación hasta 3,000 acres, pero será mandatorio el uso de dicho método para áreas mayores de la indicada.

#### SECCION IV - DISEÑO HIDRAULICO

##### 8.00 - Información Básica

En adición a la información básica requerida en el Artículo Número 2, los planos de construcción del sistema de desagüe incluirá la siguiente información:

8:01 - Un plano a escala no menor de 1:1,000 ilustrando el trazado de las líneas del sistema, calles, localización de pocetos, badenes, muros de cabecera y canales. Dicho plano deberá incluir además la siguiente información.

- a) Identificación de los pocetos y demás estructuras.
- b) Elevaciones de tope de los pocetos y demás estructuras.
- c) Alineación geométrica y ancho de canales.
- d) Longitud, diámetro o dimensiones y pendiente de los conductos.

- e) Ancho de servidumbre e ilustración a escala, de las líneas del sistema cuando éstas consistan de tuberías o atarjeas cuyo ancho total sea mayor de dos (2) metros.

8.02 - Planos ilustrando los perfiles de las líneas del sistema, a escalas vertical no menor de 1:200 y horizontal no menor de 1:1000 en los que se incluirán además la siguiente información:

- a) Identificación de los pocetos y demás estructuras.
- b) Ilustración a escala de las líneas de fondo y tope de los conductos.
- c) Pendientes y elevaciones de tope y fondo de las estructuras.
- d) Diámetro o dimensiones de los conductos y distancias entre estructuras.
- e) Elevación del nivel máximo del agua en el punto de descarga o estructura.
- f) Línea representando la gradiente hidráulica y su valor numérico cuando la descarga del sistema sea sumergida.
- g) Ilustración de otras tuberías o conducto donde éstas se crucen con las líneas del sistema.
- h) Líneas de fondo de los canales, tanto del terreno natural como de la rasante propuesta, de la superficie del agua, gradiente hidráulica y de la superficie del terreno en ambos bancos, en los límites de la servidumbre del canal.

8.03 - Hojas de detalles típicos "standards" y especiales de todas las demás estructuras y secciones de los canales y atarjeas.

8.04 - Dos copias de los cálculos hidráulicos incluyendo tablas y planos con la representación gráfica de las áreas de captación del sistema.

9.00 - Especificaciones de Diseño

9.01 - Consideraciones generales

El diseño de los sistemas y confección de planos de construcción se harán tomando como base las siguientes especificaciones:

(a) Dimensiones mínimas: en las secciones de los conductos de hormigón reforzado de forma circular, el diámetro mínimo interior permitido será de 12" en las calles o por cualquier servidumbre pública. Se permitirá el uso de tubos de hormigón elípticos con sección equivalente a una circular de 12". La altura mínima para atarjeas rectangulares será de 12" y ancho mínimo de 18".

(b) La pendiente mínima de los conductos será aquella que permita mantener una velocidad mínima de dos pies por segundo para el caudal de diseño.

\* (c) La pendiente máxima de los conductos será aquella, que resulte en una velocidad máxima de cuarenta (40) pies por segundo, para el caudal de diseño. En casos donde los desniveles del terreno tiendan a exceder dicha velocidad, se proveerán estructuras de caídas para disipar energía, cuyas paredes y pisos deberán ser diseñadas estructuralmente para resistir el impacto de la caída del agua.

(d) En las tuberías se proveerá un registro en todo cambio de dirección vertical y horizontal, excepto en atarjeas. No obstante, se permitirán curvaturas horizontales en vías públicas, mediante deflexión entre secciones de tubo, siempre y cuando el radio del arco no sea menor de treinta (30) metros y el diámetro de los conductos sea igual o mayor de cuatro (4) pies.

- (e) La distancia máxima entre registros y/o pocetos será conforme a la siguiente tabla:

: Día de tubería	: Dist. máxima en rectas entre registros
: Menor de 36"	: 100 metros
: Mayor de 30" Pero menor de 60"	: 150 metros
: Sobre 60"	: 200 metros

- (f) Se permitirá solamente una reducción en diámetro de una tubería mayor a una menor, cuando la pendiente de esta última aumente.
- (g) Se observará una distancia vertical mínima de 0.30 metros entre la parte inferior del pavimento y la parte superior de cualquier tubería de hormigón reforzado como protección. Para tuberías hechas con otros materiales, dicha distancia dependerá de la resistencia estructural de la misma.
- \* (h) En los desarrollos de tipo rural donde se requiera la pavimentación de las calles del proyecto, se deberán construir cunetones de hormigón u otro material similar, en forma de V, o semicircular (medias cañas) con una profundidad máxima de 0.40 metros, medidos desde el paseo, a la margen de la vía en el tramo en que el terreno adyacente está en corte. El eje de dichos cunetones se deberá localizar a una distancia mínima de 4.50 metros del eje de la vía. No se requerirá la construcción de dichos cunetones en terrenos arenosos, cuando la velocidad para la descarga máxima del cunetón, no exceda tres (3) pies por segundo y cinco pies por

segundo en terrenos arcillosos. En estos casos se deberá proveer un buen forraje de yerba del tipo bermuda o similar.

En este tipo de desarrollo, una vez el caudal de descarga en el cunetón haya alcanzado el máximo de la capacidad de éste. Se deberán encauzar las aguas hacia depresiones o desagües naturales mediante tuberías o medias cañas de hormigón.

- 1) El uso de badenes estará limitado a cruces de calles locales en las intersecciones. No se permitirá el uso de los mismos en calles principales o subcolectoras.

#### 9.02. Tipos de Combinación de Encintados y Cunetas

La altura mínima del encintado en las calles principales, será de seis (6) pulgadas. En las calles locales o sub-colectoras, de trece (13) metros o menos de servidumbre se podrá usar un encintado de cuatro pulgadas (4) de alto sobre el pelo de agua. Sus dimensiones serán las indicadas en el Anejo 11.

#### 9.03. Pocetos

a) Los tipos de pocetos a proveerse en los sistema de desague serán los siguientes:

- 1) De entrada lateral por el encintado con deflector (Vea Anejo 13 para detalle). Su uso será mandatorio en avenidas.
- 2) De rejillas consistentes en planchuelas de hierro, forjado, espaciadas entre sí, por carretes o rodillos, cuya dimensión interior básica mínima será de 0.90 metros por 0.60. (Vea Anejo 12 para detalle). Este tipo de poceto podrá usarse en forma sencilla o múltiples.

3) Combinación de ambos tipos anteriormente señalados.

(Vea Anejo 14 para detalles).

\* 4) De parrilla continua en todo el ancho de rodaje.

Este tipo de poceto no será permitido en calles colectoras, principales o avenidas. Su uso se limitará a puntos bajos en calles locales donde así lo requiera el

\* diseño. El área de captación para este tipo de poceto no excederá de 10 acres o aquella que produzca una descarga de 30 pies cúbicos por segundo.

b) Se permitirá construir pocetos directamente sobre tuberías o conductos cuyo diámetro sea de sesenta (60) pulgadas o más, siempre y cuando se demuestre que estructuralmente la tubería que se instale es capaz de resistir las cargas.

\* c) Separación entre pocetos:

La separación entre pocetos estará controlada por la capacidad de descarga de la cuneta-encintado de manera que la profundidad del agua, en el "pelo de agua", no exceda cuatro (4) pulgadas en las calles donde se provea un encintado con una altura de cuatro (4) pulgadas y cinco (5) pulgadas en las calles donde se provea un encintado con una altura de seis (6) o más pulgadas. Refiérase a la Gráfica en el Anejo 15 para distintas capacidades de descarga de la cuneta-encintado a distintas pendientes.

\* d) Longitud de Pocetos o Múltiplos:

El largo total, en dirección del flujo, del número de pocetos requeridos en determinado punto, será suficiente para que todo el caudal de agua que discurra por el encintado entre el poceto. Dicha longitud será igual o mayor a la determinada por la siguiente fórmula:

$$L_o = m v \sqrt{Y/g}$$

donde,

m= es constante empírica dependiendo del tipo de poceto a usarse. Referencia: Drainage Criteria Manual for the City of Denver, Colorado.

v=es la velocidad del agua en pies por segundo

y=es la profundidad del flujo en el sardinel en pies

g=aceleración debido a la gravedad en pies por segundo al cuadrado (32.2 p.c.s.<sup>2</sup>).

Los valores de m para diferentes tipos de pocetos son los siguientes:

a- De rejillas combinados con entrada lateral - 3.3

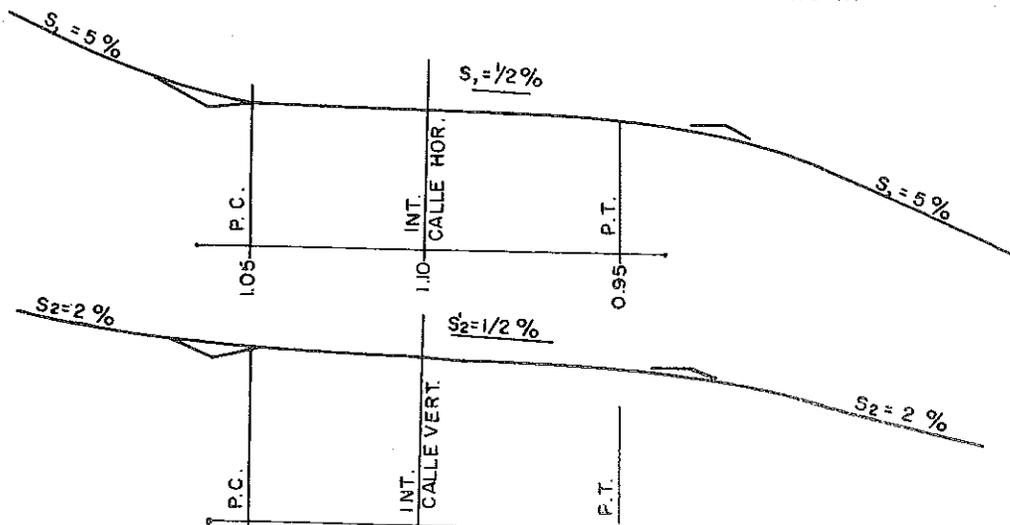
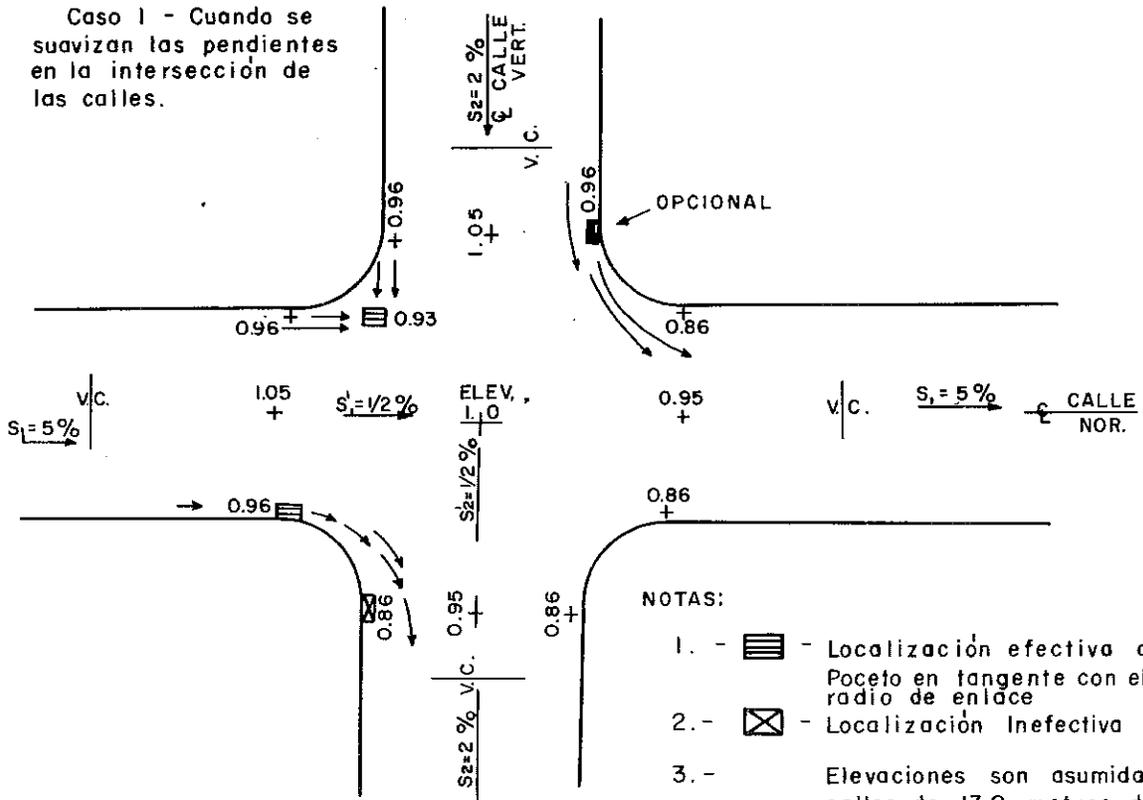
b- De rejillas solamente 4.0

e) Localización de pocetos:

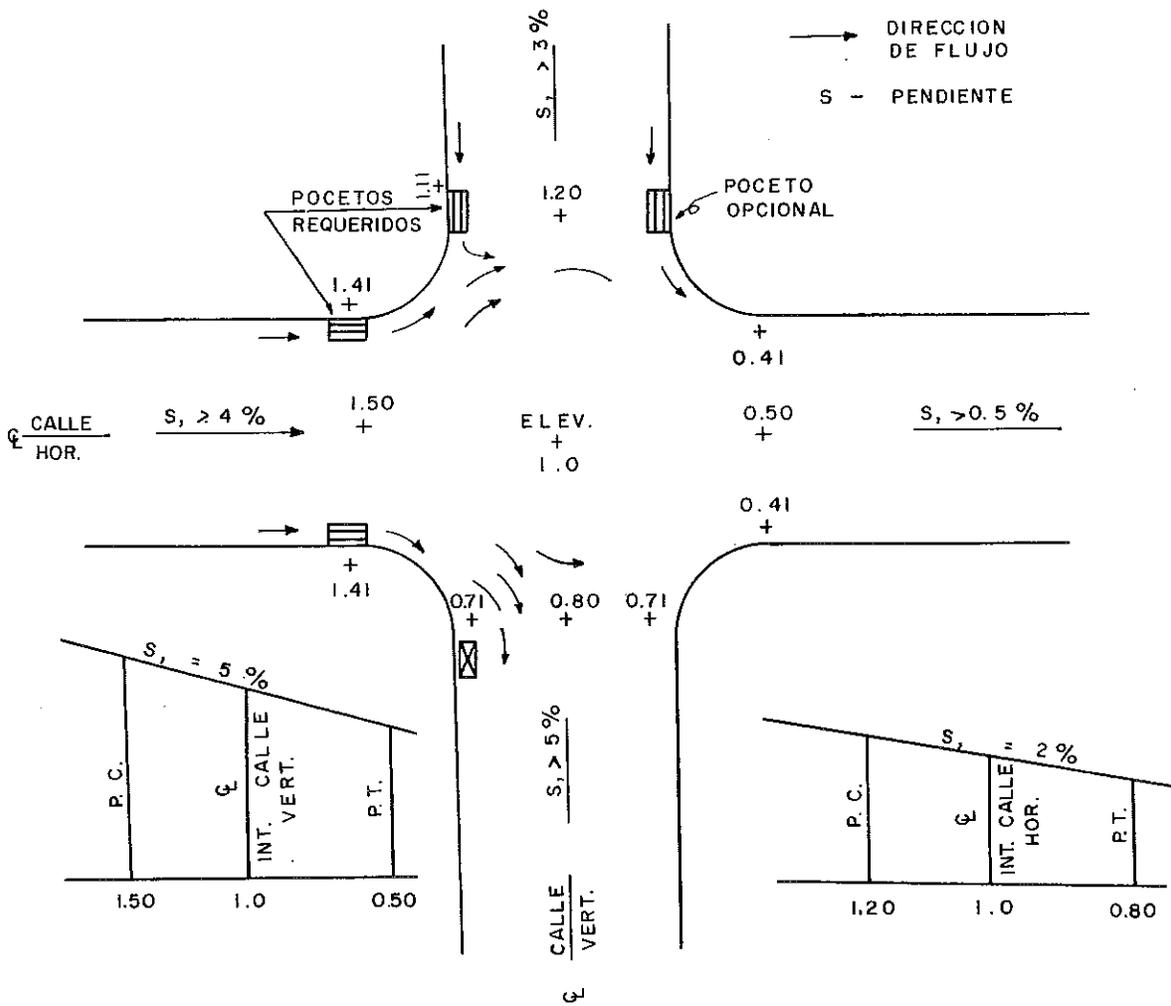
La localización de pocetos, deberá ser preferiblemente, en los tramos rectos de la cuneta- encintado o en las curvas de las calles, pero nunca en las curvas de los radios de enlace de las intersecciones exceptuando el caso en que las dos calles que se intersecan, tengan aproximadamente la misma pendiente y por ende se forme en punto bajo en el medio de la curva de enlace.

A continuación se incluyen ejemplos de intersecciones con la localización de pocetos conforme a las pendientes de las calles:

Caso 1 - Cuando se suavizan las pendientes en la intersección de las calles.



Caso II - Cuando se mantienen las mismas pendientes en la interseccion de las calles.



NOTAS:

- 1- — Localización efectiva del Poceto en tangente con el radio de enlace
- 2- — Localización Inefectiva

10.00 - Ancho de Servidumbre: Para Líneas del Sistema

10.01 - Cuando las líneas del sistema de alcantarillado pluvial sean instaladas fuera de los límites del derecho de vía de las calles o senderos públicos, se rotulará e indicará, en los planos de construcción y de inscripción, el ancho de la faja de terreno que constituirá la servidumbre de paso para la conservación y mantenimiento de dichas líneas. Esta servidumbre se constituirá mediante escritura pública a favor del Gobierno Municipal donde ubique el proyecto, previo a la aprobación del Plano de Inscripción o al Permiso de Uso en casos de proyectos donde no haya lotificación.

10.2 - El ancho mínimo de las servidumbres para las líneas de un sistema será de tres (3) metros. Para tuberías cuyo ancho o profundidad requieran un ancho mayor al mínimo anteriormente indicado, el ancho de dicha servidumbre se determinará haciendo uso de la siguiente fórmula: (Vea anejo 16)..

$$W = D \times 2$$

donde:

W = el ancho de la servidumbre en metros  
redondeando al medio metro más próximo superior.

D = El ancho o diámetro exterior del conducto o línea expresado en metros.

10.3 - Cuando se instale una tubería o conducto dentro de los límites del derecho de vía de una calle o sendero, pero que por condición de

su diámetro o ancho y de su profundidad de instalación, el ancho de la servidumbre calculada proyecto hacia solares adyacentes, se constituirá la servidumbre correspondiente sobre la faja de terreno requerida de los solares afectados.

10.4 - Cuando se instale una tubería o conducto fuera del proyecto, a lo largo de una carretera estatal o camino municipal existente, el ancho de la servidumbre fuera de los límites de la servidumbre de la vía, si se requiriera alguna, será determinada por la entidad gubernamental a cuyo cargo está la conservación y mantenimiento del sistema.

11:00 - Diseño de Canales Abiertos

11:01 - Consideraciones de Indole General

El uso de canales abiertos deberá tratar de limitarse en todo lo posible, al sistema mayor de desague pluvial. En el planeamiento de un desarrollo urbano, la localización, forma y derecho de paso o servidumbre, deberán tener una prioridad alta.

a) Ruta Inicial

Luego de haber estimado por lo menos, en forma preliminar, el caudal de escorrentía, se tomará en consideración los siguientes elementos a los fines de seleccionar la ruta más adecuada:

1) Ruta Actual Existente - mediante el examen minucioso de un plano topográfico se deberá determinar hacia donde fluyen las aguas sin realizar obra alguna o alteración de los rasgos topográficos.

- 2) Ruta Histórica- mediante el uso de mapas de inundaciones previas, fotografías o recopilación de información sobre el terreno.
- 3) Rutas Alternas- se deberán comparar las rutas desde el punto de vista de ingeniería y beneficios económicos en la utilización de los terrenos adyacentes.
- 4) Consideraciones Ambientales- el impacto estético y condiciones de conservación y mantenimiento debería ser tomados en consideración y la ruta seleccionada, en base a sus ventajas y desventajas.

11.02 - Criterio para Diseño Hidráulico

a) En el diseño de la sección hidráulica de un canal se tomará en consideración los siguientes factores:

- 1) caudal de diseño según estipulado en este reglamento.

Para determinar la capacidad de descarga en canales con flujo uniforme se utilizará la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

donde Q = descarga en pies cúbicos por segundo

N = coeficiente de aspereza

A = área de sección hidráulica en pies cuadrados

R = radio hidráulico,  $\frac{A}{P}$  = donde P es el perímetro mojado en pies

S = pendiente del fondo del canal o gradiente hidráulica

Los valores de n varían conforme a la siguiente tabla:

Naturaleza de los bancos	CONDICION		
	Pulido	Resanado	Bronco
Revestidos en hormigón	0.013	0.015	0.017
Revestidos en piedra	unida con mortero	gaviones	piedra suelta
	0.025	0.030	0.035
Sembrados en yerba	Gramma	Malojilla	Arbustos
	0.035	0.050	0.070

2) Velocidades máximas y mínimas para el caudal de diseño de manera que no excedan los siguientes límites:

<u>Naturaleza de los Bancos</u>	<u>Velocidad Promedio Máxima</u>	<u>Velocidad Mínima</u>
revestido en hormigón	40 P./S.	2 P./S.
revestido en piedra	*20 P./S.	2 P./S.
en tierra sembrados de yerba	7 P./S.	2 P./S.

3) inclinación de los bancos conforme a las condiciones del subsuelo.

Cuando la protección a los bancos sea en piedra unida por mortero, se podrá reducir el espesor del filtro de grava o piedra y el tamaño de la piedra de protección en un 50% del que se obtiene usando la gráfica incluida en el Anejo Número 17. En estos casos se deberá dejar sin cubrir con mortero, un por ciento del área en huecos entre piedras, no mayor de 30 ni menor de 20, dispersados uniformemente.

\* Refiérase Gráfica en Anejo Número 17.

b) La localización geométrica de un canal se hará luego de haber hecho los estudios de la ruta inicial e incluirá la siguiente información:

- 1) Planta indicando el eje del canal con sus progresivas, rumbos y datos de curva (ARTEL). El radio mínimo, tomado en el eje será de treinta (30) metros o dos (2) veces el ancho en el tope de la sección hidráulica del canal, cual fuera mayor.
- 2) Topografía en una faja de cien (100) metros de ancho, (cincuenta (50) metros a cada lado), o treinta (30) metros a cada lado del tope de la sección hidráulica requerida, cual fuera mayor.

11.03 -Provisión de distancia libre vertical- en el diseño de la sección hidráulica de un canal se proveerán las siguientes distancias libres entre la superficie del agua, en su elevación máxima y el tope de los bancos:

canales en tierra	-	1.0 metros
canales con bancos revestidos en hormigón o piedra	-	0.75 metros
canales totalmente revestidos	-	0.50 metros

11.04 - Límite de la servidumbre de paso, incluyendo la faja para conservación y mantenimiento.

- a) Dicha faja deberá ser rotulada "Faja a ser Dedicada para Uso Público", tanto en los Planos de Construcción como en los Planos de Inscripción y dedicada mediante escritura pública.

El ancho para estos fines se determinará sumando el ancho requerido por la sección hidráulica y a aquellos espacios adicionales que resulten como consecuencia de la diferencia entre las rasantas de los solares o calles adyacentes y la del tope de la sección hidráulica del canal, la distancia horizontal que se indica a continuación:

: Ancho de sección	:	:	:
: hidráulica en mts.	: Un lado	:	: Otro lado
: hasta 10	: 0.50	:	: 2.50
: 10 - 20	: 1.00	:	: 3.00
: 20 - 30	: 3.00	:	: 3.00
: 30 - 60	: 10% ancho	:	: 10% ancho
: sobre 60	: Se tratará como caso especial	:	:

b) Cuando no se requiera la canalización de una quebrada o ríos, se deberá proveer y dedicar a uso público una faja libre para la protección de las áreas adyacentes, cuyo ancho mínimo será de cinco (5) metros de ancho para quebradas y 10 metros para ríos.

a) Las fajas libres se medirán desde un punto a cada lado del cauce el cual se determinaría a base del nivel máximo alcanzado por las aguas en avenidas extraordinarias.

b) En casos de cuerpos de agua como quebradas o ríos que se consideren casos especiales, la Junta determinará el ancho de la faja a permanecer libre de desarrollo, según se dispone en el Reglamento de Planificación Número 13.

