



CONVENIO DE COOPERACION TECNICA

INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BAJO LOS AUSPICIOS

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ITALIA

ESTUDIO DE LA HIDROLOGIA DEL PERU

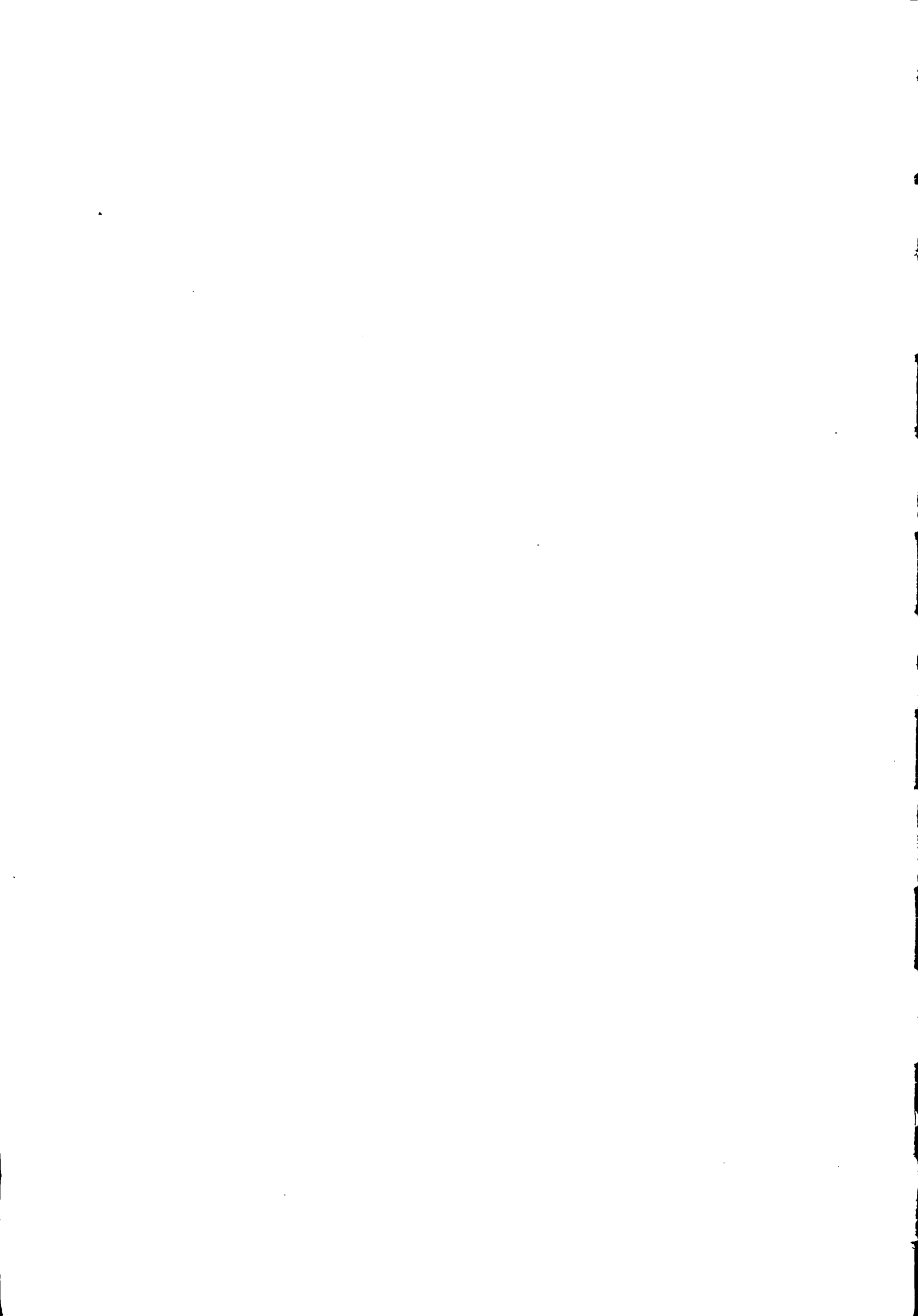
VOLUMEN II

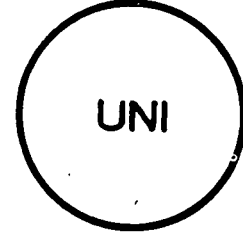
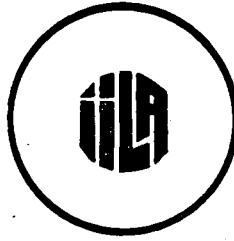
.48
v.2
287

MA

MARZO 1983

0287





CONVENIO DE COOPERACION TECNICA

INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BAJO LOS AUSPICIOS

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ITALIA

ESTUDIO DE LA HIDROLOGIA DEL PERU

VOLUMEN II

PARTE A: ESCORRENTIAS

PARTE B: CURVAS DE POSIBILIDAD DE REGULACION

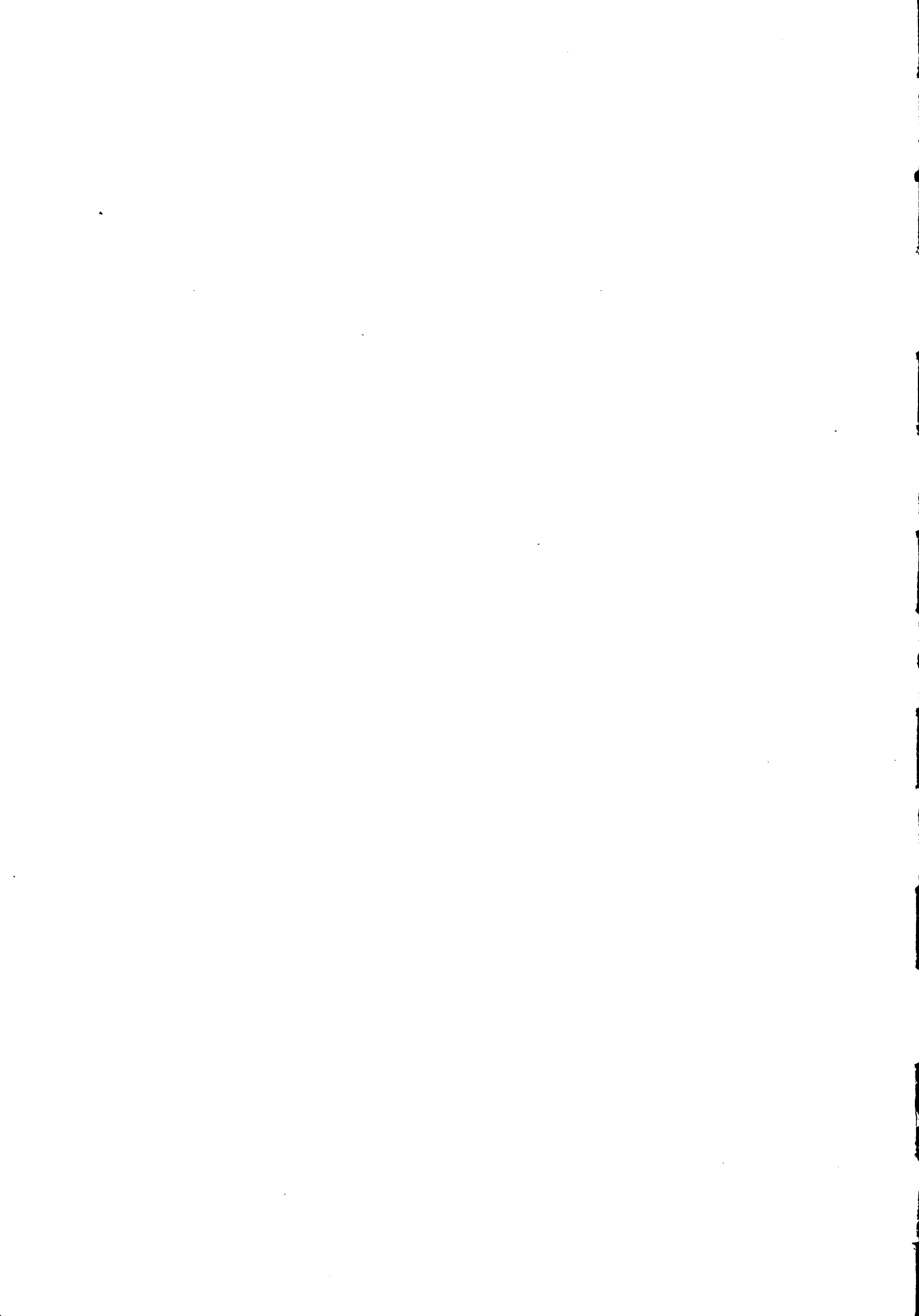
REDACTION POR:

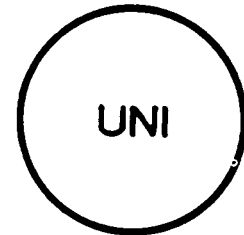
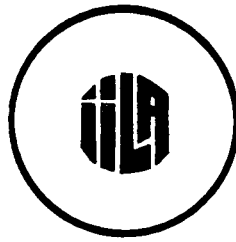
Ing. ROSA VIPARELLI

Ing. VINCENZO NAPOLI

**PUBLICACION DEL
INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO**

A CARGO DEL SERVICIO PARA LA COOPERACION





CONVENIO DE COOPERACION TECNICA

INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BAJO LOS AUSPICIOS

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ITALIA

ESTUDIO DE LA HIDROLOGIA DEL PERU

VOLUMEN II

PARTE A: ESCORRENTIAS

PARTE B: CURVAS DE POSIBILIDAD DE REGULACION

REDACTION POR:

Ing. ROSA VIPARELLI

Ing. VINCENZO NAPOLI

**PUBLICACION DEL
INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO**

A CARGO DEL SERVICIO PARA LA COOPERACION

CONVENIO DE COOPERACION TECNICA PARA EL ESTUDIO DE LA HIDROLOGIA DEL PERU

INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO (I.I.L.A)

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA Y HIDROLOGIA (SE.NA.M.HI.)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (U.N.I.)

AUTORIDADES DE LAS INSTITUCIONES

INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO (I.I.L.A.)

SECRETARIO GENERAL

EMBAJADOR PIO PIGNATTI MORANO

JEFE DEL SERVICIO PARA
LA COOPERACION

DR. NERINA ANGLÉSIO

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA Y HIDROLOGIA (SE.NA.M.HI.)

JEFE

MAYOR GR. F.A.P. MET. JACOB DELMAR CORREA

DIRECTOR GENERAL

ING. LUIS VEGA CEDANO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (U.N.I.)

RECTOR

JUAN MIGUEL ORTIZ VELEZ

TRABAJO EJECUTADO CON EL APOORTE DEL:
GOBIERNO DEL PERU.
MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ITALIA.

COORDINADOR GENERAL: Prof. Ing. CARLO VIPARELLI

GRUPO DE TRABAJO

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SE.NA.M.HI.)

COORDINADOR : Ing. LUIS BREA KAIK
COORDINADOR : Ing. OSCAR GUEVARA CALMET
INVESTIGADOR : Ing. JORGE YERREN SUAREZ
COLABORADOR : Ing. WALTER GOMEZ LORA
COLABORADOR : Bach. HUMBERTO RAMOS ROMERO
DIBUJANTE : Sr. RODOLFO MEDINA MARTELL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (U.N.I.)

COORDINADOR : Ing. LUIS BASURCO BOUCHON
INVESTIGADOR : Ing. JULIO MALLAUPOMA REYES
INVESTIGADOR : Ing. EDGAR RODRIGUEZ ZUBIATE
COLABORADOR : Bach. JUAN FRANCISCO LY LOO
COLABORADOR : Bach. DANIEL BASSI

INSTITUTO ITALO LATINO AMERICANO (I.I.L.A.)

COORDINADOR : Ing. ROSA VIPARELLI *
COORDINADOR : Ing. VINCENZO NAPOLI *
INVESTIGADOR : Ing. GIOVANNI DI MARCO *
INVESTIGADOR : Ing. RODOLFO GARCIA AGREDA
INVESTIGADOR : Ing. PIETRO CAPUANO
INVESTIGADOR : Ing. LUCIANO CAPOBIANCO
COLABORADOR : Sig. LUIGI FUSCO
COLABORADOR : Sig. VINCENZO TOSTI

* INGENIEROS DEL «ESTUDIO TECNICO CARLO VIPARELLI» (S.T.C.V. - VIA CINTIA IS. 5 P.CO S. PAOLO - 80126 NAPOLI).

PROLOGO

El Estudio de la Hidrología del Perú se enmarca en el Convenio de Cooperación Técnica suscrito por el Instituto Italo - Latino Americano (IILA), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), en el ámbito de sus respectivas competencias institucionales.

El Estudio tiene como finalidad proporcionar a los técnicos elementos necesarios para evaluar:

1) Los recursos hídricos disponibles en las diferentes zonas del país e identificar las posibilidades que existen para su mejor aprovechamiento.

2) Las máxima avenidas que pueden verificarse a lo largo de los cursos de agua que atraviesan las diferentes zonas del país e identificar las posibilidades que existen para reducir los daños que ellas pueden provocar, por medio de apropiadas capacidades de embalses.

Las metodologías adoptadas para elaborar los datos disponibles y las conclusiones deducidas se encuentran contenidas en tre Volúmenes, cada uno de ellos con un Anexo, en los que se indican las operaciones que, de acuerdo a los resultados del Estudio, se hacen necesarias para resolver los problemas que pueden presentarse en la práctica.

El Primer Volumen, luego de un Prefacio en el que se ilustran los criterios con los que han sido inspiradas las metodologías adoptadas en el Estudio, está dedicado a la pluviometría y a la evaluación del aflujo meteórico que puede verificarse con una determinada probabilidad sobre la cuenca subtensa por una sección genérica del cauce.

El Segundo Volumen está dedicado a la Hidrometría y a la evaluación de las escorrentías que pueden verificarse con determinada probabilidad en tal sección (Parte II: A) y a la evaluación de la capacidad de embalse necesaria para regular las escorrentías con finalidades prefijadas de utilización (Parte II: B).

El Tercer Volumen está destinado a la evaluación de los caudales máximos y de las escorrentías que pueden escurrir en una sección genérica en ocasión de eventos de máxima intensidad con una asignada probabilidad.

En base a los datos disponibles ha sido posible lograr los objetivos previstos para la mayoría de las zonas mientras que, para las restantes, la información obtenida de los datos a disposición, resultó totalmente inadecuada; al respecto, las conclusiones del estudio permiten completar el diseño de la red de estaciones hidrometeorológicas nacional.

Se agradece al Ministerio de Asuntos Exteriores de Italia por el aporte económico con el que ha contribuido a la realización del Estudio.

INDICE

PARTE II: A - ESCORRENTIAS

- Capitulo II:1* - Simbología y definiciones
- Capitulo II:2* - Definición del problema y criterios adoptados para resolverlo
- Capitulo II:3* - Datos a disposición
- Capitulo II:4* - 1ra hipótesis de trabajo: distribución de probabilidad de D en una sección generica X.
- Capitulo II:5* - Hipótesis 2da: balance hidrológico medio anual
- A: Criterios de similitud hidrológica
 - I: Estimación de $P \equiv E$ en un punto.
 - II: División del territorio en zonas climaticas y estimación de $\bar{P} \equiv \bar{E}$.
 - B: Repartición del territorio en grupos de cuencas hidrológicamente similares y verificación de la 2da hipótesis.
- Capitulo II:6* - Hipótesis 3ra y 4ta: balance hidrológico en un año
- A: Criterios de similitud hidrológica.
 - B: Verificación de las hipótesis 3^{ra} y 4^{ta}

PARTE II: B - CURVAS DE POSIBILIDAD DE REGULACION

- Capitulo II:7* - Curvas de posibilidad de regulación
- Simbología y definiciones.
 - Curvas de posibilidad de regulación correspondientes a valores de T y r asignados.
 - Estimación de W para $E \equiv T_r D$.
 - Curvas de posibilidad de regulación correspondientes a valores de p asignados.
- Capitulo II:8* - Diagramas de disponibilidad dentro de período críticos
- Simbología y definiciones.
 - Valores mínimos $T_r D_n$ a los cuales la escorrentía media anual D_n en una sección genérica X, para n variable de 1 a 4, puede descender una vez cada T años con un riesgo r.
 - Repartición de $T_r D_n$ entre los n años sucesivos del subperíodo al cual se hace referencia.
 - Criterios de similitud hidrológica para definir los valores $D_{I,n}$, $D_{II,n}$..., asumidos por D en los años sucesivos de los subperíodos críticos $T_r D_n$.
 - Diagrama de disponibilidad.
 - Criterios de similitud para definir el diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$.
- Capitulo II:9* - Capacidad de una fuente de alimentación para satisfacer la demanda de un sistema hídrico simple
- Diagrama de disponibilidad
 - Diagrama de demanda
 - 1^a hipótesis.
 - 2^{da} y 3^a hipótesis.
 - Curvas de posibilidad de regulación correspondientes a valores asignados de T y r.
 - Curvas de posibilidad de regulación para valores asignados de p.
 - Uso de las curvas de posibilidad de regulación.
 - Explotación de cursos de aguas naturales. Necesidad de regulación y limites de la misma.
 - Influencia de diagrama de demanda [c] sobre el valor asumido por W.
 - A: influencia de [c] sobre W_s
 - B: influencia de [c] sobre $W = W_s + W_p$
 - Influencia del diagrama de disponibilidad d_j sobre el valor asumido por W.

PARTE II - A

DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD
DE LAS ESCORRENTIAS
EN UNA GENERICA SECCION X

CAPITULO II: 1

Simbología y Definiciones

II: 1-1. Se indican con:

- X, una sección genérica de la red hidrográfica.
- Lat, la latitud de X.
- S, la proyección horizontal de la superficie de la cuenca subtensa por X, en km².
- \bar{Y} , la altitud media de la cuenca en ms.n.m.
- A, el aflujo meteórico anual que cae sobre la cuenca en un año, en 10⁶ m³ ó en mm de lámina de agua uniformemente distribuída sobre la superficie S.
- D, la escorrentía anual que atraviesa X en un año, en 10⁶ m³ ó en mm de lámina de agua.

Se consideran AyD como variables casuales y se indican respectivamente con:

- M{A}, aflujo meteórico medio anual, tanto el valor de A como la estimación de este deducida según los criterios ilustrados en la primera parte.
- $\sigma\{A\}$, la desviación típica de A, en 10⁶ m³ ó en mm.
- $\gamma\{A\}$, coeficiente de variación de A, tanto la relación $\frac{\sigma\{A\}}{M\{A\}}$, como la estimación de la misma deducida con los criterios ilustrados en la primera parte.
- M{D}, escorrentía media anual, el valor medio de D en 10⁶ m³ ó en mm.
- $\sigma\{D\}$, la desviación típica de D, en 10⁶ m³ ó en mm.
- $\gamma\{D\}$, el coeficiente de variación de D igual a $\frac{\sigma\{D\}}{M\{D\}}$.
- $\Phi\{D\}$, la función de repartición de D.

II: 1-2. - En el caso que X coincida con una sección de medida:

- se indica con n, *duración del período de observación*, el número total de años para los cuales se han tomado las medidas ó mejor el número total de años para los cuales en base a las medidas realizadas han sido deducidos y publicados los valores de D;
- se consideran los n valores de D registrados en el período de observación como *una muestra de dimensión n* extraída casualmente de la población de los posibles valores de D.

Con esta premisa:

considerando la serie estadística constituída por los n valores de D que forman la muestra y dispuestos dichos n valores en orden creciente, se indican con:

- D_i , $1 \leq i \leq n$, el iésimo valor de D a partir del más bajo;
- $F\{D_i\}$, igual a $\frac{i}{n+1}$, la frecuencia acumulada que corresponde a D_i ;
- \bar{D} , la media aritmética de los n valores $D_1, \dots, D_i, \dots, D_n$;
- s_D , la desviación típica de los n valores calculada por medio de la relación:

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}};$$

- g_D , la relación $\frac{s_D}{\bar{D}}$.

Se asumen \bar{D} , s_D y g_D como estimaciones respectivamente de $M\{D\}$, $\sigma\{D\}$ y $v\{D\}$. Se indica, finalmente con $P\{D\}$ la estimación de $\Phi\{D\}$ deducida en base a la información suministrada de la muestra constituida por los n valores de D registrados en X .

II: 1-3. En los problemas relacionados con el balance hidrológico de una cuenca, (capítulos II: 5 y II: 6) se indican con:

A: Refiriéndose a un punto genérico:

- Y , la altitud del punto, en m s.n.m.;
- Lat., la latitud del punto en grados centígrados;
- \bar{h} , la altura de lluvia media anual, en mm;
- \bar{h}_u y \bar{h}_s , las partes de \bar{h} correspondientes a las estación húmeda y seca respectivamente, en mm;
- \bar{E}_p , la evapotranspiración potencial media anual, en mm;
- \bar{E}_{p_u} y \bar{E}_{p_s} , las partes de \bar{E}_p correspondientes a la estación húmeda y seca respectivamente, en mm;
- $\frac{\bar{h}_4}{\bar{h}}$, índice de desuniformidad, la relación entre la altura media de lluvia en el trimestre más lluvioso y la altura media de lluvia en los doce meses;
- I , el índice climático (definido con los criterios propuestos por THORNTHWAITE).

B: Refiriéndose a una cuenca subtensa por una genérica sección X se indican con:

- U , la capacidad de almacenamiento hídrico del terreno, en mm;
- E , E_u , E_s , la evapotranspiración anual y las partes de esta correspondientes a la estación húmeda y la estación seca, en mm;
- \bar{E} , \bar{E}_u , \bar{E}_s , los valores medios de E , E_u , E_s respectivamente, en mm;
- E_p , E_{p_u} , E_{p_s} , la pérdida anual por evapotranspiración sobre la superficie S de la cuenca y las partes de E_p que corresponden a la estación húmeda y a la estación seca, en mm;
- \bar{E}_p , \bar{E}_{p_u} , \bar{E}_{p_s} , los valores medios de E_p , E_{p_u} y E_{p_s} respectivamente, en mm.

II: 1-4. Refiriéndose a dos magnitudes genéricas X e Y , de las cuales Y es una variable casual y la X puede o no ser una variable casual, se indica con Y/X la ley de regresión de Y sobre X .

CAPITULO II: 2

Definición del problema y criterios adoptados para resolverlo

II: 2-1. Se definen:

Secciones de interés, las secciones de la red hidrográfica en las cuales se utiliza ó se intenta utilizar las aguas y en las cuales interesa conocer las escorrentías anuales D .

Secciones de medida, las secciones donde opera una estación hidrométrica y en las cuales hayan sido deducidos y publicados los valores asumidos por D en los sucesivos años del período de observación.

Como es obvio raramente coincide una sección de interés con una sección de medida.

De otro lado, escasamente en una sección de medida se dispone de un período de observación de duración n suficientemente largo para que, de los valores de D registrados, se pueda deducir una estimación confiable de la función de repartición $\Phi\{D\}$.

De las conclusiones extraídas en la Parte I, se sabe que, excluyendo solo algunas partes del territorio, es posible deducir una estimación confiable de la función de repartición del aflujo meteórico anual A que puede caer sobre la cuenca subtensa por X .

En consecuencia, se puede suplir la falta ó escasez de datos hidrométricos en X indicando criterios de similitud hidrológica que permitan deducir $\Phi\{D\}$ a partir de $\Phi\{A\}$.

En particular, para alcanzar el fin se necesita:

1) Definir la ley del cálculo de probabilidades que mejor se adapta para interpretar la distribución de probabilidad de las escorrentías anuales en una sección cualquiera X (1^{er} problema).

2) Definir la relación existente entre la distribución de probabilidad D en X y la distribución de probabilidad del aflujo meteórico A sobre la cuenca subtensa por X (2^{do} problema).

3) Definir la influencia que tienen sobre dicha relación las características hidro-geomorfológicas y el clima de la cuenca subtensa por X y también los valores asumidos en la misma cuenca por otras magnitudes hidrológicas que eventualmente intervienen, junto con A , en el proceso que lleva de A a D (3^{er} problema).

II: 2-2. Como es sabido, refiriéndose a modelos preestablecidos, por medio del cálculo de probabilidades, se define la $\Phi\{D\}$ mediante expresiones algebraicas $\Phi(\alpha, \beta, \dots)$ que suministran el valor asumido por $\Phi\{D\}$ para cada valor de D en función de D y de los valores asumidos por un número restringido de parámetros α, β, \dots , que se definen parámetros de la distribución de probabilidad de D . Al mismo tiempo se precisan las relaciones que ligan cada uno de dichos parámetros al valor medio $M\{D\}$ y al coeficiente de variación $\gamma\{D\}$.

En consecuencia, como se ya ha dicho en el Prefacio, resuelto el 1^{er} problema del párrafo II: 2-1, el problema de deducir una estimación confiable $P\{D\}$ de $\Phi\{D\}$ en una genérica sección X , se reduce a deducir estimaciones confiables \bar{D} y g_D de los valores de $M\{D\}$ y de $\gamma\{D\}$ en X .

Al mismo tiempo, las estimaciones \bar{D} de $M\{D\}$ y g_D de $\gamma\{D\}$, que se deducen de los n valores de D registrados en una sección de medida X , permiten deducir una estimación $P\{D\}$ de $\Phi\{D\}$ en X y por lo tanto, resumen el total de la información que dichos valores dan en relación a $\Phi\{D\}$.

II: 2-3. En base a lo que se ha dicho, es posible una definición más detallada de los problemas 2^o y 3^o del párrafo II: 2-1 y de los criterios de similitud hidrológica que serán adoptados para resolverlos.

Por esta razón, en la Parte I ha sido ya definida la ley de probabilidad que mejor se adapta para interpretar la distribución de probabilidad de los aflujos meteóricos anuales A en la cuenca subtensa por X . Por lo tanto si se supone resuelto también el 1^{er} problema del párrafo II: 2-1, se tiene que:

– La distribución de probabilidad de A está unívocamente definida por los valores asumidos por $M\{A\}$ y por $\gamma\{A\}$ sobre la cuenca subtensa por X .

– La distribución de probabilidad de D está unívocamente definida por los valores asumidos por $M\{D\}$ y por $\gamma\{D\}$ en X .

– La relación entre A y D está a su vez unívocamente definida cuando se conozcan las relaciones que ligan $M\{D\}$ y $\gamma\{D\}$ con $M\{A\}$ y con $\gamma\{A\}$.

Dado que \bar{D} puede considerarse el efecto último de un proceso hidrológico del cual A es la causa, resulta tanto más grande cuanto más grande resulta $M\{A\}$ y $\gamma\{D\}$ depende a su vez del valor asumido por $\gamma\{A\}$.

Como se señala en el párrafo 34 del prefacio, se debe tener en cuenta que en el proceso que lleva de A a D , junto con A , intervienen con peso determinante sobre el valor de D ,

también otros factores *casuales* (magnitudes hidrológicas que varían año a año) ó *locales* (magnitudes ligadas a las características hidro-geomorfológicas y climáticas de la cuenca).

En consecuencia, al pasar de una cuenca a otra y de una sección a otra, los valores asumidos por $M\{D\}$ y por $\gamma\{D\}$ están influenciados también por la acción de dichos factores.

Por lo tanto resulta que, al pasar de una cuenca a otra y de una sección a otra, es posible definir la ley con la cual $M\{D\}$ varía en función de $M\{A\}$ y la ley con la cual $\gamma\{D\}$ varía en función del valor asumido por $\gamma\{A\}$ cuando varía $M\{A\}$ solo si todos los otros factores, casuales y locales, que intervienen en el proceso que año a año lleva de A a D, ejercen una acción tal que, a valores iguales de A, el valor de D correspondiente no difiera sustancialmente cuando se pasa de una cuenca a otra.

Finalmente, si se definen hidrológicamente similares las cuencas en las cuales se verifica dicha última condición, para que se puedan solucionar los problemas 2º y 3º del párrafo II: 2-1, se debe admitir que en zonas más o menos amplias del territorio se puedan distinguir grupos de cuencas hidrológicamente similares en cada uno de los cuales al pasar de una cuenca a otra, no solamente D resulta distribuido con una misma ley de probabilidad (*1ª hipótesis*) sino que:

- $M\{D\}$ varía en función del valor asumido por $M\{A\}$ (*2ª hipótesis*).
- $\gamma\{D\}$ varía en función del valor asumido por $\gamma\{A\}$ al variar $M\{A\}$ (*3ª hipótesis*).

Además, dado que también para zonas muy amplias del territorio, por lo que se ha dicho en la Parte I, $\gamma\{A\}$ varía de cuenca a cuenca en función de $M\{A\}$, y que por lo tanto $\gamma\{D\}$ sea a su vez función de $M\{A\}$, se debe admitir que existan grupos de cuencas hidrológicamente similares en las cuales $M\{D\}$ y $\gamma\{D\}$, las dos funciones de $M\{A\}$, resultan estrechamente ligadas entre ellas.

En otras palabras se debe admitir también que en cada grupo de cuencas hidrológicamente similares:

- $\gamma\{D\}$ varía de cuenca a cuenca en función del valor asumido por $M\{D\}$ (*4ª hipótesis*).

II: 2-4. Como se verá en los próximos capítulos II: 4, II: 5 y II: 6 las metodologías adoptadas para definir las diferentes hipótesis son aquellas ilustradas en el Prefacio y ya adoptadas en la Parte I.

Como conclusión de las investigaciones se ha admitido:

Como *1ª hipótesis*, que en cada sección X, la escorrentía anual D este distribuida con buena aproximación según la ley logarítmico normal;

Como *2ª, 3ª y 4ª hipótesis*, que en grupos de cuencas hidrológicamente similares, al pasar de una cuenca a otra se tenga que:

- $M\{D\}$ varíe en función de $M\{A\}$ con una ley que se puede expresar con una ecuación del tipo:

$$M\{D\} = \alpha M\{A\}^\beta; \quad (\text{II: 2-1})$$

- $\gamma\{D\}$ varíe en función del valor asumido por $\gamma\{A\}$ al variar $M\{A\}$, con ley que se puede expresar con una ecuación del tipo:

$$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} = 1 - \mu e^{-\nu M\{A\}} \quad (\text{II: 2-2})$$

- $\gamma\{D\}$ varíe en función de $M\{D\}$ con ley que, con buena aproximación, puede ser expresada con una ecuación del tipo:

$$\gamma\{D\} = \gamma M\{D\}^{-\delta} \quad (\text{II: 2-3})$$

Naturalmente todos los otros factores, casuales ó locales, que junto con A intervienen en el proceso hidrológico que lleva de A a D y que en cuencas hidrológicamente similares no hacen sentir su acción, pueden provocar resultados diferentes cuando se trate de pasar de un

grupo de cuencas a otro. En consecuencia, en forma general, se debe admitir que las constantes α y β , las constantes μ y ν y las constantes γ y δ que aparecen respectivamente en la (II: 2-1), en la (II: 2-2) y en la (II: 2-3), asumen valores diferentes cuando se pase de un grupo de cuencas a otro.

Por esta razón, para disponer de criterios de similitud hidrológica que valgan para resolver los problemas 2° y 3° del párrafo II: 2-1 se ha examinado si es posible:

a) Definir las características hidrogeomorfológicas y climáticas de una cuenca por medio de un número de parámetros numéricos lo más restringido posible.

b) Correlacionar las variaciones que sufren las constantes α y β , μ y ν , γ y δ , cuando se pase de un grupo de cuencas hidrológicamente similares a otro, con los valores que dichos parámetros asumen en las cuencas comprendidas en cada grupo.

II: 2-5. Como base de las investigaciones se consideran:

– Las conclusiones extraídas en la Parte I, que permiten obtener estimaciones confiables de $M\{A\}$ y de $\gamma\{A\}$ para las cuencas subtensas para las diferentes secciones X de medida.

– Los valores de D registrados en cada una de dichas secciones que permiten obtener una estimación de $M\{D\}$ y de $\gamma\{D\}$ en X.

Con mayor precisión, indicando:

– Las primeras con los mismos símbolos $M\{A\}$ y $\gamma\{A\}$ con los cuales se indican las magnitudes a las cuales se refieren.

– Las segundas con los símbolos \bar{D} y g_D , se han subdividido las cuencas subtensas por las secciones de medida X instaladas en las diferentes zonas del territorio en grupos, uniendo en cada grupo las cuencas en las cuales \bar{D} y g_D resulten correlacionadas a los valores asumidos por $M\{A\}$ y $\gamma\{A\}$.

Dicho esto, para cada grupo:

1) Se ha deducido la ley según la cual $\gamma\{A\}$ varía en función de $M\{A\}$.

2) Se han deducido las leyes de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$ de $\frac{g_D}{\gamma\{A\}}$ sobre $M\{A\}$ y de g_D sobre \bar{D} .

3) Se han asumido dichas leyes de regresión para especificar las leyes según las cuales en cada grupo $M\{D\}$ y $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}}$ varían en función de $M\{A\}$ y $\gamma\{D\}$ varía en función de $M\{D\}$.

II: 2-6. Como se verá en el capítulo II: 4, si se considera un grupo cualquiera de cuencas hidrológicamente similares en el cual ha sido deducida la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$, para cada una de la cuencas que forman parte del grupo se pueden distinguir:

– La estimación \bar{D} de $M\{D\}$, deducida de los n valores de D registrados en la sección terminal X.

– El valor $\bar{D}/M\{A\}$ de $M\{D\}$ que corresponde a $M\{A\}$ en la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$.

Dicho esto, para aceptar la hipótesis que la II: 2-4 se preste a expresar en forma algebraica la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$ y, por lo tanto, la ley de variación de $M\{D\}$ en función de $M\{A\}$, se ha puesto como condición que, desde un punto de vista estadístico, la diferencia entre \bar{D} y $\bar{D}/M\{A\}$ pueda ser atribuida a defecto de muestreo y, en consecuencia, pueda ser considerada *no significativa*.

Es claro, que, como ya se ha dicho en el Prefacio, no se puede excluir que una parte de la diferencia entre \bar{D} y $\bar{D}/M\{A\}$ sea *significativa*, es decir sea debida a la acción efectuada por todos los otros factores, casuales o locales que, junto con A, intervienen en el proceso que lleva de A a D.

En conclusión, se puede esperar que en la realidad, $M\{D\}$ resulte diferente de lo que se deduce en función de $M\{A\}$ cuando se asuma la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$ como ley de variación de $M\{D\}$ sobre $M\{A\}$.

Como es obvio, consideraciones análogas valen también para las leyes de variación de $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}}$ en función de $M\{A\}$ y de $\gamma\{D\}$ en función de $M\{D\}$.

Finalmente, se debe considerar que también los valores de $M\{A\}$ y de $\gamma\{A\}$ introducidos para estimar $M\{D\}$ y $\gamma\{D\}$, sean solamente estimaciones, si bien es cierto confiables, de los efectivos valores de $M\{A\}$ y de $\gamma\{A\}$.

CAPITULO II: 3

Datos a Disposición

II: 3-1. Se asumen como base de las investigaciones las conclusiones extraídas en la 1^a Parte del estudio y las informaciones suministradas por las escorrentías mensuales registradas en períodos de observación más o menos largos en las estaciones de medida instaladas en el territorio del Perú¹.

La red de estaciones hidrométricas de las cuales se tiene información en el SENAMHI, está constituida por 421 secciones de medida; de estas algunas han funcionado sistemáticamente, mientras otras que habían sido instaladas para proyectos especiales, han suministrado información en un período muy corto.

Las estaciones hidrométricas en las cuales están publicados los datos, son operadas directamente por el SENAMHI ó por otras instituciones según los porcentajes que se dan en el cuadro II: 3-1.

CUADRO II: 3-1: Entidades que operan las estaciones hidrométricas

ENTIDAD	ESTACIONES HIDROMETRICAS OPERADAS (%)
SENAMHI	36
AGRIC. (DAR)	30
AGRIC. (PROYEC)	20
ENERGIA Y MINAS	12
OTROS	2

Con el fin de reunir el total de la información en una sede única, el SENAMHI, así como ya ha hecho para los datos pluviométricos, ha procedido a:

1) Concentrar en su organismo central de Lima los datos hidrométricos disponibles en las diferentes entidades.

2) Ordenar y registrar en cinta magnética por medio de su Dirección de Informática, las serie de datos recogidos en cada estación de medida.

¹ En realidad en cada una de dichas estaciones en lugar de las escorrentías mensuales y anuales, están publicados los datos que se refieren a las descargas medias mensuales y anuales.

3) Elaborar dichas series de datos para deducir y transferir sobre cinta magnética las escorrentías mensuales y anuales registradas año por año en cada estación.

Al fin de este trabajo, las secciones de medida para las cuales el SENAMHI ha podido suministrar información han resultado 319 sobre 421.

II: 3-2. Como es obvio, para los efectos del estudio hidrológico que interesa, tienen significado solamente los datos en las estaciones de medida en las cuales, por la presencia aguas arriba de obras de derivación o de restitución, no resulte alterado el curso natural del caudal en el cauce.

De otro lado, los datos que se toman en cuenta deben haber sido deducidos por elaboración de los resultados de las medidas con métodos que garanticen su confianza.

Teniendo en cuenta esto, y en base a los datos en posesión del SENAMHI así como informaciones de otras entidades [1], se ha reconocido que de las 319 estaciones de medida, de la cual se hace mención en el párrafo II: 3-1, pueden suministrar informaciones útiles para al presente estudio solamente 198 estaciones².

II: 3-3. Otro elemento determinante para que las diferentes series de datos puedan suministrar información útil está dado por la longitud de su período de observación.

Con este fin, se ha admitido que, para los efectos de los valores medios de las escorrentías que puedan verificarse en una sección, resulten significativas solamente las series de datos que abarquen un período de observación mínimo de 6 años. Para los efectos de los

valores asumidos por el coeficiente de variación $\gamma\{D\} = \frac{\sigma\{D\}}{M\{D\}}$, se ha admitido que puedan ser significativas las series que tengan como mínimo 10 años.

Finalmente diremos que de las 198 estaciones solo se han elaborado los datos de 131 estaciones, en lo que se refiere al estudio de los valores medios de D, y solamente 93 en lo que se refiere al estudio del coeficiente de variación de D (ver cuadro II: 3-2 y plano 1 del anexo B).

II: 3-4. A los efectos del valor medio, al considerar las estaciones de medida en las cuales se dispone de un período de observación entre 6 y 10 años, se ha examinado si en el mismo período no recaigan muchos años consecutivos con lluvia significativamente mayores ó menores de los valores medios.

En efecto, cuando esto se verificase, la media \bar{D} de las escorrentías anuales D registradas en las estaciones de medida podría apartarse sensiblemente del valor medio característico de la misma estación.

En detalle, indicando con A la sección de medida y con «a» el período de años para el cual la misma ha estado en funcionamiento, el examen se ha conducido confrontando los valores de D registrados en dicho período «a» tanto en A como en cualquier otra sección B que subtienda una cuenca hidrológicamente similar a aquella subtensa por A y para la cual se tenga a disposición un período de observación de duración «n» significativamente mayor que «a».

Con mayor precisión:

1) Se ha verificado que las series de valores de D registradas en el período «a» en A y en B estén estrechamente correlacionadas entre si.

2) Se han confrontado los valores medios \bar{D}_a y \bar{D}_n de las escorrentías registradas en B respectivamente tanto en el período «a» como en el período total de observación «n».

² En realidad, también entre estas hay estaciones en las cuales las descargas resultan influenciadas por la presencia de obras aguas arriba. Las alteraciones, o son insignificantes en porcentaje o son bien definidas, y como tales pueden ser tomadas en cuenta para reconstruir los valores naturales de las descargas.

3) Cuando los dos valores \bar{D}_a y \bar{D}_n en B difieran poco uno de otro, se ha admitido que el valor asumido por \bar{D} en A, en lo que se refiere únicamente a «a» años, tenga la misma garantía que la que se obtendría con «n» años de observación y, como tal, sea significativo. En el caso que en la estación B haya resultado \bar{D}_a claramente diferente de \bar{D}_n , deducida la relación $\frac{\bar{D}_a}{\bar{D}_n}$, se ha multiplicado la media aritmética de los valores de D registrados en el período «a» en A por dicha relación (valores de \bar{D} marcados con (+) en el cuadro II: 3-2).

II: 3-5. Para muchas secciones de medida, el registro de las escorrentías mensuales, en diferentes años, resulta interrumpido en uno o más meses.

En consecuencia, aún en los años en que falta un solo mes, no se podría, en rigor, especificar el valor de la escorrentía anual D.

Para obviar, al menos en algo la escasez de datos, en el caso que la interrupción de las medidas se prolongue solo por uno ó como máximo dos meses y no siendo dichos meses de máxima escorrentía en la estación considerada, se ha recuperado la información relativa a la escorrentía anual calculando por otro camino el valor mensual ausente.

Con mayor precisión, se ha constatado que la escorrentía anual D se reparte entre los sucesivos meses 1, 2, ..., j, ..., 12, según porcentajes que varían poco de año a año y que para cualquier año pueden considerarse iguales a los que se deduzcan a partir de la escorrentía media anual \bar{D} y de las escorrentías mensuales \bar{D}_j .

En consecuencia, refiriéndose al mes genérico j y a los meses j-1 y j+1 que lo preceden y lo siguen se puede admitir que en el año genérico «i», las relaciones $\frac{D_{ij}}{D_{ij-1}}$ y $\frac{D_{ij}}{D_{ij+1}}$ poco se aparten de los valores asumidos por $\frac{\bar{D}_j}{\bar{D}_{j-1}}$ y $\frac{\bar{D}_j}{\bar{D}_{j+1}}$ (ver párrafo II: 8-9).