## 12.00 - Estructuras Especiales

### 12.01 - Consideraciones Generales

Se considerarán estructuras especiales, aquellas no incluidas en la Sección C del Artículo 12, de esta reglamentación, tales

como disipadores de energía, charcas de remanso, vertederos, puentes y atarjeas y registros o pocetos cuyas dimensiones mayores requieren atención especial, tanto hidráulica como estructural.

12.02- Disipadores de Energía:

Disipador de Energía por Impacto. Este tipo de disipador queda contenido dentro de una estructura relativamente pequeña, en forma de caja que no requiere el uso de una charca de remanso. Se recomienda el uso de este tipo de estructura en el punto de descarga de líneas del sistema a cauces naturales o canales en tierra. A continuación y como ejemplo, se incluyen plantas y secciones típicas de un modelo de disipador de energía por impacto. No obstante se podrán considerar otras soluciones para disipar energía usando las mejores prácticas de ingeniería.



El siguiente procedimiento y reglas se seguirán en el diseño de este tipo de disipador.

1. La Velocidad de entrada no excederá treinta pies por segundo
2. Las dimensiones del disipador serán determinadas en base a la descarga máxima a ser manejada, de acuerdo a lo indicado en las columnas 3 a la 13 de la tabla que se incluye más adelante.
3. Compute el tamaño del conducto en base a la velocidad y descarga (Los valores indicados en las columnas Número 1 y 2 son sugeridas en base a una velocidad de 12 pies por segundo).
4. Independientemente del diámetro o tamaño del conducto que se utilice, se deberá mantener la relación entre la descarga y las dimensiones de las estructuras indicadas en la tabla.
5. Se fijará la elevación del fondo de la estructura de manera que la diferencia entre éste y el nivel máximo de las aguas en el cuerpo receptor, no sea mayor que  $d + \frac{g}{2}$  donde los valores de  $d$  y  $g$  son los obtenidos en las columnas número 10 y 13 de la tabla.
6. Las dimensiones indicadas en las columnas 14 al 18, para los espesores de la estructura, son sugeridas.

TABLA PARA DETERMINAR DIMENSIONES DE DISIPADOR POR IMPACTO

TAMANO TUBO HORMI RECOMENDADO *		DES- CARGA MAX. O	PIES Y PULGADAS										PULGADAS					
DIA. PULG. (1)	AREA PIEZ (2)		ANCHO (W) (4)	ALTURA (H) (5)	LARGO (L) (6)	a	b	c	d	e	f	g	h	tw (14)	t (15)	tb (16)	tp (17)	K
18	1.77	21	5-6	4-3	7-4	3-3	4-1	2-4	0-11	0-6	1-6	2-1	6	6 1/2	6 1/2	6	3	4.0
24	3.14	38	6-9	5-3	9-0	3-11	5-1	2-10	1-2	0-6	2-0	2-6	6	6 1/2	6	6	3	7.0
30	4.91	59	8-0	6-3	10-8	4-7	6-1	3-4	1-4	0-8	2-6	3-0	6	6 1/2	7	7	3	8.5
36	7.07	85	9-3	7-3	12-4	5-3	7-1	3-10	1-7	0-8	3-0	3-6	7	7 1/2	8	8	3	9.0
42	9.62	115	10-6	8-0	14-0	6-0	8-0	4-5	1-9	0-10	3-0	3-11	8	8 1/2	9	8	4	9.5
48	12.57	151	11-9	9-0	15-8	6-9	8-11	4-11	2-0	0-10	3-0	4-5	9	9	10	8	4	10.5
54	15.90	191	13-0	9-9	17-4	7-4	10-0	5-5	2-2	1-0	3-0	4-11	10	10 1/2	10	8	4	12.0
60	19.63	236	14-3	10-9	19-0	8-0	11-0	5-11	2-5	1-0	3-0	5-4	11	11 1/2	11	8	6	13.0
72	28.27	339	16-6	12-3	22-0	9-3	12-9	6-11	2-9	1-3	3-0	6-2	12	12 1/2	12	8	6	14.0

\* EL TUBO CUYO TAMAÑO HA SIDO RECOMENDADO FLUIRA LLENO CUANDO LA VELOCIDAD ES 12 PIES POR SEGUNDO O LA MITAD CUANDO LA VELOCIDAD ES 24 PIES POR SEGUNDO. EL TAMAÑO DEL TUBO SE PUEDE MODIFICAR PARA OTRAS VELOCIDADES MEDIANTE  $Q=AV$ , PERO LA RELACION ENTRE Q Y LAS DIMENSIONES DEMOSTRADAS SE DEBEN MANTENER.

12.03 - Se requerira la construccion de charcas de remanso provistas de disipadores de energia en aquellos sistemas donde debido a pendientes excesivas las velocidades resultantes excederian las permitidas. para determinar el tipo de charca de remanso y de los disipadores de energia, se usaran los siguientes valores del numero de froude y velocidades de caida.

Charca de Remanso	Tipo II	Tipo III
Número Froude	$\geq 4.5$	$\geq 4.5$
Vel.		$V_1 \geq 60$ pies/sec

2.04

B- Datos de diseño para charcas de remanso, tipo II y III.

La expresión matemática para un salto hidráulico es:

$$D_2 = \frac{D_1}{2} + \sqrt{\frac{D_1^2}{4} + \frac{2V_1 D_1}{g}}$$

donde:

Q = DESCARGA TOTAL EN PIES CUBICOS POR SEGUNDO  
W = ANCHO DE LA CAIDA EN PIES

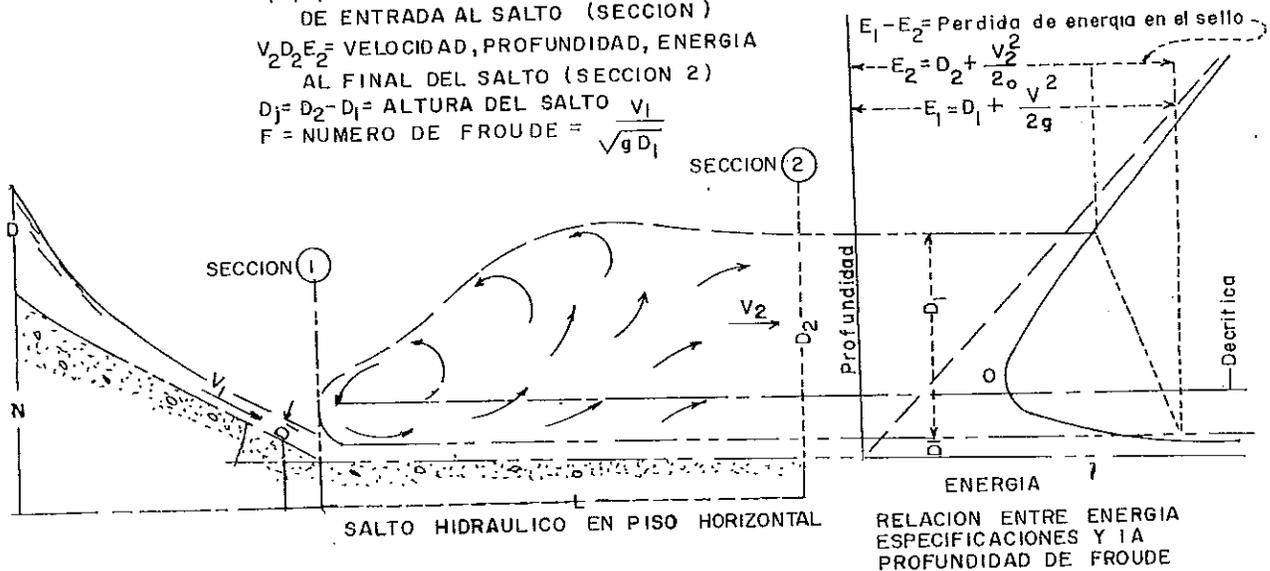
q = DESCARGA EN PIES CUBICOS POR SEGUNDO  
POR CADA PIE LINEAL DEL ANCHO

$V_1, D_1, E_1$  = VELOCIDAD, PROFUNDIDAD, ENERGIA  
DE ENTRADA AL SALTO (SECCION 1)

$V_2, D_2, E_2$  = VELOCIDAD, PROFUNDIDAD, ENERGIA  
AL FINAL DEL SALTO (SECCION 2)

$D_j = D_2 - D_1$  = ALTURA DEL SALTO  $\frac{V_1}{g}$

F = NUMERO DE FROUDE =  $\frac{V_1}{\sqrt{g D_1}}$



Para determinar la velocidad y profundidad de ( $V_1$ ) y  $D_1$  para las charcas de remanso se utilizara el teoria de Bernoulli

$$\frac{V_o^2}{2g} + D_o + Z_o = \frac{V_1^2}{2g} + D_1 + Z_1 + h_L$$

A los fines de facilitar la determinacion de las velocidades de entrada para las charcas de remanso tipo III con pendientes de caidas altas, se incluye grafica.

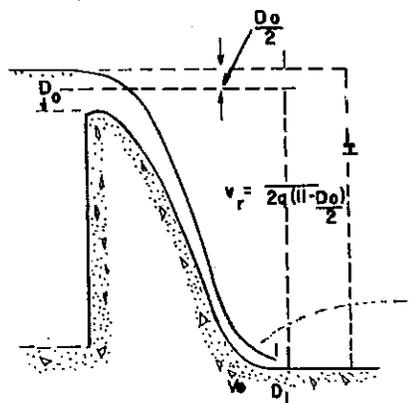
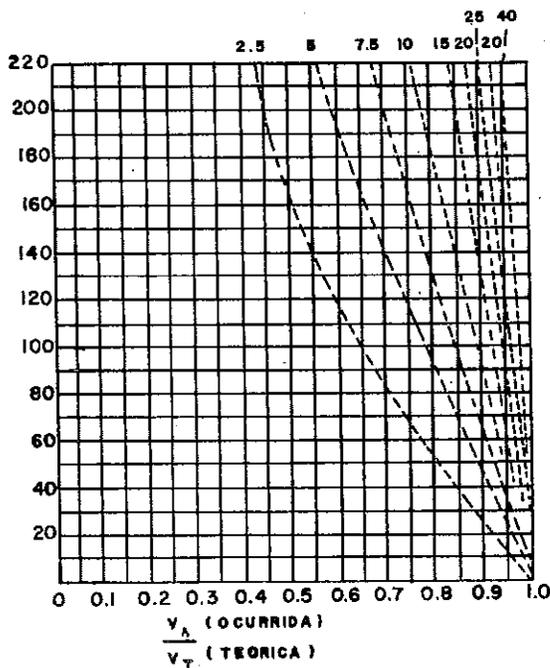
Para determinar la velocidad y profundidad de entrada ( $V_1$ ) y  $D_1$  para las charcas de remanso se utilizara el teorema de Bernoulli

$\frac{1}{2} \rho v^2$

$$\frac{V_0^2}{2g} + D_0 + Z_0 = \frac{V_1^2}{2g} + D_1 + Z_1 + h_D$$

A los fines de facilitar la determinacion de las velocidades de entrada para las charcas de remanso Tipo III con pendientes de caldas altas, se incluye grafica.

ALTURA DEL AGUA SOBRE CRESTA EN PIES ( $D_0$ )



PENDIENTE DE CAIDA VARIA DE 0.8 : 1 A 0.6 : 1

Obtenidos los valores de  $D_1$  y  $V_1$ , se obtiene el valor.

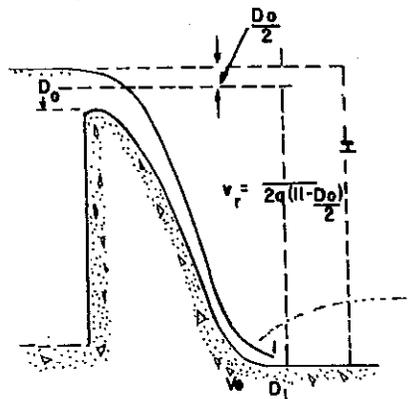
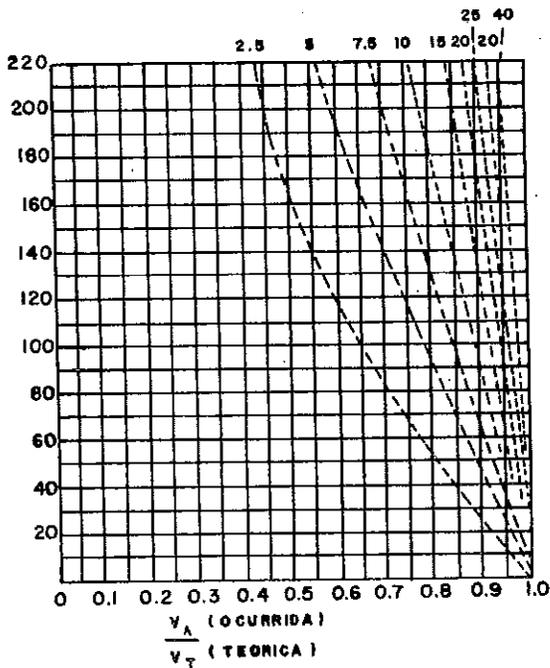
Para determinar la velocidad y profundidad de entrada ( $V_1$ ) y  $D_1$  para las charcas de remanso se utilizara el teorema de Bernoulli

$\frac{1}{2} \rho v^2$

$$\frac{V_0^2}{2g} + D_0 + Z_0 = \frac{V_1^2}{2g} + D_1 + Z_1 + h_D$$

A los fines de facilitar la determinacion de las velocidades de entrada para las charcas de remanso Tipo III con pendientes de caidas altas, se incluye grafica.