Con lo expuesto, admitiendo que en el año «i» falte el valor D_{ij} y, viceversa, se conozcan los valores D_{ij-1} y D_{ij+1} :

a) Se han deducido los dos valores $D_{j-1} \cdot \frac{\bar{D}_j}{\bar{D}_{j-1}}$ y $D_{j+1} \cdot \frac{\bar{D}_j}{\bar{D}_{j+1}}$

b) Se ha asumido como valor D_{ij} la media de estos.

En el caso que en el año «i» no se tengan los valores de D para dos meses sucesivos, para el primero de esto se ha hecho referencia al único mes que precede y para el segundo de estos se ha hecho referencia al único mes que sigue.

CUADRO II: 3-2: Estaciones hidrométricas consideradas, datos característicos.

Cod	Estación	Río	S	Y	n	\bar{D}	q_0	q_n^*	D^*	q_0^*	$M(A)$	$\gamma(A)$
22	CORRAL	CORRAL	332	1560	14	314	.359				811	.323
24	BARRIOS	BIGOTE	446	1600	14	348	.684	12	273	.557	713	.296
40	PUCHACA	LA LECHE	779	2300	52	251	.375				663	.220
41	POTRERILLO	CUMBIL	283	2130	7	293	.503				809	.206
43	CARHUAQUER	CHANCAY	2330	2511	60	395	.425	59	377	.295	857	.187
48	EL BATAN	SANA	724	2010	59	316	.451	57	296	.324	661	.211
49	VENTANILLA	JEQUETEPE.	3760	2403	51	233	.386				685	.203
50	LLALLAN	JEQUETEPE.	2606	2765	7	355	.196	7	314(+)	.196	836	.187
51	LAS PALTAS	PUCLUSH	1050	2971	6	480	.191	6	457(+)	.191	996	.175
52	P.CHILETE	CHILETE	967	2681	7	344	.249	7	304(+)	.249	782	.199
53	PTE MATARA	MATARA	140	3335	6	404	.241	6	283(+)	.241	910	.195
57	SALINAR	CHICAMA	3645	2074	69	248	.636	64	248(+)	.441	677	.201
59	QUIRIHUAC	MOCHE	1870	2550	68	153	.481				493	.251
60	HUACAPONGO	VIRU	924	3167	57	163	.912	56	152	.656	549	.247
61	CONDORCER.	SANTA	10453	3880	8	418	.220				727	.197
63	QUITARACSA	QUITARACSA	403	4660	14	872	.187				1098	.173
64	LOS CEDROS	LOS CEDROS	115	4916	9	870	.196				1175	.172
65	COLCAS	COLCAS	235	4585	14	763	.180				1076	.177
67	P.CAR(SAN)	SANTA	12005	3600	49	391	.285				673	.204
68	PARON	PARON	40	5384	19	1254	.172				1315	.166
69	LLANGANUCO	LLANGANUCO	90	4840	9	954	.164				1152	.174
70	CHANCOS	HONDA	256	4874	11	971	.201				1162	.169
71	QUEROCOCHA	QUEROCOCHA	63	4792	20	834	.223				1138	.177
72	PACHACOTO	PACHACOTO	201	4620	14	745	.180				1080	.177
73	RECRETA	SANTA	335	4567	17	299	.294				697	.222
81	S.JACINTO	NEPENA	1438	2951	47	59	.594				329	.321
83	P.CAR(CAS)	CASMA	1752	3008	43	116	.447				360	.293
86	SECTOR TUT	CASMA	1550	2900	6	117	.348				360	.293
88	P.CAR(HUA)	HUARMEY	2157	2980	39	73	.613				327	.306
90	LA RINCONA	FORTALEZA	1698	2829	11	62	.582				295	.321
92	ALPAS	PATIVILCA	4330	3616	37	333	.252				626	.208
93	ALPAS Y TA	PATIVILCA	4330	3616	9	353	.247				626	.208
94	YANAL PAM.	PATIVILCA	3300	3840	8	393	.213				743	.196
95	EL LIMAN	SUPE	964	2393	10	57	.763				151	.467
97	SURASACA	SURASACA	64	4883	10	474	.265				850	.208
104	ALCO	HUAVRA	2672	4092	11	311	.276				611	.197
107	SAYAN	HUAVRA	2830	4000	44	301	.235				582	.201
108	SAYAN	CHICO	640	1970	28	102	.514				156	.486
110	S.DOMINGO	CHANCAY	1897	4113	54	259	.368				481	.237
111	S.DOMINGO	CHANCAY	1897	4113	7	221	.299				481	.237
113	PARIACANCH	CHILLON	155	4537	10	483	.218				866	.167
114	OBRAJILLO	CHILLON	377	4392	12	386	.240				716	.202
117	P.MAGDALEN	CHILLON	1241	3554	33	224	.414				447	.256
118	P.HUARABI	CHILLON	1358	3500	27	195	.562				414	.263
141	MANCHAY	LURIN	1440	2787	22	103	.379				227	.361
143	LA CAPILLA	MALA	2136	3579	35	237	.434				401	.238
144	LA CAPILLA	MALA	2136	3579	13	214	.465				401	.238
145	TOMA IMPER	CANETE	5925	4371	41	269	.294				544	.198
146	SOCSI	CANETE	5900	4371	15	280	.509	14	253	.393	547	.198
147	CONTA	SAN JUAN	3144	3334	51	150	.728	50	139	.605	276	.331

%

148	LETRAYOC	PISCO	3500	3544	54	228	.348				446	.229
150	HUAMANI	ICA	1936	3320	25	182	.492				355	.302
166	BELLA UNIO	ACARI	3773	3440	24	116	.597				431	.297
169	P. JAQUI	YAUCA	4064	2923	20	75	.739				353	.295
174	MARIAPEREZ	MARIAPEREZ	136	4683	24	250	.418	11	308	.203	697	.228
175	CALERA	MOLLOCO	684	4798	25	433	.526	21	346	.263	699	.218
176	OSCOLLO	PANE	190	0	11	441	.242				824	.170
177	P.COLGAN	COLCASIBA.	3546	4587	19	211	.451	8	257	.324	754	.173
178	PALLCA	HUARURO	1608	4729	25	328	.278	9	253	.235	650	.221
179	BAMPUTANE	BAMPUTANE	129	4550	8	387	.305				789	.189
180	NEGROPAMPA	COLCA	7340	4684	26	249	.263				661	.195
183	AYO	COLCA	8014	4520	13	208	.335	10	225	.288	635	.201
184	ANTASALLA	ANTASALLA	60	0	10	195	.398				571	.258
186	HUATIPIA	MAJES	12426	4661	22	216	.287				561	.213
189	AYO	MAMA.TINCO	2663	4030	6	270	.207				566	.237
191	HUATIAPA	MAJES	12426	4661	11	227	.274				561	.213
206	TUMILACA	MOQUEGUA	560	3886	13	98	.407				268	.362
208	ILABAYA	TORATA	386	4150	8	108	.411				340	.327
210	PASTO GRAN	VISCACHAS	596	4767	8	138	.435				555	.190
211	CHUCARAPI	TAMBO	12251	3505	36	94	.542				342	.264
213	TACALAYA	TACALAYA	88	0	12	85	.285				371	.260
223	YABROCO	YABROCO	156	4432	10	100	.548	9	82	.185	345	.254
231	P.CAR(RAM)	RAMIS	14460	4310	19	168	.287				720	.154
232	P.CAR(HUA)	HUANCANE	3400	4230	22	168	.357	20	177	.308	747	.157
233	P.CAR(ILA)	ILAVE	7743	4315	22	150	.478				645	.166
234	P.MARAVILL	CUATA	4384	4351	20	286	.533	17	323	.410	795	.153
237	RIO VERDE	RIO VERDE	759	4630	18	460	.394	17	426	.260	868	.152
241	CHICHILLAP	CHICHILLAP	682	4480	10	85	.619				555	.190
245	FRONTERA	MAURE	1430	4502	8	72	.139	8	82(+)	.139	394	.219
246	CHALLAPALC	MAURE	300	4622	10	118	.233				412	.223
247	CHUAPALCA	MAURE	955	4607	13	110	.245				409	.217
248	VILACOTA	QUILVIRE	76	4866	14	135	.285				555	.200
251	P.CRISNEJA	CRISNEJAS	3998	3182	8	357	.254				985	.172
256	DERIV.LLAU	LLAUCANO	315	3379	12	651	.352	10	583	.310	1157	.169
259	HUANGAMARC	QDA SHUGAR	101	2839	12	480	.298	12	429(+)	.298	998	.188
261	MAYGASE.PE	MAYGASE.	113	3402	18	483	.432				1164	.173
262	ARASCORGUE	HUALGAY.	41	3311	10	668	.362	8	573	.267	1137	.179
263	CORELLAMA	LLAUCANO	598	3292	18	453	.418				1131	.168
265	HIJADERO	POMAGON	98	3469	12	551	.394				1183	.172
267	JADIBAMBA	JADIBAMBA	37	3866	8	636	.317				1301	.167
270	LA SAVILA	CHAMAYA	5800	0	11	321	.262				930	.176
271	QDA LANCHE	LANCHEMA	110	2082	7	614	.472	7	558(+)	.472	1177	.172
275	LAS JUNTAS	QUISMACH.	285	2260	7	232	.394				856	.196
276	SAUSAL	HUANCABA.	1960	2415	7	369	.421	7	330(+)	.421	938	.179
277	EL TAMBO	HUANCABA.	1997	2415	17	292	.291				936	.179
278	EL LIMON	HUANCABA.	2688	2345	8	340	.371	8	304(+)	.371	926	.180
279	YERMA	TOGRAS	232	2581	7	142	.470	6	159	.470	691	.221
280	QDA CANARI	CANARIACO	131	2775	9	533	.225				1173	.170
281	CHICHAGUA	HUANCABAMB	3454	2381	7	292	.398				913	.180
282	HUALLANILL	CHOTANO	1758	6	6	358	.322				1031	.172
292	LAJAS	CHOTANO	382	2883	27	421	.395	23	414	.304	1082	.170
322	PTE.TARUCA	TARUCA	5577	3705	15	365	.258				953	.128
323	PAUCARTAMB	PAUCARTAMB	2520	4077	7	220	.186	7	245(+)	.186	716	.162
324	PISAC	VILCANOTA	7680	4291	14	300	.351				738	.155

%

325	ANGOSTURA	ANGOSTURA	1296	4637	18	270	.377				684	.217
328	PAMPAS	PAMPAS	18861	3972	12	290	.290				816	.205
330	HUASAPAMPA	SONDONDO	2192	4267	13	210	.525				666	.292
336	R.PALLANGA	MANTARO	160	4614	9	385	.238				1148	.138
337	HUARON	HUARON	380	4610	9	305	.264	9	442	.264	1177	.133
338	CARCHUAC	CARCHUAC	600	4576	9	342	.326	9	424	.326	1096	.136
340	P.CHULEC	MANTARO	6020	4335	16	298	.286				989	.135
341	HUARI	HUARI	474	4548	8	449	.248	8	368(+)	.248	908	.150
343	P.STUART	MANTARO	9310	4350	16	298	.301				950	.136
345	PINASCOCHA	PINASCOCHA	179	4425	14	287	.339				887	.156
346	COCHAS TUN	COCHAS	470	4500	12	394	.315				900	.151
347	ANGASMAYO	CUNAS	1589	4180	11	274	.333				844	.151
349	YULAPUQUIO	LA VIRGEN	625	4486	12	306	.349				898	.150
350	PONGOR	MANTARO	27790	4190	15	298	.276				897	.136
351	QUILLON	QUILLON	1262	4382	14	275	.322				879	.149
352	VILLENA	MANTARO	18630	4300	11	313	.275				945	.134
353	CHINCHI	HUANCAV.	1491	4231	15	338	.305				800	.155
354	COBRIZA	MANTARO	27025	4215	6	272	.309				900	.136
356	HUAPA	OPAMAYO	940	4416	13	340	.268				800	.157
358	MOYA	MOYA	2874	4415	15	283	.294				846	.149
359	YANACOCHA	CONAS	970	4310	8	258	.330				867	.151
360	LA MEJORAD	MANTARO	18313	4274	17	322	.208				948	.134
368	JESUS TUNN	CAJAMAR.	804	3299	7	277	.341				1043	.173
370	NAMORA BOC	NAMORA	408	3288	8	395	.345				976	.182
375	CORANCHAY	CALLAZAS	764	0	9	87	.213				381	.235
376	ANGASMAYO	CONAS	1589	4180	14	329	.365				844	.151
377	CANIPACO	CANIPACO	437	4338	8	296	.374	7	321	.287	872	.154

CAPITULO II: 4

1ª Hipótesis de trabajo: distribución de probabilidad de D en una sección genérica X

II: 4-1. En base a lo que se ha podido constatar en investigaciones precedentes [2] [3] [4] [5] y [6], se ha admitido que el valor asumido anualmente por la escorrentía D en una sección genérica X, pueda tratarse como si fuese una variable casual distribuída según la ley logarítmico normal.

Por la propiedad de dicha ley, se ha admitido implícitamente que:

1) La función de repartición $\Phi\{D\}$ resulte unívocamente determinada cuando sean conocidos los valores asumidos por los parámetros $M\{\log D\}$ y $\sigma\{\log D\}$, coincidentes respectivamente con el valor medio y con la desviación típica media de la distribución de probabilidad de la variable $\log D$.

2) Los valores de dichos parámetros estén ligados a aquellos asumidos por el valor medio $M\{D\}$ y por el coeficiente de variación $\gamma\{D\}$ de D , mediante las relaciones:

$$M\{\log D\} = \log M\{D\} - 1.1513 \sigma^2\{\log D\} \quad (\text{II: 4-1})$$

$$\sigma^2\{\log D\} = 0.4343^2 \log_n (1 + \gamma^2\{D\}), \quad (\text{II: 4-2})$$

en las cuales los símbolos \log y \log_n indican respectivamente el logaritmo decimal y el logaritmo natural de un número.

II: 4-2. Para verificar la hipótesis se ha hecho referencia en forma preliminar a las secciones de medida en las cuales se dispone de más largo período de observaciones y de datos de observación confiables.

En particular, considerando las series estadísticas constituídas por los n valores de D registrados en cada una de dichas estaciones en el período de observación:

a) Se han dispuesto los n valores de D en orden creciente, atribuyendo al i ésimo de ellos a partir del más bajo D_i , una frecuencia acumulada $F\{D_i\}$ igual a $\frac{i}{n+1}$.

b) Se han llevado los puntos que corresponden al par de valores $(D_i; F\{D_i\})$ a un diagrama en papel de probabilidades correspondiente a la ley logarítmico normal.

Con estas consideraciones, puede verificarse en los ejemplos de las figuras II: 4-1, II: 4-2 y II: 4-3 que, como confirmación de la hipótesis, se ha constatado que, exceptuando solo unos valores extremos, para todas las series consideradas los puntos $(D_i; F\{D_i\})$ se disponen con desviaciones modestas en torno a una recta.

II: 4-3. Como se muestra a manera de ejemplo en la figura II: 4-1, habiéndose acertado que D está distribuída con buena aproximación según la ley logarítmico normal, para cada sección X :

a) Se han deducido las estimaciones \bar{D} de $M\{D\}$ y g_D de $\gamma\{D\}$.

b) Sustituyendo \bar{D} a $M\{D\}$ y g_D a $\gamma\{D\}$ en el sistema constituido por las ecuaciones II: 4-1 y II: 4-2, se han deducido las estimaciones de los parámetros $M\{\log D\}$ y $\sigma\{\log D\}$ de la distribución de probabilidad de D .

c) Se han llevado a un diagrama en papel de probabilidades correspondiente a la ley logarítmico normal tanto la serie de puntos $(D_i; F\{D_i\})$, que representa la distribución de frecuencia acumulada en la serie estadística de los n valores de D registrados en X , como la recta $P\{D\}$ que representa la estimación de $\Phi\{D\}$ que se deduce en base a la estimación de $M\{\log D\}$ y $\sigma\{\log D\}$ deducida de la misma serie.

De acuerdo a esto, se han tenido elementos objetivos para juzgar la bondad de las estimaciones \bar{D} de $M\{D\}$ y g_D de $\gamma\{D\}$ deducidas de la serie de n valores de D registrados en cada sección y para mejorar, donde sea posible, dichas estimaciones.

En efecto, como ya se ha constatado para la altura de lluvia anual h (ver párrafo I: 2-3 de la parte I), si se definen *valores extremos* respectivamente:

– El máximo valor D_n asumido por D en la sección X y los valores D_{n-1}, D_{n-2}, \dots , de D que preceden inmediatamente D_n en orden de magnitud.

– El mínimo valor D_1 asumido por D en la sección X y los valores D_2, D_3, \dots que siguen inmediatamente a D_1 en orden de magnitud.

se ha constatado que:

a) Para algunas secciones el punto $(D_n; F\{D_n\})$ y a veces los puntos $(D_{n-1}; F\{D_{n-1}\})$, $(D_{n-2}; F\{D_{n-2}\}) \dots$ ó el punto $(D_1; F\{D_1\})$ y, a veces los puntos $(D_2; F\{D_2\})$; $(D_3; F\{D_3\})$, se disponen claramente fuera del alineamiento en torno al cual se adensan todos los otros puntos $(D_i; F\{D_i\})$.

b) Para las mismas estaciones, la recta que representa la estimación $P\{D\}$ de $\Phi\{D\}$, definida en base a los valores asumidos por las estimaciones \bar{D} de $M\{D\}$ y g_D de $\gamma\{D\}$ asume a su vez una dirección sensiblemente distinta de aquella correspondiente a la dirección en torno a la cual se adensa la mayor parte de los puntos ($D_i; F\{D_i\}$).

c) La discordancia desaparece si, al deducir las estimaciones \bar{D} de $M\{D\}$ y g_D de $\gamma\{D\}$, no se tienen en cuenta uno ó más valores extremos.

Finalmente, para los efectos de la estimación $P\{D\}$ de $\Phi\{D\}$, cuando se verifiquen las condiciones mencionadas en el punto a), para mejorar las estimaciones \bar{D} de $M\{D\}$ y g_D de $\gamma\{D\}$, puede convenir deducir las mismas sin tener en cuenta uno o más valores extremos (ver cuadro II: 3-2), en cual se indican con:

- n, \bar{D}, g_D respectivamente el número total de años a disposición y las estimaciones de $M\{D\}$ y de $\gamma\{D\}$ deducidas en base a ellos.

- n^*, \bar{D}^* y g_D^* respectivamente el número de años al cual se reduce n excluyendo uno o más valores extremos y las estimaciones de $M\{D\}$ y de $\gamma\{D\}$ que se deducen de ellos.

Como es obvio, lo mismo puede decirse también para el alineamiento de los puntos ($D_i; F\{D_i\}$) que representan en el mismo diagrama en papel de probabilidades la distribución de frecuencia acumulada en las series estadísticas constituidas por valores de D registrados en secciones diferentes.

Con lo dicho, de los diagramas mostrados a manera de ejemplo en las figuras II: 4-2 y II: 4-3 se reconoce que, de acuerdo con la hipótesis 4ª del párrafo II: 2-3, se pueden distinguir grupos de cuencas hidrológicamente similares en cada una de los cuales $\gamma\{D\}$ varía de cuenca a cuenca asumiendo valores tanto más pequeños cuanto más grandes resulten a igual probabilidad los valores de D y, por lo tanto, cuanto más grande es el valor medio $M\{D\}$ de D .

CAPITULO II: 5

Hipotesis 2ª: Balance Hidrológico medio anual

A: Criterios de similitud hidrológica

II: 5-1. Tomando en consideración las cuencas impermeables de algunas regiones de la Italia Meridional e Insular y confrontando los pares de valores asumidos cuenca por cuenca por el aflujo meteórico medio anual \bar{A} y la escorrentía media anual \bar{D} registrados en todo el período de observación hidrométrica [7], se ha encontrado que:

a) \bar{D} está estrechamente correlacionado a \bar{A} , con ley de regresión \bar{D}/\bar{A} que tiene una expresión algebraica:

$$\bar{D} = a \bar{A}^{-b}$$

análoga a la (II: 2-1).

b) Si se consideran las cuencas de las diversas regiones en un unico grupo, a y b asumen valores iguales a 0.00175 y 1.8126 respectivamente.

c) Si se subdividen las cuencas en grupos distintos, de acuerdo a la región a que pertenecen, se encuentran valores de a y b que se diferencian más ó menos sensiblemente de los valores 0.00175 y 1.8126 antes mencionados y que sirven para diferenciar una región de otra.

En otras palabras, de acuerdo con el esquema introducido en el capítulo II: 2, se encuentra que \bar{D} está estrechamente ligado a \bar{A} , pero que, en el proceso que año a año lleva de A a D , intervienen junto con A , otros factores que ejercen sobre los valores asumidos por D acciones que no alcanzan a ocultar la conexión que existe entre \bar{A} y \bar{D} , pero que son suficientes para diferenciar cada grupo de cuencas del otro.

II: 5-2. Con todo lo dicho y con el objeto de definir que otros factores intervienen con peso determinante sobre el valor asumido por $M\{D\}$ en X para un valor de $M\{A\}$ asignado sobre la cuenca subtensa por X :

a) Se han tomado en cuenta los valores de la escorrentía media \bar{D} registrados en todo el período de observaciones en cada sección de medida X.

b) Se ha admitido que en el mismo período de observación sobre la cuenca subtensa por X se haya tenido un aflujo meteórico medio anual \bar{A} igual a $M\{A\}$ o, dicho con más precisión, igual a la estimación de $M\{A\}$ que se deduce en base a las conclusiones extraídas en la parte I.

c) Se ha admitido que el balance entre aflujo A y escorrentía D pueda considerarse cerrado dentro de la cuenca, en el sentido que D se debe solo al agua caída en la cuenca y que la parte de dicha agua que da lugar a escorrentía pasa íntegramente por la sección X como escorrentía D.

d) Se ha admitido que el balance entre aflujos A y escorrentías D se cierre dentro del período de observación, ya que la diferencia $M\{A\} - \bar{D} = \bar{A} - \bar{D}$ adquiera el significado físico de una pérdida media anual \bar{P} .

e) Se ha admitido que \bar{P} concida con la pérdida media anual por evapotranspiración \bar{E} .

Como es obvio, la pérdida media anual \bar{E} , de un lado no puede superar el poder evaporante de la atmósfera $\bar{E}_{atm.}$, de otro lado puede alcanzar dicho valor solo si \bar{A} es por los menos igual a $\bar{E}_{atm.}$.

En consecuencia, si se indica con \bar{E}_p , *evapotranspiración potencial media anual*, el máximo valor que puede alcanzar \bar{E} cuando la disponibilidad de agua no intervenga como factor limitante, la pérdida media anual \bar{P} no puede superar el valor máximo $\bar{P}_m = \bar{E}_p$.

Para valores de \bar{A} menores de \bar{E}_p , \bar{E} debería asumir valores menores de \bar{E}_p y crecientes a medida que al crecer \bar{A} , aumenta la disponibilidad de agua que puede estar disponible para la evapotranspiración.

Para valores de \bar{A} mayores de \bar{E}_p , la \bar{E} debería resultar independiente de \bar{A} e igual a \bar{E}_p o podría, al límite, descender a valores menores de \bar{E}_p tanto más pequeños cuanto mayor sea \bar{A} . En efecto, no se puede excluir que en las condiciones de clima en las cuales \bar{A} alcance valores tan altos, el poder evaporante de la atmósfera $\bar{E}_{atm.}$ puede reducirse y actuar como factor limitante en relación al máximo que pueda asumir la pérdida por evapotranspiración \bar{E} .

En conclusión, definiendo el balance hidrológico medio anual en una generica sección X por medio de la relación:

$$\bar{P} = \bar{A} - \bar{D} \quad (\text{II: 5-1})$$

puede ponerse:

$$\bar{P} = \bar{E}, \text{ para } \bar{A} \leq \bar{E}_p; \quad (\text{II: 5-1})'$$

$$\bar{P} = \bar{P}_m = \bar{E}_p, \quad \text{para } \bar{A} = \bar{E}_p \quad (\text{II: 5-1})''$$

$$\bar{P} \leq \bar{P}_m \leq \bar{E}_p \quad \text{para } \bar{A} > \bar{E}_p \quad (\text{II: 5-1})'''$$

Siendo \bar{P}_m el máximo valor que puede asumir \bar{P} , \bar{E} la evapotranspiración media anual y \bar{E}_p la evapotranspiración potencial media anual.

II: 5-3. Teniendo en cuenta la (II: 5-1), se ha asumido como primera hipótesis que, entre los factores casuales y locales que intervienen, junto con \bar{A} , para diferenciar el balance hidrológico medio anual entre cuencas distintas, asuma peso preponderante la temperatura media anual \bar{T} .

Para este caso, se ha admitido que \bar{P} pueda estimarse en función de \bar{A} y de \bar{T} teniendo en cuenta las fórmulas propuestas por Turc y Coutagne [8] o el ábaco de Wundt [9].

En forma concreta en base a la fórmula de Turc, se ha asumido:

$$\bar{P} = \frac{\bar{A}}{\sqrt{0.9 + \frac{\bar{A}^2}{\bar{E}_{atm.}^2}}} \quad (\text{II: 5-2})$$

$$\text{con } \bar{E}_{atm.} = 300 + 25\bar{T} + 0.005\bar{T}^3 \quad (\text{II: 5-2})'$$

con \bar{P} , \bar{A} y $\bar{E}_{atm.}$ expresados en mm y \bar{T} expresada en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

En base a la fórmula de Coutagne se ha asumido:

$$\bar{P} = \bar{A} - \lambda \bar{A}^2, \quad (\text{II: 5-3})$$

$$\text{con } \lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \bar{T}} \quad (\text{II: 5-4})$$

con \bar{P} y \bar{A} expresados en metros y \bar{T} expresado en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

En lo que se refiere al ábaco de Wundt, se ha admitido que, de acuerdo con lo propuesto por Coutagne [8], en vez de ella, se pueda utilizar la fórmula (II: 5-3) tomando para λ la siguiente expresión:

$$\lambda = 0.9808 - 0.24 \ln \bar{T}. \quad (\text{II: 5-5})$$

Con mayor precisión si se indican con \bar{A}_m y con \bar{P}_m los valores que limitan hacia arriba el campo dentro del cual, en base a la (II: 5-3) y la (II: 5-5) \bar{P} resulte función creciente de \bar{A} , se han adoptado la (II: 5-3) y la (II: 5-5) solo para $\bar{A} < \bar{A}_m$.

En cambio, para $\bar{A} > \bar{A}_m$, para la cual las formulas (II: 5-3) y (II: 5-5) suministran valores de \bar{P} menores de \bar{P}_m cada vez decrecientes al crecer \bar{A} , de acuerdo a lo que resulta del ábaco de Wundt, se ha admitido que \bar{P} resulte independiente de \bar{A} e igual a \bar{P}_m .

II: 5-4. Como es obvio, para verificar la hipótesis que \bar{P} varíe de cuenca en cuenca en función de \bar{A} y de \bar{T} ha sido necesario definir el valor de \bar{T} que caracteriza la cuenca subtensa por la sección genérica X.

A tal efecto, se han considerado los valores asumidos por \bar{T} en los termómetros instalados en el territorio confrontándolos con la cota Y en la cual está instalado cada uno de ellos.

Como resultado, de la figuras II: 5-1 y II: 5-2 se ha podido constatar que, excluyendo la parte de territorio que se encuentra al Norte de los 6° lat. Sur, \bar{T} varía en función de Y con una misma ley de regresión.

De allí se desprende que para cada cuenca se puede asumir \bar{T} igual al valor asumido por \bar{T} en un punto situado a cota igual a la altitud media \bar{Y} de la cuenca. Además para la (II: 5-2), la (II: 5-3) y la (II: 5-4) o la (II: 5-5), en todo el territorio para cuencas situadas al Sur de 6° lat. Sur, \bar{P} debería variar de cuenca a cuenca en función de \bar{A} y de \bar{Y} (figuras II: 5-3, II: 5-4 y II: 5-5).

De aquí se deduce que, con el objeto de verificar la hipótesis que \bar{P} varíe de cuenca en cuenca en función de \bar{A} y de \bar{T} , se han considerado las cuencas subtensas por las secciones de medida en funcionamiento a lo largo de la faja litoral del Pacífico, respectivamente al Norte y Sur del Río Santa (Cuencas de la Faja litoral Norte y de la faja litoral Sur) con lat. $L < 14^{\circ}$ Sur y con cada una de ellas se ha elaborado el cuadro comparatorio II: 5-1 que muestra:

– De un lado, el valor $\bar{P}(\bar{A})$, que se deduce como diferencia entre \bar{A} y \bar{D} ; del otro, los tres valores $\bar{P}(\bar{A}; \bar{T})$ que se deducen en función de \bar{A} y de \bar{T} teniendo en cuenta las formulas de Turc o de Coutagne o, con la aproximación ya indicada, el ábaco de Wundt.

Con mayor detalle, para hacer mas inmediata la comparación, procediendo en forma gráfica se han llevado a diagramas cartesianos que relacionan:

– De un lado, las dos series de puntos (\bar{A}, \bar{P}) que corresponden respectivamente a las cuencas de la faja litoral Norte y de la faja litoral Sur (figura II: 5-6).

– De otro lado, considerando separadamente lo dos grupos de cuencas, los puntos (\bar{A}, \bar{P}) que corresponden al par de valores asumidos por \bar{A} y por $\bar{P} = \bar{A} - \bar{D}$ al pasar de una cuenca a otra, y los intervalos que quedan delimitados por los puntos $(\bar{A}; \bar{P})$ que corresponden para cada cuenca al más grande y al mas pequeño de los valores de $\bar{P} = \bar{P}(\bar{A}; \bar{T})$ que se obtienen de la fórmula de Turc, de Coutagne o del ábaco de Wundt (figuras II: 5-7 y II: 5-8).

Como puede notarse en la figura II: 5-6, en cada uno de los grupos, $\bar{P} = \bar{A} - \bar{D}$ varía de cuenca a cuenca en estrecha conexión con los valores que asume \bar{A} . En consecuencia las cuencas de cada uno de dichos grupos pueden considerarse hidrológicamente similares. Pero

CUADRO II: 5-1: Cuadro comparativo de los valores \bar{P} (\bar{A} ; \bar{T}) obtenidos de las fórmulas de TURC, COU-TAGNE y WUNDT.

Cod	Estación	\bar{Y} (ms.n.m)	M(A)	\bar{P}	\bar{P} (Turc)	\bar{P} (Cout.)	\bar{P} (Wundt)
22	CORRAL	1560	811	497	647	740	667
24	BARRIOS	1600	713	440	585	667	601
40	FUCHACA	2300	663	412	531	580	541
41	POTRERILLO	2130	809	516	621	680	637
43	CARHUAQUER	2511	857	480	622	652	639
48	EL BATAN	2010	661	365	539	602	551
49	VENTANILLA	2403	685	452	539	584	550
50	LLALLAN	2765	836	522	594	607	610
51	LAS PALTAS	2971	996	539	628	617	652
52	P.CHILETE	2681	782	478	576	599	590
53	PTE MATARA	3335	910	627	558	536	583
57	SALINAR	2074	677	429	547	608	559
59	QUIRUHUAC	2550	493	340	414	453	420
60	HUACAFONGO	3167	549	397	429	445	437
61	CONDORCER.	3880	727	309	441	423	467
63	QUITARACSA	4660	1098	226	19	341	156
64	LOS CEDROS	4916	1175	305	0	304	0
65	COLCAS	4585	1076	313	101	352	227
67	P.CAR(SAN)	3600	676	282	459	447	476
68	PARON	5380	1315	61			
69	LLANGANUCO	4840	1152	198	0	316	0
70	CHANCOS	4874	1162	191	0	311	0
71	QUEROCOCHA	4792	1138	304	0	322	0
72	PACHACOTO	4620	1080	335	70	347	200
73	RECRETA	4567	697	398	294	333	346
81	S.JACINTO	2951	329	270	289	316	292
83	P.CAR(CAS)	3008	360	244	311	339	314
86	SECTOR TUT	2900	360	243	313	342	316
88	P.CAR(HUA)	2980	327	254	287	314	290
90	LA RINCONA	2829	295	233	264	290	266
92	ALPAS	3616	626	293	439	431	454
93	ALPAS Y TA	3616	626	273	439	431	454
94	YANAL PAM.	3840	743	350	450	431	476
95	EL LIMAN	2393	151	94	144	157	144
97	SURASACA	4883	850	376	55	301	98
104	ALCO	4092	611	300	384	376	408
107	SAYAN	4000	582	281	387	379	406
108	SAYAN	1970	156	54	149	163	150
110	S.DOMINGO	4113	481	222	339	340	354
111	S.DOMINGO	4113	481	260	339	340	354
113	PARIACANCH	4537	866	383	257	350	336
114	OBRAJILLO	4392	716	330	341	357	388
117	P.MAGDALEN	3554	447	223	354	367	361
118	P.HUARABI	3500	414	219	336	353	342
141	MANCHAY	2787	227	124	209	230	210
143	LA CAPILLA	3579	401	164	325	341	331
144	LA CAPILLA	3579	401	187	325	341	331
145	TOMA IMPER	4371	544	275	331	333	357

%

146	SOCSEI	4371	547	294	331	333	358
147	CONTA	3334	276	137	244	265	246
148	LETRAYOC	3544	446	218	354	367	361
150	HUAMANI	3320	355	173	302	324	306
166	BELLA UNIO	3440	431	315	349	366	355
169	P. JAQUI	2923	353	278	307	336	310
174	MARIAPEREZ	4683	697	389	254	318	309
175	CALERA	4798	699	353	205	304	255
176	OSCOLLO		824	383			
177	P. COLGANTE	4587	754	497	274	335	337
178	PALLCA	4729	650	397	249	308	296
179	BAMPUTANE	4550	789	402	279	343	345
180	NEGROPAMPA	4684	661	412	262	315	312
183	AYO	4520	635	410	312	332	354
184	ANTASALLA		571	376			
186	HUATIAPIA	4661	561	345	279	306	315
189	AYO	4030	566	296	378	372	397
191	HUATIAFA	4661	561	334	279	306	315
206	TUMILACA	3886	268	170	229	247	233
208	ILABAYA	4150	340	232	267	281	275
210	PASTO GRAN	4767	555	417	252	293	286
211	CHUCARAPI	3505	342	248	289	309	293
213	TACALAYA		371	286			
223	YABROCO	4432	345	263	256	268	267
231	P. CAR (RAM)	4310	720	552	361	367	404
232	P. CAR (HUA)	4230	747	570	380	381	422
233	P. CAR (ILA)	4315	645	495	356	357	391
234	P. MARAVILL	4351	795	472	345	370	400
237	RIO VERDE	4630	868	442	210	337	295
241	CHICHILLAP	4480	555	470	315	324	346
245	FRONTERA	4502	394	312	271	282	287
246	CHALLAPALC	4622	412	294	265	279	284
247	CHUAPALCA	4607	409	299	266	279	284
248	VILACOTA	4866	555	420	222	282	244
251	P. CRISNEJA	3182	985	628	596	576	623
256	DERIV. LLAU	3379	1157	574	578	562	620
259	HUANGAMARC	2839	998	569	644	642	668
261	MAYGASB. PE	3402	1164	681	573	558	615
262	ARASCORGUE	3311	1137	564	593	573	631
263	CORELLAMA	3292	1131	678	597	576	634
265	HIJADERO	3469	1183	632	555	547	602
267	JADIBAMBA	3866	1301	665	390	479	474
270	LA SAVILA		930	609			
271	QDA LANCHE	2082	1177	619	784	845	819
275	LAS JUNTAS	2260	856	624	638	687	655
276	SAUSAL	2415	938	608	664	698	685
277	EL TAMBO	2415	936	644	663	698	684
278	EL LIMON	2345	926	622	664	705	685
279	YERMA	2581	691	532	535	569	546
280	QDA CANARI	2775	1173	640	695	691	727
281	CHICHAGUA	2381	913	621	656	694	676
282	HUALLANILL		1031	673			

%

292	LAJAS	2883	1082	668	660	651	688
322	PTE. TARUCA	3705	953	588	501	481	539
323	PAUCARTAMB	4077	716	471	407	396	440
324	PISAC	4291	738	438	365	372	410
325	ANGOSTURA	4637	684	414	273	323	326
328	PAMPAS	3972	816	526	438	424	475
330	HUASAPAMPA	4267	666	456	367	365	402
336	R. FALLANGA	4614	1148	763	12	350	159
337	HUARON	4610	1177	735	0	351	140
338	CARCHUAC	4576	1096	672	91	354	222
340	P. CHULEC	4335	989	691	301	386	384
341	HUARI	4548	908	540	233	351	321
343	P. STUART	4350	950	652	308	381	387
345	PINASCOCHA	4425	887	600	298	367	373
346	COCHAS TUN	4500	900	506	261	357	343
347	ANGASMAYO	4180	844	570	389	398	440
349	YULAPUQUIO	4486	898	592	268	359	349
350	PONGOR	4190	897	599	380	401	438
351	QUILLON	4382	879	604	318	372	387
352	VILLENA	4300	945	632	331	388	404
353	CHINCHI	4231	800	462	378	387	427
354	COBRIZA	4215	900	628	372	398	432
356	HUAPA	4416	800	460	324	362	384
358	MOYA	4415	846	563	314	365	381
359	YANACOCKA	4310	867	609	346	382	409
360	LA MEJORAD	4274	948	626	340	392	411
368	JESUS TUNN	3299	1043	766	587	564	619
370	NAMORA BOC	3288	976	581	579	555	606
375	CORANCHAY		381	294			
376	ANGASMAYO	4180	844	515	389	398	440
377	CANIPACO	4338	872	551	336	378	401

el vínculo entre $\bar{P} = \bar{A} - \bar{D}$ y \bar{A} es significativamente distinto cuando se pasa de las cuencas de la faja litoral Norte, con valores de \bar{Y} mediamente menores y, en consecuencia, con valores de \bar{T} mediamente mayores, a las cuencas de la faja litoral Sur, con valores de \bar{Y} mediamente mayores y, en consecuencia, con valores de \bar{T} mediamente menores.

En otras palabras, de acuerdo con la hipótesis hecha, se encuentra que \bar{T} tiene peso determinante sobre la relación que existe entre los valores asumidos por \bar{P} y por \bar{A} en cuencas hidrológicamente similares.

En efecto, de acuerdo a lo dicho, comparando las figuras II: 5-7 y II: 5-8 se reconoce que, sin tener en cuenta diferencias que se presenten entre los valores de $\bar{P} = \bar{P}(\bar{A}; \bar{T})$, según se utilice para la misma cuenca una u otra de las fórmulas de Turc, Coutagne o el ábaco de Wundt, teniendo en cuenta, además de \bar{A} , también \bar{T} , a iguales valores de \bar{A} , se acusan valores diferentes de $\bar{P} = \bar{P}(\bar{A}; \bar{T})$ según que la cuenca pertenezca a la faja litoral Norte ó a la faja litoral Sur.

De otro lado, los valores de $\bar{P} = \bar{P}(\bar{A}; \bar{T})$ resultan generalmente siempre mayores de aquellos $\bar{P} = \bar{P}(\bar{A})$ deducidos de los datos hidrométricos como diferencia entre \bar{A} y \bar{D} . Además las diferencias entre $\bar{P}(\bar{A}; \bar{T})$ y $\bar{P} = \bar{A} - \bar{D}$ son en general muy grandes para poder ser aceptadas.

En consecuencia, volviendo al esquema ya introducido, se debe presumir que en la deficiencia del balance hidrológico medio anual al pasar de un grupo de cuencas a otro intervengan, junto con \bar{A} y \bar{T} , también otros factores.

II: 5-5. Con el objeto de definir los otros factores que junto con \bar{T} , tienen influencia sobre la relación existente entre \bar{P} y \bar{A} , se han vuelto a tomar los esquemas introducidos en el párrafo II: 5-3, y en analogía a lo realizado en investigaciones precedentes [2] [3] [5] [6] siempre en forma esquemática, se ha admitido que:

1) La pérdida media anual por evapotranspiración \bar{E} pueda ser estimada con mayor aproximación subdividiendo el año hidrológico en una *estación húmeda* y en una *estación seca* y calculando \bar{E} como suma de las *pérdidas medias por evapotranspiración* \bar{E}_u y \bar{E}_s que se verifican respectivamente en cada una de dichas estaciones.

2) \bar{E}_u y \bar{E}_s puedan ser estimada prescindiendo de la modalidad con la cual la lluvia y la pérdida por evapotranspiración se repartan en el tiempo de una sola estación.

Como consecuencia de la hipótesis 2 se extrae que:

a) Si se indican con \bar{A}_u el aflujo meteórico medio en la estación húmeda y con U la *capacidad de almacenamiento hídrico del terreno* ó el máximo volumen de agua que, almacenado en el terreno, puede ser sucesivamente utilizado en los procesos de evapotranspiración, \bar{E}_u alcanza el máximo \bar{E}_{pu} (*pérdida media potencial por evapotranspiración en la estación húmeda*) solamente si el *exceso hídrico medio en la estación húmeda* $\bar{A}_u - \bar{E}_{pu}$ supera ó es al menos igual a U (si $\bar{A}_u \geq \bar{E}_{pu} + U$).

b) Si se indican con \bar{A}_s el aflujo meteórico medio en la estación, \bar{E}_s resulta igual a $\bar{v} + \bar{A}_s$, siendo \bar{v} el volumen de agua almacenado en el terreno al final de la estación húmeda que precede: y alcanza el valor $\bar{v} + \bar{A}_s$ cuando sean $\bar{E}_u = \bar{E}_{pu}$ y $\bar{v} + \bar{A}_s$ el valor máximo \bar{g}_{ps} (*pérdida media potencial por evapotranspiración en la estación seca*) solamente si el déficit hídrico medio en la estación seca $\bar{E}_{ps} - \bar{A}_s$ resulta menor de U (si $\bar{A}_s > \bar{E}_{ps} + U$).

Finalmente en adición a las hipótesis 1 y 2, se admite que:

3) En la estación húmeda se tengan lluvias suficientes para que las pérdidas medias por evapotranspiración \bar{E}_u , alcancen el máximo valor \bar{E}_{pu} y para que al final de la estación húmeda la capacidad hídrica del terreno este todavía completamente disponible.

4) En la estación seca las pérdidas medias por evapotranspiración \bar{E}_s nunca podrían superar el valor $\bar{A}_s + U$, alcanzando dicho valor solo si aquella no superase \bar{E}_{ps} y teniendo como máximo \bar{E}_{ps} en caso contrario.

5) En el año, \bar{E} no podría en ningún caso superar el valor $\bar{E}_{pu} + \bar{A}_s + U$, alcanzando dicho valor solo si aquella superase \bar{E}_{ps} y teniendo como máximo el valor \bar{E}_{ps} en caso contrario.

En todo caso, para lo que nos interesa, habiendo admitido que \bar{P} coincida con \bar{E} , en el balance hidrológico medio anual de la cuenca subtensa por una genérica sección, además de \bar{A} y \bar{T} deberían tener peso influyente sobre el valor asumido por \bar{P} , también las leyes con las cuales \bar{A} y \bar{T} se reparten en los diferentes períodos del año.

En consecuencia, refiriéndose a la altura media de lluvia anual \bar{h} y a la temperatura media anual T en los diferentes puntos de la cuenca, en el caso que la temperatura media varíe poco de mes a mes, de acuerdo con el esquema introducido en la parte I, debería tener peso influyente el valor asumido en las diversas zonas por el índice de desuniformidad $\frac{\bar{h}_4}{\bar{h}}$,

relación entre la altura media de lluvia \bar{h}_4 en el cuatrimestre de mayor pluviosidad y la altura media de lluvia anual \bar{h} .

II: 5-6. Como es obvio, con el fin de verificar el fundamento de las conclusiones extraídas en el párrafo II: 5-4, ha sido necesario en forma preliminar definir los criterios de similitud hidrológica que permitan estimar $\bar{P} = \bar{E}$ como suma de las dos componentes \bar{E}_u y \bar{E}_s y, en detalle, como suma ó de \bar{E}_{pu} y de $\bar{A}_s + U$ ó de \bar{E}_{pu} y de \bar{E}_{ps} .

Se ha alcanzado el fin adoptando criterios de analisis regional similares a aquellos seguidos en la parte I para deducir la estimación del aflujo meteorico medio anual A sobre una cuenca, partiendo de las informaciones suministradas por los datos pluviométricos a disposición.

Con mayor precisión, partiendo de los datos recogidos en los termoplúviómetros instalados en las diferentes parte del territorio se ha logrado:

I: Estimar las perdidas medias anuales por evapotranspiración en los puntos en los cuales se han instalado los termoplúviómetros (ver cuadro II: 5-2).

II: Dividir el territorio en zonas climáticas en cada una de las cuales, desde un punto de vista estadístico, sea posible admitir que \bar{E} varía de punto a punto en función de la lluvia media anual \bar{h} , con ley $\bar{E}(\bar{h})$ que varía de zona a zona y que, como tal, sirve para caracterizar cada zona.

CUADRO II: 5-2: Estimación de las pérdidas anuales por evapotranspiración en los puntos donde se dispone de información termo-pluviométrica.

Cod.	Lat.	\bar{Y}	\bar{T}	\bar{h}	\bar{E}_p	$\bar{E}_p + \bar{h}_2$	\bar{h}_2/\bar{h}	I
1	.07	300	25.0	2742	1376	1373.9	.50	.99
7	2.22	200	25.6	3499	1475	1474.7	.40	1.37
14	3.20	101	25.6	3023	1468	1467.9	.46	1.06
18	3.30	138	25.0	232	1386	231.6	.93	.83
20	3.34	149	25.1	384	1402	384.2	.90	.73
21	3.37	85	24.0	176	1252	175.5	.93	.86
22	3.40	130	25.9	3023	1526	1526.3	.49	.98
26	3.45	122	25.8	2922	1506	1506.4	.46	.94
27	3.45	100	26.1	2180	1559	1531.1	.49	.40
28	3.45	126	26.2	2954	1583	1496.8	.56	.87
30	3.48	106	26.0	238	1536	237.7	.88	.85
31	3.49	150	26.3	3210	1592	1591.7	.52	1.02
34	3.54	84	26.5	2755	1640	1639.7	.44	.68
35	3.54	84	27.4				.40	.10
39	4.00	800	25.5	2819	1455	1454.8	.41	.94
42	4.14	300	26.7	3492	1665	1665.2	.51	1.10
43	4.16	295	21.3	84	997	84.0	.96	.92
44	4.24	427	24.3	523	1280	412.4	.94	.59
48	4.27	5	23.7	52	1229	52.4	1.00	.96
50	4.28	174	25.1	3464	1383	1383.5	.45	1.50
66	4.38	2709	12.8	1191	655	495.3	.82	.82
71	4.39	180	24.5				.40	.10
76	4.42	90	24.0	205	1262	204.9	.96	.84
81	4.45	980	22.2	311	1059	311.0	.83	.71
82	4.45	250	24.5	244	1325	244.2	.95	.82
90	4.50	138	25.3	2401	1423	1422.7	.49	.69
92	4.51	103	23.0				.40	.10
95	4.52	135	25.3				.40	.10
101	4.55	3010	10.3				.40	.10
105	4.57	80	25.1	252	1411	251.6	.99	.82
119	5.05	240	24.7	3063	1324	1324.2	.41	1.31
120	5.06	95	24.5				.30	.10
124	5.08	1324	21.5				.40	.10
129	5.11	165	24.6	254	1328	254.0	.97	.81
132	5.13	110	25.0				.40	.10
133	5.14	12	23.2				.40	.10
134	5.14	1552	18.7	489	841	448.1	.73	.42
140	5.19	1860	17.3	1115	781	780.3	.50	.43
148	5.28	760	25.0	930	1369	900.5	.58	.32
153	5.34	2100	14.1	966	686	498.4	.82	.41
156	5.36	522	25.3	647	1419	647.0	.56	.54
158	5.38	421	26.6				.40	.10
160	5.42	740	24.7	808	1336	807.7	.55	.40
163	5.43	1610	19.1	1180	856	785.5	.61	.38
164	5.45	115	23.7	237	1225	214.4	.97	.81
169	5.55	2220	15.2	904	714	676.1	.56	.27
177	5.52	1800	24.6		1311		.40	.10
178	5.52	190	22.8				.40	.10
179	5.52	184	26.4	2113	1618	1507.0	.57	.31

%

183	5.55	184	25.4	2036	1438	1416.2	.54	.42
190	5.59	167	23.6	197	1216	197.1	.98	.84
192	6.04	848	22.1				.40	.10
193	6.02	860	22.6	1353	1096	1039.2	.56	.23
194	6.02	150	26.0	2472	1542	1498.4	.58	.60
203	6.13	2263	14.9	837	706	600.2	.71	.18
207	6.18	1648	19.1	1683	858	818.4	.64	.96
208	6.21	195	25.5	2121	1450	1430.5	.54	.46
215	6.23	2450	13.6	951	674	602.9	.66	.41
216	6.23	1200	17.6	1117	794	698.7	.69	.41
222	6.26	2400	15.3	931	718	599.6	.78	.30
224	6.27	2200	14.7	784	700	594.4	.69	.12
225	6.27	835	22.9				.40	.10
226	6.28	1200	18.9	815	850	653.5	.75	.04
230	6.30	2100	15.8				.40	.10
231	6.31	356	26.0	1241	1543	1198.6	.54	.20
233	6.33	2410	15.6				.40	.10
238	6.37	2000	17.4	676	787	591.0	.67	.14
239	6.39	600	24.9				.40	.10
244	6.38	330	25.8	1079	1508	1078.7	.48	.28
248	6.41	2600	14.7				.40	.10
253	6.43	2720	13.9				.40	.10
258	6.46	3510	7.5				.40	.10
260	6.47	85	22.8				.40	.10
265	6.49	2850	11.2	1252	623	580.4	.75	1.01
267	6.49	3600	6.6	1090	545	517.6	.71	1.00
274	6.52	2620	13.6	895	672	526.1	.82	.33
278	6.54	3500	7.9				.40	.10
285	6.42	890	22.7				.40	.10
288	7.01	312	26.0	934	1546	934.3	.52	.40
289	7.02	3150	10.3	1211	604	548.9	.74	1.00
295	7.08	314	25.3	1543	1425	1292.1	.61	.08
296	7.08	2620	15.1	729	710	511.3	.83	.03
297	7.09	500	25.2				.40	.10
298	7.10	2000	18.1				.40	.10
299	7.10	2536	13.8				.40	.10
309	7.15	450	22.4	96	1082	96.2	.98	.91
315	7.17	2224	15.6	921	726	510.9	.84	.27
316	7.17	328	25.3	1629	1414	1338.4	.54	.15
320	7.20	2254	17.9	695	805	534.8	.88	.14
321	7.20	134	26.6	1651	1648	1492.3	.54	.00
323	7.22	2650	14.4	522	693	345.4	.93	.25
338	7.29	1330	20.2	241	917	240.7	.93	.74
342	7.31	2630	14.6	940	698	503.7	.86	.35
344	7.32	2040	18.7				.40	.10
347	7.37	2783	14.9	932	706	542.4	.81	.32
352	7.48	1874	17.0				.40	.10
353	7.49	3220	12.0	921	638	482.3	.82	.44
359	7.54	2620	13.1	449	662	371.1	.86	.32
371	8.08	3129	12.0	572	639	396.4	.85	.10
372	8.11	512	24.6	2355	1322	1315.4	.62	.78
376	8.16	3180	11.9	759	637	472.8	.82	.19
378	8.17	3250	11.1	619	620	425.3	.90	.00
380	8.22	154	26.3	1902	1603	1397.5	.68	.19

%

384	8.26	544	24.3	3617	1278	1278.5	.61	1.83
385	8.30	270	25.4	1970	1436	1344.9	.61	.37
389	8.34	3192	11.3	365	625	302.5	.91	.42
393	8.45	542	24.0	3273	1234	1234.2	.53	1.65
394	8.48	1386	25.0	140	1370	139.6	.98	.90
396	8.50	4275	4.5	1579	528	481.9	.80	1.99
397	8.50	3500	11.5	804	626	392.2	.95	.29
398	8.51	3281	10.7				.40	.10
399	8.52	4700	5.8	809	537	358.3	.93	.51
404	8.56	350	25.4	2019	1440	1310.5	.68	.40
407	9.03	295	25.0	5175	1371	1371.3	.68	2.77
408	9.03	2205	16.5	373	753	331.5	.94	.51
414	9.08	670	23.8	2937	1222	1221.8	.61	1.40
417	9.11	890	22.9	3268	1124	1124.5	.54	1.91
418	9.13	2488	17.3				.40	.10
424	9.21	2748	16.4	731	752	478.4	.90	.03
426	9.26	419	21.5				.40	.10
427	9.32	3091	13.5	739	671	439.7	.92	.10
428	9.33	3429	10.6	704	610	465.8	.83	.15
436	9.43	3955	7.2	844	556	372.8	.93	.52
437	9.43	3394	10.9	756	617	415.6	.94	.23
439	9.45	3750	9.2	922	584	463.9	.87	.58
445	9.47	3363	8.7	458	578	328.6	.95	.21
446	9.48	1859	20.7	394	947	393.6	.92	.58
451	9.53	3260	9.7	1161	594	538.4	.76	.95
454	9.55	2600	15.2	1767	715	653.4	.83	1.47
464	10.54	750	22.7	2429	1105	1047.8	.76	1.20
469	10.07	4030	6.1	767	537	370.6	.93	.43
470	10.08	2064	18.9	492	849	446.7	.85	.42
471	10.09	3350	11.0	714	619	395.5	.96	.15
475	10.18	300	25.5	3326	1455	1452.1	.73	1.29
476	10.20	2600	14.9				.40	.10
480	10.26	3100	13.4	793	671	486.4	.84	.18
484	10.28	3350	10.6	582	613	346.1	1.00	.05
489	10.31	4400	3.8	957	526	439.8	.83	.82
493	10.34	1800	17.2	1425	780	709.5	.78	.83
494	10.34	4100	7.7	946	562	476.3	.80	.68
499	10.36	4100	5.7	819	535	453.2	.82	.53
502	10.38	1050	20.9	3095	960	960.0	.73	2.22
508	10.40	3631	8.9	520	582	355.8	.93	.11
512	10.41	4333	4.1	963	524	466.4	.80	.84
536	10.48	4400	4.0	896	527	408.3	.90	.70
539	10.49	307	25.2				.40	.10
555	10.54	960	22.7	1422	1107	960.0	.72	.28
557	10.55	4080	5.7	919	534	432.1	.93	.72
559	10.55	2990	11.3	560	626	340.4	.99	.11
562	10.57	365	25.0	1812	1376	1144.7	.78	.32
576	11.06	310	20.2	4	929	3.5	1.00	.10
579	11.08	1700	16.9	190	772	130.6	.98	.75
580	11.08	800	23.3	2032	1162	1129.6	.62	.75
581	11.08	470	19.6	7	889	7.3	.96	.99
583	11.09	395	26.2	1086	1573	930.1	.81	.31
591	11.13	485	19.4	6	883	5.6	.89	.99
595	11.15	700	23.7				.40	.10

%

597	11.16	2820	11.0				.40	.10
602	11.22	250	17.1	72	776	71.5	.99	.91
603	11.21	345	25.0	1645	1369	1122.2	.78	.20
608	11.24	4413	4.2	1164	527	439.9	.89	1.21
612	11.25	3050	12.4	374	646	357.1	.87	.42
614	11.27	350	18.8	17	851	16.6	.66	.98
615	11.27	2942	13.1	427	665	264.6	1.04	.36
621	11.30	3750	9.4	585	595	437.5	.85	.02
642	11.43	3300	11.0	916	620	481.6	.88	.48
646	11.45	3410	11.5	664	626	413.7	.99	.06
655	11.50	2378	15.2	277	717	242.9	1.06	.61
663	11.57	850	18.3				.40	.10
668	11.59	566	18.4	5	830	5.1	.98	.99
680	12.03	3605	8.9				.40	.10
693	12.08	3154		312	615	222.6	.40	.49
717	12.24	3260	11.2				.40	.10
719	12.26	4390	4.1				.40	.10
720	12.27	2871	13.9	491	685	279.1	1.05	.28
728	12.29	2700	16.8				.40	.10
743	12.35	256	25.9	2128	1524	1314.3	.80	.40
757	12.46	3250	9.3	827	586	439.1	.92	.41
765	12.53	950		991	1237	813.9	.40	.20
769	12.56	2628		529	811	403.9	.40	.35
776	13.02	4487	4.7	961	508	416.1	.98	.89
783	8.17	660	23.5	3154	1185	1088.8	.72	1.66
785	13.04	4404	5.0	850	527	385.3	.97	.61
788	13.05	900		3784	1189	1188.8	.40	2.18
790	13.06	4685	4.1	1000	521	401.3	.96	.92
794	13.09	2761	16.6	594	756	411.6	.96	.21
796	13.09	2761	17.8	550	803	418.1	.93	.31
803	13.13	4356	4.3	998	522	381.0	.94	.91
804	13.13	4520	2.9	765	512	383.0	.97	.49
810	13.16	3246		562	619	287.4	.40	.09
835	13.32	3399	12.5	754	648	400.6	1.05	.16
850	13.38	2377	18.1	613	812	433.9	.94	.25
851	13.39	2944		644	651	446.4	.40	.01
865	14.05	398	20.1				.40	.10
878	14.22	3639	11.3	931	624	422.4	.98	.49
903	14.41	3950	10.4	582	603	375.2	1.01	.03
905	14.42	3213	11.0	397	620	232.9	1.00	.36
910	14.46	3919		534	577	382.1	.40	.07
912	14.47	3915		796	565	412.4	.40	.41
913	14.47	3971	6.6	688	530	366.9	1.04	.30
915	14.50	3900		748	559	292.3	.40	.34
921	14.56	3980	7.7	746	552	353.5	1.08	.35
925	14.59	3310	10.7				.40	.10
926	15.01	3200	11.4	449	626	222.8	.98	.28
930	15.04	2817	13.1	458	662	173.6	1.01	.31
932	15.08	3880	9.7	618	590	375.2	.99	.05
938	15.12	2683	15.3				.40	.10
942	15.15	3296	10.2	302	599	218.4	1.00	.50
955	15.22	3892		669	613	422.8	.40	.09
958	15.23	3881		918	588	456.7	.40	.56
962	15.25	4524	3.1				.40	.10

%

967	15.28	3824	9.2	572	568	364.1	1.04	.01
968	15.29	3810	8.0	589	548	327.4	1.03	.07
985	15.38	3651	9.5				.40	.10
987	15.38	3860	7.8	801	557	384.7	1.00	.44
995	15.43	3000	12.9	232	657	192.5	.97	.65
1008	15.50	2900	10.9	181	618	164.8	1.03	.71
1009	15.50	4436	2.5	587	408	314.5	1.03	.44
1011	15.52	3875	9.5	684	584	358.3	1.03	.17
1013	15.53	3825	8.1	606	562	335.3	1.01	.08
1026	16.09	4015	4.3				.40	.10
1030	16.13	3875		817	590	424.9	.40	.39
1048	16.34	3809	8.1	698	551	391.2	.94	.27
1056	16.44	4045		547	539	337.6	.40	.02
1076	17.10	1412	18.3				.40	.10
1089	17.28	3068	11.7				.40	.10
1092	17.31	4600		360		305.1	.40	.10
1106	18.02	458	18.0				.40	.10
1109	16.24	2330	14.2	104	688	104.0	1.01	.85
1163	14.03	4250		936	531	427.8	.40	.76
1202	5.01	180	25.6	2729	1470	1469.5	.51	.86
1204	6.14	1834	15.2	793	715	571.8	.74	.11
1209	11.15	656	24.8	1715	1342	1200.7	.69	.28
1219	5.04	200	26.1	2589	1550	1549.9	.47	.67

I: Estimación de $P \equiv E$ en un punto

II: 5-7. En base al esquema introducido en el párrafo II:5-4 si se indican con \bar{h}_u y con \bar{h}_s las partes de la altura media de lluvia anual \bar{h} que corresponden respectivamente a la estación húmeda y a la estación seca, es posible explicar la pérdida media anual por evapotranspiración en un punto por medio de las relaciones:

$$\bar{E} = \bar{E}_{pu} + \bar{h}_s + U \text{ para } \bar{h}_s + U \leq \bar{E}_{ps} \quad (\text{II: 5-5}')$$

$$\bar{E} = \bar{E}_{pu} + \bar{E}_{ps} = \bar{E}_p \text{ para } \bar{h}_s + U \geq \bar{E}_{ps} \quad (\text{II: 5-5}'')$$

y asumir $\bar{E} - U$ como característica climática del punto.

Con esta premisa, en base a lo constatado en experiencias precedentes [2] [3], se han asumido como estimaciones confiable de \bar{E}_{pu} , de \bar{E}_{ps} y, de \bar{E}_p los valores que se deducen de la fórmula de THORNTHWAITE. En efecto, como se sabe, esta toma en cuenta lluvias y temperaturas medias mensuales y, en consecuencia, además de los valores asumidos por \bar{h} y por \bar{T} , tiene en cuenta también de la mayor o menor uniformidad con la cual lluvia y temperatura media anual se reparten entre los diversos períodos del año.

II: 5-8. Como es evidente, prescindiendo de la mayor o menor confiabilidad de la fórmula de THORNTHWAITE para dar una estimación exacta de \bar{E} , en cada termoplúviómetro la estimación de \bar{E} acusaría errores que podrían cometerse, por defecto de muestreo, al estimar los valores medios mensuales de la temperatura y de la altura de lluvia. En consecuencia, la diferencia que se encuentra entre la estimación de \bar{E} deducida para dos termoplúviómetros

distintos puede ser, al menos en parte, debida a diferentes errores cometidos en la estimación de \bar{E} y, como tal, puede no ser significativa.

De otro lado, es lícito admitir que, sustituyendo \bar{h} por \bar{A} , los diagramas de la figuras II: 5-3, II: 5-4 y II: 5-5, dan, desde un punto de vista cualitativo, información útil en relación a la ley con la cual, al variar la cota \bar{Y} , la pérdida $\bar{P} = \bar{E}$ varíe de punto a punto en función de \bar{h} . En consecuencia, de acuerdo a lo que indican dichos diagramas, si fuesen validas las conclusiones extraídas al final del párrafo II: 5-4, a iguales valores del índice de desuniformidad de la lluvia $\frac{\bar{h}_4}{\bar{h}}$ y siempre y cuando se excluya el campo de valores más bajos de \bar{h} , al pasar

de un punto a otro, a igual cota \bar{Y} , para variaciones también sensibles de \bar{h} , la pérdida \bar{E} variaría solo poco.

De aquí se deduce que, si se consideran dos subzonas pluviométricas diferentes a las cuales corresponde el mismo valor del índice de desuniformidad de la lluvia, pero en cada una de las cuales \bar{h} varía en función de la cota Y con ley diferente una de otra, a menos que la diferencia entre los valores asumidos por \bar{h} a iguales cota Y en las subzonas no sea muy grande, a igual cota Y la pérdida media anual \bar{E} asume en las dos zonas valores que difieren poco una de otra. En detalle, al pasar de una a otra zona, a iguales valores de Y , pueden tenerse diferencias de \bar{E} que entran en el orden de magnitud de los errores que pueden cometerse por defecto de muestreo al estimar \bar{E} .

En otras palabras, desde un punto de vista estadístico, las dos subzonas resultan diferentes en lo que se refiere a la ley de variación de \bar{h} en función de Y , pero pueden considerarse similares cuando se consideren las variaciones de \bar{E} en función de Y .

Naturalmente esto no ocurre cuando, aún en la hipótesis de un mismo valor del índice de desuniformidad de la lluvia, al pasar de una a otra subzona las diferencias que se encuentran entre los valores asumidos por \bar{h} a igual cota Y resulten importantes.

II: División del territorio en zonas climáticas y estimación de $\bar{P} \equiv \bar{E}$

II: 5-9. En base a lo dicho en el párrafo II: 5-6, se han deducido los valores asumidos de un lado por \bar{E}_{pu} y \bar{E}_{ps} y, por lo tanto, o por $\bar{E} - U \equiv \bar{E}_{pu} + \bar{A}_s$ o por $\bar{E} \equiv \bar{E}_{pu} + \bar{E}_{ps}$, del otro por \bar{h} en los puntos en los cuales se han instalado los termopluviómetros tomados en consideración.

De esta manera, llevando a un diagrama cartesiano los puntos que corresponden a los pares de valores asumidos por \bar{h} y por $\bar{E} - U$ o por \bar{h} y por $\bar{E} \equiv \bar{E}_p$ en los diferentes puntos, se ha reconocido que:

1) Sin contar los termopluviómetros instalados en la zona Amazónica, resulta siempre $\bar{E} = \bar{E}_{pu} + U + \bar{A}_s < \bar{E}_p$.

2) En el campo de valores de \bar{h} considerados, la pérdida \bar{E} varía en función de \bar{h} con ley similar a la que se obtiene de las formulas de Turc, de Coutagne y del ábaco de Wundt.

3) Es posible subdividir el territorio en zonas climáticas (ver plano 2 del anexo B), en cada una de las cuales $\bar{E} - \bar{U}$ o \bar{E} , para $\bar{E} \equiv \bar{E}_p$, varía de punto a punto en función de \bar{h} , con ley de regresión que varía de zona a zona y que, en consecuencia, sirve para caracterizar cada una de estas (ver figuras de II: 5-9 a II: 5-18 y cuadro II: 5-3).

4) De acuerdo con lo que se concluye en el párrafo II: 5-4, la repartición del territorio en zonas climáticas, así obtenida, concuerda con la modalidad con la cual el coeficiente de desuniformidad de la lluvia $\frac{\bar{h}_4}{\bar{h}}$ varía de una a otra zona del territorio.

5) como ya se ha constatado en investigaciones precedentes [2], la división en zonas climáticas concuerda con aquella de zonas y sub-zonas pluviométricas hechas en la parte I,

CUADRO II: 5-3 - Ley de regresión para cada una de las zonas climáticas

GRUPO	$\bar{E} - U = f(\bar{h})$	$\bar{E} = f(\bar{h})$
1	$\bar{E} - U = 21.19 \bar{h}^{0.455}$	-
2	$\bar{E} - U = 171.48 \bar{h}^{0.158}$	-
3	$\bar{E} - U = 6.48 \bar{h}^{0.603}$	-
4	$\bar{E} - U = 22.71 \bar{h}^{0.424}$	-
5	$\bar{E} - U = 100.22 \bar{h}^{0.223}$	-
6	a) $\bar{E} - U = 40.39 \bar{h}^{0.355}$ b) $\bar{E} - U = 9.77 \bar{h}^{0.552}$	-
7	$\bar{E} - U = 55 \bar{h}^{0.355}$	-
8	-	-
9	-	$\bar{E}_p = 1500$
10	-	$\bar{E}_p = 1500 - 0.083 \bar{h}$
A	-	-

en el sentido que descontando alguna excepción, la línea de demarcación entre una zona climática y la otra coincide con la línea de demarcación entre dos zonas pluviométricas o entre dos subzonas pluviométricas.

De acuerdo a todo lo dicho, ha sido posible deducir los valores asumidos por $\bar{E} - U$ en las cuencas subtensas por las estaciones de medida ubicadas fuera de la zona Amazónica.

En efecto, en la hipótesis que la superficie S de la cuenca caiga integralmente dentro de una sola zona climática y de una sola subzona pluviométrica, se pueden asumir:

- \bar{A} igual a la estimación $M\{A\}$ que se deduce en base a las conclusiones extraídas en la parte I.

- $\bar{E} - U$ igual al valor de $\bar{E} - U$ que se deduce para $\bar{h} \equiv \bar{A}$ de la ley de regresión de $\bar{E}_p - U$ sobre \bar{h} que caracteriza la zona climática en la cual recae la cuenca.

Cuando la superficie S se extiende o sobre una única zona climática, pero sobre varias sub-zonas pluviométricas o sobre varias zonas climáticas, basta considerar separadamente las partes ΔS que recaen contemporaneamente en una única zona climática y en única sub-zona pluviométrica, deducir $\bar{E} - U$ para cada una de dichas partes ΔS y asumir como valor de $\bar{E} - U$ sobre toda la superficie S la media ponderal de los valores de $\bar{E} - U$ que corresponden a las

diversas partes ΔS , asumiendo como peso para cada uno de dichos valores la relación $\frac{\Delta S}{S}$

entre la superficie de la parte de la cuenca a la cual se refiere y la superficie total de la cuenca.

Como resulta del cuadro II: 5-4, como confirmación de la adaptabilidad de la fórmula de THORNTHWAITÉ para estimar correctamente \bar{E}_{pu} y \bar{E}_{ps} , deduciendo U como diferencia entre el valor $\bar{P} \equiv \bar{E}$ que se obtiene para cada cuenca como diferencia entre \bar{A} y \bar{D} y el valor $\bar{E} - U$, se encuentran valores de la capacidad de almacenamiento hídrico del terreno U que tienen orden de magnitud siempre aceptable y que, además, varían de cuenca a cuenca de acuerdo a la variación del tipo de vegetación.

B: Repartición del territorio en grupos de cuencas hidrológicamente similares y verificación de la 2^{da} hipótesis

II:5-10. Como se ha visto, los criterios de similitud hidrológica ilustrados en los párrafos que preceden permiten deducir una estimación confiable de $M\{D\}$ también para cuencas que recaen en zonas del territorio en las cuales faltan datos hidrométricos.

CUADRO II: 5-4: Capacidad de almacenamiento hídrico del terreno U, teniendo en cuenta la variación del tipo de vegetación.

CODIGO	ESTACION	U
22	Corral del Med.	51
40	Puchaca	11.6
43	Carhuaquero	20.6
48	El Batán	23.3
52	Pte. Chilete	46.9
60	Huacapongo	48.5
88	Pte. Carretera (Huarney)	0
49	Ventanillas	63.3
51	Las Paltas	52.6
57	Salinar	53.1
53	Pte. Matara	125.9
251	Pte. Crisnejas	119.3
261	Maygasbamba Pte.	157.2
265	Hijadero	107.5
267	Jadibamba	132.1
271	Lanchema	95.1
275	Las Juntas	130.2
276	Sausal	105.2
277	El Tambo	141.1
278	Limón	118.7
281	Chichagua	154.7
338	Carhuacayán	202.2
345	Pinascocha	168.9
347	Angasmayo	149.5
359	Yanococha	192.7
351	Quillón	154.5
358	Moya	154.5
352	Villena	192.1
350	Pongor	167.8
245	Frontera	58.3
246	Challapalca	24.3
247	Chuapalca	30.2
211	Chucarapi	29.6
213	Tacalaya	30.3
233	Yabroco	18.1
237	Rio Verde	37.9
323	Paucartambo	62.1
324	Pisac	39.6
325	La Angostura	38.1
330	Huasapampa	85.5
234	Pte. Maraví	63
353	Chinchi	47.5
356	Huapa	65.8
94	Yanapampa	3.8
104	Alco	12.6
107	Sayán	5.2
113	Pariacancha	11.5
114	Obrajillo	13.8
118	Pte. Huarabi	6.7
145	Toma Imperial	12.5

Para las otras zonas, sin embargo, más que a recurrir a dichos criterios de similitud hidrológica, en campo aplicativo se puede estimar $M\{D\}$ directamente en función del valor asumido por $M\{A\}$ deducido con los criterios ilustrados en la parte I.

En efecto, del análisis de los datos hidrométricos tomados en las diferentes secciones de medida, se ha constatado que resultan hidrológicamente semejantes entre ellas, no solo las cuencas subtensas que recaen en una misma zona climática, si no, en particulares condiciones morfológicas, también cuencas que se extienden sobre dos zonas climáticas contiguas (cuencas de la faja litoral Sur y del Mantaro).

De acuerdo a lo expuesto:

1) Indicando como de costumbre con \bar{D} la estimación de $M\{D\}$ deducida de los datos hidrométricos para cada sección de medida X , y con $M\{A\}$ el aflujo meteórico medio anual sobre la cuenca subtensa por X , para cada grupo de cuencas similares se ha deducido la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$.

2) Se ha admitido que dicha ley valga también para representar la ley de variación de $M\{D\}$ en función de $M\{A\}$ para todas las cuencas que recaen en la zona a la cual pertenecen las cuencas subtensas por secciones de medida que han sido tomadas en cuenta para deducirlas.

Finalmente, hecha la excepción de la zona Amazónica, se ha subdividido el territorio en zonas *con cuencas hidrológicamente similares* y se ha suministrado para cada una de ellas la ley con la cual $M\{D\}$ varía en función de $M\{A\}$.

II: 5-11. Las zonas con cuencas hidrológicamente similares se han listado en el cuadro II: 5-5, en el cual vienen especificadas las cuencas que recaen en cada una de ellas y la ley con la cual dentro de cada una, $M\{D\}$ varía en función de $M\{A\}$.

En forma general las líneas de demarcación entre una y otra coinciden con las líneas de demarcación entre dos zonas climáticas contiguas.

Hacen excepción las zonas de cuencas de la faja litoral Sur y de las cuencas del Mantaro, que, como se ve en la figura II: 5-19, están separadas una de otra por la línea divisoria entre la zona andina y la faja litoral y que comprende en la parte alta respectivamente una u otra parte de la zona climática que tiene por medio dicha línea divisoria.

II: 5-12. Como resulta de las figuras de II: 5-20 a II: 5-26, para cada zona se ha llevado a un diagrama en papel logarítmico los puntos que corresponden a los pares de valores asumidos por \bar{D} y por $M\{A\}$ para las diferentes secciones de medida que recaen dentro de la zona y, como puede notarse, en cada caso la serie de puntos ($M\{A\}$; \bar{D}), se disponen con desviaciones modestas en torno a una recta.

En consecuencia, de acuerdo con la 2da. hipótesis introducida en el capítulo II - 2, para cada zona es legítimo asumir:

$$\bar{D} = a M\{A\}^b,$$

y, admitiendo que dicha ley indique también como dentro de la zona $M\{A\}$ varía en función de $M\{D\}$,

$$M\{D\} = \alpha M\{A\}^\beta.$$

II: 5-13. Como puede notarse en la figura II: 5-27, en las sub-cuencas que recaen en la parte más alta de la cuenca del Santa sobre la vertiente occidental de la Cordillera Blanca, se tienen valores de \bar{D} que resultan sensiblemente mayores de aquellos que se deducirían, a iguales valores de $M\{A\}$ de la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$ válida para las cuencas de la faja litoral situada inmediatamente al Norte, ó de la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$ válida para las cuencas de la faja litoral situada inmediatamente al Sur.

Viceversa, los pares de valores asumidos por \bar{D} y por $M\{A\}$ en las sub-cuencas a la derecha del alto Santa mejor se adaptan a la ley de regresión de \bar{D} sobre $M\{A\}$ deducida,

CUADRO II: 5-5: Zonas con cuencas hidrológicamente similares y ley con la cual dentro de cada una M{D} varía en función de M{A}

GRUPO	ESTACIONES	$\gamma\{A\} = f(M\{A\})$	$M\{D\} = f(M\{A\})$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = f(M\{A\})$	$\gamma\{D\} = f(M\{D\})$
1	22; 24; 40; 41; 43; 48; 49; 50; 51; 52; 57; 59; 60; 81; 83; 86; 88; 90	$\gamma\{A\} = 6.81 \cdot M\{A\}^{-0.533}$	$M\{D\} = 0.0088 \cdot M\{A\}^{1.5696}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 1.320 \cdot e^{-0.000925 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 4.43 \cdot M\{D\}^{-0.455}$
2	53; 251; 256; 261; 262; 263; 265; 267; 270; 271; 275; 276; 277; 278; 279; 280; 281; 292; 322; 368; 370; 259	$\gamma\{A\} = 1.414 \cdot M\{A\}^{-0.303}$	$M\{D\} = 0.00025 \cdot M\{A\}^{2.0564}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 4.153 \cdot e^{-0.00170 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 6.307 \cdot M\{D\}^{-0.511}$
3	92; 93; 94; 95; 97; 104; 107; 108; 110; 111; 113; 114; 117; 118; 141; 143; 144; 145; 146; 148; 150	$\gamma\{A\} = 10.57 \cdot M\{A\}^{-0.618}$	$M\{D\} = 0.3325 \cdot M\{A\}^{1.0736}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 1.696 \cdot e^{-0.00216 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 50.32 \cdot M\{D\}^{-0.895}$
4	336; 337; 338; 340; 341; 343; 345; 346; 347; 349; 350; 351; 352; 354; 358; 359; 360; 376; 377	$\gamma\{A\} = 4.19 \cdot M\{A\}^{-0.495}$	$M\{D\} = 0.0412 \cdot M\{A\}^{1.3074}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 3.015 \cdot e^{-0.011 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 62.64 \cdot M\{D\}^{-0.933}$
5	166; 169; 174; 175; 176; 177; 178; 179; 180; 183; 184; 186; 189; 191	$\gamma\{A\} = 21.53 \cdot M\{A\}^{-0.719}$	$M\{D\} = 0.0011 \cdot M\{A\}^{1.9159}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 4.784 \cdot e^{-0.00410 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 17.06 \cdot M\{D\}^{-0.737}$
6	234; 237; 323; 324; 325; 328; 330; 353; 356	$\gamma\{A\} = 0.862 \cdot M\{A\}^{-0.257}$	$M\{D\} = 0.000591 \cdot M\{A\}^{1.9758}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 10.035 \cdot e^{-0.00296 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 65.08 \cdot M\{D\}^{-0.919}$
7	206; 208; 210; 211; 213; 223; 231; 232; 233; 241; 245; 246; 247; 248; 375	$\gamma\{A\} = 19.86 \cdot M\{A\}^{-0.738}$	$M\{D\} = 0.720 \cdot M\{A\}^{0.8276}$	$\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = 1.263 \cdot e^{-0.000409 M\{A\}}$	$\gamma\{D\} = 50 \cdot M\{D\}^{-1.00}$
8	61; 63; 64; 65; 67; 68; 69; 70; 71; 72; 73		$M\{D\} = 0.000563 M\{A\}^{2.0224}$		$\gamma\{D\} = 6.31 \cdot M\{D\}^{-0.520}$

para valores de $M\{A\}$ más bajos, para las cuencas de la faja litoral situadas al sur de 14° de latitud Sur (ver figura II: 5-27).

La anomalía que se encuentra para las sub-cuencas de la margen derecha del Alto Santa puede, por lo tanto, explicarse por el hecho que, como para las cuencas al Sur de 14° de latitud Sur, áreas apreciables de la superficie se encuentran a cotas superiores a los 5000 m s.n.m., donde imperan los glaciares y nevados permanentes.

Con lo expuesto, para evidenciar la diferencia entre las sub-cuencas del Santa y aquellas situadas al Sur de 14° de latitud Sur, se han llevado a un diagrama $M\{A\}$; \bar{P} :

- De un lado, los puntos que corresponden a los pares de valores asumidos por $M\{A\}$ y por $\bar{P} = M\{A\} - \bar{D}$ en los dos grupos de cuencas.

- Del otro lado, las curvas que representan las leyes de variación de \bar{P} en función de \bar{A} , que se deducen, para cuencas de altitud media \bar{Y} del mismo orden de magnitud de aquellas que se consideran, por las formulas (II: 5-3), (II: 5-4) y (II: 5-5), propuestas por el mismo Coutagne para interpretar el ábaco de Wundt.

Como puede observarse, confirmando lo determinado por Coutagne y otros autores puede distinguirse un valor \bar{A}_m al cual corresponde un valor máximo \bar{P}_m de \bar{P} , y:

- Para las cuencas al Sur de 14° de latitud Sur, con valores de \bar{A} por encima de \bar{A}_m al pasar de una a otra cuenca, \bar{P} tiende primero a crecer y despues a decrecer, pero con variaciones muy modestas que mantienen oculta la amplitud de las desviaciones de muestreo.

- Para las cuencas de la margen derecha del Alto Santa, con valores de \bar{A} claramente mayores de \bar{A}_m , \bar{P} asume valores que prescindiendo de las desviaciones de muestreo, tienden en forma decidida a disminuir cuando crece \bar{A} , hasta descender a aproximadamente 60 mm para $\bar{A} = 1315$ mm (ver figura II: 5-28).

II. 5-14. La estimación de $M\{D\}$, confiable para todas las cuencas que recaen a lo largo de la faja litoral ó en el altiplano, resulta menos confiable cuando nos referimos a cuencas que recaigan con el total de la superficie ó con notable parte de superficie a lo largo de la vertiente Amazónica de la Cordillera ó en el llano amazónico.

En efecto, si se excluyen los escasos datos hidrométricos recogidos en algunas subcuencas del Huallaga, que de otro lado no resultan muy confiables, en dichas zonas faltan datos hidrométricos.

En consecuencia se podría obtener una estimación de $M\{D\}$ solamente estimando la pérdida por evapotranspiración \bar{E} con la fórmula de THORNTHWAITE y deduciendo el valor de $M\{D\}$ como diferencia entre $M\{A\}$ y \bar{E} . Pero ya se ha visto que:

a) En la parte I para amplias zonas de la vertiente amazónica de la cordillera y del llano amazónico, por falta ó por escasez de datos pluviométricos, ya resultaría prácticamente imposible deducir una estimación confiable de $M\{A\}$.

b) De otro lado, donde se tengan datos pluviométricos y termométricos, por falta de datos hidrométricos, resulta prácticamente imposible verificar la adaptabilidad de la fórmula de THORNTHWAITE para estimar la pérdida \bar{E} al igual de lo que se ha hecho para las otras zonas del territorio.

CAPITULO II: 6

Hipótesis 3^{ra} y 4^{ta}: Balance hidrológico en un año

A: Criterios de similitud hidrológica

II: 6-1. Como se ha visto en el capítulo II:5, en cada cuenca, la red hidrográfica, la vegetación, la capacidad de almacenamiento hídrico del terreno, influenciándose mutuamente, se

adaptan con el tiempo a las características climáticas de la zona en la cual recae la cuenca y, en consecuencia, la pérdida media anual $M\{P\}$ y la escorrentía media anual $M\{D\}$ resultan estrechamente correlacionadas al aflujo meteórico medio anual $M\{A\}$.

Se ha visto también, que entre los factores que caracterizan el clima de una zona para los efectos del balance hidrológico de la cuencas que en ella recaen, además del aflujo meteórico medio anual $M\{A\}$, intervienen con peso preponderante la temperatura media anual $M\{T\}$ y las modalidades con las cuales $M\{A\}$ y $M\{T\}$ se reparten entre los diferentes periodos del año.

Naturalmente el aflujo meteórico anual A , la temperatura media anual T y el porcentaje según el cual A y T se reparten entre los diversos periodos del año varían sensiblemente de año a año.

En consecuencia, el balance hidrológico de cada cuenca se desarrolla cada año en condiciones distintas de aquellas medias a las cuales han terminado con el adaptarse la red hidrográfica, la vegetación, la capacidad de almacenamiento hídrico del terreno.