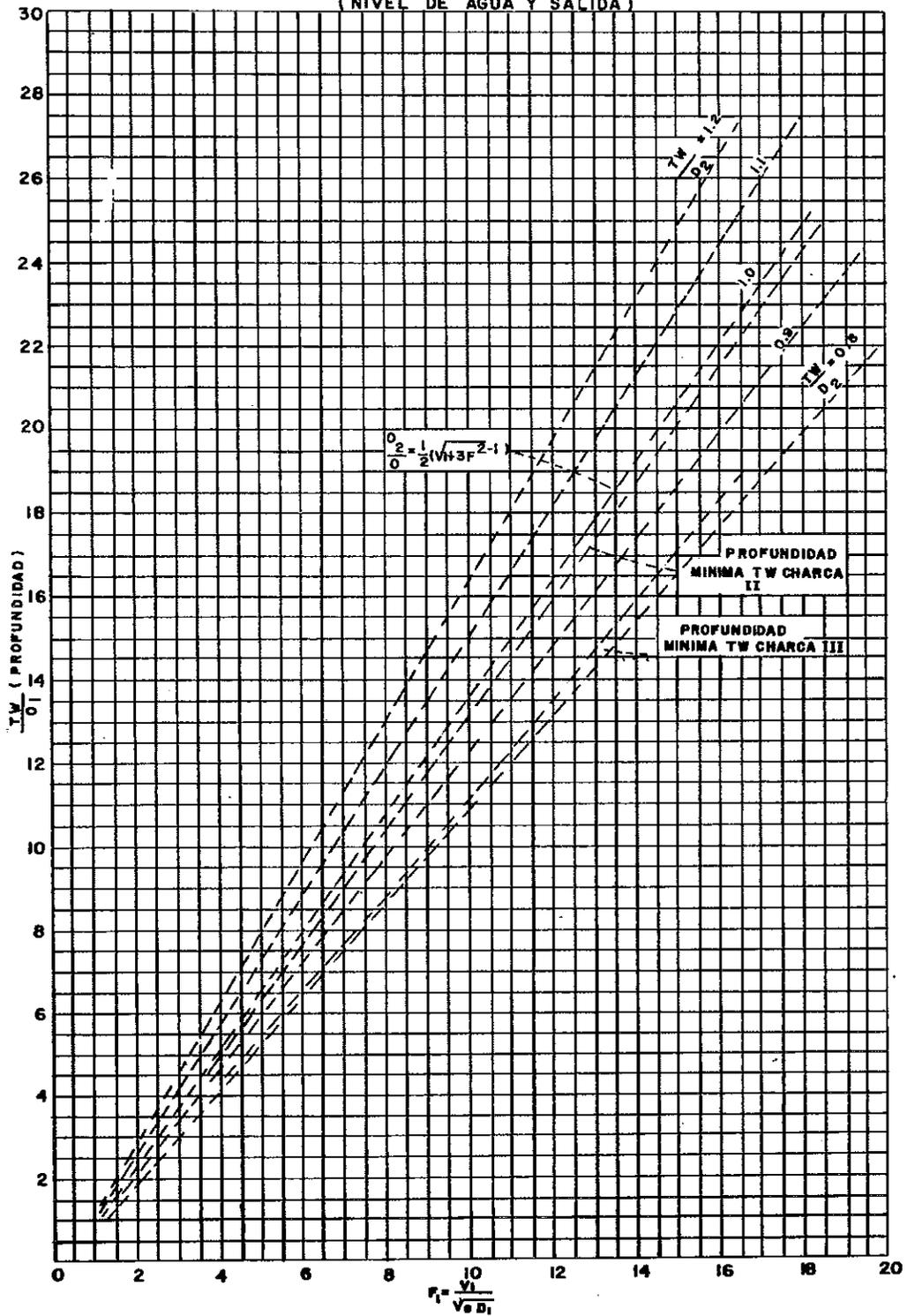
ALTURA DEL AGUA SOBRE CRESTA EN PIES ( $D_0$ )



PENDIENTE DE CAIDA VARIA DE 0.8:1 A 0.6:1

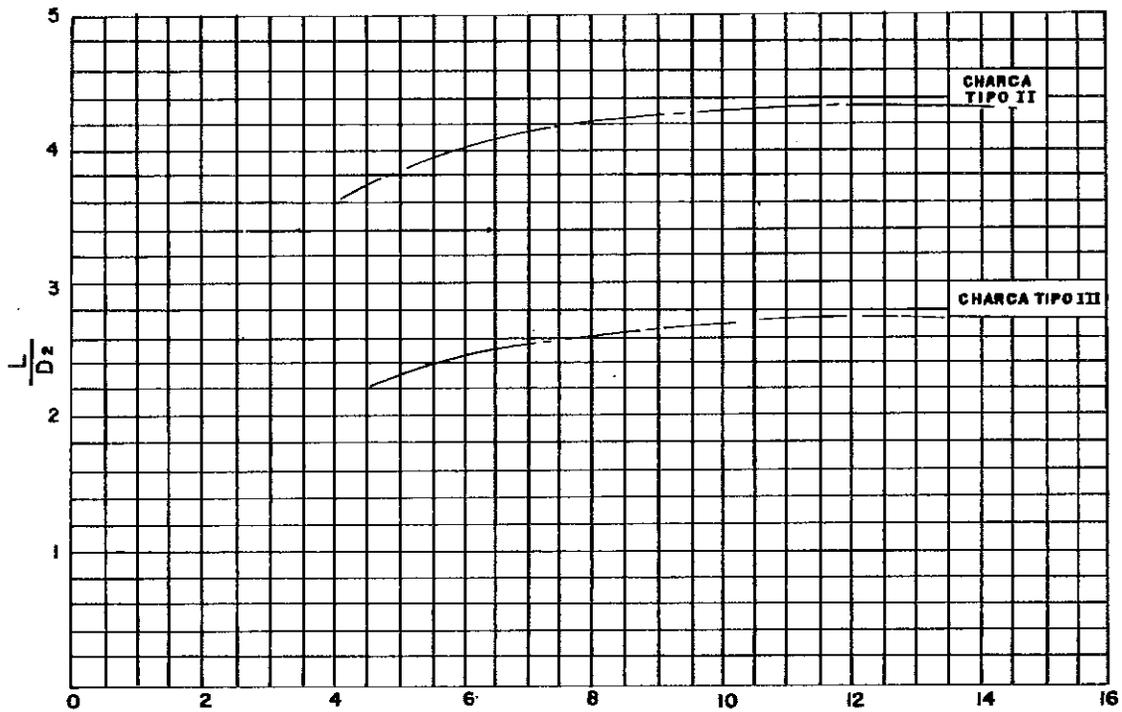
Obtenidos los valores de  $D_1$  y  $V_1$ , se obtiene el valor.

GRAFICA PARA DETERMINAR EL VALOR DE TW  
(NIVEL DE AGUA Y SALIDA)



PROFUNDIDAD MINIMA DEL NIVEL  
DEL AGUA DE SALIDA (TW)  
CHARCAS TIPO II Y III

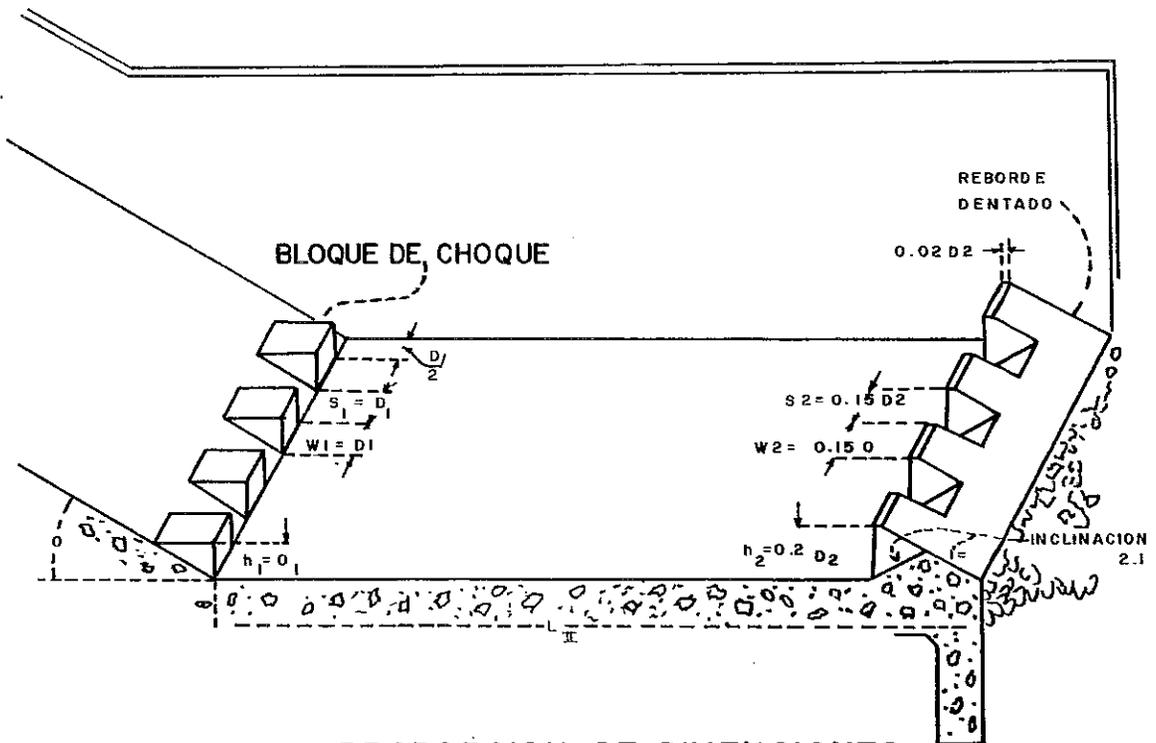
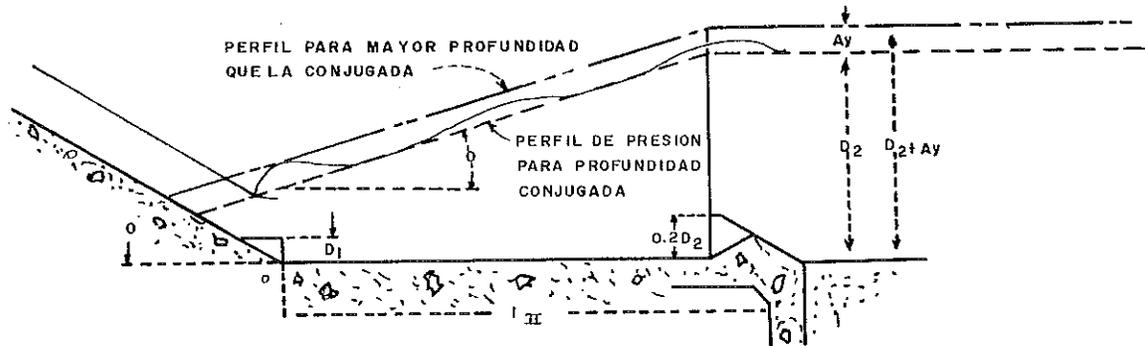
Obtenidos los valores de  $T_w$  y  $D_2$ , refierase a la siguiente grafica para obtener el largo del salto  $L$ .