En detalle, las desviaciones porcentuales que pueden verificarse entre A y $M\{A\}$ resultan a igual probabilidad cada vez mayores al pasar de climas más húmedos a climas más áridos.

De aquí se deduce que el esquema introducido para interpretar los procesos que determinan el balance hidrológico medio anual de una cuenca, mal se adaptan para interpretar los procesos que determinan el balance hidrológico de la cuenca en cada año. En detalle no es legítimo admitir que el balance entre aflujos meteóricos sobre la cuenca y escorrentías que pasan por la sección terminal se cierre dentro de cada año hidrológico, ni que se pueda prescindir de las modalidades con las cuales lluvia y temperatura se reparten dentro de la estación húmeda y de la estación seca.

Como comprobación de lo que se ha dicho, están los resultados de investigaciones realizadas de investigaciones realizadas en el pasado, teniendo en consideración cuencas para las cuales era posible conocer los valores asumidos año por año y mes por mes por los aflujos meteóricos, temperaturas medias en la cuenca y escorrentías en la sección terminal [2] [3].

En base a los datos a disposición, en efecto, para cada una de dichas cuencas ha sido posible deducir año por año dos estimaciones diferentes de la pérdida anual P . La primera estimación ha sido deducida como diferencia $A - D$ entre el aflujo meteórico anual A y la escorrentía anual D . La segunda estimación ha sido deducida admitiendo que P coincida con la pérdida por evapotranspiración anual E y admitiendo que la formula de THORNTHWAITE permita también deducir año por año E como suma de las pérdidas por evapotranspiración E_u y E_s correspondientes respectivamente a la estación húmeda y la estación seca.

Con esta premisa, considerando los pares de valores asumidos año por año respectivamente por $P = A - D$ y A y por E y A , ha sido posible deducir y confrontar la ley de regresión P/A de P sobre A , por $P = A - D$, y la ley de regresión E/A de E sobre A .

Así se ha constatado que, extendiendo al balance hidrológico, relativo a los años aislados el esquema y las hipótesis introducidas para el balance hidrológico medio anual, se deducen como estimaciones de la pérdida anual, valores de E que se apartan de la pérdida efectiva $P = A - D$, con desviaciones que:

- Para cada cuenca resultan tanto mayores cuanto más A se aparta de $M\{A\}$.
- A iguales valores de $A - M\{A\}$ resultan practicamente idénticas para cuencas que pertenezcan a una misma zona climática pero varían cuando se pasa a cuencas de una zona climática diferente.

Con mayor precisión, a iguales valores de $A - M\{A\}$ el error porcentual que puede cometerse estimando E con criterios de similitud hidrológica análogos a los introducidos para el balance hidrológico medio anual va disminuyendo a medida que crece $M\{A\}$, cuando se pasa de una cuenca a otra dentro de una misma zona climática, ó al crecer los valores dentro de los cuales puede variar $M\{A\}$, cuando para un grupo de cuencas pertenecientes a una zona de clima más arido se pase a un grupo de cuencas que pertenecen a una zona climática más húmeda.

Finalmente, de acuerdo con lo dicho, al aumentar $M\{A\}$ se tiene que:

a) Siempre se restringe más el campo de valores dentro de los cuales A puede variar porcentualmente al pasar de un año a otro.

b) Las condiciones que se determinan al verificarse A, se apartan siempre menos de aquellas medias, en las cuales la red hidrográfica, la vegetación y capacidad de almacenamiento hídrico se han ido adaptando con el tiempo.

c) En consecuencia, el esquema introducido para interpretar el balance hidrológico medio anual de la cuenca se presta siempre mejor para interpretar también el balance entre aflujos y escorrentías que puedan verificarse en un año aislado.

II: 6-2. En efecto, al diferenciar los valores que P puede asumir al pasar de un año a otro en determinadas condiciones de clima asumen peso preponderante las desviaciones que se puedan verificar año por año entre A y su valor medio $M\{A\}$.

En consecuencia:

en cada cuenca la pérdida P resulta estrechamente correlacionada a A.

Al pasar de una cuenca a otra, a igualdad de condiciones climáticas, P varía en función de A con ley de regresión única.

Lo dicho vale también si el campo de valores dentro del cual pueden recaer a igual probabilidad A y P varía de una cuenca a otra en función del valor asumido por $M\{A\}$.

De aquí se deriva que, si se indica con ρ el coeficiente de correlación entre A y P, la desviación típica $\sigma\{D\}$ de $D = A - P$ resulta ligada a $\sigma\{A\}$ y a $\sigma\{P\}$, desviaciones típicas de A y P respectivamente, por la relación:

$$\sigma^2\{D\} = \sigma^2\{A\} + \sigma^2\{P\} - 2\rho\sigma\{A\}\sigma\{P\}. \quad (\text{II: 6-1})$$

En consecuencia, dividiendo el 1º y 2º miembro por $M^2\{D\}$ resulta:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma^2\{D\}}{M^2\{D\}} = \gamma^2\{D\} &= \frac{\sigma^2\{A\}}{M^2\{A\}} \left(\frac{M\{A\}}{M\{D\}}\right)^2 + \frac{\sigma^2\{P\}}{M^2\{P\}} \left(1 - \frac{M\{D\}}{M\{A\}}\right)^2 \left(\frac{M\{A\}}{M\{D\}}\right)^2 + \\ &- 2\rho \frac{\sigma\{A\}\sigma\{P\}}{M\{A\}M\{P\}} \left(1 - \frac{M\{D\}}{M\{A\}}\right) \left(\frac{M\{A\}}{M\{D\}}\right)^2 = \left(\frac{M\{A\}}{M\{D\}}\right)^2 \left\{ \gamma^2\{A\} + \right. \\ &\left. + \left[\left(1 - \frac{M\{D\}}{M\{A\}}\right) \gamma^2\{P\} - 2\rho\gamma\{A\}\gamma\{P\} \right] \left(1 - \frac{M\{D\}}{M\{A\}}\right) \right\} \end{aligned} \quad (\text{II: 6-2})$$

Finalmente, dado que al crecer $M\{A\}$, tanto $\frac{M\{A\}}{M\{D\}}$, como $\frac{1 - M\{D\}}{M\{A\}}$ disminuyen tendiendo respectivamente a 1 y a 0, el coeficiente de variación $\gamma\{D\}$, siempre mayor que $\gamma\{A\}$, varía en función de $\gamma\{A\}$ con valores que tienden a coincidir con $\gamma\{A\}$ al crecer $M\{A\}$. En consecuencia de acuerdo con la hipótesis 3ª introducida en el capítulo II: 2 es lícito admitir que dentro de un grupo de cuencas hidrológicamente similares, al pasar de una cuenca a otra la relación $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}}$ varíe en función inversa de $M\{A\}$ tendiendo a 1 al crecer $M\{A\}$.

Por lo tanto, según lo dicho en el capítulo II: 2 de acuerdo con la hipótesis 4ª introducida en el mismo capítulo, es legítimo también admitir que en un grupo de cuencas hidrológicamente similares, $\gamma\{D\}$ varíe de cuenca en cuenca en función del valor asumido por $M\{D\}$ asumiendo un valor tanto más pequeño cuanto más grande es $M\{D\}$.

II: 6-3. Como es obvio, los criterios de similitud hidrológica que vienen citandose, pueden ser útiles para estimar el valor asumido por $\gamma\{D\}$ en una generica sección X, solamente si en la zona climática o en las zonas climáticas en las cuales recae la cuenca subtensa por X,

existan estaciones hidrométricas. En efecto solo en tal caso, como se verá en los párrafos que siguen de la comparación entre los datos hidrométricos tomados en las cuencas subtensas por dichas estaciones de medida es posible definir la ley con la cual, en la zona climática o en las zonas climáticas en las cuales recae la cuenca subtensa por X, la relación $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}}$ varía en función de $M\{A\}$ o, más directamente de $M\{D\}$.

Para la zonas en las cuales falten datos hidrométricos, así como ocurre en el llano amazónico, en analogía con lo dicho en el capítulo II: 5 para el balance hidrológico medio anual y para la estimación de $M\{D\}$, debe recurrirse a criterios de similitud hidrológica que permitan utilizar al máximo las pocas informaciones que sean suministradas por medio de los datos tomados en los pluviómetros y termopluviómetros instalados en la zona. En particular en base a los criterios de similitud deducidos en base a las conclusiones de las investigaciones mencionadas en el párrafo II: 6-1 se debería:

1) Deducir las leyes de regresión sobre A de P y de $D = A - P$, asumiendo que la pérdida P coincida año por año con la pérdida por evapotranspiración E.

2) Estimar los parámetros que definen la función de repartición $\Phi\{D\}$ de D en base a los valores asumidos por parámetros que definen la ley de regresión de D sobre A.

B: Verificación de las hipótesis 3^a y 4^a

II: 6-4. Con el fin de verificar las hipótesis 3^a y 4^a, indicando respectivamente con $M\{A\}$ y $\gamma\{A\}$, las estimaciones del valor medio y del coeficiente de variación de A deducidos con los criterios ilustrados en la primera parte, y con \bar{D} y g_D las estimaciones de $M\{D\}$ y $\gamma\{D\}$ deducidos de los datos hidrométricos recogidos en cada sección de medida, se han considerado separadamente los grupos de cuencas hidrológicamente similares definidos en el capítulo precedente II: 5, tomando en cuenta el balance hidrológico medio anual, y para cada uno de dichos grupos se han llevado:

a) En una primera serie de diagramas en papel logarítmico, los puntos correspondientes a los pares de valores asumidos cuenca por cuenca respectivamente por $M\{A\}$ y $\gamma\{A\}$ y por $M\{A\}$ y g_D (ver *diagramas a* de las figuras de II: 6-1 a II: 6-7).

b) En una segunda serie de diagramas en papel semilogarítmico los puntos correspondientes a los pares de valores asumidos cuenca por cuenca por $M\{A\}$ y por $\frac{g_D}{\gamma\{A\}} - 1$ (ver *diagramas b* de las figuras de ii: 6-8 a II: 6-14).

c) En una tercera serie de diagramas en papel logarítmico los puntos correspondientes a los pares de valores asumidos cuenca por cuenca por \bar{D} y por g_D (ver *diagramas c* de las figuras de II: 6-15 a II: 6-21).

II: 6-5. Como puede verificarse, considerando los grupos en que recae un mayor número de cuencas y en los cuales $M\{A\}$ y $M\{D\}$ varían dentro de rangos suficientemente amplios (cuencas de la faja litoral Norte y de la faja litoral Sur):

- De la serie de *diagramas a* se tiene una primera verificación gráfica de la 3^a hipótesis, en el sentido que la diferencia entre g_D y $\gamma\{A\}$ para cada valor de $M\{A\}$ vayan poco a poco disminuyendo al crecer $M\{A\}$.

- De los *diagramas b*, además de una verificación gráfica de la 3^a hipótesis, se ha confirmado que la ley de variación de $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1$ en función de $M\{A\}$ pueda llevarse a una expresión algebraica del tipo especificado en la (II: 2-2).

- De los *diagramas c* además de una verificación gráfica de la hipótesis 4ª, queda confirmado que la ley de variación de $\gamma\{D\}$ sobre $M\{D\}$ pueda llevarse a una expresión algebraica del tipo especificado en la (II: 2-3).

De otro lado para el grupo de cuencas tomadas en consideración en los diagramas a, b, c se puede admitir que:

I) La ley de $\gamma\{A\}$ en función de $M\{A\}$ pueda precisarse introduciendo en la ecuación $\gamma\{A\} = \gamma' M\{A\}^{-\delta'}$ las constantes que aparecen en la expresión algebraica de la recta que en el mismo *diagrama a* fué asumida para interpolar los puntos ($M\{A\}$; $\gamma\{A\}$) (recta de regresión de $\gamma\{A\} / M\{A\}$) (ver cuadro II: 5-5).

II) La ley de variación de $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1$ en función de $M\{A\}$ pueda ser precisada introduciendo en la ecuación $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1$ las constantes que aparecen en la expresión algebraica de

la recta que en el *diagrama b* fué asumida para interpolar los puntos ($M\{A\}$; $\frac{g_D}{\gamma\{A\}} - 1$)

(recta de regresión de $\frac{g_D}{\gamma\{A\}} - 1/M\{A\}$) (ver cuadro II: 5-5);

III) La ley de variación de $\gamma\{D\}$ en función de $M\{D\}$ pueda precisarse introduciendo en la ecuación $\gamma\{D\} = \gamma \cdot M\{D\}^{-\delta}$ las constantes que aparecen en la expresión algebraica de la recta que en el *diagrama c* fué asumida para interpolar los puntos (D ; g_D) (recta de regresión de g_D/D) (ver cuadro II: 5-5).

II: 6-6. En efecto, si para cada grupo de cuencas hidrológicamente semejantes se admite que:

- $M\{D\}$ varía en función de $M\{A\}$ con ley $M\{D\} = \alpha M\{A\}^\beta$ y con valores de las constantes α y β especificadas en el capítulo II: 5.

- $\gamma\{A\}$ varía en función de $M\{A\}$ con ley $\gamma\{A\} = \gamma' M\{A\}^{-\delta'}$ y con valores de las constantes γ' y δ' deducidos con los criterios ilustrados en el punto I precedente.

- $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1$ varía en función de $M\{A\}$ con ley $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1 = \mu e^{-\nu M\{A\}}$ con valores de

las constantes μ e ν deducidos con los criterios ilustrados en el punto precedente II.

- Para el mismo grupo de cuencas se mantendría unívocamente determinada también la ley con la cual $\gamma\{D\}$ varía en función de $M\{D\}$.

En detalle, dicha ley debería llevarse a una expresión de tipo $\gamma\{D\} = \varepsilon \cdot M\{D\}^{-\zeta} \cdot [1 + n(\lambda^i \cdot M\{D\})]$ con valores de las constantes ε , ζ , n , λ , i unívocamente determinados por los valores asumidos por α y β por γ' y δ' y por μ y ν .

Pero, representando dicha ley, en el *diagrama c* se reconoce que prácticamente ella coincide con una ley logarítmica del tipo $\gamma\{D\} = \gamma M\{D\}^{-\delta}$, con los valores de las constantes γ y δ iguales a aquellos que se deducen con las elaboraciones ilustradas en el punto III.

Con esta premisa, al definir la ley de regresión de $\gamma\{A\}/M\{A\}$, de $\frac{g_D}{\gamma\{A\}} - 1/M\{A\}$ y de

g_D/\bar{D} se ha tenido en cuenta la interdependencia que, por lo dicho, existe entre la ley representativa de cada una de ellas.

De otro lado se ha tenido en cuenta que para cada una de las secciones de medida consideradas, la recta $\Phi\{D\}$, que representa en papel probabilístico la función de repartición de D correspondiente a las estimaciones de $M\{D\}$ y de $\gamma\{D\}$ obtenida como conclusión de las

sucesivas elaboraciones, debe adaptarse, en lo que sea posible, a interpolar la serie de puntos (D; F{D}) que en el mismo diagrama representa la distribución de frecuencia acumulada F{D} de la serie estadística constituida por los valores de D registrados en la sección.

Las condiciones antes descritas, han permitido deducir la ley de variación de $\gamma\{A\}$ en función de $M\{A\}$, de $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}} - 1$ en función de $M\{A\}$ y de $\gamma\{D\}$ en función de $M\{D\}$, también para los grupos de cuencas en los cuales los diagramas a, b, c, no hubieran resultado significativos ó por el escaso número de cuencas que recaen en el grupo considerado por cada uno de ellos o por que en las cuencas consideradas $M\{A\}$ varía dentro de un campo de valores muy restringido.

II: 6-7. Un caso especial lo constituyen las cuencas en las cuales los glaciares o nevados ocupan una superficie importante.

En efecto, en estas la presencia de glaciares y nevados ejerce un efecto de regulación sobre las escorrentías D en la sección terminal y, en consecuencia, a iguales $\gamma\{A\}$, lleva a valores que respecto a las otras cuencas tienen una sensible disminución con respecto a los valores asumidos por el coeficiente de variación $\gamma\{D\}$.

Esto aparece evidente en la figura II: 6-22 en la cual en un diagrama en papel logarítmico se llevan:

- Como abcisa $\frac{S_g}{S}$ los porcentajes de superficie de cuenca ocupadas por glaciares ó nevados [1] y como ordenadas los valores asumidos por la relación $\frac{g_D}{\gamma\{A\}}$.

En efecto, como puede observarse, los puntos $\left(\frac{S_g}{S}; \frac{g_D}{\gamma\{A\}}\right)$ se disponen con desviaciones modestas en torno a una recta que puede ser asumida como representante de la ley de variación de $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}}$ en función de $\frac{S_g}{S}$.

Además, se puede admitir que dicha ley valga en cada caso cuando, en cuencas de pequeña superficie, la altitud media \bar{Y} supera los 4.500 m s.n.m.

En efecto, como puede observarse en la misma figura II: 6-22, considerando los valores asumidos por $\frac{g_D}{\gamma\{A\}}$ en las secciones de medida que subtienden cuencas de superficie S menores de 500 km² y con altitud media $\bar{Y} > 4.500$ m s.n.m. y admitiendo que en cada una de dichas $\frac{S_g}{S}$ oscilen alrededor de 1%, se encuentran condiciones representadas por puntos que se adensan con desviaciones modestas en torno a la recta que representa la ley de variación de $\frac{\gamma\{D\}}{\gamma\{A\}}$ en función de $\frac{S_g}{S}$ (puntos marcados con cuadrados negros).

II: 6-8. Como es obvio, por efecto de todos los otros factores que intervienen junto con \bar{A} en el balance hidrológico, las variaciones que se pueden tener, a igual $M\{D\}$ entre el valor asumido por $\gamma\{D\}$ en grupos diferentes de cuencas hidrológicamente semejantes, resultan menores de aquellos que se encuentran entre los valores que $\gamma\{h\}$ puede asumir, a igual $M\{h\}$, en zonas pluviométricas distintas.

De acuerdo a lo dicho, si se confrontan las leyes de variación de $\gamma\{h\}$ en función de $M\{h\}$ ó los valores de $\gamma\{h\} = \text{constante}$ asumidos en la parte I para caracterizar las diferentes

zonas pluviométricas, se encuentra que al pasar de zona a zona a iguales valores de $M\{h\}$ pueden tenerse diferencias de $\gamma\{h\}$ que son en todo caso modestas.

De aquí se desprende que, si se excluyen los casos particulares de los cuales se ha hecho mención en el párrafo II: 6-7 que precede (ver figuras II: 6-23 y II: 6-24), con buena aproximación antes que a la ley de variación de $\gamma\{D\}$ en función de $M\{D\}$ deducida para cada grupo particular de cuencas hidrológicamente semejantes, se puede hacer referencia a una ley única válida para cualquier grupo de cuencas y para cualquier cuenca (ver figura II: 6-25).

Al mismo tiempo, es válido extender dicha ley a las cuencas que recaen en aquellas zonas en las cuales, como para el llano amazónico, por falta de datos hidrométricos, no se ha podido definir la ley particular.

PARTE II - B

POSIBILIDAD DE REGULACION
DE LAS ESCORRENTIAS DISPONIBLES
EN UNA GENERICA SECCION X

CAPITULO II: 7

Curvas de posibilidad de regulación

Simbología y definiciones:

II: 7-1. Al igual de lo que se ha dicho para las escorrentías que afluyen al reservorio, también los volúmenes de agua suministrados y la capacidad útil de embalse del reservorio vienen medidos en milímetros de lámina de agua uniformemente distribuida sobre la proyección horizontal S de la superficie de la cuenca.

De acuerdo a esto, se admite que, siempre que sea posible, los volúmenes de agua suministrados por el reservorio se adecuen a la demanda de los diferentes usos para los cuales está destinada el agua.

En consecuencia, tomando los símbolos ya introducidos en el prefacio, se denomina con:

- E , sea la demanda total anual de agua del sistema hídrico servido por el reservorio; ó también el volumen de agua suministrado año por año por este (suministro anual);
- E_j , la fracción de E , en el mes j con $1 \leq j \leq 12$;
- $E/12$, la demanda o el suministro medio mensual que corresponde a E ;
- c_j , la relación $\frac{E_j}{E/12}$ entre demanda y suministro en el mes j y demanda ó suministro medio mensual;

- $[c]$, el diagrama en el cual se representa como varía c_j al pasar de un mes a otro.

Se admite, también, que la demanda pueda mantenerse satisfecha aún cuando el volumen de agua que pueda ser suministrado por el reservorio resulte en cualquier año menor que E , siempre y cuando la máxima deficiencia que se pueda verificar respecto a E una vez cada T años con un riesgo prefijado r , no supere un determinado porcentaje « p ».

En consecuencia, se indican con:

- $E_{\min} = E(1-p)$, el valor mínimo al cual puede descender el suministro anual una vez cada T años con un riesgo r .

- $[c]$, el diagrama que especifica como E_{\min} va repartido entre los sucesivos meses del año, con el compromiso que en los años en los cuales el suministro se reduciese a E_{\min} dicho diagrama podría también diferir de aquel $[c]$ que corresponde a E (ver párrafo 7 del prefacio).

Con los símbolos ya adoptados en el prefacio, se denomina a:

- D , la escorrentía anual que llega al reservorio.
- D_j , la fracción de D el mes j .
- $M\{D\}$ y $M\{D_j\}$, los valores medios de D y de D_j .
- D_2, D_3, D_4 , la escorrentía media anual en un bienio, en un trienio, en un cuatrienio.
- ${}_{T,r}D, {}_{T,r}D_2, {}_{T,r}D_3, {}_{T,r}D_4$, los valores mínimos a los cuales D, D_2, D_3, D_4 pueden descender mediamente una vez cada T años con un riesgo r .
- $[{}_{T,r}D]$ el diagrama que representa como D_j varía de mes a mes en el año en el cual D descende al valor ${}_{T,r}D$.
- $D_{1,2}$ y con $D_{II,2}$, siendo $D_{1,2} < D_{II,2}$, los dos valores que puede asumir D en el bienio en el cual D_2 descende al valor ${}_{T,r}D_2$.
- $D_{1,3}, D_{II,3}, D_{III,3}$, siendo $D_{1,3} < D_{II,3} < D_{III,3}$, los tres valores que puede asumir D en el trienio en el cual D_3 descende al valor ${}_{T,r}D_3$.
- $D_{1,4}, D_{II,4}, D_{III,4}, D_{IV,4}$ siendo $D_{1,4} < D_{II,4} < D_{III,4} < D_{IV,4}$, los cuatro valores que puede asumir D en el cuatrienio en el cual D_4 descende al valor ${}_{T,r}D_4$.

Por convención se asume como prácticamente cierto que ninguna de las magnitudes D, D_2, D_3, D_4 descienda por debajo del valor al cual puede descender una vez cada 50 años con un riesgo $r = 0.025$.

Se denominan también con:

- D_u y E_u los volúmenes de agua que afluyen o vienen suministrados totalmente por el reservorio en la *estación de superávit* de cada año, con $D_j > E_j$ en todos los meses.
- D_s y E_s , los volúmenes de agua que afluyen o vienen suministrados totalmente por el reservorio en la *estación de déficit* de cada año, con $D_j < E_j$ en todos los meses.
- W la capacidad total del reservorio.
- W_s y W_p , *capacidad de compensación estacional y capacidad de compensación plurianual*, las fracciones de W necesarias respectivamente para que el reservorio pueda ejercer acción de compensación entre la estación de superávit y la estación de déficit en cada año o entre *año de superávit* (con $D > E$) y *año de déficit* (con $D < E$).

Curvas de posibilidad de regulación correspondientes a valores de T y r asignados.

II: 7-2. En la curva de posibilidad de regulación correspondiente a un asignado par de valores de T y de r, se indica como el volumen de agua E que puede ser suministrado anualmente por el reservorio con un riesgo r de deficiencias ocurrientes mediamente una vez cada T años, varíe en función de la capacidad útil de embalse W que se asigna al reservorio, sin precisar cuales son las deficiencias que se podrían tener respecto a E (párrafo 7 del Prefacio).

Al trazarla se parte de la suposición que los volúmenes de agua suministrados se adecuen en cuanto sea posible, a la demanda del sistema hídrico servido. En consecuencia, se admite que el volumen de agua E suministrado totalmente en un año se reparta entre los sucesivos meses del año de acuerdo a lo especificado en el diagrama de demanda [c] correspondiente al mismo valor de E.

De aquí se deduce que en cada año se pueden distinguir una *estación de superávit*, en la cual las escorrentías que afluyen mes a mes al reservorio resultan superiores a los volúmenes de agua que se deben suministrar y una *estación de déficit* en la cual sucede lo contrario.

Indicando, por lo tanto, con D_u y con E_u escorrentías y suministros totales en la estación de superávit y con D_s y con E_s escorrentías y suministros en la estación de déficit, en cada año hidrológico el reservorio debe ejercer una acción de *compensación estacional*, supliendo a la estación de déficit con el agua ó con parte del agua de superávit $D_u - E_u$ almacenada en la estación de superávit.

Al mismo tiempo, una vez que E supere un determinado valor, deben distinguirse *años de superávit*, con $D > E$ y *años de déficit*, con $D < E$, y el reservorio es llamado también a ejercer una acción de compensación plurianual entre años ó grupo de años de superávit y años ó grupo de años de déficit.

Refiriéndose a las dos diferentes funciones, es por lo tanto posible calcular la capacidad W necesaria para garantizar un determinado suministro E como suma de una capacidad de compensación estacional W_s y de una capacidad de compensación plurianual W_p (párrafo 13 del Prefacio).

La capacidad de compensación estacional W_s es la capacidad que se debe disponer en el reservorio para estar seguros que en cada año hidrológico, con un riesgo r de deficiencias ocurrientes mediamente una vez cada T años, en los sucesivos meses de la estación de superávit se pueda almacenar en el reservorio aquella parte de agua de superávit $D_u - E_u$ que es necesaria para compensar el déficit $E_s - D_s$ que, de otro modo, se verificaría en la próxima estación seca.

La capacidad de compensación plurianual W_p es la capacidad que debe disponerse en el reservorio para estar seguros que al inicio de cada año de déficit, con $D < E$, con un riesgo r de deficiencias ocurrientes mediamente una vez cada T años pueda quedarse almacenado en el reservorio, por conservación de excedentes en los años de superávit, un volumen de agua adecuado para compensar el deficit $E - D$.

Como es obvio, la capacidad de compensación estacional W_s , que debe disponerse en el reservorio para garantizar una oferta E en los límites de riesgo especificados por T y r, resulta

independiente de los valores que el déficit estacional $E_s - D_s$ puede asumir en los años de déficit, con $D < E$. En tales años, en efecto, el volumen de agua que se tiene almacenado en el reservorio al inicio del año gracias a la capacidad W_p asignada para compensar el déficit $E - D$, sirve ya de por sí para cubrir el déficit $E_s - D_s$ que, de otro modo, se tendría en la estación seca. De otro lado, es obvio, que mientras W_s depende del valor de E que se considera y del diagrama de demanda $[c]$ que le corresponde, W_p depende solamente de E (párrafo 13 del Prefacio).

De acuerdo a esto, la curva de posibilidad de regulación correspondiente a un asignado par de valores de T y de r puede ser trazada por puntos, considerando sucesivos valores de E y deduciendo para cada uno de ellos los valores que se deberían asignar de un lado a W_s y del otro W_p .

En este caso (párrafo 18 del Prefacio), refiriéndose a la simbología introducida, con- vendrá asumir como valores de E a:

- $E = E_0$, siendo E_0 el máximo suministro anual E que se puede asegurar con un riesgo r de deficiencias ocurrientes una vez cada T años, con un aprovechamiento de curso natural, en ausencia de reservorio de compensación, y por lo tanto, con $W_s = W = 0$.

- $E = \tau_r D$, siendo $\tau_r D$ el mínimo valor al cual D puede descender mediamente una vez cada T años con un riesgo r .

- $E = \tau_r D$ el valor límite superior de E para el cual no se requiere compensación plu- rianual.

- $E = D_{IV,4}$, siendo $D_{IV,4}$ el mayor de los cuatro valores $D_{I,4}$, $D_{II,4}$, $D_{III,4}$, $D_{IV,4}$ que puede asumir D en el cuatrienio en el cual la escorrentía media anual D_4 desciende al valor $\tau_r D_4$ que corresponde a T y a r .

- $E = D_{IV,4}$ el límite hidrológico en relación a la posibilidad de regulación (párrafo 14 del Prefacio), en el sentido que, si se quisiese aumentar posteriormente E , se deberá aumentar la capacidad W del reservorio en la cantidad ΔW en forma muy desproporcionada en relación a los incrementos ΔE de E que se obtendrían.

- $E = D_{II,2}$ y $E = D_{III,3}$ siendo $D_{II,2}$ el mayor de los dos valores $D_{I,2}$ y $D_{II,2}$ que puede asumir mediamente D en el bienio en el cual la escorrentía media D_2 descienda al valor mínimo $\tau_r D_2$ que corresponde a T y a r y $D_{III,3}$ el mayor de los valores $D_{I,3}$, $D_{II,3}$, $D_{III,3}$ que puede asumir mediamente D en el trienio en el cual la escorrentía media en el trienio, D_3 descienda al valor mínimo $\tau_r D_3$ que corresponde a T y r .

- $E = D_{II,2}$ y $E = D_{III,3}$ valores característicos de E en el sentido que, en el campo de compensación plurianual, en correspondencia a cada uno de ellos se tendría una fuerte varia- ción de la relación $\Delta E / \Delta W$.

Estimación de W para $E = \tau_r D$.

II: 7-3. Es evidente que para garantizar E , con un riesgo r de deficiencias ocurrientes una vez cada T años, para valores de E menores de $\tau_r D$ no hay necesidad de compensación entre año y año y en consecuencia, la capacidad de compensación W que debe asegurarse al reser- vorio se reduce únicamente a la capacidad de compensación estacional W_s .

Por definición, $\tau_r D$ es el mínimo valor al cual puede descender D con un riesgo r de deficiencias ocurrientes mediamente una vez cada T años.

A menos de dicho riesgo, por lo tanto, en todos los años resultaría $D \geq \tau_r D$ por lo tanto para $E \leq \tau_r D$, $D \geq E$.

De otro lado se tiene que:

- E_s es función conocida de E , en el sentido que asume valor E_s (E) unívocamente determinado una vez fijado E y sea conocido el diagrama de demanda $[c]$ que corresponde a E ,

- D_s es estrechamente correlacionada a D , así que es posible deducir también el valor D_s (D) que ella asume para cada valor de D .

- En consecuencia, con un riesgo especificado para los valores de T y de r a los cuales se hace referencia, admitiendo que E y $E_s(E)$ no varíen al pasar de un año a otro, el déficit $E_s(E) - D_s(D)$ que se puede verificar en cada año resulta a su vez una función de D y para cada valor de E asume el valor máximo $E_s(E) - D_s(\tau_r D)$ en el año en el cual D desciende al valor mínimo $\tau_r D$.

De aquí se deduce que, si no se tiene en cuenta las pérdidas que puedan tenerse por evaporación del espejo del reservorio, para garantizar el suministro E con riesgo r de deficiencias ocurrentes mediamente una vez cada T años, para valores de E que no superen $\tau_r D$ se debe asignar al reservorio una capacidad igual a: $W = W_s = E_s(E) - D_s(\tau_r D)$.

Siendo $D_s(\tau_r D)$ característica de la distribución de las escorrentías que afluyen al reservorio, la capacidad de compensación $W = W_s$ a asignarse al reservorio resulta función de E y del diagrama de demanda [c] que corresponde a E y resulta función lineal de E cuando [c] permanezca invariable al variar E.

Naturalmente, cuando para los valores más bajos de E resultase $E_s(E) \leq D_s(\tau_r D)$ no habría necesidad de regular las escorrentías, dado que el diagrama de disponibilidad $[\tau_r D]$ de la fuente de alimentación del sistema hídrico cubriría el diagrama de demanda [E] en todos los meses.

Finalmente, habiendo denominado con E_0 el mayor de los valores de E para los cuales se verifica $E_s(E) = D_s(\tau_r D)$, se tiene:

$$W = W_s = 0 \quad \text{para } E \leq E_0 \quad (\text{II: 7-1})$$

$$W = W_s = E_s(E) - D_s(\tau_r D) \quad \text{para } E_0 < E \leq \tau_r D \quad (\text{II: 7-2})$$

$$W = W_s = E_s(\tau_r D) - D_s(\tau_r D) \quad \text{para } E = \tau_r D \quad (\text{II: 7-3})$$

Estimación de W para $\tau_r D < E \leq D_{IV,4}$.

II: 7-4. Para $E > \tau_r D$ no siendo suficiente la compensación estacional, en los años en los cuales D desciende a valores menores de E se debe compensar el déficit $E - D$ con agua almacenada con anticipación. Por lo tanto se debe disponer en el reservorio además de la capacidad de compensación estacional W_s una capacidad de compensación plurianual W_p , siendo $W_s + W_p = W$.

El valor que se debe asignar a W_p para $\tau_r D < E \leq D_{II,2}$ puede ser deducido en forma inmediata recordando que, por definición:

- $\tau_r D_2$ es el mínimo valor al cual D_2 puede descender mediamente una vez cada T años con riesgo r.

- $D_{II,2}$ es el mayor de los valores $D_{I,2}$ y $D_{II,2}$ que la escorrentía anual D puede asumir en el bienio en el cual la escorrentía media anual D_2 descienda al valor $\tau_r D_2$.

De acuerdo con dichas definiciones, especificando los valores de T y r a los cuales se hace referencia, en cada bienio resultan $D_2 \geq \tau_r D_2$ e, indicando con D_I y con D_{II} , siendo $D_I < D_{II}$, los dos valores de D dentro del bienio, resulta $D_{II} > D_{II,2}$.

De aquí se deduce que, con un riesgo r de deficiencias ocurrentes mediamente una vez cada T años, para $\tau_r D < E \leq D_{II,2}$, en cada bienio, también para los valores más bajos de D_2 y de D_{II} , se puede tener un déficit de agua 2 ($E - D_2$) respecto a E, que nunca supera el valor 2 ($E - \tau_r D_2$) y que resulta en cada caso concentrado en el año de menor escorrentía D_I .

En consecuencia, si no se tiene en cuenta las pérdidas por evaporación del espejo del reservorio, para garantizar E en los límites del riesgo especificado por los valores de T y de r a los cuales se hace referencia, se debe disponer en el reservorio de una capacidad de compensación W_p que permita tener almacenado al inicio del año de menor escorrentía D_I del bienio crítico, conservándolo de los años precedentes, un volumen de agua igual a $E - D_{I,2}$ ó lo que es lo mismo, un volumen de agua igual a 2 ($E - \tau_r D_2$) + ($D_{II,2} - E$).

Además, por todo lo dicho en el párrafo II: 7-3 que precede, se debe disponer en el reservorio de una capacidad de compensación estacional W_s en la cual en el año de mayor escorrentía D_{II} del bienio, sea posible almacenar en la estación húmeda aquella parte del agua de superávit $D_u - E_u$ que es necesaria para compensar el déficit $E_s - D_s$ que, de no preverse, se tendría en la estación seca.

En particular en cada bienio resultan $D_{II} > D_{II,2}$ y, por lo tanto $D_s(D_{II}) > D_s(D_{II,2})$. En consecuencia, en los límites del riesgo especificado fijando los valores de T y r , en ningún bienio la deficiencia $E_s - D_s$ puede resultar mayor de $E_s(E) - D_s(D_{II,2})$. Por lo tanto se debe disponer en el reservorio de una capacidad de compensación estacional W_s igual a $E_s(E) - D_s(D_{II,2})$.

Finalmente, sumando W_p y W_s , se tiene:

$$W = W_p + W_s = E - D_{1,2} + E_s(E) - D_s(D_{II,2})$$

para $T, r D < E \leq D_{II,2}$ (II: 7-4)

con:

$$W = W_p + W_s = D_{II,2} - D_{1,2} + E_s(D_{II,2}) - D_s(D_{II,2})$$

para $E = D_{II,2}$.



II: 7-5. Si no se tienen en cuenta las pérdidas por evaporación del espejo del reservorio, con funcionamiento análogo se puede admitir:

$$W = W_p + W_s = 2E - (D_{1,3} + D_{II,3}) + E_s(E) - D_s(D_{III,3})$$

para $D_{II,2} < E \leq D_{III,3}$ (II: 7-5)

con:

$$W = W_p + W_s = 2D_{III,3} - (D_{1,3} + D_{II,3}) + E_s(D_{III,3}) - D_s(D_{III,3})$$

para $E = D_{III,3}$ (II: 7-5)

y

$$W = W_p + W_s = 3E - (D_{1,4} + D_{II,4} + D_{III,4}) + E_s(E) - D_s(D_{IV,4})$$

para $D_{III,3} < E \leq D_{IV,4}$ (II: 7-6)

con:

$$W = W_p + W_s = 3D_{IV,4} - (D_{1,4} + D_{II,4} + D_{III,4}) + E_s(D_{IV,4}) - D_s(D_{IV,4})$$

para $E = D_{IV,4}$ (II: 7-6)

Es inútil destacar que las condiciones expresadas por medio de la (II: 7-4), (II: 7-5) y (II: 7-6), además de necesarias son también suficientes para que, en los límites del riesgo especificado por los valores de T y de r a los cuales se hace referencia, E sea garantizado en cada año.

Curvas de posibilidad de regulación correspondientes a valores de p asignados.

II: 7-6. De acuerdo a la definición que ha sido dada, la curva de posibilidad de regulación correspondiente a un valor asignado de p especifica en cada punto que con una capacidad de embalse W igual a la abcisa del punto se está seguro que en cada año se puede disponer de un suministro E_{min} igual a $E(1-p)$, siendo E la ordenada del punto.

De otro lado, al definir el significado de las curvas de posibilidad de regulación correspondientes a valores asignados de T y de r , en el párrafo 9 del Prefacio ya se ha admitido por convención que para $T = 50$ y $r = 0.025$ cualquier punto de dicha curva indique con su ordenada con que valor de E se puede contar con seguridad, cuando se disponga de una capacidad de embalse W igual a la abcisa que corresponde a E .

En consecuencia, a igual diagrama de demanda total [c] para cada valor de E, el valor E_{\min} igual a $E(1-p)$, que corresponde a E para un determinado valor de W sobre la curva de posibilidad de regulación correspondiente a p, coincide con el valor de E que corresponde a W sobre la curva de posibilidad de regulación para $T = 50$ y $r = 0.025$.

Por lo tanto, si el diagrama de demanda [c] no varía, deducida la curva $E(W)$ para $T = 50$ y $r = 0.025$, basta dividir las ordenadas por $(1-p)$ para conseguir, de otra manera, la curva de posibilidad de regulación correspondiente a p.

Como ya se ha dicho en los párrafos 5 y 6 del Prefacio, en el caso que el reservorio se haga para satisfacer más demandas y usos diversos puede efectuarse las hipótesis que las deficiencias porcentuales p_i que puedan tolerarse para valores iguales de T y de r sean las mismas para cualquier uso o varíen al pasar de un uso a otro.

En la segunda hipótesis, como ya se ha expresado en el párrafo 7 del Prefacio, el hecho que el diagrama de demanda total [c] permanezca invariable no vale.

En consecuencia para deducir la curva de posibilidad de regulación correspondiente a valores asignados de p_i , con p_i diferentes al pasar de uno a otro uso, es necesario tener en cuenta la nueva forma asumida por el diagrama de demanda total [c].

CAPITULO II: 8

Diagramas de disponibilidad dentro de períodos críticos



Simbología y definiciones

II: 8-1. Refiriéndose a un periodo de N años consecutivos, se indican en forma generica a:

- D_n , la escorrentía media anual que se verifica en un subperíodo de n años dentro del mismo, en mm.
- ${}_N D_n$, el mínimo valor que D_n puede asumir en un período de N años consecutivos.
- $\psi\{{}_N D_n\}$, la función de repartición de la nueva variable ${}_N D_n$.
- ${}_{T,r} D_n$, con $T = N$, el valor de ${}_N D_n$ correspondiente a $\psi\{{}_N D_n\} = r$ (mínimo valor al cual puede descender D_n una vez cada T años con un riesgo r).
- ${}_{T,r} D_n$, con $T = N$, el valor modal en la distribución de probabilidad de ${}_N D_n$, ó sea el valor de ${}_{T,r} D_n$ para $r = 0.368$ (mínimo valor de D_n correspondiente al período de retorno T).

Para mayor detalle, se consideran los valores asumidos por D_n , para n igual respectivamente a 1, 2, 3 y 4, sustituyendo el símbolo D_1 con el símbolo D en caso que, para $n = 1$, D_n , coincida con la escorrentía anual.

Como aclaración de la simbología introducida y según lo dicho en el capítulo precedente II: 7 por lo tanto se tiene que:

- D_2 , D_3 y D_4 representan los valores medios de la escorrentía anual D respectivamente en un bienio en un trienio y en un cuatrienio;
- ${}_{T,r} D_1$, ${}_{T,r} D_2$, ${}_{T,r} D_3$ y ${}_{T,r} D_4$ representan los mínimos valores a los cuales D_1 , D_2 , D_3 y D_4 pueden descender una vez cada T años con un riesgo r prefijado.

De acuerdo a esto, para distinguir los n valores asumidos por la escorrentía anual D en el período de n años en los cuales resulta $D_n = {}_{T,r} D_n$, se denominan con $D_{1,n}$ el menor de ellos y con $D_{II,n}$, $D_{III,n}$,..., los valores que le siguen en orden creciente.