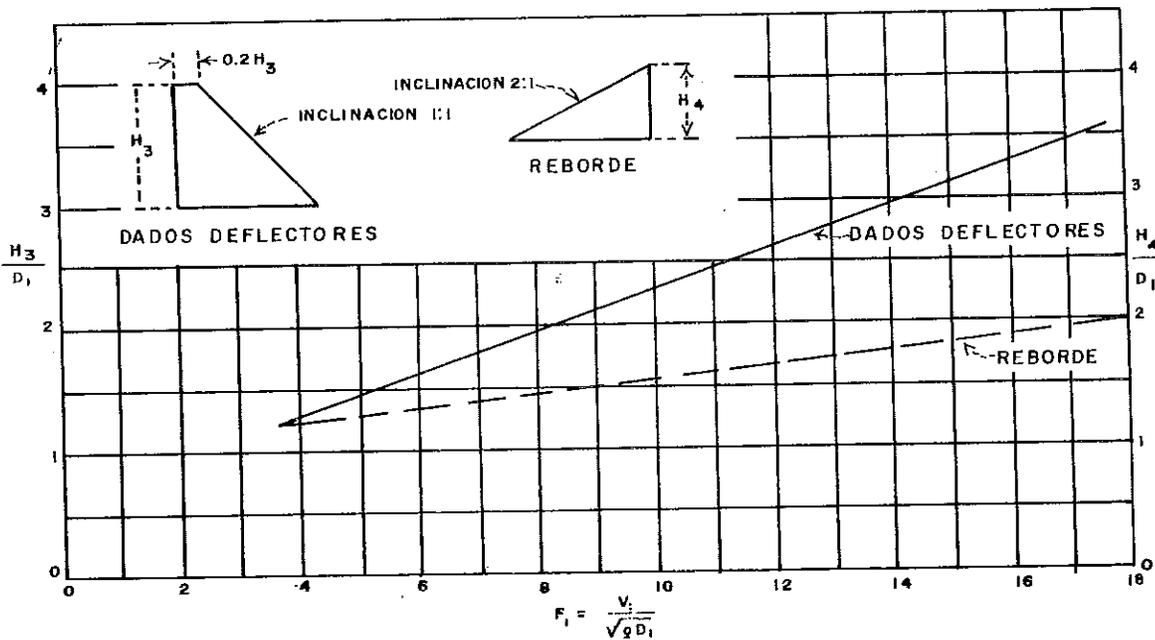
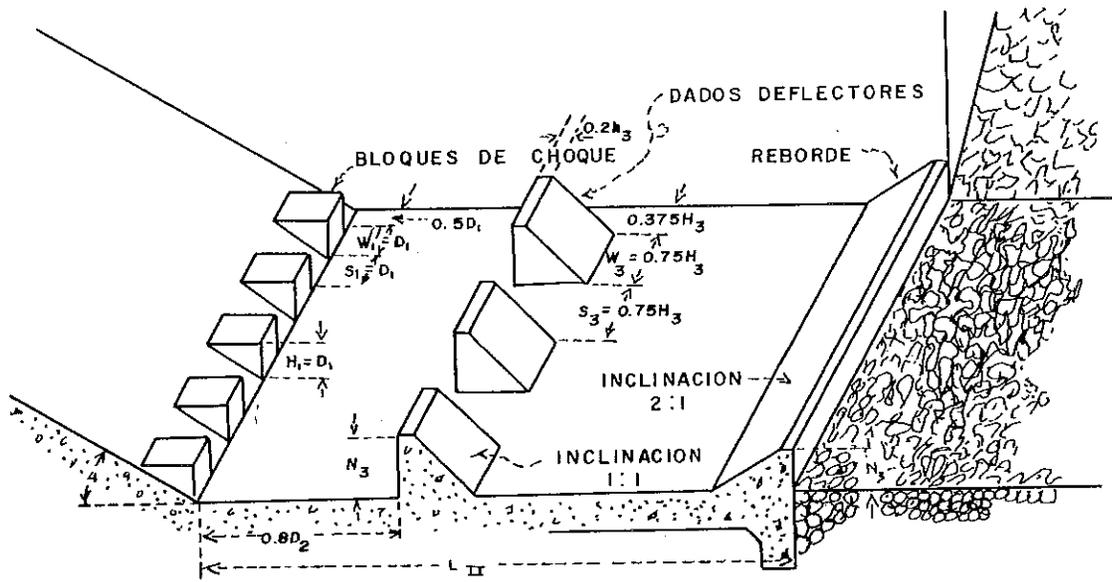
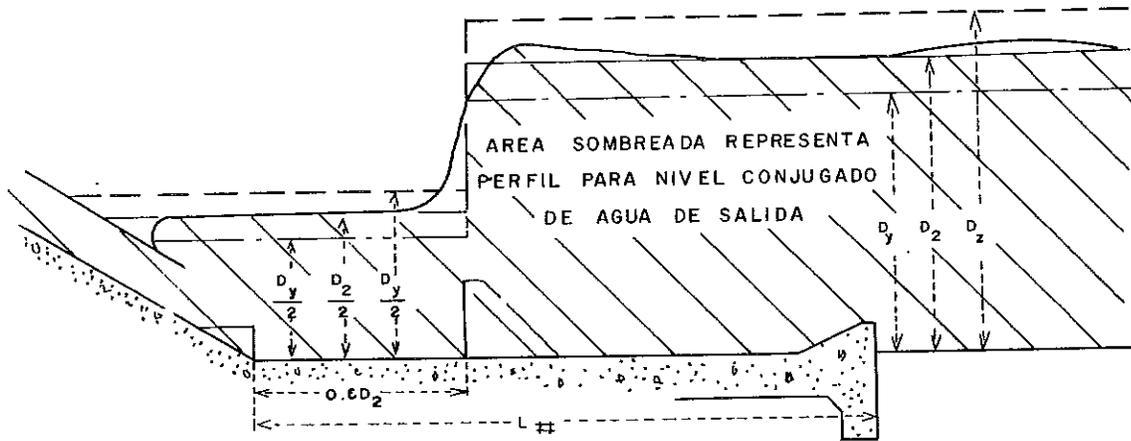
$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g D_1}}$$

LARGO DEL SALTO CHARCAS TIPO II Y III

Obtenido el largo del salto, se procedera entonces a determinar las demas dimensiones del salto, segun se ilustra en la figura abajo.



PROPORCION DE DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA CHARCA TIPO II

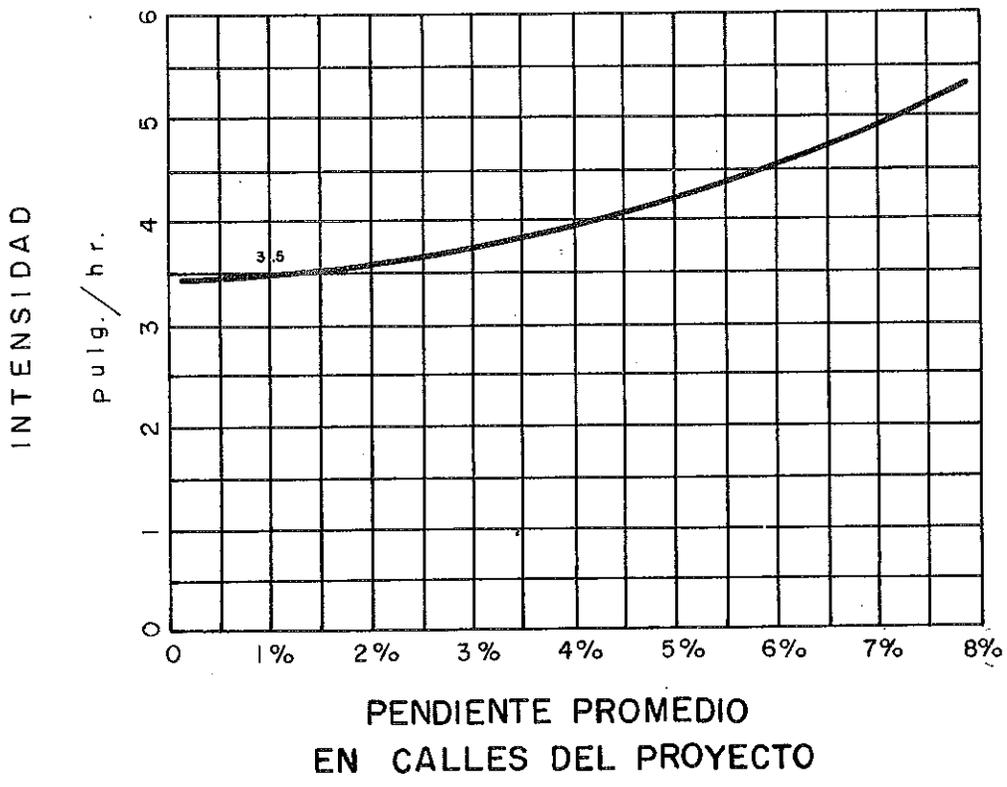


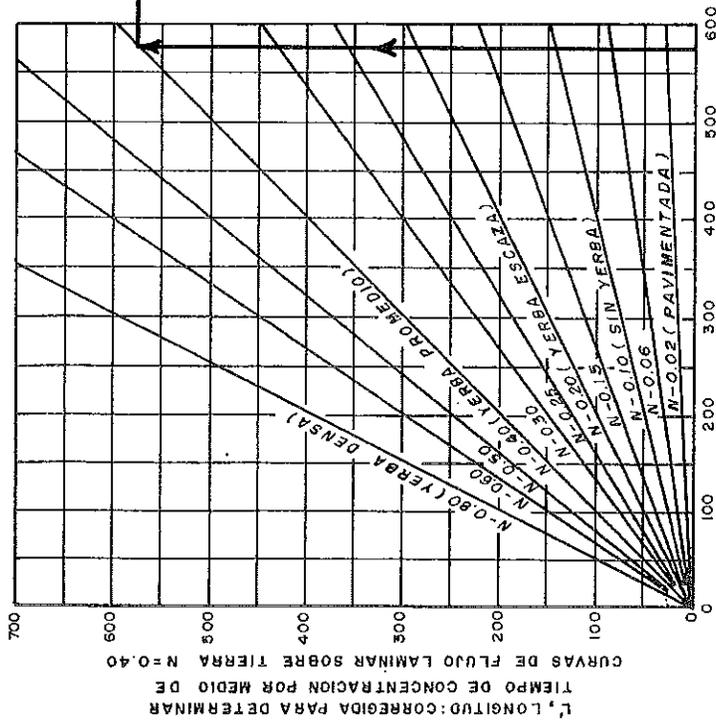
PROPORCION DE DIMENSIONES  
RECOMENDADAS PARA CHARCA TIPO III

VALORES DE C.

CARACTERISTICAS DEL TERRENO	USO DEL TERRENO RELATIVO AL % DE AREA PAVIMENTADA			
	AREA SIN DES. INCL. DIST. R-0	DIST. R-1, R-2 C-5	DIST. R-3, C-1 R-4 Y R-5	C-2, C-3, C-4 I-1 E I-2
PENDIENTE LLANA .5 AL 1%	0.45	0.55	0.65	0.85
SEMILLANA 1 AL 3%	0.55	0.65	0.70	0.95
EMPINADO 3% AL 15%	0.65	0.70	0.75	1.0
SOBRE EL 15%	0.85			

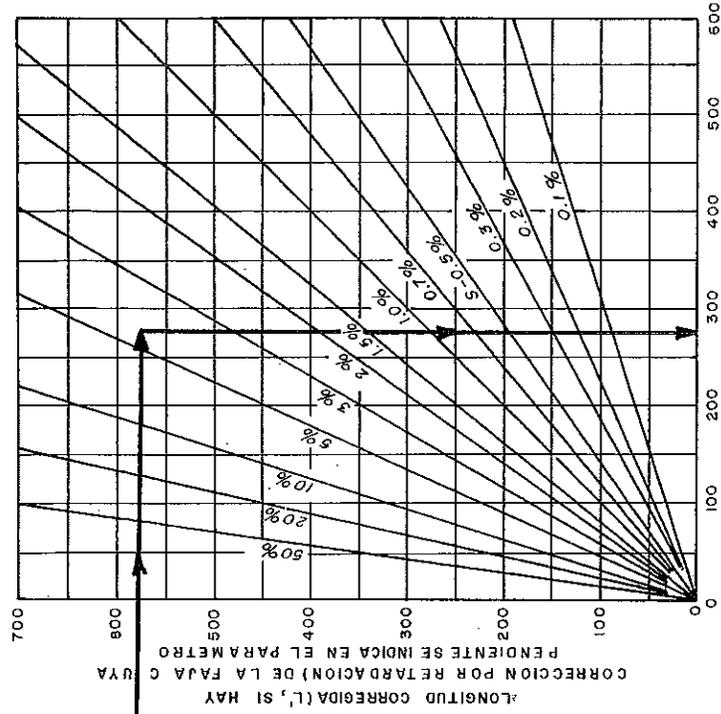
\* PARA LA DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA CORRESPONDIENTE A UN DESARROLLO INDUSTRIAL PESADO, I-2 EL MISMO SE DETERMINARA DE ACUERDO AL CASO.





A. LONGITUD EXACTA DE FAJA CUYO COEFICIENTE DE RETARDACION (N) SE INDICA EN EL PARAMETRO DEPENDIENDO DEL TIPO DE FORRAJE

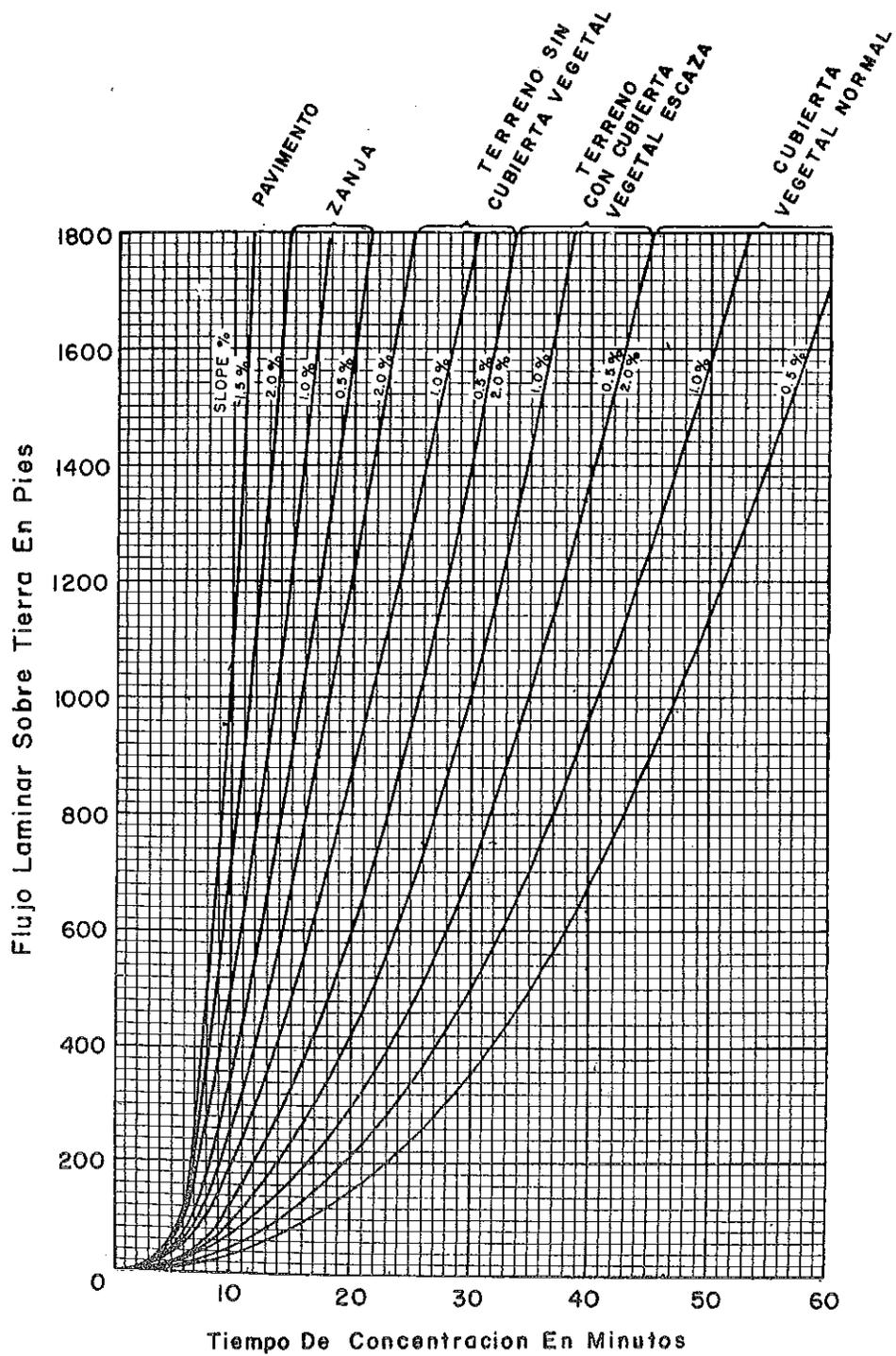
A. CORRECCION POR DIFERENCIA EN COEFICIENTE DE RETARDACION (N)



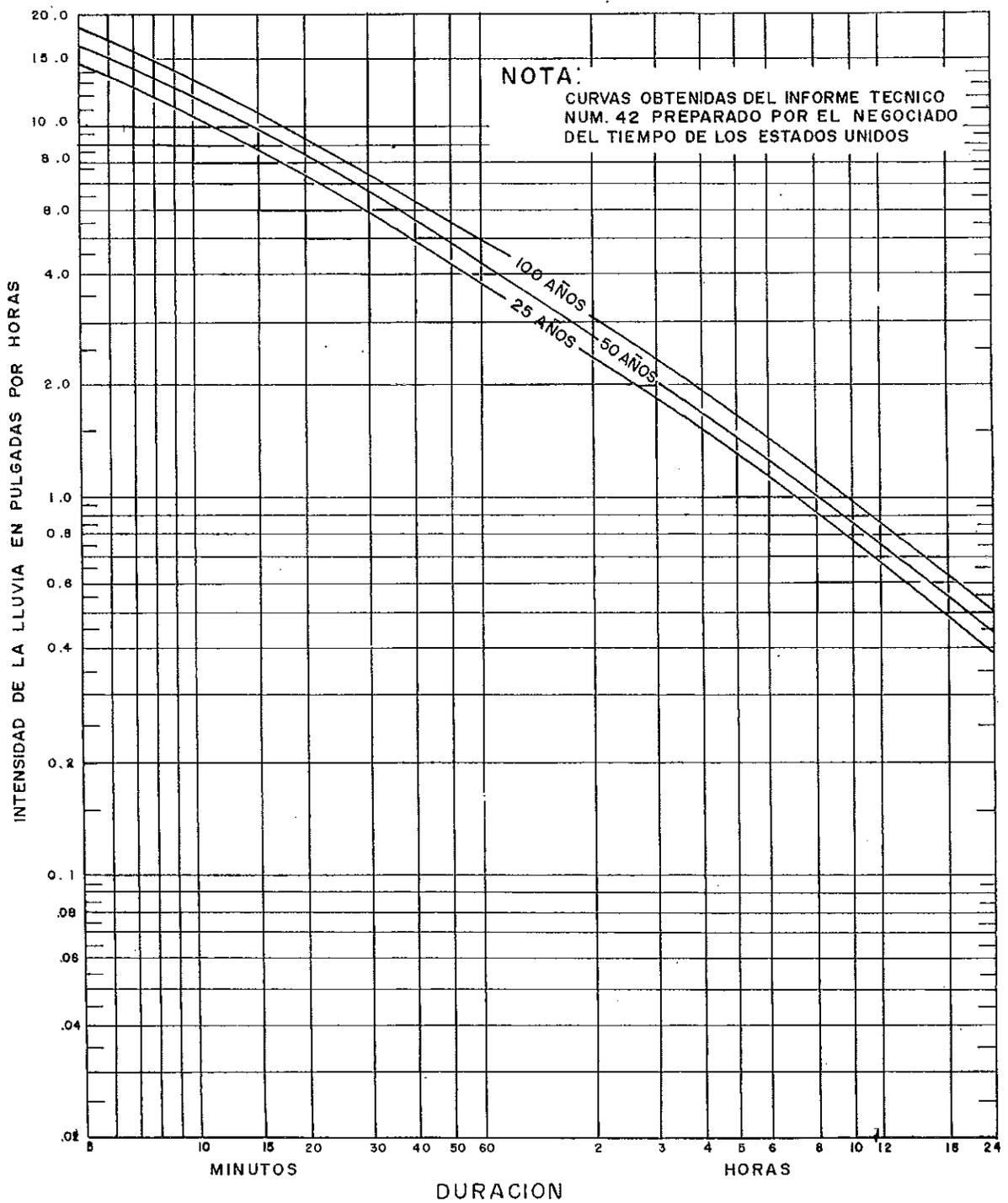
B. LONGITUD CORREGIDA PARA DETERMINAR TIEMPO DE CONCENTRACION POR MEDIO DE CURVAS DE FLUJO LAMINAR SOBRE TIERRA

B. CORRECCION POR DIFERENCIA EN PENDIENTE

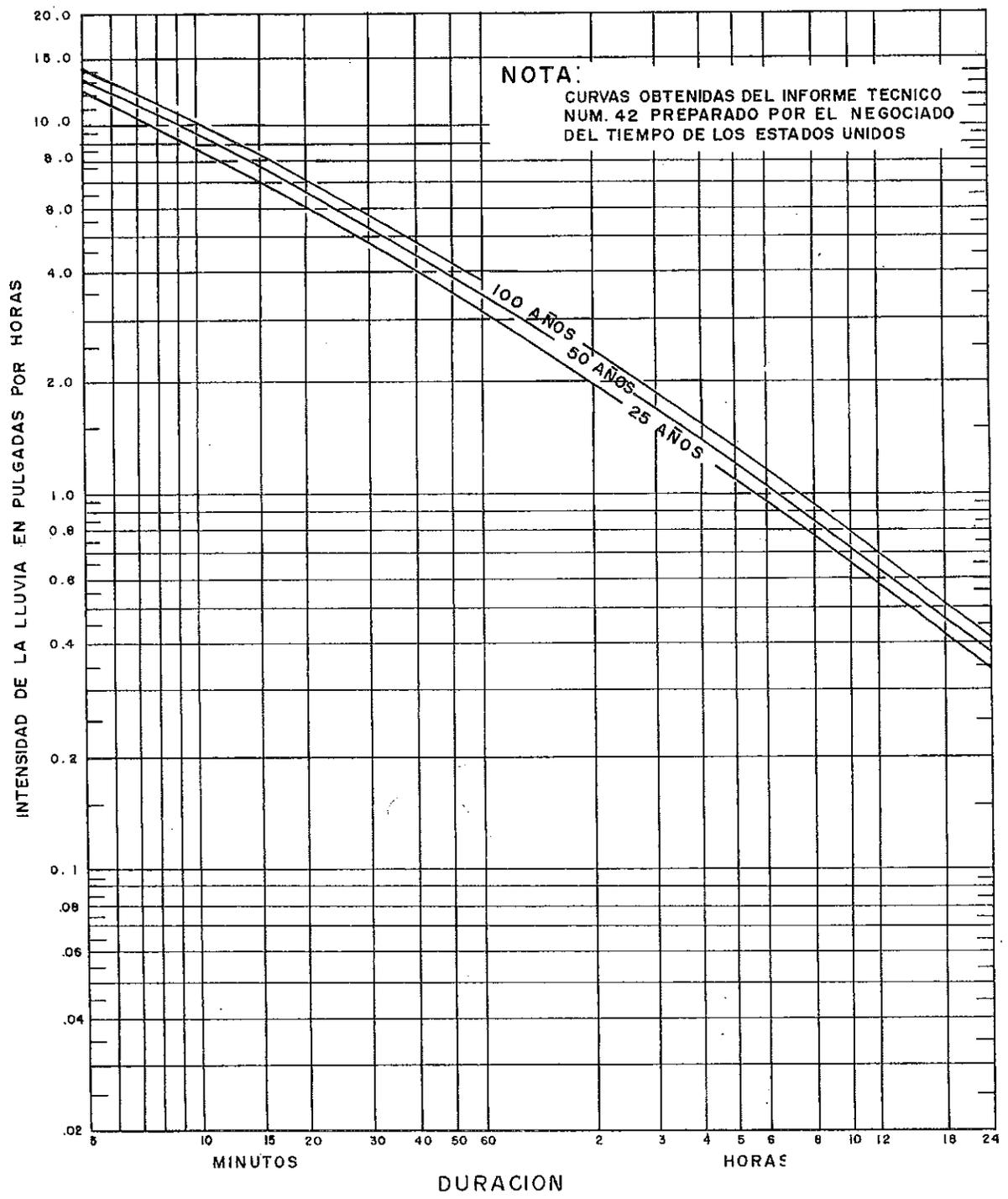
Nomograma para longitud equivalente L''