Para mayor detalle se denominan con:

- $D_{1,2}$ y $D_{II,2}$ los dos valores asumidos por la escorrentía anual D en el bienio en el cual resulta $D_2 = {}_{T,r} D_2$;
- $D_{1,3}$, $D_{II,3}$ y $D_{III,3}$ los tres valores asumidos por la escorrentía anual en el trienio en el cual resulta $D_3 = {}_{T,r} D_3$;

– $D_{I,4}$, $D_{II,4}$, $D_{III,4}$ y $D_{IV,4}$ los cuatro valores asumidos por la escorrentía anual en el cuatrienio en el cual resulta $D_4 = {}_{T,r}D_4$.

Por lo tanto se denominan con:

– $D_{I,n,j}$, $D_{II,n,j}$, ..., donde $1 \leq j \leq 12$, los valores asumidos por la escorrentía mensual D en los sucesivos meses del año en el cual se verifican respectivamente $D_{I,n}$, $D_{II,n}$, ...

Con la simbología y las definiciones ya introducidas en el párrafo 9 del prefacio, se indican con $[{}_{T,r}D]$, $[{}_{T,r}D_2]$, $[{}_{T,r}D_3]$ y $[{}_{T,r}D_4]$ y se definen *diagramas de disponibilidad* correspondientes respectivamente a ${}_{T,r}D$, ${}_{T,r}D_2$, ${}_{T,r}D_3$ y ${}_{T,r}D_4$ los diagramas en los cuales se representa la sucesión de los valores asumidos por la escorrentía mensual d_j , con $1 \leq j \leq 12$, en el año en el cual ha resultado $D = {}_{T,r}D$ y en los sucesivos años que recaen en el bienio en el cual ha resultado $D_2 = {}_{T,r}D_2$, en el trienio en el cual ha resultado $D_3 = {}_{T,r}D_3$ y en el cuatrienio en el cual ha resultado $D_4 = {}_{T,r}D_4$.

Valores mínimos ${}_{T,r}D_n$ a los cuales la escorrentía media anual D_n en una sección genérica, para n variable de 1 a 4, puede descender una vez cada T años con un riesgo r .

II: 8-2. Si se considera un periodo de N años sucesivos se pueden distinguir dentro de estos N años diferentes, y, según el año en el cual se inicia la repartición en sub-periodos, $N - 2 + 1 = N - 1$ bienios diferentes, $N - 3 + 1 = N - 2$ trienios diferentes y $N - 4 + 1 = N - 3$ cuatrienios diferentes, con bienios que pueden tener dos a dos un año en común, con trienios que pueden tener dos a dos uno ó dos años en común y con cuatrienios que pueden tener dos a dos uno, dos o tres años en común.

De acuerdo a esto, para los fines aplicativos, en el campo de valores de n que se consideran no se comete error apreciable si, al igual de cuanto ya se ha asumido para los N valores de D que recaen en el período se admite que también los $N - 1$ valores de la escorrentía media en el bienio D_2 , los $N - 2$ valores de la escorrentía media en el trienio D_3 ó los $N - 3$ valores de la escorrentía media anual en el cuatrienio D_4 que pueden distinguirse dentro del período sean independientes uno de otro.

De aquí se deduce que, siempre con fines aplicativos, ${}_N D_n$ puede ser considerado como el mínimo valor ${}_K D_n$ que D_n puede asumir en una muestra de dimensión $K = N - n + 1$ extraída en forma casual de la población de D_n .

De otro lado, por el cálculo de probabilidades se sabe que, si de la población de D_n se extrae una muestra de dimensión determinada K y si se considera el valor mínimo ${}_K D_n$ asumido por D_n en dicha muestra, a ${}_K D_n$ corresponden:

– En la distribución de probabilidad de D_n , una probabilidad acumulada igual a $\Phi\{{}_K D_n\}$.

– En la distribución de probabilidad de ${}_K D_n$, una probabilidad acumulada igual a $\Psi\{{}_K D_n\}$.

Se tiene también que $\Phi\{{}_K D_n\} = \Psi\{{}_K D_n\}$ están ligadas entre ellas por medio de la relación:

$$1 - \Psi\{{}_K D_n\} = (1 - \Phi\{{}_K D_n\})^K$$

De aquí se deduce que, habiendo supuesto ${}_N D_n$ coincidente con ${}_K D_n$ para $K = N - n + 1$, con error aún aceptable para fines aplicativos, puede ponerse:

$$1 - \Psi\{{}_N D_n\} = (1 - \Phi\{{}_N D_n\})^K \quad (\text{II: 8-1})$$

Finalmente, a un determinado valor de ${}_N D_n$ corresponden:

– En la distribución de probabilidad de la variable original D_n , un valor de la función de repartición $\Phi\{D_n = {}_N D_n\} = \Phi\{{}_N D_n\}$.

– En la distribución de probabilidad de la variable ${}_N D_n$, un valor de la función de repartición $\Psi\{{}_N D_n\}$.

De otro lado $\Phi\{{}_N D_n\}$ y $\Psi\{{}_N D_n\}$ están ligadas entre ellas por la (II: 8-1).

En consecuencia, remontándonos a los símbolos y a las definiciones introducidas en el párrafo II: 8-1 e indicando con ${}_{T,r}D_n$ el valor de ${}_N D_n$ para $N = T$ al cual corresponde probabilidad acumulada igual a $\Phi\{{}_{T,r}D_n\}$ en la distribución de probabilidad de la variable original D_n y a $\psi\{{}_{T,r}D_n\} = r$ en la distribución de probabilidad de la variable ${}_N D_n$, se puede asumir:

$$1 - r = 1 - \psi\{{}_{T,r}D_n\} = (1 - \Phi\{{}_{T,r}D_n\})^k \quad (\text{II: 8-2})$$

y por lo tanto:

$$\psi\{{}_{T,r}D_n\} = r = 1 - (1 - \Phi\{{}_{T,r}D_n\})^k \quad (\text{II: 8-3})$$

y

$$1 - (1 - r)^{1/k} = \Phi\{{}_{T,r}D_n\}. \quad (\text{II: 8-4})$$

Finalmente ${}_{T,r}D_n$ coincide con el valor de D_n al cual corresponde al valor de Φ dado por la (II: 8-4) y, por lo tanto:

$${}_{T,r}D_n = D_{n_{\Phi=1-(1-r)^{1/k}}} \quad (\text{II: 8-5})$$

De aquí se tiene que, para deducir el valor asumido por ${}_{T,r}D_n$ se debe:

- a) Conocer la función de repartición $\Phi\{D_n\}$ de D_n ;
- b) Calcular por medio de la (II: 8-4) el valor que dicha función debe asumir para $D_n = {}_{T,r}D_n$.

Estima de la función de repartición $\Phi\{D_n\}$ de la D_n para $n \geq 2$.

II: 8-3. Como ya se ha dicho en los capítulos II: 4, II: 5 y II: 6 que preceden, en base a criterios de análisis regional es posible estimar la función de repartición $\Phi\{D\}$ de la escorrentía anual D en una sección cualquiera.

De otro lado, en base a la experiencia adquirida en numerosas investigaciones anteriores, se puede admitir que, al igual que D , también D_n está distribuida según la ley logarítmico-normal. En consecuencia la función de repartición $\Phi\{D_n\}$ resulta unívocamente definida una vez que sean conocidos el valor medio $M\{D_n\}$ y la desviación típica $\sigma\{D_n\}$ de D_n ó, también, el valor medio $M\{\log D_n\}$ y la desviación típica media $\sigma\{\log D_n\}$ de la variable $\log D_n$, ligados a $M\{D_n\}$ y a $\sigma\{D_n\}$ por las relaciones:

$$\sigma\{\log D_n\} = 0.4343 \sqrt{\log_n(1 + \gamma^2\{D_n\})} \quad (\text{II: 8-6})$$

y

$$M\{\log D_n\} = \log M\{D_n\} - 1.1513 \sigma^2\{\log D_n\} \quad (\text{II: 8-7})$$

en la cual $\gamma\{D_n\}$, coeficiente de variación de la distribución de probabilidad de D es, por definición, igual a $\frac{\sigma\{D_n\}}{M\{D_n\}}$

De allí se deduce que, para definir la función de repartición $\Phi\{D_n\}$ de la variable D_n , es necesario en forma preliminar estimar el valor medio $M\{D_n\}$ y la desviación típica $\sigma\{D_n\}$.

De acuerdo a esto, dato que $D_n = \frac{\sum D_i}{n}$ se puede tratar como una variable función

lineal de n variables D_i , independientes una de otra, y teniendo todas el mismo valor medio $M\{D\}$ y la misma desviación típica $\sigma\{D\}$, resultan [2] de un lado:

$$n M\{D_n\} = \sum_{i=1}^n M\{D_i\} = n M\{D\}$$

y por lo tanto:

$$M\{D_n\} = M\{D\} \quad (\text{II: 8-8})$$

de otro lado:

$$n^2 \sigma^2\{D_n\} = \sum_{i=1}^n \sigma^2\{D_i\} = n \sigma^2\{D\}$$

y por lo tanto:

$$\sigma\{D_n\} = \frac{\sigma\{D\}}{\sqrt{n}} \quad (\text{II: 8-9})$$

Finalmente, considerando una sección genérica, una vez que con los criterios antes expuestos se hayan estimado los parámetros $M\{D\}$ y $\sigma\{D\}$ que caracterizan la distribución de probabilidad de D , se puede en función de estos asumir:

$$M\{D_2\} = M\{D_3\} = M\{D_4\} = M\{D\}$$

$$\sigma\{D_2\} = \frac{\sigma\{D\}}{\sqrt{2}}$$

$$\sigma\{D_3\} = \frac{\sigma\{D\}}{\sqrt{3}}$$

$$\sigma\{D_4\} = \frac{\sigma\{D\}}{\sqrt{4}}$$

Repartición de ${}_{T,r}D_n$ entre los n años sucesivos del subperíodo al cual se hace referencia.

II: 8-4. Como ya se ha dicho en los párrafos II: 8-2, y II: 8-3 que preceden, en un período de N años sucesivos se pueden distinguir $N - n + 1$ subperíodos de n años en los cuales la escorrentía media anual D_n asume un valor cada vez diferente. En el mismo capítulo se ha indicado con ${}_{T,r}D_n$, para $T = N$, el valor mínimo asumido por D_n en una muestra de dimensión $K = N - n + 1$ con un riesgo r .

Como es evidente, la escorrentía media anual D_n puede descender al valor ${}_{T,r}D_n$ solo cuando la escorrentía D en cada uno de los n años comprendidos en el subperíodo al cual se refiere ó en la mayor parte de estos descienden a valores a los cuales corresponden probabilidades muy bajas.

De acuerdo a esto se define *subperíodo crítico* el período de n años en que resulta $D_n = {}_{T,r}D_n$, con simbología introducida en el párrafo II: 8-1 se denominan con $D_{I,n}$, $D_{II,n}$, ..., siendo $D_{I,n} < D_{II,n} < \dots$, los valores asumidos por D en los n años que recaen dentro del subperíodo crítico y, sabiendo ya estimar ${}_{T,r}D_n$ se quiere estimar los valores que pueden asumir $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,

II: 8-5. Como es evidente, cada uno de los valores $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,, asumido por D en el lapso del subperíodo crítico, puede ser considerado como una variable casual y particularmente como un elemento extraído en forma aleatoria de la población constituida por los infinitos valores que puede asumir D , o también como un elemento extraído casualmente de la población constituida por los valores mínimos ${}_ND$ que D puede asumir en un período de N años.

En consecuencia a cada uno de dichos valores corresponde de un lado una asignada probabilidad acumulada $\Phi\{D\}$ en la distribución de probabilidad de D , de otro una asignada probabilidad acumulada $\psi\{{}_ND\}$ en la distribución de ${}_ND$.

Particularmente, si refiriéndose a un asignado valor del período de retorno T se denomina con r el valor asumido por $\psi\{{}_ND\}$ considerando $D_{I,n}$ se puede poner:

$$D_{I,n} = {}_{T,r'}D \text{ con } \psi\{D_{I,n}\} = r' \text{ y con } r' \neq r,$$

y, por la (II: 8-3), con $\Phi\{D_{I,n}\}$ ligado al valor r' de la $\psi\{{}_ND\}$ por la relación:

$$r' = 1 - (1 - \Phi\{D_{I,n}\})^T. \quad (\text{II: 8-3})$$

Análogamente, considerando $D_{II,n}$, se puede poner:

$$D_{II,n} = {}_{T,r''}D, \text{ con } \psi\{D_{II,n}\} = r'', \text{ y con } r'' \neq r,$$

con

$$r'' = 1 - (1 - \Phi \{D_{II,n}\})^T \quad (\text{II: 8-3})'$$

y así sucesivamente para $D_{III,n}$, $D_{IV,n}$

De otro lado, es lícito tratar la serie de los valores $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,, asumidos por D en los sucesivos años del subperíodo crítico como si fuese una muestra de dimensión n extraída casualmente de la población de D , admitiendo con esto que cada uno de dichos valores sea independiente de los otros.

En tal suposición, por el V axioma del cálculo de probabilidades sabiendo que, por definición de ${}_{T,r}D_n$, para cada valor de n resulta:

$$\psi \{ {}_{T,r}D_n \} = r = 1 - (1 - \Phi \{ {}_{T,r}D_n \})^K \quad (\text{II: 8-3})$$

siendo $K = N - n + 1 = T - n + 1$ el número de sub-períodos de dimensión n que pueden determinarse dentro del período de $N = T$ años, se debe tener:

$$\psi \{ {}_{T,r}D_n \} = \psi \{ D_{I,n} \} \cdot \psi \{ D_{II,n} \} \dots$$

y por lo tanto

$$r = r' \cdot r'' \dots \quad (\text{II: 8-10})$$

ó aún más:

$$1 - (1 - \psi \{ {}_{T,r}D_n \})^{T-n+1} = [1 - (1 - \Phi \{ D_{I,n} \})^T] \cdot [1 - (1 - \Phi \{ D_{II,n} \})^T] \dots \quad (\text{II: 8-10})'$$

Como es obvio, a la condición que se deriva del V axioma del cálculo de probabilidades, expresada por medio de la (II: 8-10) ó por la (II: 8-10)', se adjunta la condición que sea:

$${}_{T,r}D_n = \frac{D_{I,n} + D_{II,n} + \dots}{n} \quad (\text{II: 8-11})$$

que una vez calculado ${}_{T,r}D_n$ en función de T y de r , según los criterios ilustrados en los párrafos II: 8-2 II: 8-3, por medio de la relación:

$$\log ({}_{T,r}D_n) = M \{ \log D_n \} - u_{\Phi \{ {}_{T,r}D_n \}} \cdot \sigma \{ \log D_n \}$$

representa otro vínculo existente entre r' , r'' ,, o entre $D_{I,n}$, $D_{II,n}$, dado que, siendo las variables $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,, distribuidas según la ley logarítmico-normal, resultan:

$$\log D_{I,n} = M \{ \log D \} - u_{\Phi \{ D_{I,n} \}} \cdot \sigma \{ \log D \} \quad (\text{II: 8-12})$$

$$\log D_{II,n} = M \{ \log D \} - u_{\Phi \{ D_{II,n} \}} \cdot \sigma \{ \log D \}$$

con u (variable estandarizada) función conocida de Φ .

Finalmente, una vez que fijado T y r se hayan deducido ${}_{T,r}D_n$ la (II: 8-10) y la (II: 8-12) constituyen un sistema de $n+2$ ecuaciones en las $2n$ incógnitas $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,, y $\Phi \{ D_{I,n} \}$, $\Phi \{ D_{II,n} \}$

Como es obvio, dicho sistema de ecuaciones resulta determinado solo para $n = 2$.

En efecto en este caso resultan:

$$1 - (1 - \Phi \{ {}_{T,r}D_2 \})^{T-1} = [1 - (1 - \Phi \{ D_{I,2} \})^T] \cdot [1 - (1 - \Phi \{ D_{II,2} \})^T] \quad (\text{II: 8-10})'$$

y

$${}_{T,r}D_2 = \frac{D_{I,2} + D_{II,2}}{2} \quad (\text{II: 8-11})'$$

y dichas relaciones junto a las dos primeras de las (II: 8-12), con $n = 2$, constituyen un sistema de cuatro ecuaciones con las cuatro incógnitas $D_{I,2}$, $D_{II,2}$, $\Phi \{ D_{I,2} \}$ y $\Phi \{ D_{II,2} \}$.

Para $n > 2$ el sistema resultaría indeterminado, pero puede resolverse introduciendo las $n-2$ incógnitas auxiliares siguientes:

- $D_{(n-1)}$, escorrentía media anual en los $n-1$ años que quedan cuando del subperíodo crítico de n años se quite el años de mayor escorrentía.

- $D_{(n-2)}$, escorrentía media anual en los $n-2$ años que quedan cuando del subperíodo crítico se quiten los dos años de mayor escorrentía.

En general, $D_{(n-m)}$, con $m \leq n-2$, escorrentía media anual en los $n-m$ años que quedan cuando del subperíodo crítico se quiten los m años de mayor escorrentía.

En efecto, procediendo de esta manera el número de incognitas aumenta de $2n$ a $2(n+n-2) = 4(n-1)$; pero es posible establecer entre dichas incognitas un sistema de otras tantas ecuaciones que permita definir de manera unívoca el valor de cada una de ellas.

Para verificarlo, por simplicidad de exposición, conviene referirse, a manera de ejemplo, al caso que sea $n = 4$, y, por lo tanto, sean:

- ${}_{T,r}D_n = {}_{T,r}D_4$ el mínimo valor al cual la escorrentía media anual D_4 en cuatrienio puede descender una vez cada $N = T$ años con un riesgo prefijado r ;

- $D_{I,4}$, $D_{II,4}$, $D_{III,4}$ e $D_{IV,4}$ con $D_{I,4} < D_{II,4} < D_{III,4} < D_{IV,4}$, los valores asumidos por la escorrentía anual D en cada uno de los $n = 4$ años del cuatrienio en el cual resulta $D_4 = {}_{T,r}D_4$, con:

$${}_{T,r}D_4 = \frac{D_{I,4} + D_{II,4} + D_{III,4} + D_{IV,4}}{4}; \quad (\text{II: 8-11})'$$

- $D_{(n-1)} = D_{(3)}$ la escorrentía media anual en los tres años, aunque no sean consecutivos, que quedan cuando del cuatrienio crítico se quita el año en el cual se ha verificado la escorrentía máxima $D_{IV,4}$, con:

$$D_{(3)} = \frac{D_{I,4} + D_{II,4} + D_{III,4}}{3} \quad (\text{II: 8-13})$$

- $D_{(n-2)} = D_{(2)}$ la escorrentía media anual en los dos años, aunque no sean consecutivos, que quedan cuando del cuatrienio crítico se quiten los dos años en los cuales se han verificado respectivamente $D = D_{IV,4}$ y $D = D_{III,4}$ con

$$D_{(2)} = \frac{D_{I,4} + D_{II,4}}{2} \quad (\text{II: 8-14})$$

En efecto, si se consideran los $T-n+1 = T-3$ cuatrienios comprendidos en el período de $N = T$ años y de cada uno de estos se subtrae el año de mayor escorrentía, quedan definidos del período de T años $T-n+1 = T-3$ trienios a cada uno de los cuales corresponde un determinado valor de la escorrentía media anual D_3 .

De acuerdo a esto $D_{(3)}$ puede considerarse como uno de los $T-3$ valores que D_3 puede asumir en una muestra extraída casualmente de la población de D_3 . En particular se puede admitir que $D_{(3)}$ coincida con el mínimo de dichos valores. En consecuencia, refiriéndose a la distribución de probabilidad $\psi\{{}_{T,r}D_{(3)}\}$ de los mínimos valores que $D_{(3)}$ puede asumir en una muestra de dimensión $T-3$, a $D_{(3)}$ corresponde una probabilidad acumulada:

$$\psi\{D_{(3)}\} = r^{(3)} = 1 - (1 - \Phi\{D_{(3)}\})^{T-3} \quad (\text{II: 8-15})$$

Con criterios análogos, refiriéndose a la distribución de probabilidad $\psi\{{}_{T-3}D_{(2)}\}$ de los mínimos valores que D_2 puede asumir en una muestra de dimensión $T-3$, a $D_{(2)}$ le corresponde una probabilidad acumulada:

$$\psi\{D_{(2)}\} = r^{(2)} = 1 - (1 - \Phi\{D_{(2)}\})^{T-3} \quad (\text{II: 8-16})$$

Dicho todo esto, tomando como premisa el V axioma del cálculo de probabilidades se observa:

- 1) Teniendo presente que por la (II: 8-3) a ${}_{T,r}D_4$ le corresponde una probabilidad acumulada $\psi\{{}_{T,r}D_4\}$ igual a $r = 1 - (1 - \Phi\{{}_{T,r}D_4\})^{T-3}$, que por la (II: 8-15) a $D_{(3)}$ le corresponde una probabilidad acumulada $\psi\{D_{(3)}\}$ igual a $r^{(3)} = 1 - (1 - \Phi\{D_{(3)}\})^{T-3}$ y que por la

(II: 8-3)' a $D_{IV,4}$ le corresponde una probabilidad acumulada $\psi\{D_{IV,4}\}$ igual a $r^{IV} = 1 - (1 - \Phi\{D_{IV,4}\})^T$, debe ser:

$$1 - (1 - \Phi\{\tau, r D_4\})^{T-3} = [1 - (1 - \Phi\{D_{(3)}\})^{T-3}] \cdot [1 - (1 - \Phi\{D_{IV,4}\})^T], \quad (\text{II:8-17})$$

- Teniendo presente que por la (II: 8-16) a $D_{(2)}$ le corresponde una probabilidad acumulada $\psi\{D_{(2)}\}$ igual a $r^{(2)} = 1 - (1 - \Phi\{D_{(2)}\})^{T-3}$ que por la (II: 8-3)' a $D_{III,4}$ le corresponde una probabilidad acumulada igual a $r''' = 1 - (1 - \Phi\{D_{III,4}\})^T$ debe ser:

$$1 - (1 - \Phi\{D_{(3)}\})^{T-3} = [1 \cdot (1 - \Phi\{D_{(2)}\})^{T-3}] \cdot [1 - (1 - \Phi\{D_{III,4}\})^T] \quad (\text{II: 8-18})$$

3) Teniendo presente que por la (II: 8-3)' a $D_{II,4}$ y a $D_{I,4}$ le corresponden probabilidades acumuladas $\psi\{D_{II,4}\}$ y $\psi\{D_{I,4}\}$ iguales respectivamente a $r'' = 1 - (1 - \Phi\{D_{II,4}\})^T$ y a $r' = 1 - (1 - \Phi\{D_{I,4}\})^T$, debe ser:

$$1 - (1 - \Phi\{D_{(2)}\})^{T-3} = [1 - (1 - \Phi\{D_{II,4}\})^T] \cdot [1 - (1 - \Phi\{D_{I,4}\})^T] \quad (\text{II: 8-19})$$

De otro lado deben resultar:

$$\begin{aligned} \tau, r D_4 &= \frac{3D_{(3)} + D_{IV,4}}{4} \\ D_{(3)} &= \frac{2D_{(2)} + D_{III,4}}{3} \\ D_{(2)} &= \frac{D_{I,4} + D_{II,4}}{2} \end{aligned} \quad (\text{II: 8-20})$$

Finalmente, la (II: 8-17), (II: 8-18), (II: 8-19) y (II: 8-20), las cuatro ecuaciones (II: 8-12) y las dos ecuaciones análogas a la (II: 8-12) que se pueden escribir para expresar $D_{(3)}$ y $D_{(2)}$ en función de $\Phi\{D_{(3)}\}$ y de $\Phi\{D_{(2)}\}$, forman un sistema de $4(n-1) = 12$ ecuaciones con $4(n-1) = 12$ incógnitas que permiten definir en forma única los valores asumidos por cada una de dichas incógnitas y, en particular para $D_{I,4}$, $D_{II,4}$, $D_{III,4}$ y $D_{IV,4}$.

Con razonamientos análogos para $n = 3$ y $\tau, r D_n = \tau, r D_3$, se determina el sistema de 8 ecuaciones con 8 incógnitas:

$$\begin{aligned} 1 - (1 - \Phi\{\tau, r D_3\})^{T-2} &= [1 - (1 - \Phi\{D_{(2)}\})^{T-2}] \cdot [1 - (1 - \Phi\{D_{III,3}\})^T] \\ 1 - (1 - \Phi\{D_{(2)}\})^{T-2} &= [1 - (1 - \Phi\{D_{II,3}\})^T] \cdot [1 - (1 - \Phi\{D_{I,3}\})^T] \\ \tau, r D_3 &= \frac{2D_{(2)} + D_{III,3}}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log D_{(2)} &= M\{\log D\} - u_{\Phi\{D_{(2)}\}} \cdot \sigma\{\log D\} \\ \log D_{I,3} &= M\{\log D\} - u_{\Phi\{D_{I,3}\}} \cdot \sigma\{\log D\} \\ \log D_{II,3} &= M\{\log D\} - u_{\Phi\{D_{II,3}\}} \cdot \sigma\{\log D\} \\ \log D_{III,3} &= M\{\log D\} - u_{\Phi\{D_{III,3}\}} \cdot \sigma\{\log D\} \end{aligned}$$

Criterios de similitud hidrológica para definir los valores $D_{I,n}$, $D_{II,n}$, asumidos por D en los años sucesivos de los subperiodos críticos $\tau, r D_n$.

II: 8-6. De acuerdo con la (II: 8-5), en la distribución de probabilidad de D_n , para cualquier valor de n , resulta:

$$\tau, r D_n = 1 - (1 - r)^{1/K}, \quad \text{con } K = T - n + 1 \quad (\text{II: 8-4})$$

Como se muestra a manera de ejemplo en las figuras de II: 8-1 a II: 8-4 validas para cuencas de la vertiente del Pacífico Norte (grupo 1 del plano 1 del Anexo B) y como se ha indicado en los cuadros de II: 8-1 a II: 8-8 para todos los grupos de cuencas hidrológicamente similares del cuadro II: 5-5 para $1 \leq n \leq 4$ y para T y r iguales respectivamente a 10;0,05,

n	T	r	ϕ	u ϕ	$T, r D_n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .78 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .85 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .92 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .62 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .69 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .75 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .82 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .53 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .60 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .65 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})) - .71 \sqrt{\log_n (1+19.6 M\{D\}^{-.91})} \right]$

CUADRO II: 8-1: Valores asumidos por T, D , por T, D_2 , por T, D_3 y por T, D_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B

n	T	r	ϕ	$u \phi$	$T, r D_n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .78 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .85 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .92 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .62 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .69 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .75 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .82 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .53 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .60 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .65 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{1.02})) - .71 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.02})} \right]$

CUADRO II: 8-2: Valores asumidos por $T, r D$, por $T, r D_2$, por $T, r D_3$ y por $T, r D_4$ con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B

n	T	r	ϕ	$u \phi$	$T, r^D n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .78 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .85 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .92 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .62 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .69 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .75 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .82 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .53 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .60 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .65 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})) - .71 \sqrt{\log_n (1+3923.8 M\{D\}^{-1.86})} \right]$

CUADRO II: 8-4: Valores asumidos por T, r^D , por T, r^{D_2} , por T, r^{D_3} y por T, r^{D_4} con pares de valores de T y de r asignados:

Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B

n	T	r	ϕ	$u \phi$	$T, r^D n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .78 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .85 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .92 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .62 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .69 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .75 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .82 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .53 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .60 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .65 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})) - .71 \sqrt{\log_n (1+2532.1 M\{D\}^{-1.79})} \right]$

CUADRO II: 8-3: Valores asumidos por T, r^D , por T, r^D_2 , por T, r^D_3 y por T, r^D_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 3 del plano I del Anexo B

II: II

n	T	r	ϕ	$u \phi$	$T, r^D n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .78 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .85 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .92 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .62 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .69 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .75 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .82 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .53 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .60 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .65 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})) - .71 \sqrt{\log_n (1+291.0 M\{D\}^{-1.47})} \right]$

CUADRO II: 8-5: Valores asumidos por T, r^D , por T, r^D_2 , por T, r^D_3 y por T, r^D_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuenas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B

n	T	r	ϕ	u ϕ	$T, r^D n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{1.84})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{1.84})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{1.84})) - .78 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .85 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .92 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .62 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .69 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .75 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .82 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .53 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .60 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .65 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})) - .71 \sqrt{\log_n (1+4235.4 M\{D\}^{-1.84})} \right]$

CUADRO II: 8-6: Valores asumidos por T, r^D , por T, r^D_2 , por T, r^D_3 y por T, r^D_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B.

n	T	r	ϕ	$u \phi$	$T, r D_n$
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D_{=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .78 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .85 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .92 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_{2=10} \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .62 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .69 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .75 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_{3=10} \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .82 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .53 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .60 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .65 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_{4=10} \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})) - .71 \sqrt{\log_n (1+2500.0 M\{D\}^{-2.0})} \right]$

CUADRO II: 8-7: Valores asumidos por $T, r D$, por $T, r D_2$, por $T, r D_3$ y por $T, r D_4$ con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B.

n	T	r	ϕ	u_ϕ	T, r^D_n
n = 1 año	10	.05	.005116	2.568283	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - 1.11 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.05	.002561	2.799574	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - 1.22 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.025	.001265	3.020017	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - 1.31 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	50	.025	.000506	3.287277	$D=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - 1.43 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
n = 2 bienio	10	.05	.005683	2.531654	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .78 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.05	.002629	2.782998	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .85 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.025	.001332	3.004376	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .92 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	50	.025	.000517	3.281345	$D_2=10 \left[\log M\{D\} - (.109 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - 1.01 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
n = 3 trienio	10	.05	.006391	2.490206	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .62 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.05	.002846	2.765386	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .69 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.025	.001406	2.987892	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.072 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .75 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	50	.025	.000527	3.275939	$D_3=10 \left[\log M\{D\} - (.217 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .82 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
n = 4 cuatrienio	10	.05	.007301	2.442529	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .53 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.05	.003013	2.746738	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .60 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	20	.025	.001488	2.970528	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .65 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$
	50	.025	.000539	3.269576	$D_4=10 \left[\log M\{D\} - (.054 \log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})) - .71 \sqrt{\log_n (1+39.8 M\{D\}^{-1.04})} \right]$

CUADRO II: 8-8: Valores asumidos por T, r^D , por T, r^D_2 , por T, r^D_3 y por T, r^D_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.

20;0,05, 20;0,025 y a 50;0,025, se puede de aquí escribir ${}_{T,r}D_n = D_{n\Phi}$ con valores de Φ que, para comodidad del lector, vienen de vez en cuando especificados en el mismo cuadro.

De otro lado, estando la variable D_n distribuída según la ley logarítmico normal de la casualidad, con asimetría decreciente al crecer n , pero manteniéndose siempre modesta, con buena aproximación es posible sustituir a la (II: 8-6) la expresión simplificada:

$$\sigma\{\log D_n\} = 0.4343 \gamma\{D_n\} = 0.4343 \frac{\sigma\{D_n\}}{M\{D_n\}} \quad (\text{II: 8-6})$$

y, en consecuencia, de acuerdo a la (II: 8-9), asumir:

$$\sigma\{\log D_n\} = \frac{\sigma\{\log D\}}{\sqrt{n}}$$

De aquí se desprende que, para cualquier valor de n y cualquier par de valores de T y r , con buena aproximación resulta:

$$\log {}_{T,r}D_n = \log D_{n\Phi} = \log M\{D\} - 1.1513 \frac{\sigma^2\{\log D\}}{n} - u_\Phi \frac{\sigma\{\log D\}}{\sqrt{n}}, \quad (\text{II: 8-21})$$

con valores de Φ dados por la II: 8-4 y con u función conocida de Φ .

De otro lado, para los criterios de similitud hidrológica de los cuales se ha dicho en el Cap. II: 2, para cada uno de los grupos de cuencas hidrológicamente similares del cuadro II: 5-5, $\gamma\{D\}$ resulta función de $M\{D\}$ con vínculo funcional expresado por:

$$\gamma\{D\} = \gamma M\{D\}^{-\delta} \quad (\text{II: 2-3})$$

con valores de γ y de δ que varían al pasar de uno a otro grupo de cuencas (ver cuadro II: 5-5 del capítulo II-5).

En consecuencia, teniendo en cuenta todo lo dicho en el párrafo II:4 resulta:

$$\sigma^2\{\log D\} = 0.4343^2 \log_n (1 + \gamma^2\{D\}) \quad (\text{II: 4-2})$$

y por la (II: 2-3) y por la (II: 8-21) se consigue:

$${}_{T,r}D_n = D_{n\Phi} = 10^{[\log M\{D\} - \frac{0.2172}{\sqrt{n}} \log_n(1 + \gamma^2\{D\}) \cdot M\{D\}^{-2\delta}] - \frac{0.4343}{\sqrt{n}} u_\Phi \log_n(1 + \gamma^2\{D\}) \cdot M\{D\}^{-2\delta}}] \quad (\text{II: 8-22})$$

Finalmente, dada la similitud hidrológica existente entre las cuencas de la región, al igual que $\gamma\{D\}$, también ${}_{T,r}D_n$ resulta función de $M\{D\}$, con vínculo funcional expresado por la (II: 8-22) (ver figuras de II: 8-1 a II: 8-4 en las cuales a manera de ejemplo, se llevan a un diagrama las curvas que representan dicho vínculo funcional para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B).

Análogamente, por la similitud hidrológica que existe entre las diferentes cuencas de la región, también los valores $D_{I,n}$, $D_{II,n}$, ..., con $D_{I,n} < D_{II,n}$, ..., que la escorrentía anual D puede asumir en los n años que recaen en un subperíodo en el cual sea $D_n = {}_{T,r}D_n$, resultan función de $M\{D\}$ con vínculo unívocamente determinado cuando se haya fijado T, r y n .

Con mayor detalle, considerando los pares de valores de T y r mencionados e indicando en forma genérica con X cada una de las variables $D_{I,2}$ y $D_{II,2}$, para $n = 2$, $D_{I,3}$, $D_{II,3}$ y $D_{III,3}$ para $n = 3$, y $D_{I,4}$, $D_{II,4}$, $D_{III,4}$ y $D_{IV,4}$, para $n = 4$, con aproximación aún satisfactoria, se puede admitir que X varíe en función de $M\{D\}$, con ley exponencial representada por medio de una recta en un diagrama en papel logarítmico.

Esto resulta evidente sea de los ejemplos de las figuras de II: 8-5 a II: 8-16, que se refieren a cuencas del grupo 1 (Vertiente del Pacífico Norte), sea de la confrontación de los cuadros de II: 8-9 a II: 8-16 con los cuadros de II: 8-17 a II: 8-24.

En efecto, en los cuadros de II: 8-9 a II: 8-16, para cada uno de los grupos de cuencas del cuadro II: 5-5 y para los diferentes valores de $M\{D\}$, se llevan los asignados pares de valores de T y r y los valores de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$, ..., logrados con los criterios expuestos en los párrafos II: 8-4 y II: 8-5. En los cuadros de II: 8-17 a II: 8-24, para las mismas cuencas y para los mismos valores de T y r , se usa la expresión algebraica $X = \mu M\{D\}^{-\nu}$ que mejor se adapta para representar la ley con la cual cada uno de los valores de X varía en función de $M\{D\}$.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO			CUATRIENIO					
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
50	10	.05		7.8	18.3		7.9	19.3	23.9		7.9	20.1	24.3	27.1
	20	.05		6.4	16.7		6.4	17.0	22.2		6.4	17.2	22.4	25.3
	20	.025		5.7	15.1		5.7	15.4	20.7		5.7	15.6	20.8	23.9
	50	.025		4.6	13.5		4.5	13.6	18.9		4.5	13.7	18.9	22.1
75	10	.05		15.6	33.1		15.7	34.5	41.0		15.7	35.8	41.7	45.7
	20	.05		13.2	31.5		13.2	31.1	38.8		13.2	31.5	39.0	43.3
	20	.025		11.8	28.3		11.8	28.7	36.6		11.8	29.0	36.7	41.2
	50	.025		9.8	25.9		9.8	26.0	34.0		9.8	26.1	34.1	38.7
100	10	.05		25.0	49.2		25.2	51.1	59.3		25.1	52.8	60.2	65.2
	20	.05		21.5	46.2		21.5	46.8	56.5		21.5	47.3	56.8	62.2
	20	.025		19.4	43.0		19.5	43.5	53.7		19.4	44.0	53.6	59.7
	50	.025		16.5	39.9		16.5	40.0	50.5		16.5	40.1	50.6	56.5
150	10	.05		47.1	84.0		47.3	86.8	97.7		47.2	89.4	98.9	105.8
	20	.05		41.4	79.6		41.4	80.8	94.1		41.4	81.5	94.5	101.9
	20	.025		38.0	75.3		38.0	76.2	90.3		38.0	76.9	90.6	98.5
	50	.025		33.1	70.9		33.1	71.1	85.9		33.1	71.3	86.0	94.3
200	10	.05		72.2	121.0		72.6	124.6	137.9		72.4	128.0	139.4	147.7
	20	.05		64.4	116.0		64.4	117.1	133.6		64.4	118.1	134.0	143.1
	20	.025		59.7	110.2		59.7	111.2	128.9		59.7	112.2	129.3	139.0
	50	.025		52.9	104.6		52.9	104.8	123.4		52.9	105.1	123.6	133.8
250	10	.05		99.6	159.4		100.0	163.8	179.1		99.9	168.0	180.9	190.5
	20	.05		89.8	153.6		89.8	154.9	174.2		89.7	156.2	174.7	185.3
	20	.025		83.7	146.7		83.8	148.0	168.7		83.7	149.2	169.2	180.6
	50	.025		75.1	140.1		75.1	140.4	162.4		75.1	140.8	162.5	174.5
300	10	.05		128.6	198.8		129.2	204.0	221.1		129.0	208.8	223.0	234.0
	20	.05		116.8	192.4		116.9	193.9	215.7		116.8	195.4	216.3	228.2
	20	.025		109.5	184.4		109.6	185.9	209.5		109.5	187.4	210.0	222.9
	50	.025		99.0	176.9		99.0	177.2	202.3		99.0	177.6	202.5	216.1
350	10	.05		159.0	239.1		159.7	245.0	263.7		159.5	250.5	265.9	277.9
	20	.05		145.3	232.0		145.4	233.7	257.9		145.3	235.4	258.5	271.7
	20	.025		136.8	223.1		136.9	224.9	250.9		136.8	226.4	251.5	265.8
	50	.025		124.6	214.7		124.5	215.1	243.0		124.5	215.6	243.2	258.2
400	10	.05		190.5	280.0		191.2	286.5	306.8		191.0	292.7	309.2	322.
	20	.05		175.0	272.3		175.0	274.2	300.5		174.9	276.1	301.2	315.5
	20	.025		165.2	262.5		165.4	264.4	292.2		165.2	266.2	293.6	309.1
	50	.025		151.3	253.3		151.3	253.7	284.3		151.2	254.3	284.5	301.0
500	10	.05		256.0	363.1		257.0	371.0	394.0		256.6	378.3	396.8	411.8
	20	.05		237.0	354.4		237.1	356.7	387.0		237.0	359.0	387.8	404.3
	20	.025		225.0	343.0		225.1	345.4	378.3		225.0	347.5	379.0	397.0
	50	.025		207.7	332.3		207.7	332.9	368.3		207.7	333.5	368.5	387.5

CUADRO II: 8-9: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO				CUATRIENIO				
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
150	10	.05		43.2	80.3		43.4	83.1	94.7		43.3	85.6	95.9	103.1
	20	.05		37.6	76.0		37.7	76.8	90.8		37.6	77.6	91.2	99.0
	20	.025		34.4	71.3		34.4	72.1	86.9		34.4	72.8	87.2	95.5
	50	.025		29.7	66.8		29.7	66.9	82.2		29.7	67.2	82.4	91.0
200	10	.05		68.1	117.4		68.4	120.9	133.0		68.3	124.4	136.5	145.2
	20	.05		60.4	112.2		60.4	113.2	130.4		60.4	114.3	130.8	140.4
	20	.025		55.7	106.2		55.8	107.3	125.5		55.7	108.2	125.9	136.1
	50	.025		49.1	100.5		49.1	100.7	119.9		49.1	100.9	120.0	130.7
250	10	.05		95.5	156.1		96.0	160.4	176.4		95.8	164.7	178.2	188.2
	20	.05		85.7	150.0		85.8	151.4	171.3		85.7	152.6	171.8	182.8
	20	.025		79.7	142.9		79.8	144.3	165.6		79.7	145.5	166.1	177.9
	50	.025		71.2	136.2		71.2	136.5	159.1		71.1	136.9	159.2	171.6
300	10	.05		124.9	196.0		125.5	201.1	219.0		125.3	206.0	220.8	232.0
	20	.05		113.1	189.3		113.2	190.8	213.2		113.1	192.3	213.8	226.0
	20	.025		105.8	181.1		106.0	182.7	206.8		105.8	184.1	207.3	220.5
	50	.025		95.4	173.4		95.4	173.8	199.4		95.4	174.2	199.6	213.6
400	10	.05		187.9	178.0		188.6	284.6	305.2		188.4	290.8	307.6	321.0
	20	.05		172.3	270.2		172.4	272.1	298.8		172.3	274.0	299.5	314.2
	20	.025		162.5	260.3		162.7	262.3	291.3		162.5	264.1	291.9	307.6
	50	.025		148.6	251.0		148.6	251.4	282.4		148.5	252.0	282.6	299.3
500	10	.05		255.1	362.5		255.9	370.3	393.4		255.7	377.7	396.2	411.4
	20	.05		236.0	353.7		236.1	356.0	386.3		236.0	358.3	387.1	403.8
	20	.025		224.0	342.3		224.1	344.6	377.6		224.0	346.7	378.4	396.4
	50	.025		206.7	331.5		206.7	332.0	367.7		206.7	332.6	367.9	387.0
600	10	.05		325.2	448.5		326.3	457.4	482.8		326.0	466.0	486.0	502.7
	20	.05		302.9	438.8		303.0	441.4	475.1		302.9	444.1	476.0	494.5
	20	.025		288.7	426.0		288.9	428.6	465.4		288.8	431.2	466.3	486.2
	50	.025		268.4	414.0		268.3	414.7	454.3		268.3	415.3	454.6	475.9
600	10	.05		397.7	535.6		398.9	545.7	573.0		398.6	555.2	576.5	594.8
	20	.05		372.4	525.3		372.5	528.2	564.9		372.4	531.2	565.9	586.0
	20	.025		356.2	511.1		356.4	514.2	554.3		356.2	517.0	555.3	577.0
	50	.025		332.9	498.0		332.9	498.7	542.2		322.8	499.5	542.5	565.7
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												

CUADRO II: 8-10: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO				CUATRIENIO				
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
50	10	.05		1.9	7.6		1.9	8.1	13.0		1.9	8.6	13.5	16.9
	20	.05		1.4	6.3		1.4	6.4	11.2		1.4	6.5	11.3	14.7
	20	.025		1.1	5.1		1.1	5.3	9.7		1.1	5.4	9.9	13.1
	50	.025		0.8	4.1		0.8	4.1	8.2		0.8	4.1	8.2	11.2
75	10	.05		6.1	19.3		6.2	20.3	28.2		6.1	21.3	29.0	34.1
	20	.05		4.8	16.9		4.8	17.2	25.4		4.7	17.5	25.7	30.9
	20	.025		4.0	14.8		4.0	15.0	23.1		4.0	15.3	23.3	28.5
	50	.025		3.1	12.7		3.1	12.7	20.4		3.0	12.8	20.5	25.6
100	10	.05		13.3	34.7		13.4	36.3	46.5		13.3	37.8	47.4	53.8
	20	.05		10.8	31.4		10.8	31.8	42.9		10.8	32.3	43.2	49.9
	20	.025		9.4	28.2		9.4	28.7	39.8		9.4	29.0	40.1	46.9
	50	.025		7.5	25.1		7.5	25.2	36.2		7.5	25.3	36.3	43.2
150	10	.05		35.4	72.2		35.6	74.9	87.9		35.5	77.4	89.2	97.2
	20	.05		30.3	67.6		30.3	68.4	83.5		30.2	69.1	83.9	92.6
	20	.025		27.3	62.8		27.3	63.5	79.3		27.3	64.2	79.6	88.7
	50	.025		23.1	58.0		23.1	58.2	74.3		23.1	58.4	74.4	83.8
200	10	.05		65.0	114.5		65.3	118.2	132.7		65.2	121.6	134.2	143.2
	20	.05		57.4	109.2		57.4	110.3	127.9		57.3	111.3	128.4	138.2
	20	.025		52.8	103.2		52.8	104.2	122.9		52.8	105.2	123.4	133.8
	50	.025		46.3	97.3		46.3	97.6	117.2		46.3	97.8	117.3	128.2
250	10	.05		99.5	159.4		100.0	163.7	179.1		99.8	167.9	180.8	190.5
	20	.05		89.7	153.6		89.7	154.9	174.2		89.7	156.1	174.7	185.3
	20	.025		83.7	146.6		83.7	148.0	168.6		83.6	149.2	169.2	180.5
	50	.025		75.0	140.0		75.0	140.3	162.3		75.0	140.7	162.5	174.5
300	10	.05		137.4	205.5		137.9	210.6	226.4		137.8	215.3	228.2	238.4
	20	.05		125.7	199.5		125.7	201.0	221.4		125.6	202.5	222.0	233.2
	20	.025		118.3	191.9		118.4	193.5	215.6		118.3	194.9	216.1	228.1
	50	.025		107.8	184.8		107.8	185.2	208.8		107.8	185.6	209.0	221.8
350	10	.05		177.5	252.5		178.1	258.1	274.2		178.0	263.3	276.2	286.8
	20	.05		164.1	246.4		164.2	248.0	269.3		164.1	249.6	269.9	281.5
	20	.025		155.7	238.3		155.8	240.0	263.2		155.7	241.5	263.7	276.2
	50	.025		143.5	230.8		143.5	231.2	256.1		143.5	231.6	256.3	269.6
400	10	.05		219.2	300.1		219.9	306.1	322.5		219.8	311.8	324.5	335.4
	20	.05		204.4	293.8		204.4	295.6	317.6		204.3	297.4	318.1	330.1
	20	.025		195.0	285.4		195.1	287.2	311.2		195.0	288.8	311.7	324.7
	50	.025		181.4	277.5		181.4	278.0	303.9		181.4	278.4	304.1	317.8
500	10	.05		306.6	396.2		306.9	403.0	419.6		306.7	409.3	421.9	433.2
	20	.05		288.8	389.9		288.9	391.9	414.7		288.8	393.8	415.4	427.9
	20	.025		277.8	380.8		278.0	382.8	408.0		277.8	384.7	408.7	422.2
	50	.025		261.8	372.5		261.8	373.1	400.5		261.8	373.6	400.6	415.1

CUADRO II: 8-11: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO				CUATRIENIO				
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
100	10	.05		12.3	33.1		12.4	34.7	45.0		12.3	36.2	46.0	52.5
	20	.05		9.9	29.8		9.9	30.3	41.5		9.9	30.7	41.7	48.5
	20	.025		8.6	26.7		8.6	27.1	38.3		8.6	27.5	38.6	45.5
	50	.025		6.8	23.6		6.8	23.7	34.7		6.8	23.8	34.8	41.7
150	10	.05		34.0	70.7		34.2	73.3	86.6		34.1	75.9	88.0	96.1
	20	.05		29.0	66.0		29.0	66.8	82.2		29.0	67.5	82.5	91.3
	20	.025		26.1	61.1		26.1	62.0	77.8		26.0	62.6	78.2	87.4
	50	.025		22.0	56.4		21.9	56.5	72.8		22.0	56.7	72.9	82.4
200	10	.05		63.8	113.4		64.1	117.0	131.7		63.9	120.5	133.3	142.4
	20	.05		56.2	108.0		56.2	109.1	126.9		56.1	110.1	127.4	137.3
	20	.025		51.6	101.9		51.7	103.0	121.9		51.6	103.9	122.3	132.9
	50	.025		45.1	96.0		45.1	96.2	116.0		45.1	96.5	116.2	127.2
250	10	.05		98.7	158.7		99.1	163.1	178.5		99.0	167.2	180.2	190.0
	20	.05		88.9	152.8		88.9	154.1	173.6		88.8	155.4	174.1	184.8
	20	.025		82.8	145.9		82.9	147.2	168.0		82.8	148.4	168.5	180.0
	50	.025		74.2	139.2		74.2	139.6	161.6		74.2	139.9	161.8	173.9
300	10	.05		137.1	205.3		137.7	210.4	226.2		137.5	215.1	228.1	238.3
	20	.05		125.4	199.3		125.4	200.8	221.3		125.4	202.3	221.8	233.0
	20	.025		118.1	191.7		118.2	193.3	215.4		118.1	194.6	215.9	228.0
	50	.025		107.6	184.6		107.6	185.0	208.7		107.5	185.3	208.8	221.6
350	10	.05		177.9	252.9		178.6	258.4	274.5		178.4	263.7	276.5	287.0
	20	.05		164.6	246.8		164.6	248.3	269.6		164.5	250.0	270.1	281.7
	20	.025		156.1	238.7		156.2	240.3	263.5		156.1	241.9	264.0	276.5
	50	.025		144.0	231.0		144.0	231.6	256.4		144.0	232.0	256.6	269.9
400	10	.05		220.3	300.9		221.0	306.8	323.1		220.9	312.5	325.1	335.9
	20	.05		205.6	294.6		205.6	296.4	318.2		205.5	298.1	318.8	330.6
	20	.025		196.1	286.2		196.3	288.0	311.8		196.1	289.7	312.4	325.3
	50	.025		182.6	278.4		182.6	278.8	304.7		182.5	279.3	304.8	318.5
450	10	.05		264.0	349.2		264.8	355.6	371.9		264.6	361.6	374.0	385.0
	20	.05		248.0	343.0		248.1	344.8	367.0		247.9	346.7	367.7	379.7
	20	.025		237.8	334.3		237.9	336.2	360.6		237.8	338.0	361.2	374.3
	50	.025		223.0	326.2		223.0	326.8	353.2		222.9	327.3	353.4	367.4
500	10	.05		308.6	397.9		309.5	404.6	420.9		309.4	410.8	423.1	434.3
	20	.05		291.6	391.6		291.7	393.6	416.1		291.6	395.6	416.8	429.1
	20	.025		280.6	382.7		280.8	384.8	409.6		280.7	386.6	410.1	423.5
	50	.025		264.8	374.5		264.7	375.0	402.0		264.7	375.5	402.3	416.5
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												

CUADRO II: 8-12: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO			CUATRIENIO					
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
50	10	.05		5.0	14.1		5.1	15.0	20.0		5.0	15.7	20.4	23.5
	20	.05		3.9	12.5		4.0	13.0	18.0		4.0	13.0	18.2	21.5
	20	.025		3.4	11.0		3.4	11.1	16.5		3.4	11.7	16.6	20.0
	50	.025		2.6	9.5		2.6	9.6	14.7		2.6	9.6	14.7	18.0
100	10	.05		23.3	47.4		23.5	49.3	57.8		23.4	51.0	58.7	63.9
	20	.05		20.0	44.4		20.0	45.0	55.0		20.0	45.4	55.1	60.8
	20	.025		18.0	41.1		18.0	41.7	52.0		18.0	42.1	52.3	58.2
	50	.025		15.2	38.0		15.2	38.1	48.8		15.2	38.2	48.8	55.0
150	10	.05		50.5	87.2		50.8	90.0	100.3		50.7	92.6	101.5	108.0
	20	.05		44.8	83.3		44.8	84.2	97.0		44.8	85.0	97.3	104.4
	20	.025		41.3	78.8		41.4	79.7	93.3		41.3	80.4	93.6	101.1
	50	.025		36.3	74.5		36.3	74.7	89.1		36.3	75.0	89.2	97.1
200	10	.05		83.0	129.9		83.3	133.4	145.0		83.2	136.7	146.4	153.7
	20	.05		75.1	125.5		75.1	126.5	141.3		75.1	127.5	141.7	149.8
	20	.025		70.2	120.1		70.3	121.1	137.1		70.2	122.1	137.4	146.1
	50	.025		63.2	115.0		63.2	115.2	132.2		63.2	115.4	132.3	141.4
250	10	.05		118.7	174.2		119.2	178.3	190.8		119.0	182.2	192.3	200.3
	20	.05		108.9	169.4		109.0	170.6	186.9		108.9	171.8	187.3	196.2
	20	.025		102.9	163.3		102.9	164.5	182.2		102.9	165.6	182.6	192.2
	50	.025		94.1	157.5		94.1	157.8	176.8		94.1	158.1	176.9	187.1
300	10	.05		156.5	219.4		157.1	224.1	237.2		157.0	228.5	238.9	247.5
	20	.05		145.1	214.3		145.2	215.7	233.2		145.1	217.0	233.7	243.2
	20	.025		138.0	207.0		138.1	209.0	228.1		138.0	210.3	228.6	238.8
	50	.025		127.6	201.3		127.6	201.7	222.3		127.6	202.0	222.5	233.4
350	10	.05		196.0	231.1		196.6	270.4	284.7		196.6	275.3	285.9	295.0
	20	.05		183.2	260.0		183.3	261.5	280.0		183.2	263.0	280.5	290.6
	20	.025		175.1	252.8		175.2	254.3	274.6		175.1	255.8	275.1	286.0
	50	.025		163.3	246.1		163.2	246.5	268.5		163.2	246.9	268.6	280.2
400	10	.05		236.9	311.6		237.6	317.3	331.4		237.5	322.6	333.3	342.9
	20	.05		222.7	306.3		222.8	307.9	327.5		222.7	309.6	327.8	338.3
	20	.025		213.7	298.6		213.8	300.3	321.6		213.7	301.9	322.1	333.5
	50	.025		200.6	291.6		200.6	292.0	315.2		200.6	292.5	315.3	
450	10	.05		278.5	358.4		279.3	364.4	379.0		279.1	370.1	380.9	390.9
	20	.05		263.1	352.8		263.2	354.6	375.1		263.1	356.3	375.2	386.2
	20	.025		253.3	344.8		253.5	346.6	368.8		253.4	348.3	369.3	381.2
	50	.025		239.0	337.5		239.0	337.9	362.1		239.0	338.4	362.3	375.0
500	10	.05		321.0	405.4		321.8	411.8	426.7		321.7	417.8	428.8	439.1
	20	.05		304.5	399.8		304.6	401.6	422.9		304.5	403.5	423.0	434.3
	20	.025		294.0	391.4		294.1	393.3	416.3		294.0	395.1	416.9	429.2
	50	.025		278.6	383.9		278.6	384.3	409.4		278.6	384.8	409.6	422.9

CUADRO II: 8-13: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperiodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO				CUATRIENIO				
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
200	10	.05		55.7	105.7		56.0	109.3	125.3		55.9	112.7	126.9	136.9
	20	.05		48.4	100.2		48.5	101.0	120.1		48.4	102.0	120.5	131.3
	20	.025		44.1	93.6		44.2	95.0	114.7		44.1	95.6	115.1	126.5
	50	.025		38.1	87.4		38.1	87.7	108.4		38.0	89.1	108.6	120.4
250	10	.05		88.0	149.6		88.5	154.1	171.3		88.3	158.3	173.1	183.9
	20	.05		78.3	143.3		78.4	144.6	165.7		78.3	146.0	166.2	179.0
	20	.025		72.5	136.0		72.5	137.3	159.7		72.5	138.4	160.2	172.7
	50	.025		64.1	128.8		64.1	129.2	152.8		64.1	129.9	152.9	166.1
300	10	.05		124.1	195.3		124.7	200.5	218.3		124.5	205.4	220.3	231.6
	20	.05		112.3	188.6		112.4	190.1	212.6		112.3	191.6	213.2	225.6
	20	.025		105.0	180.5		105.1	182.0	206.2		105.0	183.4	206.8	220.0
	50	.025		94.6	172.7		94.6	173.1	198.8		94.6	173.5	199.0	213.0
350	10	.05		163.0	242.0		163.6	247.8	266.0		163.4	253.3	268.2	280.0
	20	.05		149.3	235.1		149.3	237.0	260.3		149.2	238.5	260.9	274.0
	20	.025		140.8	226.4		141.0	228.2	253.6		141.0	230.0	254.2	268.0
	50	.025		128.5	218.1		128.5	218.6	245.8		128.5	219.0	246.0	260.7
450	10	.05		246.0	337.2		246.6	344.0	362.6		246.4	350.3	365.5	377.3
	20	.05		229.1	330.1		229.2	332.1	357.0		229.0	334.1	358.0	371.2
	20	.025		218.5	320.6		218.6	322.6	349.8		218.5	324.5	350.4	365.5
	50	.025		203.2	311.7		203.2	312.2	341.6		203.2	312.7	341.7	357.4
500	10	.05		289.0	385.4		290.0	392.5	411.7		289.6	399.2	413.7	426.2
	20	.05		271.0	378.2		271.1	380.3	405.7		271.0	382.4	406.3	420.2
	20	.025		259.6	368.3		259.7	370.5	398.3		259.6	372.5	399.0	414.7
	50	.025		243.0	359.3		243.0	359.8	389.9		243.0	360.3	390.0	406.1
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												

CUADRO II: 8-14: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{i,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M{D} asignados:
Cuencas del grupo 6 del plano I del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO				CUATRIENIO				
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
50	10	.05		4.6	13.4		4.6	14.1	19.1		4.3	14.9	19.6	22.8
	20	.05		3.6	11.8		3.6	12.4	17.3		3.6	12.2	17.5	20.8
	20	.025		3.0	10.7		3.0	11.0	15.7		3.0	11.0	15.9	19.2
	50	.025		2.3	9.0		2.3	9.0	13.9		2.3	9.7	14.0	17.3
100	10	.05		28.0	52.2		28.1	54.1	61.8		28.1	55.9	62.7	67.4
	20	.05		24.3	49.4		24.3	49.9	59.2		24.3	50.4	59.5	64.6
	20	.025		22.1	46.2		22.1	46.8	56.5		22.1	47.2	56.8	62.2
	50	.025		19.0	43.2		19.0	43.3	53.5		19.0	43.4	53.5	59.2
150	10	.05		63.8	98.4		64.3	101.1	109.4		64.2	103.6	110.4	115.6
	20	.05		58.0	95.3		58.0	96.0	107.0		58.0	96.8	107.0	112.8
	20	.025		54.4	91.3		54.4	92.0	103.6		54.4	92.7	103.9	110.1
	50	.025		49.1	87.5		49.1	87.7	100.1		49.1	87.9	100.1	106.7
200	10	.05		105.8	146.8		106.2	150.0	158.3		106.1	152.8	160.4	164.8
	20	.05		98.2	143.5		98.2	144.4	156.3		98.2	145.4	156.1	162.1
	20	.025		93.5	139.1		93.6	140.0	152.4		93.5	140.9	152.7	159.3
	50	.025		86.5	135.0		86.5	135.3	148.7		86.5	135.5	148.7	156.3
250	10	.05		150.5	196.1		150.9	199.2	209.0		151.0	202.7	208.8	214.5
	20	.05		141.7	192.6		141.8	193.6	206.0		141.7	194.6	205.5	213.2
	20	.025		136.2	187.2		136.3	189.0	201.7		136.2	190.0	202.1	210.4
	50	.025		128.0	183.7		128.0	184.0	197.9		128.0	184.3	198.0	205.3
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												
	10	.05												
	20	.05												
	20	.025												
	50	.025												

CUADRO II: 8-15: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{1,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperiodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B.

M {D}	T	r	BIENIO			TRIENIO				CUATRIENIO				
			D ₂	D _{I,2}	D _{II,2}	D ₃	D _{I,3}	D _{II,3}	D _{III,3}	D ₄	D _{I,4}	D _{II,4}	D _{III,4}	D _{IV,4}
300	10	.05		130.5	200.3		131.1	205.4	222.2		130.9	210.2	224.2	235.0
	20	.05		118.7	193.9		118.8	195.5	217.0		118.7	196.9	217.5	229.3
	20	.025		111.4	186.1		111.5	187.6	210.8		111.4	189.0	211.3	224.0
	50	.025		100.9	178.6		100.9	179.0	203.7		100.9	179.4	203.9	217.3
350	10	.05		162.3	241.6		163.0	247.4	265.7		162.8	252.9	267.8	279.6
	20	.05		148.7	234.7		148.7	236.4	260.0		148.6	238.0	260.6	273.5
	20	.025		140.1	225.9		140.2	227.6	253.2		140.1	229.2	253.8	267.7
	50	.025		127.9	217.6		127.9	218.0	245.5		127.9	218.5	245.6	260.4
400	10	.05		195.5	283.6		196.2	290.1	309.6		196.0	296.0	312.0	324.7
	20	.05		180.1	276.2		180.1	278.1	303.6		180.0	280.0	304.2	318.2
	20	.025		170.4	266.7		170.5	268.5	296.3		170.4	270.4	296.9	311.9
	50	.025		156.4	257.6		156.4	258.1	287.9		156.4	258.7	288.0	304.1
500	10	.05		264.7	369.2		265.6	376.8	398.7		265.3	383.9	401.3	417.4
	20	.05		245.9	360.8		246.0	363.1	392.0		245.8	365.4	392.7	408.6
	20	.025		234.0	349.8		234.1	352.1	383.6		234.0	354.2	384.4	401.5
	50	.025		216.8	339.5		216.8	340.1	374.2		216.8	340.7	374.3	392.6
600	10	.05		336.7	456.2		337.8	464.9	488.8		337.5	473.1	491.8	507.7
	20	.05		314.9	447.1		314.9	449.6	481.7		314.8	452.2	482.4	500.0
	20	.025		300.9	434.7		301.1	437.4	472.4		300.9	439.9	473.2	492.3
	50	.025		280.8	423.3		280.8	424.0	461.9		280.7	424.6	462.1	482.3
700	10	.05		411.0	544.2		412.2	554.0	579.8		411.8	563.2	584.0	600.4
	20	.05		386.2	534.5		386.3	537.4	572.1		386.1	540.3	573.1	592.1
	20	.025		370.3	521.1		370.5	524.0	562.1		370.3	526.7	562.9	584.0
	50	.025		347.4	508.4		347.4	509.2	550.6		347.3	510.0	550.9	572.9
800	10	.05		487.0	633.2		488.3	643.9	671.8		488.0	654.0	676.3	693.5
	20	.05		459.5	622.9		459.6	626.0	663.3		459.5	629.1	664.3	685.0
	20	.025		441.8	608.2		442.0	611.6	652.5		441.8	614.5	653.5	676.3
	50	.025		416.2	594.8		416.2	595.6	640.2		416.2	596.4	640.5	664.2
900	10	.05		544.6	723.0		566.0	734.5	764.3		565.6	745.5	769.1	787.1
	20	.05		534.5	712.0		534.6	715.4	755.1		534.4	718.9	756.1	778.4
	20	.025		515.0	696.4		515.3	699.9	743.6		515.0	703.2	744.2	769.1
	50	.025		486.9	682.1		486.9	682.9	730.5		486.9	683.8	730.8	756.0
1000	10	.05		643.6	813.4		645.1	825.8	857.3		644.7	837.5	862.4	881.2
	20	.05		611.1	802.0		611.1	805.6	847.5		610.9	809.3	848.5	872.3
	20	.025		589.9	785.4		590.2	789.2	835.3		589.3	792.6	836.3	862.4
	50	.025		559.4	770.1		559.4	771.2	821.5		559.4	772.1	821.8	848.4
1100	10	.05		723.6	904.2		725.3	917.5	949.2		725.0	930.1	953.5	975.5
	20	.05		688.6	892.3		688.8	896.3	940.2		688.6	900.2	941.3	965.6
	20	.025		666.0	864.8		666.3	878.8	927.3		666.0	882.6	928.5	956.1
	50	.025		633.2	859.0		633.1	859.9	912.8		633.1	860.9	913.2	941.2

CUADRO II: 8-16: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{1,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r^D I, 2$	$T, r^D II, 2$
10	.05	$D_{I,2} = .0229 M \{D\}^{1.5107}$	$D_{II,2} = .1254 M \{D\}^{1.2904}$
20	.05	$D_{I,2} = .0155 M \{D\}^{1.5622}$	$D_{II,2} = .1053 M \{D\}^{1.3150}$
20	.025	$D_{I,2} = .0122 M \{D\}^{1.5925}$	$D_{II,2} = .0836 M \{D\}^{1.3480}$
50	.025	$D_{I,2} = .0079 M \{D\}^{1.6512}$	$D_{II,2} = .0661 M \{D\}^{1.3816}$

n = 3 Trienio

T	r	$T, r^D I, 3$	$T, r^D II, 3$	$T, r^D III, 3$
10	.05	$D_{I,3} = .0234 M \{D\}^{1.5077}$	$D_{II,3} = .1383 M \{D\}^{1.2777}$	$D_{III,3} = .2182 M \{D\}^{1.2122}$
20	.05	$D_{I,3} = .0155 M \{D\}^{1.5625}$	$D_{II,3} = .1063 M \{D\}^{1.3148}$	$D_{III,3} = .1865 M \{D\}^{1.2353}$
20	.025	$D_{I,3} = .0122 M \{D\}^{1.5924}$	$D_{II,3} = .0866 M \{D\}^{1.3431}$	$D_{III,3} = .1615 M \{D\}^{1.2552}$
50	.025	$D_{I,3} = .0076 M \{D\}^{1.6566}$	$D_{II,3} = .0669 M \{D\}^{1.3797}$	$D_{III,3} = .1333 M \{D\}^{1.2827}$

n = 4 Cuatrienio

T	r	$T, r^D I, 4$	$T, r^D II, 4$	$T, r^D III, 4$	$T, r^D IV, 4$
10	.05	$D_{I,4} = .0234 M \{D\}^{1.5074}$	$D_{II,4} = .1508 M \{D\}^{1.2663}$	$D_{III,4} = .2263 M \{D\}^{1.2074}$	$D_{IV,4} = .2834 M \{D\}^{1.1765}$
20	.05	$D_{I,4} = .0155 M \{D\}^{1.5621}$	$D_{II,4} = .1087 M \{D\}^{1.3121}$	$D_{III,4} = .1898 M \{D\}^{1.2327}$	$D_{IV,4} = .2448 M \{D\}^{1.1977}$
20	.025	$D_{I,4} = .0122 M \{D\}^{1.5925}$	$D_{II,4} = .0887 M \{D\}^{1.3403}$	$D_{III,4} = .1619 M \{D\}^{1.2553}$	$D_{IV,4} = .2168 M \{D\}^{1.2148}$
50	.025	$D_{I,4} = .0076 M \{D\}^{1.6565}$	$D_{II,4} = .0677 M \{D\}^{1.3780}$	$D_{III,4} = .1337 M \{D\}^{1.2823}$	$D_{IV,4} = .1843 M \{D\}^{1.2377}$

CUADRO II: 8-17: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,... en función de $M \{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r \text{ } ^D I, 2$	$T, r \text{ } ^D II, 2$
10	.05	$D_{I,2} = .0010 \text{ M } \{D\} \quad 2.0584$	$D_{II,2} = .0235 \text{ M } \{D\} \quad 1.5845$
20	.05	$D_{I,2} = .00053 \text{ M } \{D\} \quad 2.1568$	$D_{II,2} = .0161 \text{ M } \{D\} \quad 1.6450$
20	.025	$D_{I,2} = .00033 \text{ M } \{D\} \quad 2.2295$	$D_{II,2} = .0111 \text{ M } \{D\} \quad 1.7025$
50	.025	$D_{I,2} = .00016 \text{ M } \{D\} \quad 2.3367$	$D_{II,2} = .0072 \text{ M } \{D\} \quad 1.7705$

n = 3 Trienio

T	r	$T, r \text{ } ^D I, 3$	$T, r \text{ } ^D II, 3$	$T, r \text{ } ^D III, 3$
10	.05	$D_{I,3} = .0011 \text{ M } \{D\} \quad 2.0529$	$D_{II,3} = .0267 \text{ M } \{D\} \quad 1.5665$	$D_{III,3} = .0681 \text{ M } \{D\} \quad 1.4172$
20	.05	$D_{I,3} = .00053 \text{ M } \{D\} \quad 2.2570$	$D_{II,3} = .0168 \text{ M } \{D\} \quad 1.6389$	$D_{III,3} = .0502 \text{ M } \{D\} \quad 1.4660$
20	.025	$D_{I,3} = .00033 \text{ M } \{D\} \quad 2.2299$	$D_{II,3} = .0116 \text{ M } \{D\} \quad 1.6970$	$D_{III,3} = .0386 \text{ M } \{D\} \quad 1.5071$
50	.025	$D_{I,3} = .00016 \text{ M } \{D\} \quad 2.3367$	$D_{II,3} = .0073 \text{ M } \{D\} \quad 1.7703$	$D_{III,3} = .0273 \text{ M } \{D\} \quad 1.5616$

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r \text{ } ^D I, 4$	$T, r \text{ } ^D II, 4$	$T, r \text{ } ^D III, 4$	$T, r \text{ } ^D IV, 4$
10	.05	$D_{I,4} = .0010 \text{ M } \{D\} \quad 2.0599$	$D_{II,4} = .0301 \text{ M } \{D\} \quad 1,5498$	$D_{III,4} = .0731 \text{ M } \{D\} \quad 1.4061$	$D_{IV,4} = .1148 \text{ M } \{D\} \quad 1.3355$
20	.05	$D_{I,4} = .00051 \text{ M } \{D\} \quad 2.1639$	$D_{II,4} = .0176 \text{ M } \{D\} \quad 1.6324$	$D_{III,4} = .0518 \text{ M } \{D\} \quad 1.4612$	$D_{IV,4} = .0867 \text{ M } \{D\} \quad 1.3804$
20	.025	$D_{I,4} = .00033 \text{ M } \{D\} \quad 2.2299$	$D_{II,4} = .0121 \text{ M } \{D\} \quad 1,6907$	$D_{III,4} = .0396 \text{ M } \{D\} \quad 1.5032$	$D_{IV,4} = .0694 \text{ M } \{D\} \quad 1.4152$
50	.025	$D_{I,4} = .00016 \text{ M } \{D\} \quad 2.3367$	$D_{II,4} = .0074 \text{ M } \{D\} \quad 1.7675$	$D_{III,4} = .0276 \text{ M } \{D\} \quad 1.5596$	$D_{IV,4} = .0515 \text{ M } \{D\} \quad 1.4620$

CUADRO II: 8-19: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de $M\{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r^D I, 2$	$T, r^D II, 2$
10	.05	$D_{I,2} = .0338 \text{ M } \{D\}^{1.4352}$	$D_{II,2} = .1752 \text{ M } \{D\}^{1.2277}$
20	.05	$D_{I,2} = .0234 \text{ M } \{D\}^{1.4816}$	$D_{II,2} = .1485 \text{ M } \{D\}^{1.2503}$
20	.025	$D_{I,2} = .0185 \text{ M } \{D\}^{1.5109}$	$D_{II,2} = .1241 \text{ M } \{D\}^{1.2738}$
50	.025	$D_{I,2} = .0125 \text{ M } \{D\}^{1.5613}$	$D_{II,2} = .1028 \text{ M } \{D\}^{1.2988}$

n = 3 Trienio

T	r	$T, r^D I, 3$	$T, r^D II, 3$	$T, r^D III, 3$
10	.05	$D_{I,3} = .0342 \text{ M } \{D\}^{1.4339}$	$D_{II,3} = .1900 \text{ M } \{D\}^{1.2181}$	$D_{III,3} = .2735 \text{ M } \{D\}^{1.1694}$
20	.05	$D_{I,3} = .0236 \text{ M } \{D\}^{1.4803}$	$D_{II,3} = .1524 \text{ M } \{D\}^{1.2471}$	$D_{III,3} = .2465 \text{ M } \{D\}^{1.1832}$
20	.025	$D_{I,3} = .0185 \text{ M } \{D\}^{1.5107}$	$D_{II,3} = .1278 \text{ M } \{D\}^{1.2702}$	$D_{III,3} = .2177 \text{ M } \{D\}^{1.1995}$
50	.025	$D_{I,3} = .0125 \text{ M } \{D\}^{1.5611}$	$D_{II,3} = .1032 \text{ M } \{D\}^{1.2985}$	$D_{III,3} = .1877 \text{ M } \{D\}^{1.2186}$

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r^D I, 4$	$T, r^D II, 4$	$T, r^D III, 4$	$T, r^D IV, 4$
10	.05	$D_{I,4} = .0340 \text{ M } \{D\}^{1.4349}$	$D_{II,4} = .2044 \text{ M } \{D\}^{1.2096}$	$D_{III,4} = .2897 \text{ M } \{D\}^{1.1614}$	$D_{IV,4} = .3542 \text{ M } \{D\}^{1.1352}$
20	.05	$D_{I,4} = .0234 \text{ M } \{D\}^{1.4816}$	$D_{II,4} = .1563 \text{ M } \{D\}^{1.2441}$	$D_{III,4} = .2493 \text{ M } \{D\}^{1.1817}$	$D_{IV,4} = .3140 \text{ M } \{D\}^{1.1515}$
20	.025	$D_{I,4} = .0185 \text{ M } \{D\}^{1.5110}$	$D_{II,4} = .1307 \text{ M } \{D\}^{1.2676}$	$D_{III,4} = .2197 \text{ M } \{D\}^{1.1983}$	$D_{IV,4} = .2839 \text{ M } \{D\}^{1.1647}$
50	.025	$D_{I,4} = .0140 \text{ M } \{D\}^{1.5404}$	$D_{II,4} = .1043 \text{ M } \{D\}^{1.2971}$	$D_{III,4} = .1870 \text{ M } \{D\}^{1.2196}$	$D_{IV,4} = .2476 \text{ M } \{D\}^{1.1828}$

CUADRO II: 8-18: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,... en función de $M \{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r \ D_{I,2}$	$T, r \ D_{II,2}$
10	.05	$D_{I,2} = .0075 \ M \ \{D\} \ 1.7137$	$D_{II,2} = .0835 \ M \ \{D\} \ 1.3656$
20	.05	$D_{I,2} = .0044 \ M \ \{D\} \ 1.7895$	$D_{II,2} = .0660 \ M \ \{D\} \ 1.4012$
20	.025	$D_{I,2} = .0031 \ M \ \{D\} \ 1.8405$	$D_{II,2} = .0511 \ M \ \{D\} \ 1.4390$
50	.025	$D_{I,2} = .0017 \ M \ \{D\} \ 1.9231$	$D_{II,2} = .0389 \ M \ \{D\} \ 1.4799$

n = 3 Trienio

T	r	$T, r \ D_{I,3}$	$T, r \ D_{II,3}$	$T, r \ D_{III,3}$
10	.05	$D_{I,3} = .0076 \ M \ \{D\} \ 1.7117$	$D_{II,3} = .0938 \ M \ \{D\} \ 1.3496$	$D_{III,3} = .1641 \ M \ \{D\} \ 1.2651$
20	.05	$D_{I,3} = .0044 \ M \ \{D\} \ 1.7899$	$D_{II,3} = .0687 \ M \ \{D\} \ 1.3957$	$D_{III,3} = .1371 \ M \ \{D\} \ 1.2925$
20	.025	$D_{I,3} = .0031 \ M \ \{D\} \ 1.8392$	$D_{II,3} = .0533 \ M \ \{D\} \ 1.4331$	$D_{III,3} = .1145 \ M \ \{D\} \ 1.3191$
50	.025	$D_{I,3} = .0017 \ M \ \{D\} \ 1.9229$	$D_{II,3} = .0392 \ M \ \{D\} \ 1.4788$	$D_{III,3} = .0915 \ M \ \{D\} \ 1.3525$

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r \ D_{I,4}$	$T, r \ D_{II,4}$	$T, r \ D_{III,4}$	$T, r \ D_{IV,4}$
10	.05	$D_{I,4} = .0075 \ M \ \{D\} \ 1.7141$	$D_{II,4} = .1046 \ M \ \{D\} \ 1.3345$	$D_{III,4} = .1726 \ M \ \{D\} \ 1.2578$	$D_{IV,4} = .2313 \ M \ \{D\} \ 1.2146$
20	.05	$D_{I,4} = .0044 \ M \ \{D\} \ 1.7911$	$D_{II,4} = .0710 \ M \ \{D\} \ 1.3910$	$D_{III,4} = .1392 \ M \ \{D\} \ 1.2903$	$D_{IV,4} = .1934 \ M \ \{D\} \ 1.2426$
20	.025	$D_{I,4} = .0031 \ M \ \{D\} \ 1.8407$	$D_{II,4} = .0550 \ M \ \{D\} \ 1.4288$	$D_{III,4} = .1162 \ M \ \{D\} \ 1.3170$	$D_{IV,4} = .1685 \ M \ \{D\} \ 1.2619$
50	.025	$D_{I,4} = .0017 \ M \ \{D\} \ 1.9227$	$D_{II,4} = .0396 \ M \ \{D\} \ 1.4771$	$D_{III,4} = .0922 \ M \ \{D\} \ 1.3513$	$D_{IV,4} = .1384 \ M \ \{D\} \ 1.2911$

CUADRO II: 8-20: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,... en función de $M \ \{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r^D I, 2$	$T, r^D II, 2$
10	.05	$D_{I,2} = .0052$ M {D} 1.8028	$D_{II,2} = .0596$ M {D} 1.4338
20	.05	$D_{I,2} = .0030$ M {D} 1.8857	$D_{II,2} = .0415$ M {D} 1.4964
20	.025	$D_{I,2} = .0022$ M {D} 1.9320	$D_{II,2} = .0309$ M {D} 1.5423
50	.025	$D_{I,2} = .0012$ M {D} 2.0242	$D_{II,2} = .0221$ M {D} 1.5957

n = 3 Trienio

T	r	$T, r^D I, 3$	$T, r^D II, 3$	$T, r^D III, 3$
10	.05	$D_{I,3} = .0054$ M {D} 1.7959	$D_{II,3} = .0629$ M {D} 1.4317	$D_{III,3} = .1232$ M {D} 1.3245
20	.05	$D_{I,3} = .0031$ M {D} 1.8773	$D_{II,3} = .0451$ M {D} 1.4831	$D_{III,3} = .0967$ M {D} 1.3639
20	.025	$D_{I,3} = .0022$ M {D} 1.9321	$D_{II,3} = .0317$ M {D} 1.5393	$D_{III,3} = .0789$ M {D} 1.3953
50	.025	$D_{I,3} = .001$ M {D} 2.0241	$D_{II,3} = .0225$ M {D} 1.5924	$D_{III,3} = .0606$ M {D} 1.4370

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r^D I, 4$	$T, r^D II, 4$	$T, r^D III, 4$	$T, r^D IV, 4$
10	.05	$D_{I,4} = .0052$ M {D} 1.8033	$D_{II,4} = .0694$ M {D} 1.4181	$D_{III,4} = .1293$ M {D} 1.3173	$D_{IV,4} = .1790$ M {D} 1.2667
20	.05	$D_{I,4} = .0031$ M {D} 1.8801	$D_{II,4} = .0451$ M {D} 1.4841	$D_{III,4} = .0989$ M {D} 1.3602	$D_{IV,4} = .1452$ M {D} 1.3002
20	.025	$D_{I,4} = .0022$ M {D} 1.9321	$D_{II,4} = .0352$ M {D} 1.5221	$D_{III,4} = .0789$ M {D} 1.3953	$D_{IV,4} = .1229$ M {D} 1.3262
50	.025	$D_{I,4} = .0012$ M {D} 2.0241	$D_{II,4} = .0226$ M {D} 1.5926	$D_{III,4} = .0606$ M {D} 1.4373	$D_{IV,4} = .0967$ M {D} 1.3640

CUADRO II: 8-21: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$,... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r^D I, 2$	$T, r^D II, 2$
10	.05	$D_{I2} = .0045$ M {D} 1.7862	$D_{II2} = .0633$ M {D} 1.4051
20	.05	$D_{I2} = .0026$ M {D} 1.8680	$D_{II2} = .0492$ M {D} 1.4428
20	.025	$D_{I2} = .0017$ M {D} 1.9217	$D_{II2} = .0366$ M {D} 1.4867
50	.025	$D_{I2} = .00096$ M {D} 2.0089	$D_{II2} = .0267$ M {D} 1.5338

n = 3 Trienio

T	r	$T, r^D I, 3$	$T, r^D II, 3$	$T, r^D III, 3$
10	.05	$D_{I3} = .0046$ M {D} 1.7831	$D_{II3} = .0714$ M {D} 1.3886	$D_{III3} = .1350$ M {D} 1.2929
20	.05	$D_{I3} = .0026$ M {D} 1.8662	$D_{II3} = .0505$ M {D} 1.4396	$D_{III3} = .1093$ M {D} 1.3251
20	.025	$D_{I3} = .0018$ M {D} 1.9204	$D_{II3} = .0388$ M {D} 1.4782	$D_{III3} = .0902$ M {D} 1.3530
50	.025	$D_{I3} = .00096$ M {D} 2.0089	$D_{II3} = .0271$ M {D} 1.5315	$D_{III3} = .0701$ M {D} 1.3905

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r^D I, 4$	$T, r^D II, 4$	$T, r^D III, 4$	$T, r^D IV, 4$
10	.05	$D_{I4} = .0046$ M {D} 1.7841	$D_{II4} = .0797$ M {D} 1.3736	$D_{III4} = .1420$ M {D} 1.2857	$D_{IV4} = .1992$ M {D} 1.2356
20	.05	$D_{I4} = .0026$ M {D} 1.8677	$D_{II4} = .0525$ M {D} 1.4344	$D_{III4} = .1116$ M {D} 1.3218	$D_{IV4} = .1661$ M {D} 1.2628
20	.025	$D_{I4} = .0018$ M {D} 1.9218	$D_{II4} = .0394$ M {D} 1.4766	$D_{III4} = .0916$ M {D} 1.3509	$D_{IV4} = .1376$ M {D} 1.2911
50	.025	$D_{I4} = .00096$ M {D} 2.0089	$D_{II4} = .0294$ M {D} 1.5183	$D_{III4} = .0707$ M {D} 1.3892	$D_{IV4} = .1117$ M {D} 1.3215

CUADRO II: 8-22: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r \text{ } ^D_{I,2}$	$T, r \text{ } ^D_{II,2}$
10	.05	$D_{I,2} = .00106 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.1740$	$D_{II,2} = .0213 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.6699$
20	.05	$D_{I,2} = .00053 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.2900$	$D_{II,2} = .0145 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.7382$
20	.025	$D_{I,2} = .00032 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.3790$	$D_{II,2} = .0110 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.7837$
50	.025	$D_{I,2} = .00015 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.5065$	$D_{II,2} = .0065 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.8779$

n = 3 Trienio

T	r	$T, r \text{ } ^D_{I,3}$	$T, r \text{ } ^D_{II,3}$	$T, r \text{ } ^D_{III,3}$
10	.05	$D_{I,3} = .00105 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.1761$	$D_{II,3} = .0244 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.6483$	$D_{III,3} = .0604 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.4872$
20	.05	$D_{I,3} = .00035 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.2903$	$D_{II,3} = .0168 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.7115$	$D_{III,3} = .0446 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.5418$
20	.025	$D_{I,3} = .00032 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.3790$	$D_{II,3} = .0118 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.7714$	$D_{III,3} = .0339 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.5889$
50	.025	$D_{I,3} = .00015 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.5065$	$D_{II,3} = .0065 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.8790$	$D_{III,3} = .0236 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.6528$

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r \text{ } ^D_{I,4}$	$T, r \text{ } ^D_{II,4}$	$T, r \text{ } ^D_{III,4}$	$T, r \text{ } ^D_{IV,4}$
10	.05	$D_{I,4} = .00105 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.1761$	$D_{II,4} = .0282 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.6243$	$D_{III,4} = .0654 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.4734$	$D_{IV,4} = .1027 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.3540$
20	.05	$D_{I,4} = .00053 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.2903$	$D_{II,4} = .0158 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.7242$	$D_{III,4} = .0467 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.5328$	$D_{IV,4} = .0767 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.4464$
20	.025	$D_{I,4} = .00032 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.3790$	$D_{II,4} = .0117 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.7745$	$D_{III,4} = .0352 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.5821$	$D_{IV,4} = .0605 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.4880$
50	.025	$D_{I,4} = .00015 \text{ M } \{D\} \text{ } 2.5065$	$D_{II,4} = .0082 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.8355$	$D_{III,4} = .0241 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.6487$	$D_{IV,4} = .0449 \text{ M } \{D\} \text{ } 1.5401$

CUADRO II: 8-23: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de $M \{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 7 del plano I del Anexo B.

n = 2 Bienio

T	r	$T, r^D I, 2$	$T, r^D II, 2$
10	.05	$D_{I,2} = .0732$ M {D} 1.3159	$D_{II,2} = .2734$ M {D} 1.1585
20	.05	$D_{I,2} = .0548$ M {D} 1.3504	$D_{II,2} = .2440$ M {D} 1.1730
20	.025	$D_{I,2} = .04516$ M {D} 1.3735	$D_{II,2} = .2183$ M {D} 1.1858
50	.025	$D_{I,2} = .0332$ M {D} 1.4105	$D_{II,2} = .1857$ M {D} 1.2068

n = 3 Trienio

T	r	$T, r^D I, 3$	$T, r^D II, 3$	$T, r^D III, 3$
10	.05	$D_{I,3} = .0742$ M {D} 1.3142	$D_{II,3} = .2937$ M {D} 1.1503	$D_{III,3} = .3830$ M {D} 1.1170
20	.05	$D_{I,3} = .0549$ M {D} 1.3502	$D_{II,3} = .2498$ M {D} 1.1703	$D_{III,3} = .3532$ M {D} 1.1272
20	.025	$D_{I,3} = .0452$ M {D} 1.3733	$D_{II,3} = .2182$ M {D} 1.1869	$D_{III,3} = .3214$ M {D} 1.1388
50	.025	$D_{I,3} = .0332$ M {D} 1.4105	$D_{II,3} = .1869$ M {D} 1.2061	$D_{III,3} = .2873$ M {D} 1.1528

n = 4 cuatrienio

T	r	$T, r^D I, 4$	$T, r^D II, 4$	$T, r^D III, 4$	$T, r^D IV, 4$
10	.05	$D_{I,4} = .0738$ M {D} 1.3149	$D_{II,4} = .3131$ M {D} 1.1231	$D_{III,4} = .3915$ M {D} 1.1147	$D_{IV,4} = .4609$ M {D} 1.0942
20	.05	$D_{I,4} = .0547$ M {D} 1.3506	$D_{II,4} = .2548$ M {D} 1.1680	$D_{III,4} = .3558$ M {D} 1.1264	$D_{IV,4} = .4209$ M {D} 1.1059
20	.025	$D_{I,4} = .0452$ M {D} 1.3732	$D_{II,4} = .2231$ M {D} 1.1843	$D_{III,4} = .3242$ M {D} 1.1378	$D_{IV,4} = .3883$ M {D} 1.1160
50	.025	$D_{I,4} = .0332$ M {D} 1.4105	$D_{II,4} = .1884$ M {D} 1.2051	$D_{III,4} = .2877$ M {D} 1.1526	$D_{IV,4} = .3544$ M {D} 1.1269

CUADRO II: 8-24: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.