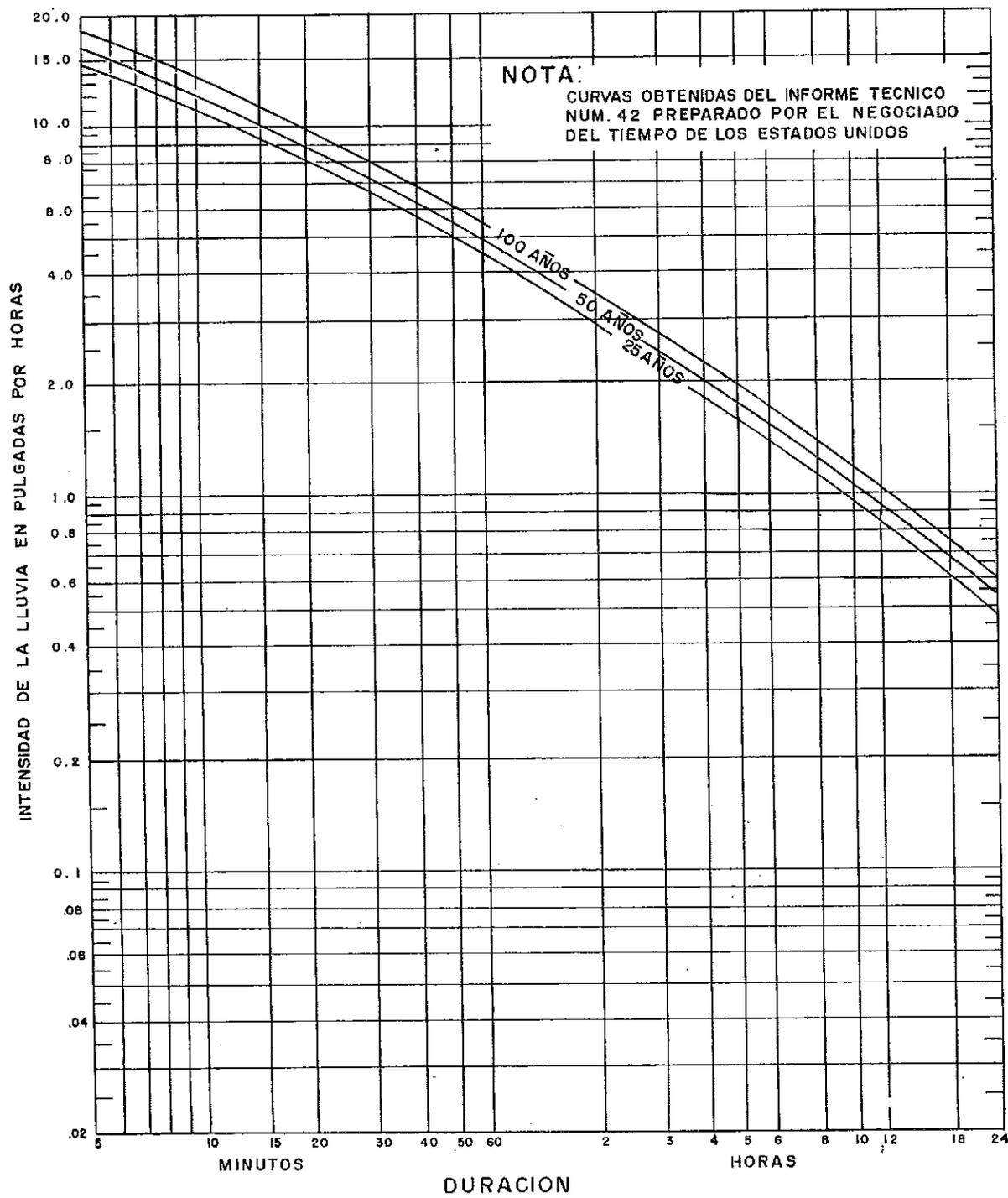
Curvas Para Estimar Tiempo De Flujo Laminar