Diagrama de disponibilidad

II: 8-7. Como ya se ha dicho en el párrafo 9 del Prefacio, el diagrama de disponibilidad [D] indica como la escorrentía media anual D se reparte entre los sucesivos meses del año. Como es obvio, si se denomina con D_j , para $1 \leq j \leq 12$, la escorrentía en el mes j y con D la escorrentía anual, el diagrama queda unívocamente definido cuando se conozcan los valores asumidos mes a mes por la relación $d_j = \frac{D_j}{D}$.

II: 8-8. El diagrama de disponibilidad [D] varía al variar el régimen hidrológico del curso de agua que se considera.

Particularmente, se ha considerado que las escasas precipitaciones de la estación seca podrían generar solo escorrentías despreciables y, en consecuencia, la escorrentía D_s de la cual se puede disponer en dicha estación esta constituida esencialmente por precipitaciones verificadas en la estación húmeda.

En tal caso conviene distinguir:

– las cuencas en las cuales la escorrentía D_s sea debida al escurrimiento de aguas almacenadas en los estratos mas superficiales del terreno (*deflujo hipodérmico*).

– cuencas en las cuales D_s sea debida a escurrimientos provenientes de cualquier otro almacenamiento natural que ha sido capaz de retener el agua caída en la cuenca en la estación húmeda (*escorrentías nivo-glaciares y escorrentías surgentes*).

En efecto, como resulta de las figuras de II: 8-17 a II: 8-32:

– 1) Según que la cuenca recaiga en uno u otro de los grupos de cuencas hidrológicamente similares presentes en el plano 1 del Anexo B las relaciones $d_j = \frac{D_j}{D}$ correspondientes a los meses de la estación seca pueden asumir valores sensiblemente diferentes.

– 2) Los valores más altos de las relaciones d_j en los meses de la estación seca se verifican para las cuencas que recaen en los grupos 2, 7 y 8 de plano 1 del Anexo B.

– 3) Para cada uno de dichos grupos de cuencas están presentes en partes más o menos importantes de la superficie glaciares y nevados (mapas fisico político en diversas escalas del I.G.M.) o formaciones calcareas de alta permeabilidad.

II: 8-9. De los ejemplos encontrados en las figuras de II: 8-17 a II: 8-32 ya citadas, puede distinguirse como en cada cuenca los valores asumidos por la relación d_j en los sucesivos meses varían poco de año en año. Particularmente, las diferencias entre los valores asumidos por d_j al pasar de un año a otro resultan en cualquier caso modestas, y en todo caso no parecen conexas a los valores asumidos año a año por la escorrentía anual D; en efecto, solo para el trimestre setiembre-noviembre y solo para algunas cuencas se encuentra la tendencia a tener valores de d_j más altos en correspondencia de los valores mínimos de D y más bajos para los valores más altos de D.

Teniendo en cuenta todo esto y considerando la poca importancia de las diferencias o desviaciones que se puedan tener año por año entre los valores asumidos por d_j en un mismo mes para los fines aplicativos se puede sin duda admitir que para cada cuenca en cada mes la relación d_j asuma año por año valor único igual a \bar{d}_j , si se indican con \bar{D}_j y con \bar{D} los valores medios de D_j y de D y con \bar{d}_j los valores asumidos cada mes por la relación $\frac{\bar{D}_j}{\bar{D}}$.

En tal caso para cada cuenca:

1) Se puede asumir el diagrama en el cual se indica como \bar{d}_j varía mes a mes como *diagrama de disponibilidad* [\bar{d}_j] característico de la cuenca.

2) Refiriéndose a las definiciones introducidas en el párrafo 9 del Prefacio y a los ejemplos de las figuras 4,5 y 6 del mismo, se pueden deducir:

2a) El diagrama de disponibilidad $[M\{D\}]$ en el año medio, multiplicando las sucesivas ordenadas del diagrama $[\bar{d}_j]$ por $M\{D\}$;

2b) El diagrama de disponibilidad $[\tau_r D]$ correspondiente a asignados valores de T y de r asignados multiplicando $[\bar{d}_j]$ por $\tau_r D$;

2c) El diagrama de disponibilidad $[\tau_r D_n]$ correspondiente a valores de n, T y r asignados, multiplicando $[\bar{d}_j]$ por $\tau_r D_{I,n}$, por $\tau_r D_{II,n}$

Criterios de similitud para definir el diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$.

II: 8-10. Con el objeto de definir los criterios de similitud hidrológica que pueden adoptarse para deducir el diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$ para una cuenca genérica, se han considerado las cuencas subtensas por las diferentes estaciones hidrométricas y para cada una de ellas:

1) Se ha subdividido el año en cuatro trimestres (A de Setiembre a Noviembre; B de Diciembre a Febrero; C de Marzo a Mayo; D de Junio a Agosto).

2) Se ha caracterizado cada trimestre por medio del valor $(\bar{d}_A, \bar{d}_B, \bar{d}_C$ o $\bar{d}_D)$ asumido por la suma de los tres valores que la corresponden (ver cuadros de II: 8-25 a II: 8-32).

3) Se han confrontado los valores asumidos por \bar{d}_C y por \bar{d}_D al pasar de una cuenca a otra.

Como resulta de las figuras de II: 8-33 a II: 8-40, se ha constatado que, en cada uno de los grupos de cuencas hidrológicamente similares (plano 1 del Anexo B) al pasar de una cuenca a otra, cada uno de los valores $\bar{d}_A, \bar{d}_B, \bar{d}_C$ y \bar{d}_D , asume un valor único, que sirve para caracterizar cualquier cuenca del grupo o varía en función del valor asumido por \bar{D} con ley de regresión que sirve para representar los valores que la relación asume en cualquier cuenca del grupo en función de $M\{D\}$.

Hacen excepción solamente las cuencas de los grupos 1 y 2.

En efecto:

– en el grupo 1 se deben distinguir de las otras las cuencas que recaen entre los 6° y 7° de latitud Sur (cuencas 40 -41 -43 -48 de la figura II: 8-33_b);

– las cuencas del grupo 2 se deben dividir en dos subgrupos según que estén situadas al Norte ó al Sur de 6.5° de latitud Sur (ver figuras II: 8-34_a y II: 8-34_b).

CUADRO II: 8-25 - Valores asumidos por $\bar{d}_A, \bar{d}_B, \bar{d}_C$ y \bar{d}_D : Cuencas del grupo 1 del plano 1 del anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
40	251	13.1	24.3	49.2	13.1
41	293	12.7	21.6	53.4	12.1
43	359	13.1	25.8	49.0	12.0
48	316	13.1	22.6	48.4	16.0
49	233	6.4	25.2	61.1	7.3
50	355	7.6	27.1	58.1	7.2
51	480	13.8	28.2	49.8	8.3
57	248	4.9	27.8	59.5	7.8
59	153	4.1	26,8	65.1	3.4
60	163	2.5	30.9	63.7	3.0
81	59	5.7	28.5	55.8	10.0
83	116	1.9	32.2	60.9	5.0
88	73	1.5	31.0	63.9	3.5

CUADRO II: 8-26 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
270	321	17.4	21.7	42.1	18.9
271	614	19.7	24.2	33.0	24.3
275	232	21.0	23.9	32.6	22.4
276	369	17.1	25.6	33.0	24.3
277	292	19.3	26.2	33.0	21.4
278	340	16.6	25.0	34.8	23.7
279	142	22.3	20.3	41.0	15.6
280	533	20.3	25.7	36.4	17.2
281	292	17.7	23.8	34.4	21.8
322	365	11.4	31.8	43.5	7.0
368	277	11.4	26.2	47.4	5.0
370	395	14.2	29.3	45.7	9.3
53	404	11.3	28.2	51.1	8.7
251	357	10.8	29.9	48.1	6.5
259	480	18.8	37.4	39.8	3.7
261	483	17.1	32.3	45.1	7.5
262	668	17.1	30.7	43.7	8.6
263	453	16.2	35.2	45.2	5.8
265	551	14.9	36.1	46.8	3.8
267	636	16.0	39.7	40.7	5.7

CUADRO II: 8-27 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
92	333	12.1	36.9	41.6	9.6
93	353	13.7	38.1	38.1	10.2
94	393	16.6	34.4	35.8	13.1
104	311	14.5	34.8	38.2	12.5
107	301	12.7	36.4	39.3	11.8
(105 + 107)					
110	259	8.5	38.0	44.7	8.3
113	483	19.7	40.3	30.9	8.9
114	386	16.1	37.0	34.9	12.0
118	195	5.2	36.5	50.4	7.9
143	237	3.5	46.9	46.3	3.3
145	269	6.8	44.1	43.3	7.0
148	228	4.0	48.7	44.3	3.0

CUADRO II: 8-28 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
336	385	7.4	45.5	42.2	4.0
337	305	6.0	47.6	43.0	3.3
338	342	7.2	45.4	43.2	4.2
343	298	13.7	31.7	39.0	15.7
345	287	7.9	36.2	45.4	8.6
346	394	10.9	39.7	40.0	8.6
347	274	8.9	40.4	42.3	8.4
349	306	9.6	44.6	37.3	8.5
351	275	12.1	38.9	38.0	10.5
358	283	11.2	37.2	39.0	12.3
359	258	7.3	48.0	38.6	6.2
377	296	5.9	52.4	37.3	6.0

CUADRO II: 8-29 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
166	116	1.4	48.3	47.7	2.6
169	75	2.4	45.8	49.3	2.5
174	308	6.1	47.3	38.7	7.9
180	249	6.1	46.4	40.7	6.8
184	195	3.0	54.4	37.0	5.6
191	227	9.5	39.7	38.3	12.5

CUADRO II: 8-30 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
234	286	2.1	52.3	41.2	4.3
237	460	4.2	61.6	31.5	2.7
324	300	10.3	41.6	38.0	10.1
325	270	8.3	44.4	38.6	8.7
328	290	7.0	39.6	44.5	9.3
330	210	5.3	42.2	47.0	5.6
353	338	8.9	44.0	40.0	8.2
356	340	10.0	44.6	38.0	7.1

CUADRO II: 8-31 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
223	100	17.2	34.7	31.8	18.4
245	72	18.4	32.5	28.2	20.9
247	110	15.6	36.2	30.7	17.5
248	135	14.1	35.8	30.8	19.1
375	87	19.4	29.5	30.7	20.2

CUADRO II: 8-32 - Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B

Nº	\bar{D}	\bar{d}_A	\bar{d}_B	\bar{d}_C	\bar{d}_D
61	418	14.8	35.4	39.6	10.2
63	872	17.4	32.6	36.3	13.6
64	870	19.8	29.5	36.3	14.2
65	763	19.9	34.3	31.2	14.7
68	1254	17.5	32.7	32.6	17.1
70	971	20.9	31.9	33.2	14.5
71	834	16.1	39.4	36.4	8.2
72	745	15.8	38.9	36.9	8.4
73	299	7.9	36.3	49.6	6.1

CAPITULO II: 9

Capacidad de una fuente de alimentación para satisfacer la demanda de un sistema hídrico simple.

II: 9-1. Para hacer más clara la metodología expuesta en los capítulos II: 7 y II: 8 que preceden, se dan ejemplos numéricos, en la hipótesis que se sepan aplicar las metodologías expuestas en la parte I, para estimar el valor medio del aflujo meteórico $M\{A\}$ sobre la cuenca subtensa por una sección generica, en la parte II A para estimar los parámetros $M\{D\}$ y $\gamma\{D\}$ que caracterizan la función de repartición $\Phi\{D\}$ de las escorrentías anuales D que atraviesan la misma sección.

II: 9-2. La sección en la cual se propone, a manera de ejemplo, de utilizar las escorrentías es aquella del Río Chicama, perteneciente al grupo 1 de cuencas hidrológicamente similares presentadas en el plano 1 del Anexo B.

Para definir la disponibilidad de agua en dicha sección, en el párrafo II: 9-5 se indicarán los valores asumidos por el valor medio $M\{D\}$ y por el coeficiente de variación $\gamma\{D\}$ y se dará el diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$, el cual ha sido definido en el párrafo II: 8-10.

II: 9-3. En lo que se refiere a la demanda a satisfacer se adelantan, para fines del ejemplo, diversas hipótesis, con el fin de considerar los diferentes problemas que podrían presentarse en casos aplicativos.

De acuerdo a lo dicho en los párrafos de 5 a 7 del Prefacio y con el fin de especificar las diversas hipótesis de demanda, en los párrafos de II: 9-7 a II: 9-11 que continúan, se darán los diagramas de demanda $[c]$ correspondientes a cada una de dichas hipótesis (ver figuras 1, 2 y 3 de Prefacio).

Para cada hipótesis se especificarán también las máximas deficiencias porcentuales que se supone puedan tolerarse, así como también la frecuencia con la cual se admite que dichas deficiencias puedan ser superadas.

II: 9-4. Para cada hipótesis se admitirá que la relación existente entre la superficie del espejo del reservorio y la superficie de la cuenca subtensa sea muy pequeña. En tal asunto se admitirá que las pérdidas por evaporación de la superficie del lago sean despreciables.

Diagrama de disponibilidad

II: 9-5. Con los criterios de estimación ilustrados en el Anexo A, se encuentra $M\{A\} = 677$ mm.

Del Anexo B se obtiene $M\{D\} = 243.9$ mm y $\gamma\{D\} = 0.363$.

Además, de las leyes de regresión presentadas en la figura II: 8-33a, conocida $M\{D\}$ se deducen los valores de \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C , \bar{d}_D , que definen el diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$ de la figura II: 9-1.

Como se ha dicho en el párrafo II: 8-9, el diagrama de disponibilidad para la escorrentía media $M\{D\}$ ó para cualquier valor ${}_{T,r}D$ de D se logra multiplicando las sucesivas ordenadas del diagrama $[\bar{d}_j]$ respectivamente para $M\{D\}$ y para ${}_{T,r}D$.

De acuerdo a esto, se admite que en cada mes i , \bar{d}_j e \bar{D}_j sean iguales a $1/3$ de \bar{d} y de la escorrentía \bar{D}_{tr} que corresponde al trimestre en el cual el mes recae.

II: 9-6. Teniendo en cuenta todo lo anterior, para $M\{D\} = 243.9$ mm y $\gamma\{D\} = 0.363$, para pares asignados de valores de T y r , con lo criterios expuesto en los párrafos II: 8-2 y II: 8-3 se han calculado los valores asumidos por ${}_{T,r}D_n$, para $1 \leq n \leq 4$; con los criterios de similitud hidrológica expuestos en el párrafo II: 8-6, se han deducido los valores de $D_{1,n}$, $D_{11,n}$, ..., asumidos por la escorrentía anual D en los sucesivos años de los subperíodos en los cuales resulta $D_n = {}_{T,r}D_n$ y se han representado los mismos en el Cuadro II: 9-1.

Con los elementos así adquiridos ha sido posible definir el diagrama de disponibilidad $[D]$ para cualquier valor de D y, particularmente los diagramas de disponibilidad $[M\{D\}]$, $[{}_{10;0.05}D]$ y $[{}_{50;0.025}D]$ llevados a manera de ejemplo en la misma figuras II: 9-1.

Diagrama de demanda

II: 9-7. Se han adelantado las siguientes hipótesis de demanda:

- 1° Hipótesis: las aguas son utilizadas solo para propósitos de irrigación.
- 2° Hipótesis: las aguas son utilizadas en un 80% para propósitos de irrigación y en un 20% en uso que requiere repartición uniforme entre los diversos períodos del año (*a suministro constante*).

CUADRO II: 9-1 - Valores asumidos por T, r, D , $T, r, D_{1,2}$ y $T, r, D_{II,2}$, por $T, r, D_{I,3}$, $T, r, D_{II,3}$ y $T, r, D_{III,3}$ y pour $T, r, D_{I,4}$, $T, r, D_{II,4}$, $T, r, D_{III,4}$ y $T, r, D_{IV,4}$ para pares de valores de T y de r asignados

ANO (n = 1)

T; r	T, r, D
10; 0.05	92.8
20; 0.05	85.5
20; 0.025	79.2
50; 0.025	72

BIENIO (n = 2)

T; r	$D_{II,2}$	$D_{I,2}$
10; 0.05	150.9	92.5
20; 0.05	145.1	83.1
20; 0.025	138.1	77.3
50; 0.025	131.3	69.1

TRIENIO (n = 3)

T; r	$D_{III,3}$	$D_{II,3}$	$D_{I,3}$
10; 0.05	170.9	155.2	93.0
20; 0.05	165.8	146.3	83.2
20; 0.025	160.2	139.2	77.2
50; 0.025	153.8	131.5	68.5

CUATRIENIO (n = 4)

T; r	$D_{IV,4}$	$D_{III,4}$	$D_{II,4}$	$D_{I,4}$
10; 0.05	182.4	172.6	159	92.8
20; 0.05	177	166.3	147.4	83.1
20; 0.025	172.2	160.7	140.4	77.3
50; 0.025	166	153.9	131.9	68.4

- 3ª Hipótesis: las aguas son utilizadas en un 80% en uso con suministro constante y en un 20% para propósitos de irrigación.

En la primera hipótesis se admite que se pueden verificar deficiencias porcentuales máximas del 5% o del 10%. Indicando con E el volumen de agua a suministrar (suministro de agua) año por año y con W la capacidad útil de embalse del reservorio, se quiere verificar con que riesgo dichas deficiencias puedan ser superadas al variar los pares de valores que pueden asumir E y W.

En la 2ª y en la 3ª hipótesis se ha admitido que el uso para riego deba ser en cada caso satisfecho, mientras que para el uso a suministro constante pueden tolerarse deficiencias

máximas del 5% ó del 10%. Se quiere verificar con que riesgo tales deficiencias puedan ser superadas al variar los pares de valores asumidos por E y por W.

1° hipótesis.

II: 9-8. Siempre a manera de ejemplo, refiriéndonos a una utilización solo para riego, se han considerado dos diversos tipos de diagramas de demanda.

Para el primer tipo, se han tomado como referencia las demanda de agua indicadas en diversas publicaciones nacionales para programas de irrigación en diferentes zonas de la Vertiente del Pacífico (ver fig. II: 9-2) y se ha escogido, entre otros el diagrama de demanda [c] que se refiere a la cuenca del Rio Chicama, expresado en la figura II: 9-3.

El segundo tipo se ha extraído del proyecto para irrigación del Rio Jequetepeque, que se encuentra en la misma región donde se halla la cuenca del Rio Chicama. Como puede verse en la figura II: 9-4, en dicho proyecto se ha escogido un tipo de ordenamiento de cultivos para el cual el diagrama de demanda [c] asuma, en cuanto sea posible, similitud con el diagrama de disponibilidad [\bar{d}_j].

Como es obvio, el diagrama de demanda [E] para cada valor de E se deduce multiplicando por E las sucesivas ordenadas del diagrama de demanda [c]; teniendo en cuenta todo lo dicho hasta aquí, en las mismas figuras II: 9-3 y II: 9-4, al lado de los diagramas de demanda [c] se han representado también los diagramas de demanda [E] que se obtienen para $E = T_r D$ para pares de valores de T y r iguales respectivamente a 10;0.05 y a 50;0.025.

II: 9-9. Como ya se ha dicho en el párrafo 7 del Prefacio, habiendo supuesto que la oferta de agua E sea destinada a un solo uso, el diagrama de demanda [c] no se modifica cuando, antes que a E, se haga referencia al mínimo valor $E_{\min} = \left(1 - \frac{p}{100}\right) E$, al cual puede tolerarse que el suministro total pueda descender en los años de mínima escorrentía.

2° y 3° hipótesis.

II: 9-10. La 2° y 3° hipótesis se han considerado con el fin de poner en evidencia la influencia que puede tener a los efectos de la capacidad W que se debe destinar para regularizar las escorrentías, el hecho que se destine el agua a usos diversos y, en particular, en los casos considerados a manera de ejemplo, para uso en irrigación y a suministro constante. Como es evidente, la influencia que puede tener el destinar el agua a dos usos diversos es tanto mayor cuanto mayor es la diferencia entre los diagramas de demanda que caracterizan uno de otro los destinos de agua.

Teniendo en cuenta esto, entre los dos diagramas de demanda para irrigación reportados en la figura II: 9-3 y II: 9-4, se ha hecho referencia al segundo, dado que en el la variabilidad de c_j al pasar de un mes a otro resulta mucho más acentuada.

De acuerdo a esto, se han deducido los diagramas de demanda total [c] representados respectivamente en la figura II: 9-5, para la 2° hipótesis y en la figura II: 9-6, para la 3° hipótesis.

II: 9-11. Como para la 1° hipótesis, fijado el valor de E que se debe asegurar totalmente en cada año para definir el diagrama de demanda [E] basta multiplicar por E cada una de las ordenadas del diagrama [c] (ver diagrama de demanda [E] presentado en las mismas figuras II: 9-5 y II: 9-6 para E igual a $_{10;0.05}D$ y a $_{50;0.025}D$).

Como ya se ha dicho en el párrafo 7 del Prefacio, contrariamente a cuanto sucede para la 1° hipótesis de utilización, en la 2° y 3° hipótesis, con utilizaciones para más usos y con deficiencias «p» tolerables solo para uno de ellos, el diagrama de demanda [c] se modifica

cuando, antes que a E se haga referencia a E_{\min} . De otro lado, es evidente que cuando se considere la hipótesis que para uno de los dos usos pueda tolerarse una deficiencia porcentual «p» máxima, el diagrama de demanda [c] asuma formas diferentes según se considere uno u otro valor de «p» (ver figuras II: 9-5 y II: 9-6 en las cuales se han presentado los diagramas [c] que se obtienen en la hipótesis que se pueden aceptar deficiencias máximas del 5% ó del 10% solo sobre el uso a suministro constante, con valores de E_{\min} iguales respectivamente a 0.99 y 0.98 de E para la 2° hipótesis y a 0,96 y 0.92 de E para la 3° hipótesis).

Curvas de posibilidad de regulación para valores de T y r asignados.

II: 9-12. Como se ha dicho en el Prefacio y en el Capítulo II: 7 y como resulta en la Fig. II: 9-7, la curva de posibilidad de regulación correspondiente a un asignado par de valores de T y r se deduce por puntos, considerándola como una línea quebrada que, ateniéndose a la simbología introducida en los capítulos II:7 y II:8, resulta constituida de un primer lado comprendido entre los puntos (0; E_0) y ($W = W_1$; $E = \tau_r D$), que corresponde a las compensaciones estacionales; de un segundo lado comprendido entre los puntos (W_1 ; $\tau_r D$) y ($W = W_2$; $E = D_{II,2}$), que corresponde a las compensaciones bienales; de un tercer lado comprendido entre los puntos (W_2 ; $D_{II,2}$) y ($W = W_3$; $E = D_{III,3}$), que corresponde a las compensaciones trianuales; de un cuarto lado comprendido entre los puntos (W_3 ; $D_{III,3}$) y ($W = W_4$; $E = D_{IV,4}$), que corresponde a las compensaciones cuatrianuales.

En el campo de las compensaciones plurianuales, para $E > \tau_r D$, para cada valor de E se debe estimar de un lado la alícuota W_s de W necesaria para la compensación estacional, del otro la alícuota $W_p = W - W_s$ de W necesaria para la compesación plurianual.

Con esta premisa, en base a las fórmulas de (II: 7-1) a (II: 7-5) y a los símbolos introducidos en los capítulos II: 7 e II: 8, para definir las coordenadas de los puntos que delimitan el lado de la línea quebrada que corresponde a las compensaciones estacionales se ha calculado:

$$E_0 = \left(\frac{\bar{d}_1}{c_j} \right)_{\min} \cdot D \quad \text{(II: 9-1)}$$

Para definir las coordenadas de los puntos que separan las sucesivas ramas de la línea quebrada en el campo de las compensaciones plurianuales, se han calculado:

$$W_s = \sum (c_j - \bar{d}_j) E \quad \text{(II: 9-3)}$$

con E igual a $D_{II,2}$ para el punto (W_2 ; $D_{II,2}$), a $D_{III,3}$ para el punto (W_3 ; $D_{III,3}$) y a $D_{IV,4}$ para el punto (W_4 ; $D_{IV,4}$) y con $\sum (c_j - \bar{d}_j)$ como ya ha sido definida por la (II: 9-2).

$$W_2 - W_s = W_{p2} = D_{II,2} - D_{I,2} \quad \text{(II: 9-4)}$$

$$W_3 - W_s = W_{p3} = 2D_{III,3} - (D_{I,3} + D_{II,3}) \quad \text{(II: 9-5)}$$

$$W_4 - W_s = W_{p4} = 3D_{IV,4} - (D_{I,4} + D_{II,4} + D_{III,4}) \quad \text{(II: 9-6)}$$

introduciendo para W_s los valores deducidos por medio de la (II: 9-3) para E igual respectivamente a $D_{II,2}$, $D_{III,3}$ y $D_{IV,4}$.

Como puede observarse y como se ha dicho, en cada caso la alícuota W_p resulta independiente del uso al cual se ha destinado el agua ó, lo que es lo mismo, del diagrama de demanda [c] asumido para caracterizar dicho uso.

En consecuencia, refiriéndose al ejemplo del cual se está tratando, en forma preliminar se han estimado los valores que puede asumir W_p , prescindiendo de las diversas hipótesis hechas en relación a los diagramas de demanda [c] (ver párrafo II: 9-13).

Sucesivamente se han tomado en consideración las diversas hipótesis hechas en relación a [c], para deducir los valores de W_s que, definitivamente, sirven para diferenciar las curvas

de posibilidad de regulación que corresponden a cada una de dichas hipótesis (ver párrafos II: 9-14 y II: 9-15).

II: 9-13. Para deducir los valores de la capacidad de compensación plurianual W_p llevados al cuadro II: 9-2, para los pares de valores de T y de r se ha tomado en consideración:

- 1) los valores asumidos por $D_{1,2}$, $D_{II,2}$ por $D_{1,3}$, $D_{II,3}$, $D_{III,3}$ y por $D_{1,4}$, $D_{II,4}$, $D_{III,4}$ y $D_{IV,4}$ llevados al cuadro II: 9-1.
- 2) se han introducido dichos valores en las formulas (II: 9-3), (II: 9-4) y (II: 9-5).

II: 9-14. Para calcular por medio de la (II: 9-2) los valores asumidos por W_s para cada uno de los puntos 1, 2, 3 y 4, ha sido necesario deducir por un lado el valor asumido por E, y por otro el valor asumido por $\sum (c_j - \bar{d}_j)$.

Los valores ${}_{T,r}D$, $D_{II,2}$, $D_{II,3}$ y $D_{IV,4}$, que coinciden respectivamente con E_1 , con E_2 , con E_3 y con E_4 , han sido deducidos del cuadro II: 9-1.

El valor de $\sum (c_j - \bar{d}_j)$ ha sido deducido teniendo en cuenta de un lado el diagrama de disponibilidad \bar{d}_j de la figura II: 9-1 y del otro el diagrama de demanda [c].

Como es obvio, de acuerdo a la hipótesis hecha en relación a la utilización, se hace referencia a uno u otro de los diagramas de demanda [c] graficados en las figuras II: 9-3 a II: 9-6.

Los valores de W_s deducidos en las diversas hipótesis, han sido llevados al cuadro II: 9-3.

Además en la figura II: 9-8 se han llevado para su comparación, las diversas formas que asume en las hipótesis consideradas, la curva E (W_s) relativa a las compensaciones estacionales W_s , en el caso particular $T = 10$ y $r = 0,05$.

CUADRO II: 9-2 - Río Chicama: Valores asumidos por la capacidad de compensación multiannual W_{p2} , W_{p3} y W_{p4} para pares de valores de T y de r asignados.

T; r	E_1	W_{p1}	E_2	W_{p2}	E_3	W_{p3}	E_4	W_{p4}
10; 0.05	92.8	0	150.9	58.4	170.9	53.6	182.4	122.8
20; 0.05	85.5	0	145.1	62	165.8	102.1	177	134.2
20; 0.025	79.2	0	138.1	60.8	160.2	104	172.8	138.2
50; 0.025	72	0	131.3	62.2	153.8	107.6	166	143.8

II: 9-15. En las figuras II: 9-9 a II: 9-12, se han graficado las curvas de posibilidad de regulación E (W), para cada uno de los diagramas de demanda [c] supuestos y para valores de T y de r iguales respectivamente a 10 y 0,05 a 20 y 0,05, a 20 y 0,025 y 50 y 0,025.

Curvas de posibilidad de regulación para valores asignados de p.

II: 9-16. En la mismas figuras II: 9-9 a II: 9-12 se han graficado con línea de elementos las curvas de posibilidad de regulación para valores de las deficiencias porcentuales máximas p, así especificadas para cada una de las hipótesis de utilización del párrafo II: 9-7.

En particular para deducir dichas curvas en la 1ª hipótesis, con agua destinada exclusivamente para irrigación (figura II: 9-9 y II: 9-10) se tiene:

1) Se ha hecho referencia a la curva de posibilidad de regulación correspondiente a T y a r respectivamente igual a 50 y 0,025;

2) Se han multiplicado las ordenadas de esta por $\frac{1}{1-p}$ con p respectivamente igual a 0,05 y a 0,10.

QUADRO II: 9-3: Río Chicama: Valores asumidos por la capacidad de compensación W_s para cada una de las hipótesis 1ª, 2ª y 3ª de utilización.

	VALORES DE W_s PARA			
	$E = T_r D$			
	$10;0,05D = 92,8$	$20;0,05D = 85,5$	$20;0,025D = 79,2$	$50;0,025D = 72,0$
1ª hip. tipo 1	30,53	28,13	26,06	23,69
1ª hip. tipo 2	13,36	12,31	11,40	10,37
2ª hip. tipo 2	12,00	16,55	14,51	13,19
3ª hip. tipo 2	28,29	26,06	24,14	21,95

	$E = T_r D_{II,2}$			
	$10;0,05D_{II,2} = 150,9$	$20;0,05D_{II,2} = 145,2$	$20;0,025D_{II,2} = 138,1$	$50;0,025D_{II,2} = 131,3$
	49,65	47,74	45,43	43,20
	21,73	20,89	19,89	19,89
	27,99	26,58	25,30	25,30
	45,99	44,23	42,09	42,09

	$E = T_r D_{III,3}$			
	$10;0,05D_{III,3} = 170,9$	$20;0,05D_{III,3} = 165,8$	$20;0,025D_{III,3} = 160,2$	$50;0,025D_{III,3} = 153,8$
	56,23	54,55	52,71	50,60
	24,61	23,88	23,07	22,15
	31,31	30,37	29,35	28,18
	52,09	50,54	48,83	46,88

	$E = T_r D_{IV,4}$			
	$10;0,05D_{IV,4} = 182,4$	$20;0,05D_{IV,4} = 177,7$	$20;0,025D_{IV,4} = 172,2$	$50;0,025D_{IV,4} = 166,0$
	60,00	58,23	56,65	54,61
	26,27	25,49	24,80	23,90
	33,42	32,43	31,55	30,41
	55,60	53,95	52,49	50,60

Por las hipótesis 2ª y 3ª con agua destinada a doble uso (figuras II: 9-11 y II: 9-12), se ha tenido en cuenta en los años de deficiencia que:

a) La oferta total anual E_{\min} se reduce a 0,99 ó 0,98 de E en la 2ª hipótesis y a 0,96 ó 0,92 de E en la 3ª hipótesis;

b) Los diagramas de demanda [c] asumen las formas indicadas en las figuras II: 9-5 y II: 9-6.

En consecuencia de acuerdo a todo lo dicho para la 1ª hipótesis, ha sido necesario deducir en forma preliminar la curva de posibilidad de regulación para $T = 50$ y $r = 0,025$ de la siguiente manera:

a) Introduciendo en los cálculos en lugar de cada valor de E, el valor de E_{\min} que le corresponde en función del valor de p que se considera;

b) Teniendo en cuenta las variaciones que tiene W_s al variar el diagrama de demanda [c].

Uso de las curvas de posibilidad de regulación.

II: 9-17. Como se ha dicho en el Prefacio, las dos series de curvas de posibilidad de regulación (curvas para valores asignados de T y de r; *curvas de la 1ª serie* y curvas para valores asignados de p; *curvas de la 2ª serie*), dan un cuadro completo de las posibilidades que se ofrecen para regular las escorrentías disponibles en una sección genérica con el fin de satisfacer a una determinada demanda.

En detalle, disponiendo de la doble curvas se tiene:

a) Fijada la máxima capacidad W que se puede asignar al reservorio, se puede determinar el máximo volumen de agua E que puede destinarse cada año al uso a los usos deseados, estimados con deficiencias máximas porcentuales p y se puede saber con que frecuencias dichas deficiencias pueden ser superadas;

b) Fijado el máximo volumen de agua E que se quiere garantizar año por año para un determinado uso ó para determinados usos y fijadas las máximas deficiencias porcentuales p que se pueden tolerar respecto a E una vez cada T años con un riesgo r, es posible deducir la capacidad W que debe asignarse al reservorio.

II: 9-18. Para entender mejor el uso de las curvas, refiriéndose al ejemplo del Río Chicama se tiene:

1) Se considera la hipótesis que se quiera utilizar el agua para irrigación únicamente, con el diagrama de demanda [c] trazado en la figura II: 9-3 (1ª hipótesis, tipo I del párrafo II: 9-8), en el caso que se puedan tener deficiencias máximas del 10%;

2) Se suponga de querer resolver:

El problema a del párrafo precedente, en el caso que se pueda asignar al reservorio una capacidad de regulación máxima $W = 50$ mm de altura de lámina de agua uniformemente distribuída sobre la superficie S de la cuenca subtensa ($W = 182.25 \times 10^6 m^3$, $S = 3645 \text{ Km}^2$).

– Ó el problema del punto b, en el caso que la superficie a irrigar requiera un volumen de agua anual E igual a 100 mm. ($364.5 \times 10^6 m^3$).

II: 9-19. En forma inmediata de la figura II: 9-9, en lo que se refiere al problema a, para $W = 50$ mm se deduce:

De la curva de posibilidad de regulación de la 1ª serie, a los pares de valores de T y de r considerados (10 y 0,05, 20 y 0,05, 20 y 0,025 y 50 y 0,025) corresponden los valores de E llevados a la columna (2) del cuadro II: 9-4;

De la curva de posibilidad de regulación correspondiente a $p = 0,10$ resulta el valor $E = 101,44$ mm, llevado a la columna (4) del cuadro II: 9-4.

CUADRO II: 9-4 - Río Chicama: Valores de E que corresponden a $W = 50$ mm.

(1)	(2)	(3)	(4)
T; r	E mm	p	E mm
10;0,05	108,00		
20;0,05	101,44	0,10	101,44
20;0,025	97,1	0,05	96,1
50;0,025	91,3		

De acuerdo a esto, se deduce que para $p = 0,10$, se podría suministrar anualmente un volumen E igual a 101,44 mm y se correría un riesgo del 15% que dichas deficiencias fueran superadas una vez cada 20 años.

De manera análoga, en la hipótesis que se pudiese soportar una deficiencia máxima del 5%, del mismo cuadro II: 9-4, se deduce que se podría suministrar anualmente un volumen de agua E igual a 96,1 mm y que dicha deficiencia podría ser superada con un riesgo algo inferior al 2,5% una vez cada 20 años.

En fin, en el caso de que se quisiera conocer el máximo volumen E del cual se podría disponer sin deficiencia, de acuerdo a lo dicho en el párrafo II: 9-16, bastaría hacer referencia al valor $E = 91,3$ mm, en la columna (2) del cuadro II: 9-4, que corresponde a $T = 50$ y $r = 0,025$.

II: 9-20. En cuanto se refiere al problema b, del párrafo II: 9-18, fijado $E = 100$ mm y $p = 0,10$, basta considerar los valores de W que corresponden a $E = 100$ mm respectivamente en cada una de las curvas de la 1ª e 2ª serie correspondiente a $p = 0,10$ (ver cuadro II: 9-5).

CUADRO II: 9-5 - Río Chicama: Valores de W que corresponden a $E = 100$ mm.

(1)	(2)	(3)	(4)
T; r	W mm	p	W mm
10; 0,05	41,00		
20; 0,25	48,50	0,10	48,50
20; 0,25	54,00	0,05	55,00
50; 0,025	62,00		

Se reconoce, así, que para garantizar $E = 100$ mm con deficiencias máxima del 10% ocurrentes una vez cada 20 años con un riesgo del 5%, sería suficiente asignar al reservorio una capacidad de embalse de $W = 48,5$ mm.

De manera análoga, del cuadro II: 9-5 se reconoce que:

- Para asegurar el mismo valor de E con deficiencias máximas del 5% ocurrentes una vez cada 20 años con un riesgo del 2,5%, se obtendría una capacidad útil de embalse de W solo ligeramente superior a 54 mm (comprendida entre 55 y 62 mm).

En fin, en caso de querer asegurar los 100 mm sin riesgo de deficiencia, en base al mismo cuadro II: 9-5 se debería disponer de una capacidad útil de embalse de 62 mm (valor de W que en la columna 2 corresponde a $T = 50$ y a $r = 0,025$).