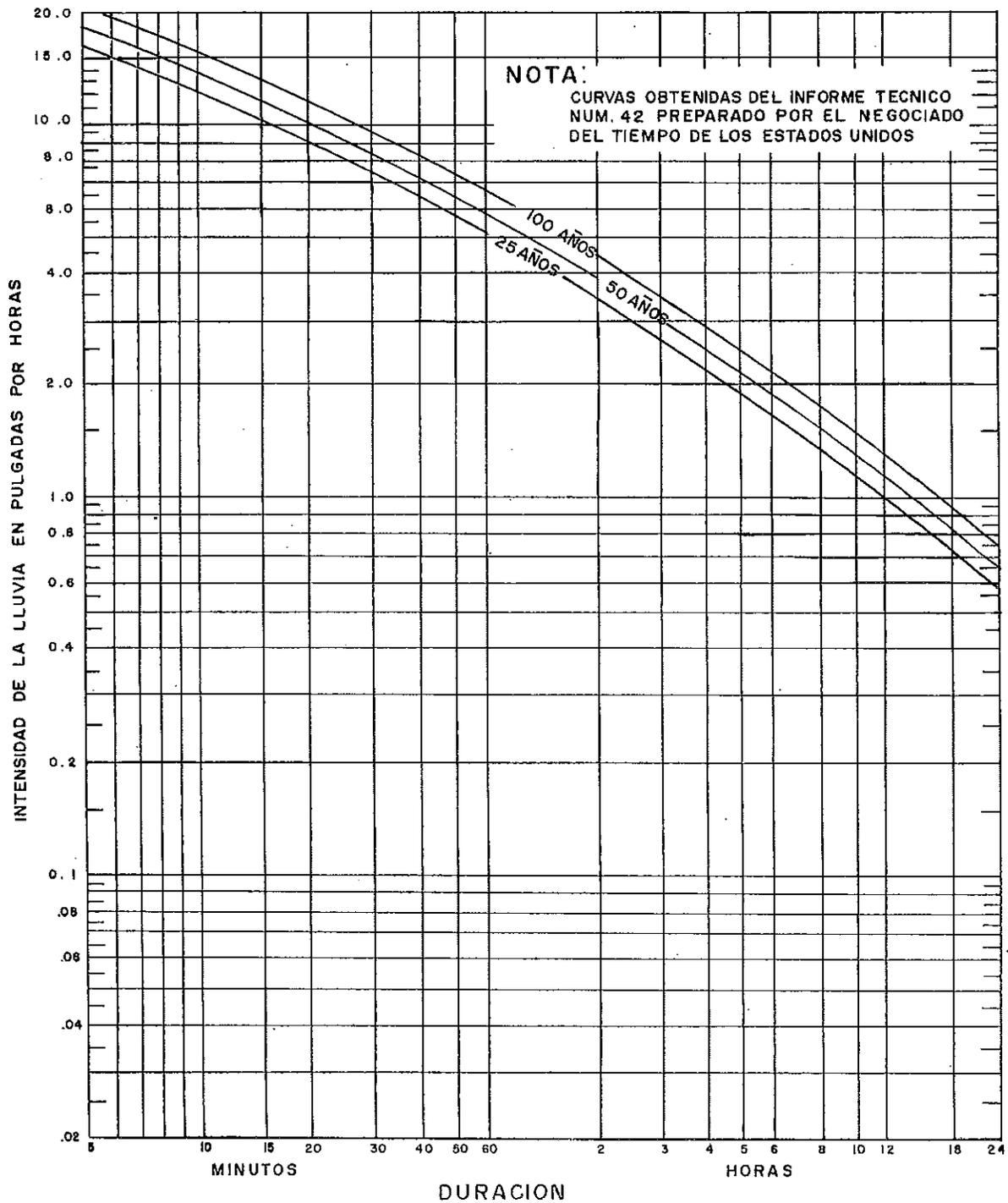
CURVAS INTENSIDAD - DURACION  
 REGION NUM. III Y IV



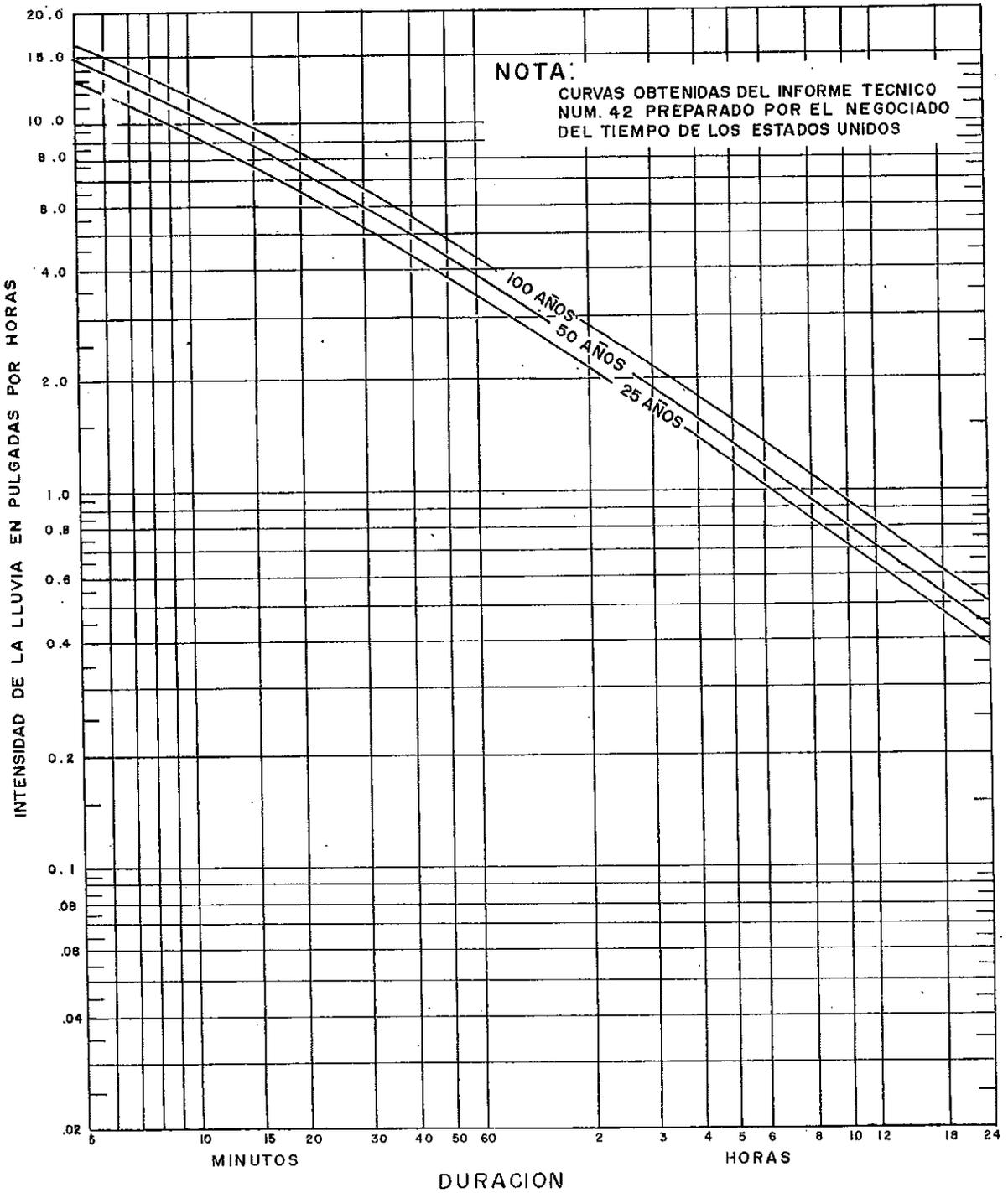
CURVAS INTENSIDAD - DURACION  
 REGION NUM. I



CURVAS INTENSIDAD - DURACION  
 REGION NUM. III Y V

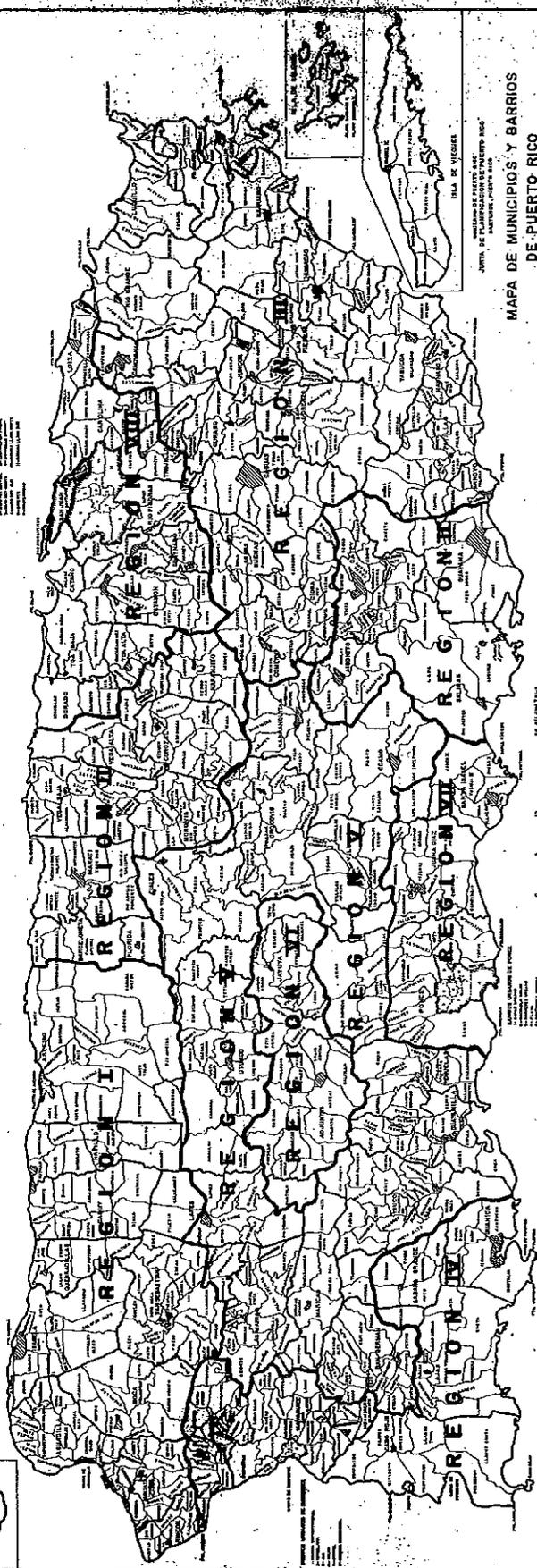


CURVAS INTENSIDAD - DURACION  
 REGION NUM. VI



CURVAS INTENSIDAD - DURACION  
 REGION NUM. VIII

MAPA DE MUNICIPIOS Y BARRIOS  
ISLA DE PUERTO RICO



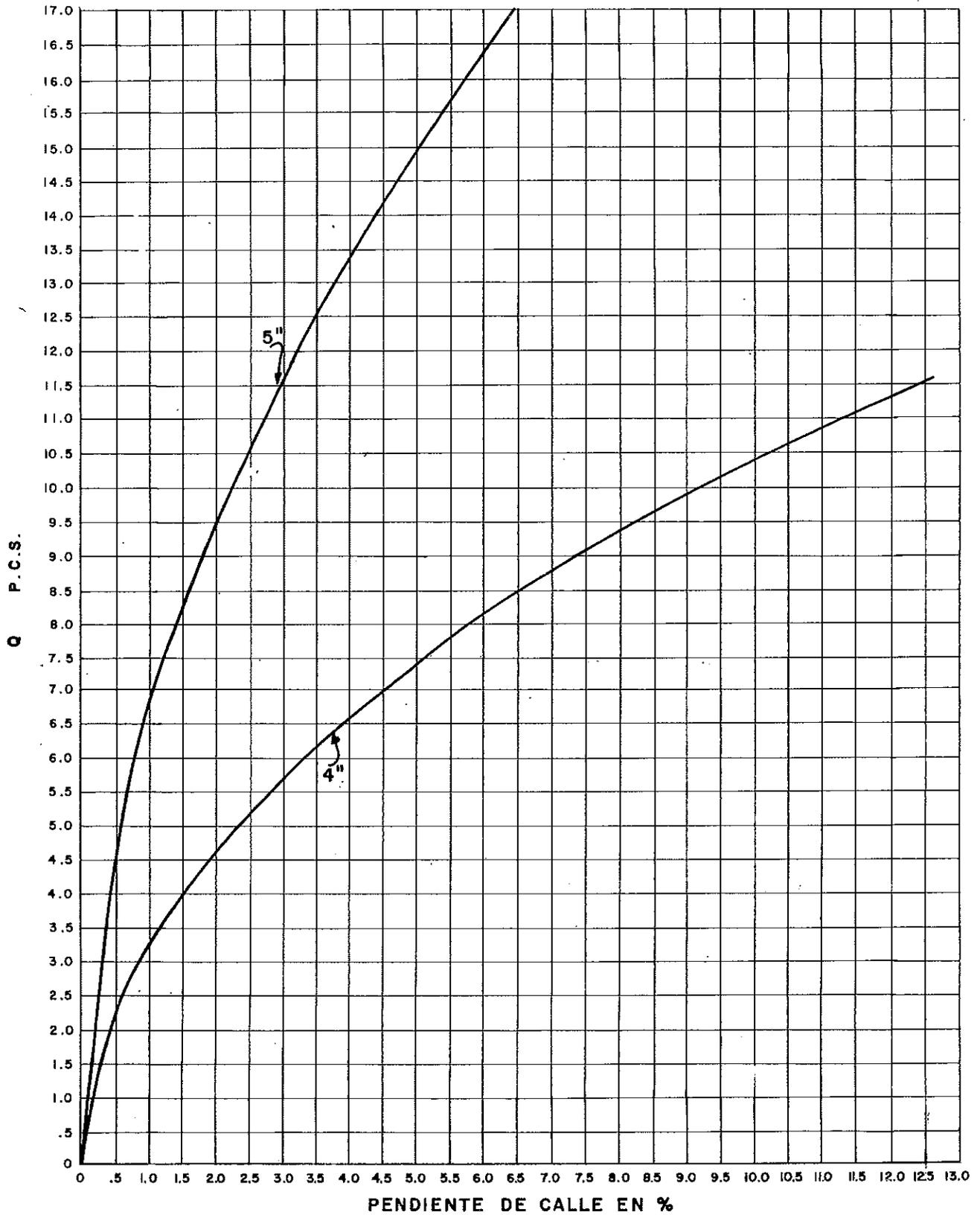
MAPA DE MUNICIPIOS Y BARRIOS  
DE PUERTO RICO  
ANEJO NUM. 10

ESCALA 1:100,000

ESCALA 1:50,000

MUNICIPIOS DE PUERTO RICO

MUNICIPIOS DE PUERTO RICO



Capacidad de la cuneta encintado con profundidad de flujo de 4" y de 5" y una pendiente transversal de 2%

**NOTA:** Cuando ocurra un cambio en pendiente de una mayor a una menor se podrá usar la pendiente promedio mientras el poceto más próximo esté a una separación no mayor de 20 metros del P.C. ó P.T. de la curva vertical. De lo contrario se usará la pendiente menor.

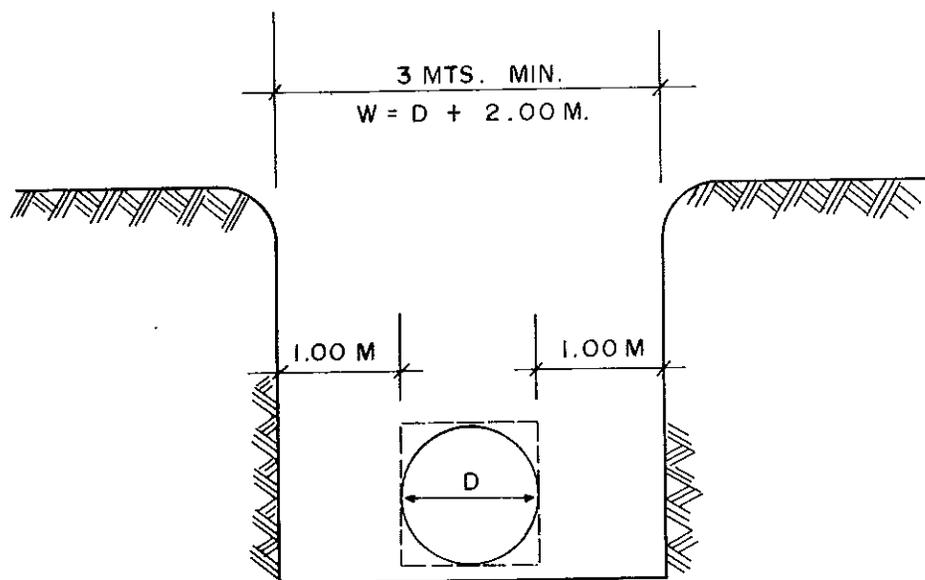
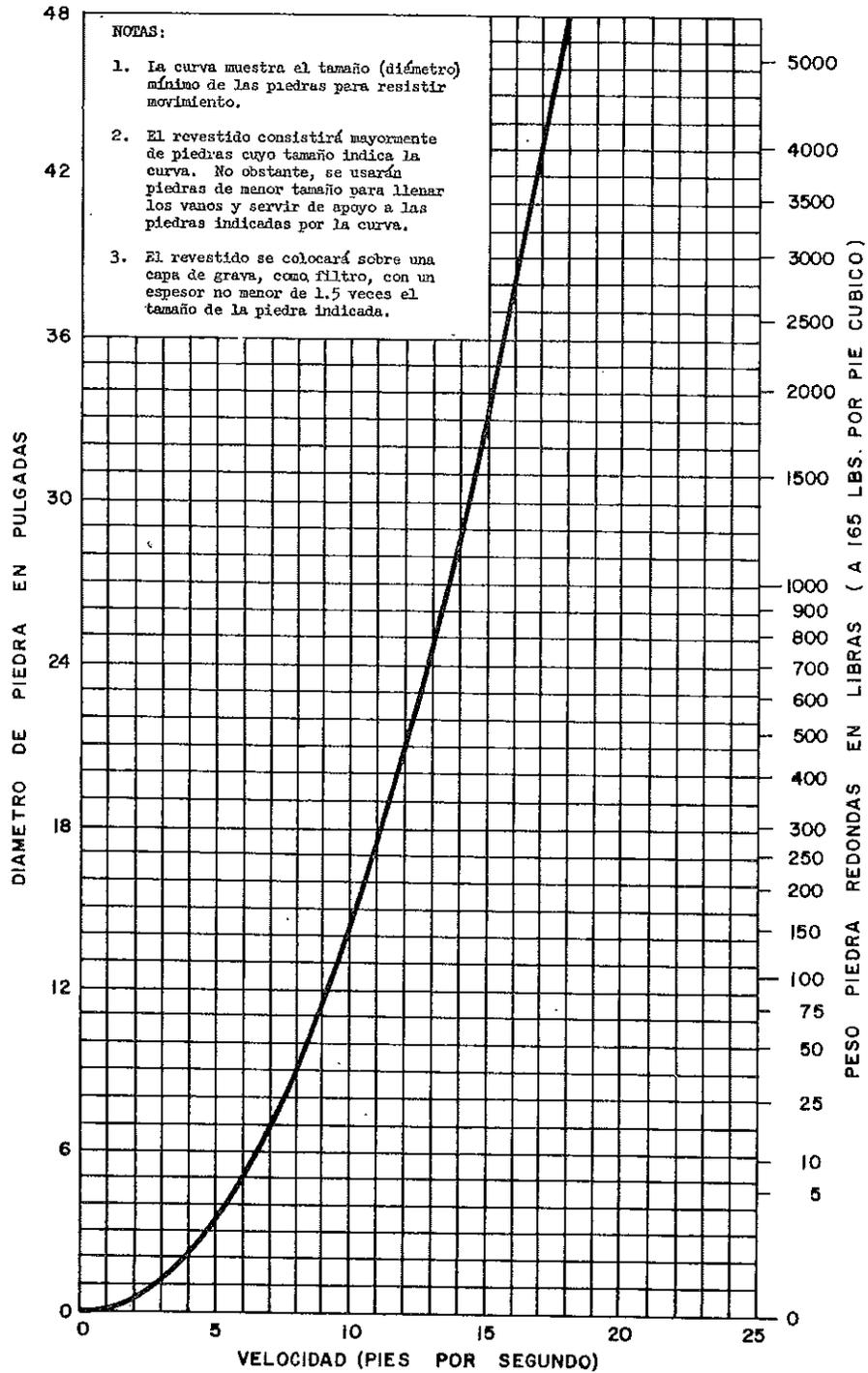


DIAGRAMA A USARSE PARA LA  
DETERMINACIÓN DEL ANCHO (W) DE  
SERVIDUMBRE



**CURVA PARA DETERMINAR TAMAÑO PIEDRA EN REVESTIDOS**