II: 9-12. De la figura II: 9-9, se deduce que, si a manera de ejemplo se requiriese disponer de un suministro continuo E de 165 mm, sería necesario disponer de una capacidad de embalse útil W igual a:

- 197 mm, donde no se podrían tolerar deficiencias (curvas de la 1ª serie para $T = 50$ y $r = 0,025$);

- 173 mm, con una reducción del 12%, si se pudiese tolerar un riesgo del 2,5% de deficiencia máxima en poco menos del 5% ocurrente mediante una vez cada 20 años (curva de la 1ª serie para $T = 20$ y $r = 0,025$);

- 137 mm, con una reducción del 31% si se pudiese tolerar un riesgo del 5% de deficiencia máxima ligeramente superior al 10% ocurrente mediante una vez cada 10 años (curva de la 1ª serie para $t = 10$ y $r = 0,025$).

Finalmente, de acuerdo a lo dicho en el párrafo 15 del Prefacio, sobre todo en el campo de los valores más altos de E , basta aceptar el riesgo de deficiencias porcentuales aún mínimas y ocurrentes a distancia apreciable de años para que la capacidad útil del embalse W a asignar al reservorio se reduzca notablemente.

Explotación de cursos de agua naturales. Necesidad de regulación y límites de la misma.

II: 9-22. Como puede notarse en los ejemplos de las figuras II: 9-8 a II: 9-12, las curvas de posibilidad de regulación para $W = W_0 = 0$ tienen ordenada $E = E_0$ diferente de cero.

Como es obvio E_0 coincide con el volumen de agua E que se podría garantizar, de acuerdo con el diagrama de demanda $[c]$, en el caso de recurrir a la explotación de un curso natural.

En el párrafo II: 9-12 se ha dicho también que, para cada par de valores de T y de r , E_0 resulta igual al producto de ${}_{T,r}D$ para el mismo valor $\left(\frac{\bar{d}_i}{c_j}\right)_{\min}$ asumido por la relación $\left(\frac{\bar{d}_i}{c_j}\right)$ al variar j .

En consecuencia estando fijo el diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$, a iguales valores de ${}_{T,r}D$, E_0 puede variar solamente en función del uso al cual está destinada el agua y, en consecuencia, en función de la forma asumida por el diagrama de demanda $[c]$.

Todo lo dicho aparece evidente en la figura II: 9-8, en la cual, refiriéndose al valor asumido por ${}_{T,r}D$ para $T = 10$ y $r = 0,05$, se llevan los valores asumidos por E_0 al cambiar la hipótesis planteada en relación al uso al cual se destina el agua.

Análoga conclusión se extrae del cuadro II: 9-6 que se refiere al mismo Río Chicama y a los mismos diagramas de demanda $[c]$, considerando valores de T y de r iguales respectivamente a 20 y a 0,025.

En detalle, se destaca como E_0 asuma:

- Los valores mínimos para la hipótesis 1, tipo 1, y la hipótesis 3, con diagramas de demanda de las figuras II: 9-3 y II: 9-6, que presentan las máximas desviaciones en relación al diagrama de disponibilidad;

- Los valores máximos para la hipótesis 1, tipo 2, y para la hipótesis 2, con diagramas de demanda de la figura II: 9-4 y II: 9-5 que más se asemejan al diagrama de disponibilidad.

Con mayor precisión, tomando en cuenta los datos del cuadro II: 9-6 se reconoce que para valores de T y de r iguales respectivamente a 20 y 0,025, con el diagrama de la figura II: 9-3 se podría utilizar anualmente un volumen de agua E igual al 8,3% de la escorrentía media anual ($M\{D\}$) disponible en el cauce; en el diagrama de la figura II: 9-4, en cambio, se podría utilizar el 22,7% de ($M\{D\}$).

QUADRO II: 9-6: Río Chicama: confrontación entre las posibilidades de utilización de las disponibilidades en el cauce del río al variar del diagrama de demanda [c]

Utilización con el diagrama [c] de la fig.	Compensación estacional		Compensación bienal		Compensación trienal		Compensación cuatrienal	
	E ₁ mm	W ₁ mm	W ₂ mm	W ₂ mm	E ₃ mm	W ₃ mm	E ₄ mm	W ₄ mm
II: 9-3	79,2	26,06	138,1	106,23	160,2	156,71	172,2	194,85
II: 9-4	79,2	11,40	138,1	80,69	160,2	127,07	172,2	163,00
II: 9-5	79,2	14,51	138,1	86,10	160,2	133,35	172,2	169,75
II: 9-5	79,2	24,14	128,1	102,89	160,2	152,83	172,2	190,69

Utilización con el diagrama [c] de la fig.	Obra de derivación sin embalse W = 0		Obra para el uso del agua con embalse							
			Compensación estacional W = W ₁		Compensación bienal W = W ₂		Compensación trienal W = W ₃		Compensación cuatrienal W = W ₄	
	$\frac{\bar{d}}{c_j \text{ min}}$	$\frac{100 E_o}{M \{D\}}$	P _d	P _w	P _d	P _w	P _d	P _w	P _d	P _w
II: 9-3	0,255	8,3	32,5	3,039	56,6	1,300	65,7	1,022	70,6	0,884
II: 9-4	0,700	22,7	32,5	6,948	56,6	1,711	65,7	1,261	70,6	1,056
II: 9-5	0,516	16,8	32,5	5,458	56,6	1,604	65,7	1,201	70,6	1,014
II: 9-6	0,289	9,4	32,5	3,281	56,6	1,342	65,7	1,048	70,6	0,903

Utilización con el diagrama [c] de la fig.	de W = 0 a W = W ₁		de W ₁ a W = W ₂		de W ₂ a W = W ₃		de W ₃ a W = W ₄	
	p' _d	p' _w	p' _d	p' _w	p' _d	p' _w	p' _d	p' _w
II: 9-3	292	2,26	74	0,73	16	0,44	7	0,31
II: 9-4	43	2,08	74	0,85	16	0,48	7	0,33
II: 9-5	94	2,64	74	0,82	16	0,47	7	0,33
II: 9-6	246	2,33	74	0,75	16	0,44	7	0,32

II: 9-23. Siempre teniendo en cuenta los datos del cuadro II: 9-6, se nota como recurriendo a una explotación con embalse, al límite de una compensación estacional, para $E = E_1$ y $W = W_1$, los porcentajes de utilización antes mencionados subirían a 32,5%, con un aumento porcentual de E igual a 292% en el primer caso y a 43% en el segundo caso.

Resulta, por lo tanto, evidente que, sobretodo cuando el diagrama de demanda [c] se aleja mucho del diagrama de disponibilidad [d], es posible utilizar porcentajes apreciables de la escorrentía $M\{D\}$ solamente si se recurre a un reservatorio de regulación de las escorrentías.

De otro lado de los ejemplos mostrados en las figuras II: 9-9 a II: 9-12 se ve como, al pasar de las compensaciones estacionales a las compensaciones bienales, trienales y cuadrianales se utilizan alícuotas E de la escorrentía media anual $M\{D\}$ disponible en la sección de represamiento cada vez mayor. Pero, de las mismas figuras se nota también que, al pasar de las compensaciones estacionales a las compensaciones bienales, trienales y quadrianales, la

relación $\frac{\Delta E}{\Delta W}$, entre el incremento ΔE del volumen de agua E del cual se podría disponer anualmente y el incremento ΔW de la capacidad útil W que debería asignarse al reservorio, va poco a poco disminuyendo.

De aquí se desprende la necesidad de investigar una solución de compromiso en la cual el costo que se haría para realizar la capacidad de embalse W necesaria para la regulación, sea compensada del beneficio que se logre.

II: 9-24. En los límites de competencia reservados al hidrólogo es lícito medir el beneficio que se logra de la regulación realizada por medio de un reservorio de capacidad W ,

teniendo en cuenta el porcentaje $p_d = \frac{100 E}{M\{D\}}$ de la escorrentía media anual $M\{D\}$ que se puede suministrar anualmente con dicha capacidad. Con mayor precisión se puede, a manera convencional, hacer referencia al valor de p_d que corresponde al suministro de E que se puede garantizar con un riesgo de $r = 0,025$ de deficiencias ocurrente mediamente una vez cada 20 años.

Análogamente, para dar una medida del beneficio que se obtiene aumentando en ΔW la capacidad de embalse W , se puede tomar en cuenta el porcentaje $p'_d = \frac{100 \Delta E}{E}$, el cual representa el mayor volumen de agua que se podría suministrar anualmente gracias al aumento ΔW de W .

Al mismo tiempo, siempre en los límites de competencia reservados al hidrólogo, se puede asumir que el costo de la regulación sea tanto más pequeño cuanto mayor es el volumen de agua que se podría suministrar anualmente por cada metro cúbico de agua embalsado.

Con mayor precisión:

– si se define *rendimiento* del metro cúbico de agua embalsado a la relación $p_w = \frac{E}{W}$,

se puede asumir que el costo necesario para realizar la capacidad W sea inversamente proporcional a p_w ;

– si se define *rendimiento de cada metro cúbico adicional embalsado* la relación $p'_w = \frac{\Delta E}{\Delta W}$, se puede asumir que el gasto necesario para aumentar en ΔW sea inversamente proporcional a p'_w .

De acuerdo a esto, con el objeto de definir la solución de compromiso de la cual se ha dicho en el párrafo II: 9-23 que precede en analogía con lo hecho en el cuadro II: 9-6, se puede hacer referencia a la curva de posibilidad de regulación que corresponde a $T = 20$ y a $r = 0,025$ y de ésta:

a) Deducir los valores de E_1 , E_2 , E_3 y E_4 asumidos por E respectivamente al límite superior de una regulación y compensación estacional (con $W = W_1$), a compensación bienal (con $W = W_2$) a compensación trienal (con $W = W_3$) y a compensación cuatrienal (con $W = W_4$) ver cuadro II: 9-6a);

b) Calcular para cada valor de W :

– de un lado los valores asumidos por $p_d = \frac{100 E}{M \{D\}}$ y por $p_w = \frac{E}{W}$ y por $p'_w = \frac{\Delta E}{\Delta W}$,

(Ver cuadro II: 9-6c).

En efecto, confrontando los datos antes mencionados, se ve como, al pasar de una regulación estacional a regulación de compensación bienal, trienal, cuatrienal, al aumentar W se tiene que:

a) Aumenta el porcentaje $p_d = \frac{100 E}{M \{D\}}$ de la escorrentía $M \{D\}$ utilizada, pero disminuye el rendimiento del metro cúbico embalsado (ver cuadro II: 9-6b);

b) Disminuyen tanto el incremento porcentual $p'_d = \frac{100 \Delta E}{E}$ del volumen de agua

E del cual se puede disponer anualmente como el rendimiento $p'_w = \frac{\Delta E}{\Delta W}$ del metro cúbico adicional embalsado.

Volviendo al ejemplo considerado, se nota que difícilmente podría convenir llevar compensación más allá de una compensación cuatrienal con el fin de utilizar más del 70% de la escorrentía media anual $M \{D\}$ disponible en la sección de represamiento (*límite hidrológico*, precisamente la definición dada en el párrafo 14 del Prefacio).

II: 9-25. De todo lo dicho hasta aquí, es evidente que, para satisfacer las demandas de agua que se determinan en los planos de desarrollo de una región, se puede utilizar un porcentaje de los recursos hídricos a disposición mucho mayor de aquel que se podría utilizar haciendo uso solamente de explotaciones de cursos naturales.

Es evidente, además, que las posibilidades que se ofrecen para aumentar la disponibilidad de agua y con las cuales se podría contar efectivamente mediante la realización de grandes embalses de regulación son a su vez limitadas.

Cada embalse, en efecto, por su ubicación y por su altitud, puede servir dentro de límites de conveniencia económica solamente a un área limitada. En consecuencia, el máximo volumen de agua E que conviene suministrar anualmente, resulta a su vez contenido dentro de un *límite funcional* constituido por la máxima demanda de agua que puede ser planteada dentro del área servida.

De otro lado, sabido que el máximo volumen de agua E que puede suministrarse de un embalse depende tanto de las escorrentías que llegan a la cuenca subterránea, como de la capacidad útil de embalse W de la cual se dispone en ella, dicho límite funcional puede ser alcanzado solamente si resulta inferior:

– Al *límite técnico*, constituido por el valor de E que corresponde a la máxima W que puede asignarse al reservorio en base a las características geomorfológicas de la sección de embalse y de la cuenca de embalse ó en base a cualquier otra consideración de carácter técnico (párrafo 15 del Prefacio);

De acuerdo a esto, con el objeto de definir la solución de compromiso de la cual se ha dicho en el párrafo II: 9-23 que precede en analogía con lo hecho en el cuadro II: 9-6, se puede hacer referencia a la curva de posibilidad de regulación que corresponde a $T = 20$ y a $r = 0,025$ y de ésta:

a) Deducir los valores de E_1 , E_2 , E_3 y E_4 asumidos por E respectivamente al límite superior de una regulación y compensación estacional (con $W = W_1$), a compensación bienal (con $W = W_2$) a compensación trienal (con $W = W_3$) y a compensación cuatrienal (con $W = W_4$) ver cuadro II: 9-6a);

b) Calcular para cada valor de W :

– de un lado los valores asumidos por $p_d = \frac{100 E}{M \{D\}}$ y por $p_w = \frac{E}{W}$ y por $p'_w = \frac{\Delta E}{\Delta W}$,

(Ver cuadro II: 9-6c).

En efecto, confrontando los datos antes mencionados, se ve como, al pasar de una regulación estacional a regulación de compensación bienal, trienal, cuatrienal, al aumentar W se tiene que:

a) Aumenta el porcentaje $p_d = \frac{100 E}{M \{D\}}$ de la escorrentía $M \{D\}$ utilizada, pero disminuye el rendimiento del metro cúbico embalsado (ver cuadro II: 9-6b);

b) Disminuyen tanto el incremento porcentual $p'_d = \frac{100 \Delta E}{E}$ del volumen de agua

E del cual se puede disponer anualmente como el rendimiento $p'_w = \frac{\Delta E}{\Delta W}$ del metro cúbico adicional embalsado.

Volviendo al ejemplo considerado, se nota que difícilmente podría convenir llevar compensación más allá de una compensación cuatrienal con el fin de utilizar más del 70% de la escorrentía media anual $M \{D\}$ disponible en la sección de represamiento (*límite hidrológico*, precisamente la definición dada en el párrafo 14 del Prefacio).

II: 9-25. De todo lo dicho hasta aquí, es evidente que, para satisfacer las demandas de agua que se determinan en los planos de desarrollo de una región, se puede utilizar un porcentaje de los recursos hídricos a disposición mucho mayor de aquel que se podría utilizar haciendo uso solamente de explotaciones de cursos naturales.

Es evidente, además, que las posibilidades que se ofrecen para aumentar la disponibilidad de agua y con las cuales se podría contar efectivamente mediante la realización de grandes embalses de regulación son a su vez limitadas.

Cada embalse, en efecto, por su ubicación y por su altitud, puede servir dentro de límites de conveniencia económica solamente a un área limitada. En consecuencia, el máximo volumen de agua E que conviene suministrar anualmente, resulta a su vez contenido dentro de un *límite funcional* constituido por la máxima demanda de agua que puede ser planteada dentro del área servida.

De otro lado, sabido que el máximo volumen de agua E que puede suministrarse de un embalse depende tanto de las escorrentías que llegan a la cuenca subtensa, como de la capacidad útil de embalse W de la cual se dispone en ella, dicho límite funcional puede ser alcanzado solamente si resulta inferior:

– Al *límite técnico*, constituido por el valor de E que corresponde a la máxima W que puede asignarse al reservorio en base a las características geomorfológicas de la sección de embalse y de la cuenca de embalse ó en base a cualquier otra consideración de carácter técnico (párrafo 15 del Prefacio);

- Al *limite hidrológico*, el cual ha sido definido en el párrafo 14 del Prefacio, y que puede ser deducido con los criterios ilustrados en el párrafo II: 9-24 que precede.

Influencia del diagrama de demanda [c] sobre el valor asumido por W.

A: influencia de [c] sobre W_s

II: 9-26. De la figura II: 9-8 se destaca que al variar el diagrama de demanda, a iguales valores de T y de r, varía la capacidad de embalse W_s necesaria para garantizar un mismo valor de E.

Como puede notarse en la misma figura, en analogía con todo lo observado en consideración a E_o , las diferencias entre los valores de W_s que corresponden a un mismo valor de E pueden asumir valores notables solamente si se hace referencia a diagramas de demanda [c] sensiblemente distintos.

Análoga conclusión se extrae en el caso particular en el cual se haga referencia a $T = 20$ y a $r = 0,025$, en el cuadro II: 9-6, cuando se consideran los valores alcanzados en las diversas hipótesis de utilización de agua tanto del porcentaje p'_d como de las relaciones p_w y p'_w .

B: Influencia de [c] sobre $W = W_s + W_p$

II: 9-27. Como ya se ha expresado, en el campo de las compensaciones bienales, trienales y cuatrienales, la capacidad de embalse W es la suma de la capacidad W_s , necesaria para la compensación estacional, y de la capacidad W_p , necesaria para la compensación plurianual.

Se ha dicho también que W_s varía en función del diagrama de demanda [c], mientras que W_p es independiente.

Se deduce de esto que W sufre la influencia de [c], pero en forma tanto menor cuanto menor es el peso porcentual de W_s respecto a W_p .

En consecuencia, como se observa del cuadro II: 9-6 se tiene:

1) También en el campo de las compensaciones plurianuales, a igual porcentaje p_D de la esorrentía $M\{D\}$ utilizada, el rendimiento del metro cúbico de agua embalsado, p_w , varía en función del diagrama de demanda [c];

2) En analogía a todo lo dicho para las compensaciones estacionales, las diferencias resultan tanto mayores cuanto mas los diagramas de demanda se separen uno del otro;

3) La influencia ejercitada sobre p_w por el diagrama de demanda [c] se atenúa cuando, al crecer el porcentaje p_D de la esorrentía $M\{D\}$ utilizada, el peso porcentual de W_s sobre W va disminuyendo.

Influencia del diagrama de disponibilidad d_j sobre el valor asumido por W

II: 9-28. La necesidad de proceder a la regulación de las esorrentía y las posibilidades que se ofrecen para tal regulación, varían de un curso de agua a otro en función del régimen hidrológico que lo caracteriza.

En tal caso y a manera de ejemplo, basta confrontar el cuadro II: 9-6, ya mencionado, con el cuadro II: 9-7, de significado análogo al primero, pero referido al Río Callazas, que cae en el grupo 7 de las cuencas hidrológicamente similares del plano 1 del A nexa B con valores de $M\{D\}$ y del $\gamma\{D\}$ iguales respectivamente a 98.5 mm y 0.508 y con diagramas de

QUADRO II: 9-7: Río Callazas: Confrontación entre las posibilidades de utilización de las disponibilidades en el cauce del río al variar del diagrama de demanda [c]

Utilización con el diagrama [c] de la fig.	Compensación estacional		Compensación bienal		Compensación trienal		Compensación cuatrienal	
	E ₁ mm	W ₁ mm	W ₂ mm	W ₂ mm	E ₃ mm	W ₃ mm	E ₄ mm	W ₄ mm
II: 9-3	20,7	5,30	39,5	31,91	49,8	54,55	56	74,14
II: 9-4	20,7	5,03	39,5	31,40	49,8	53,90	56	73,41

Utilización con el diagrama [c] de la fig.	Obra de derivación sin embalse W = 0		Obra para el uso del agua con embalse							
			Compensación estacional W = W ₁		Compensación bienal W = W ₂		Compensación trienal W = W ₃		Compensación cuatrienal W = W ₄	
	$\frac{[\bar{d}]}{[c]j}$ min	$\frac{100 E_o}{M \{D\}}$	p _d	p _w	p _d	p _w	p _d	p _w	p _d	p _w
II: 9-3	0,785	16,5	21,0	3,906	40,1	1,238	50,6	0,913	56,9	0,755
II: 9-4	0,688	14,5	21,0	4,115	40,1	1,258	50,6	0,924	56,9	0,763

Utilización con el diagrama [c] de la fig.	de W = 0 a W = W ₁		de W ₁ a W = W ₂		de W ₂ a W = W ₃		de W ₃ a W = W ₄	
	p' _d	p' _w	p' _d	p' _w	p' _d	p' _w	p' _d	p' _w
II: 9-3	27	0,84	91	0,71	26	0,45	12	0,32
II: 9-4	45	1,28	91	0,71	26	0,46	12	0,32

disponibilidad $[\bar{d}_j]$ (diagrama de la figura II: 9-13) claramente diferentes de los del Río Chicama.

Naturalmente en la confrontación resultan significativos sobre todo los datos que se refieren a las compensaciones plurianuales, practicamente independiente, como ya se ha dicho, de la forma asumida por el diagrama de demanda [c].

En efecto se puede observar como a un mayor valor del coeficiente de variación $\gamma \{D\}$ (0.508 contra 0.363) para el Río Callazas se llega a utilizar, con una compensación cuatrienal, un porcentaje $p_d = \frac{100}{M \{D\}}$ de la esorrentía media anual $M \{D\}$ sensiblemente inferior de aquello deducido para el Río Chicama (57% contra 70%).

BIBLIOGRAFIA

- [1] O.N.E.R.N.: *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales.*
- [2] ROSA VIPARELLI: *Correlazione tra afflussi e deflussi annui in un bacino impermeabile.* XIV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Napoli 1974.
- [3] R. VIPARELLI - R. GARCIA AGREDA: *Perfil esquemático del clima y de la hidrologia de Bolivia.* Istituto Italo Latino Americano e Istituto di Costruzioni Idrauliche di Napoli, Roma 1975.
- [4] R. VIPARELLI - P. VERSACE: *Distribuzione di probabilità dei deflussi D.* Escola Politecnica da universidade de São Paulo, Istituto Italo Latino Americano, São Paulo, 1979.
- [5] C. VIPARELLI - R. VIPARELLI - G. DI MARCO - V. NAPOLI - G. CLAPS (S.T.C.V.): *Studio per l'utilizzo delle acque in Basilicata.* Napoli 1981.
- [7] C. VIPARELLI: *Bilanci idrologici di alcuni gruppi di bacini impermeabili dell'Italia Meridionale ed insulare.* «L'acqua», n. 3-4, anno XXXIV, 1956.
- [8] COUTAGNE A.: *Quelques consideration sur le pouvoir évaporant de l'atmosphère, le deficit d'écoulement effectif et le deficit d'écoulement maximum.* «La Houille Blanche», juin 1954.
- [9] W. WUNDT: *Gewasserkunde.* «Springer Verlag», Berlin 1953.

LISTA DE CUADROS

Capítulo II: 3

CUADRO II: 3-1: Entidades que operan las estaciones Hidrométricas.

CUADRO II: 3-2: Estaciones hidrométricas consideradas, datos característicos.

Capítulo II: 5

CUADRO II: 5-1: Cuadro comparativo de los valores \bar{P} (\bar{A} ; \bar{T}) obtenidos de las fórmulas de TURC, COUTAGNE y WUNDT.

CUADRO II: 5-2: Estimación de las pérdidas anuales por evapotranspiración en los puntos donde se dispone de información termo-pluviométrica.

CUADRO II: 5-3: Ley de regresión para cada una de las zonas climáticas.

CUADRO II: 5-4: Capacidad de almacenamiento hídrico del terreno U, teniendo en cuenta la variación del tipo de vegetación.

CUADRO II: 5-5: Zonas con cuencas hidrológicamente similares y la ley con la cual dentro de cada una $M\{D\}$ varía en función de $M\{A\}$.

Capítulo II: 8

CUADRO II: 8-1: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B

CUADRO II: 8-2: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B

CUADRO II: 8-3: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B

CUADRO II: 8-4: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B

CUADRO II: 8-5: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B

CUADRO II: 8-6: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B.

CUADRO II: 8-7: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B.

CUADRO II: 8-8: Valores asumidos por T_rD , por T_rD_2 , por T_rD_3 y por T_rD_4 con pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.

- CUADRO II: 8-9: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-10: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-11: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-12: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-13: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-14: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-15: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-16: Valores asumidos por el deflujo anual $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en sucesivos años de los subperíodos críticos para pares de valores de T e de r, y valores de M {D} asignados:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-17: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-18: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-19: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-20: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-21: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-22: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-23: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-24: Leyes de variación de $D_{I,n}$, $D_{II,n}$... en función de M {D} para pares de valores de T y de r asignados:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.

- CUADRO II: 8-25: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-26: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-27: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-28: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-29: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-30: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-31: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B.
- CUADRO II: 8-32: Valores asumidos por \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D :
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B.

Capítulo II: 9

- CUADRO II: 9-1: Río Chicama:
Valores asumidos por $T_r D$, $T_r D_{I,2}$ y $T_r D_{II,2}$, por $T_r D_{I,3}$, $T_r D_{II,3}$ y $T_r D_{III,3}$ y por $T_r D_{I,4}$, $T_r D_{II,4}$, $T_r D_{III,4}$ y $T_r D_{IV,4}$ para pares de valores de T y de r asignados.
- CUADRO II: 9-2: Río Chicama:
Valores asumidos por la capacidad de compensación multianual W_{p2} , W_{p3} y W_{p4} para pares de valores de T y r asignados.
- CUADRO II: 9-3: Río Chicama:
Valores asumidos por la capacidad de compensación estacional W_s para cada una de las hipótesis 1ª, 2ª y 3ª de utilización.
- CUADRO II: 9-4: Río Chicama:
Valores de E que corresponden a $W = 50$ mm.
- CUADRO II: 9-5: Río Chicama:
Valores de E que corresponden a $W = 100$ mm.
- CUADRO II: 9-6: Río Chicama:
Confrontación entre las posibilidades hídricas en el cauce al variar del diagrama de demanda [c].
- CUADRO II: 9-7: Río Callazas:
Confrontación entre las posibilidades hídricas en el cauce al variar del diagrama de demanda [c].

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II: 4

- Fig. II: 4-1 *Estación 110: Santo Domingo*
Representación en papel probabilístico logarítmico normal de la distribución de frecuencia acumulada $F\{D\}$ y recta asumida para representar la estima $P\{D\}$ de la función de repartición $\emptyset\{D\}$ que se deduce de los datos hidrométricos obtenidos en la estación.
- Fig. II: 4-2 *Estación 59, 40, 43 del Grupo 1*
Representación en papel probabilístico logarítmico normal de la distribución de frecuencia acumulada $F\{D\}$ y recta asumida para representar la estima $P\{D\}$ de la función de repartición $\emptyset\{D\}$ que se deduce con los criterios de similitud hidrológica obtenidos en la conclusión del estudio.
- Fig. II: 4-3a *Estaciones 108, 117, 143 del Grupo 3*
Representación en papel probabilístico logarítmico normal de la distribución de frecuencia acumulada $F\{D\}$ y recta asumida para representar la estima $P\{D\}$ de la función de repartición $\emptyset\{D\}$ que se deduce de los criterios de similitud hidrológica obtenidos en la conclusión del estudio.
- Fig. II: 4-3b *Estacion 118, 117, 143 del Grupo 3*
Representación en papel probabilístico logarítmico normal de la distribución de frecuencia acumulada $F\{D\}$ y recta asumida para representar la estima $P\{D\}$ de la función de repartición $\emptyset\{D\}$ que se deduce de los criterios de similitud hidrológica obtenidos en la conclusión del estudio.

Capítulo II: 5

- Fig. II: 5-1: Temperatura Media Anual en un punto: Zona al Sur de los 6° Lat. Sur: Ley de regresión \bar{T} sobre Y .
- Fig. II: 5-2: Temperatura Media Anual en un punto: Zona al Norte de los 6° Lat. Sur: Ley de regresión \bar{T} sobre Y .
- Fig. II: 5-3: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de variación de \bar{P} en función de $M(A)$ para diferentes valores de altitud media \bar{Y} en m.s.n.m. de las fórmulas (II: 5-2) y (II: 5-2)' de Turc.
- Fig. II: 5-4: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de variación de \bar{P} en función de $M(A)$ para diferentes valores de altitud media \bar{Y} en m.s.n.m. de las fórmulas (II: 5-3) y (II: 5-4)' de Coutagne.
- Fig. II: 5-5: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de variación de \bar{P} en función de $M\{A\}$ para diferentes valores de altitud media \bar{Y} en m.s.n.m. del ábaco de Wundt (Trazo continuo) y de las fórmulas (II: 5-3) y (II: 5-5) propuestas de COUTAGNE para interpretar dicho ábaco (trazo no continuo).
- Fig. II: 5-6: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Representación de la relación entre $P = M\{A\} - D$ y $M\{A\}$ para las cuencas del grupo 1 (Cuadrados achurados) y para las cuencas del grupo 3 (Cuadrados - vacíos).
- Fig. II: 5-7: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Adaptación de las fórmulas de Turc, Coutagne y del ábaco de Wundt para interpretar el balance hidrológico medio anual: Cuencas del Grupo 1.
- Fig. II: 5-8: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Adaptación de las fórmulas de Turc, Coutagne y del ábaco de Wundt para interpretar el balance hidrológico medio anual: Cuencas del grupo 3.
- Fig. II: 5-9: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $E - U$ sobre h , con $E = E_{p_u} + A_s$: Zona climática 1.
- Fig. II: 5-10: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}_{p_u} + \bar{A}_s$: Zona climática 2.
- Fig. II: 5-11: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}_{p_u} + \bar{A}_s$: Zona climática 3.

- Fig. II: 5-12: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{A}_s$: Zona climática 4.
- Fig. II: 5-13: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{A}_s$: Zona climática 5.
- Fig. II: 5-14: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{A}_s$: Zonas climáticas 6a y 6b.
- Fig. II: 5-15: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{A}_s$: Zona climática 7.
- Fig. II: 5-16: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de \bar{E} sobre h con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{E}p_s = \bar{E}p$: Zona climática 9.
- Fig. II: 5-17: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de \bar{E} sobre h con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{E}p_s = \bar{E}p$: Zona climática 10.
- Fig. II: 5-18: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $\bar{E} - \bar{U}$ sobre \bar{h} , con $\bar{E} = \bar{E}p_u + \bar{A}_s$: Zonas climáticas A y B.
- Fig. II: 5-19: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Subdivisión de la zona climática 4 en las zonas pluviométricas 3 y 5.
- Fig. II: 5-20: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ Cuencas del grupo 1.
- Fig. II: 5-21: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ Cuencas del Grupo 2.
- Fig. II: 5-22: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ Cuencas del Grupo 3.
- Fig. II: 5-23: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ Cuencas del Grupo 4.
- Fig. II: 5-24: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M\{D\}$ sobre $M\{A\}$ Cuencas del Grupo 5.
- Fig. II: 5-25: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ Cuencas del Grupo 6.
- Fig. II: 5-26: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M\{D\}$ sobre $M\{A\}$ Cuencas del Grupo 7.
- Fig. II: 5-27: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ para las subcuencas de la margen derecha del Alto Santa (Trazo continuo) y ley de regresión de $M(D)$ sobre $M(A)$ para las cuencas de los grupos 1, 3 y 5 (Trazo no continuo).
- Fig. II: 5-28: Balances Hidrológicos Medios Anuales: Adaptación de las fórmulas (II: 5-3), (II: 5-4) de COUTAGNE y del ábaco de WUNDT según interpretación con las fórmulas (II: 5-3) y (II: 5-5) de COUTAGNE para las cuencas con altitud \bar{Y} comprendidas - entre 4000 y 5000 ms.n.m., en las cuales parte de su área se encuentra por encima de los 5000 ms.n.m.

Capítulo II: 6

- Fig. II: 6-1: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 1.
- Fig. II: 6-2: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 2.
- Fig. II: 6-3: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 3.
- Fig. II: 6-4: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 4.

- Fig. II: 6-5: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 5.
- Fig. II: 6-6: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 6.
- Fig. II: 6-7: Balance Hidrológico en un año: Relación entre g_D y $M\{A\}$ (Cuadrados vacíos) y Ley de regresión de A sobre $M\{A\}$ (Cuadrados achurados): Cuencas del grupo 7.
- Fig. II: 6-8: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 1.
- Fig. II: 6-9: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 2.
- Fig. II: 6-10: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 3.
- Fig. II: 6-11: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 4.
- Fig. II: 6-12: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 5.
- Fig. II: 6-13: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 6.
- Fig. II: 6-14: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A} - 1$ sobre $M\{A\}$: Cuencas del grupo 7.
- Fig. II: 6-15: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) ley de regresión de g_D sobre D : Cuencas del grupo 1.
- Fig. II: 6-16: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) ley de regresión de g_D sobre D : Cuencas del grupo 2.
- Fig. II: 6-17: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) Ley de regresión de g_D sobre \bar{D} : Cuencas del grupo 3.
- Fig. II: 6-18: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) ley de regresión de g_D sobre D : Cuencas del grupo 4.
- Fig. II: 6-19: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) ley de regresión de g_D sobre D : Cuencas del grupo 5.
- Fig. II: 6-20: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) ley de regresión de g_D sobre D : Cuencas del grupo 6.
- Fig. II: 6-21: Balance Hidrológico en un año: Representación de los pares de valores asumidos por g_D y \bar{D} en las diversas cuencas (con cuadrados achurados para los casos particulares del párrafo II: 6-7, de las figuras II: 6-22, II: 6-23 y II: 6-24) ley de regresión de g_D sobre D : Cuencas del grupo 7.
- Fig. II: 6-22: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de $\frac{g_D}{A}$ sobre $\frac{S_g}{S}$ para las cuencas en las cuales una parte $\frac{S_g}{S}$ se encuentra por encima de los 5000 ms.n.m.

Fig. II: 6-23: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión g_D sobre \bar{D} para las cuencas en las cuales una parte $\frac{S_g}{S}$ se encuentra por encima de los 5000 m.s.n.m. Subcuencas de la margen derecha del Alto Santa.

Fig. II: 6-24: Balance Hidrológico en un año: Ley de regresión de g_D sobre \bar{D} para las cuencas en las cuales una parte $\frac{S_g}{S}$ se encuentra por encima de 5000 ms.n.m.: Cuencas de la vertiente del pacífico por debajo de los 14° Lat. Sur.

Fig. II: 6-25: Balance Hidrológico en un año: Ley de variación de D sobre $M\{D\}$: para los grupos de cuencas hidrológicamente similares (con trazo delgado): aproximada para todo el territorio - con trazo grueso).

Capítulo II: 8

FIG. II: 8-1: Leyes de variación de $T_r D$ en función de $M\{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados: Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.

FIG. II: 8-2: Leyes de variación de $T_r D_2$ en función de $M\{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados: Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.

FIG. II: 8-3: Leyes de variación de $T_r D_3$ en función de $M\{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados: Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.

FIG. II: 8-4: Leyes de variación de $T_r D_4$ en función de $M\{D\}$ para pares de valores de T y de r asignados: Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B.

FIG. II: 8-5: Leyes de variación de $T_r D_{I,2}$ y de $T_r D_{II,2}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 10$ y $r = 0.05$.

FIG. II: 8-6: Leyes de variación de $T_r D_{I,2}$ y de $T_r D_{II,2}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 20$ y $r = 0.05$.

FIG. II: 8-7: Leyes de variación de $T_r D_{I,2}$ y de $T_r D_{II,2}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 20$ y $r = 0.025$.

FIG. II: 8-8: Leyes de variación de $T_r D_{I,2}$ y de $T_r D_{II,2}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 50$ y $r = 0.025$.

FIG. II: 8-9: Leyes de variación de $T_r D_{I,3}$ y de $T_r D_{II,2}$ y de $T_r D_{III,3}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 10$ y $r = 0.05$.

FIG. II: 8-10: Leyes de variación de $T_r D_{I,3}$, de $T_r D_{II,3}$ y de $T_r D_{III,3}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 20$ y $r = 0.05$.

FIG. II: 8-11: Leyes de variación de $T_r D_{I,3}$, de $T_r D_{II,3}$ y de $T_r D_{III,3}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 20$ y $r = 0.025$.

FIG. II: 8-12: Leyes de variación de $T_r D_{I,3}$, de $T_r D_{II,3}$ y de $T_r D_{III,3}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 50$ y $r = 0.025$.

- FIG. II: 8-13: Leyes de variación de $T_r D_{I,4}$, de $T_r D_{II,4}$, de $T_r D_{III,4}$ y de $T_r D_{IV,4}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 10$ y $r = 0.05$.
- FIG. II: 8-14: Leyes de variación de $T_r D_{I,4}$, de $T_r D_{II,4}$, de $T_r D_{III,4}$ y de $T_r D_{IV,4}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 20$ y $r = 0.05$.
- FIG. II: 8-15: Leyes de variación de $T_r D_{I,4}$, de $T_r D_{II,4}$, de $T_r D_{III,4}$ y de $T_r D_{IV,4}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 20$ y $r = 0.025$.
- FIG. II: 8-16: Leyes de variación de $T_r D_{I,4}$, de $T_r D_{II,4}$, de $T_r D_{III,4}$ y de $T_r D_{IV,4}$ en función de $M\{D\}$ para las cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B:
 $T = 50$ y $r = 0.025$.
- FIG. II: 8-17: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 1 del plano 1 del Anexo B (n. 49).
- FIG. II: 8-18: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 1 del plano 1 del Anexo B (n. 57).
- FIG. II: 8-19: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 2 del plano 1 del Anexo B (n. 277).
- FIG. II: 8-20: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 2 del plano 1 del Anexo B (n. 271).
- FIG. II: 8-21: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 3 del plano 1 del Anexo B (n. 92).
- FIG. II: 8-22: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 3 del plano 1 del Anexo B (n. 145).
- FIG. II: 8-23: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 4 del plano 1 del Anexo B (n. 345).
- FIG. II: 8-24: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 4 del plano 1 del Anexo B (n. 351).
- FIG. II: 8-25: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 5 del plano 1 del Anexo B (n. 180).
- FIG. II: 8-26: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 5 del plano 1 del Anexo B (n. 186).

- FIG. II: 8-27: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 6 del plano 1 del Anexo B (n. 353).
- FIG. II: 8-28: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 6 del plano 1 del Anexo B (n. 237).
- FIG. II: 8-29: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 7 del plano 1 del Anexo B (n. 231).
- FIG. II: 8-30: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 7 del plano 1 del Anexo B (n. 232).
- FIG. II: 8-31: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 8 del plano 1 del Anexo B (n. 68).
- FIG. II: 8-32: Leyes de variación en los sucesivos meses del año del porcentaje $d_j = \frac{D_j}{D}$ en los sucesivos años:
grupo 8 del plano 1 del Anexo B (n. 72).
- FIG. II: 8-33: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
a) Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B;
b) Cuencas del grupo 1 del plano 1 del Anexo B que recaen entre los 6° y 7° de latitud Sur.
- FIG. II: 8-34: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
a) Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B que se encuentran al norte de 6.5° de lat. Sur.
b) Cuencas del grupo 2 del plano 1 del Anexo B que se encuentran al Sur de 6.5° de lat. Sur.
- FIG. II: 8-35: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
Cuencas del grupo 3 del plano 1 del Anexo B.
- FIG. II: 8-36: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
Cuencas del grupo 4 del plano 1 del Anexo B
- FIG. II: 8-37: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
Cuencas del grupo 5 del plano 1 del Anexo B
- FIG. II: 8-38: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
Cuencas del grupo 6 del plano 1 del Anexo B
- FIG. II: 8-39: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
Cuencas del grupo 7 del plano 1 del Anexo B
- FIG. II: 8-40: Leyes de variación de: \bar{d}_A , \bar{d}_B , \bar{d}_C y \bar{d}_D en función de $M\{D\}$:
Cuencas del grupo 8 del plano 1 del Anexo B

Capítulo II: 9

- FIG. II: 9-1: Río Chicama:
Diagrama de disponibilidad $[\bar{d}]$ y diagrama de disponibilidad $[M\{D\}]$, $[_{10; 0,05}D]$ y $[_{50; 0,025}D]$.
- FIG. II: 9-2: Diagramas de demanda $[c]$ para algunas cuencas de la vertiente del Pacífico construídos con las indicaciones de las publicaciones de ONERN.

- FIG. II: 9-3: Río Chicama:
1ª hipótesis de uso del agua:
Diagrama de demanda [c] extraído de la fig. II: 9-2 y diagramas de demanda $[E = 10; 0,05D]$ y $[E = 50; 0,025D]$.
- FIG. II: 9-4: Río Chicama:
1ª hipótesis de uso del agua:
diagrama de demanda [c] extraído del proyecto para el riego del valle del río Jequetepeque y diagramas de demanda $[E = 10; 0,05D]$ y $[E = 50; 0,025D]$.
- FIG. II: 9-5: Río Chicama:
2ª hipótesis de uso del agua:
diagrama de demanda [c], diagramas de demanda $[E = 10; 0,05D]$ y $[E = 50; 0,025D]$, diagramas de demanda [c] para valores de la deficiencia p sobre el uso constante iguales respectivamente a 0,05 y 0.10.
- FIG. II: 9-6: Río Chicama:
3ª hipótesis de uso del agua:
diagrama de demanda [c], diagramas de demanda $[E = 10; 0,05D]$ y $[E = 50; 0,025D]$, diagramas de demanda [c] para valores de la deficiencia p sobre el uso constante iguales respectivamente a 0,05 y 0.10.
- FIG. II: 9-7: Curva de posibilidad de regulación para un par de valores de T y r asignado.
- FIG. II: 9-8: Río Chicama:
Leyes de variación de la capacidad de compensación W_s al variar del diagrama de demanda [c].
- FIG. II: 9-9: Río Chicama:
Curvas de posibilidad de regulación para valores de T y r asignados y curvas de posibilidad de regulación para $p = .05$ y $p = .10$ en hipótesis de utilización para uso de riego con diagrama de demanda [c] igual al de la fig. II: 9-3.
- FIG. II: 9-10: Río Chicama:
Curvas de posibilidad de regulación para valores de T y r asignados y curvas de posibilidad de regulación para $p = 0.05$ y $p = 0.10$ en hipótesis de utilización para uso de riego con diagrama de demanda [c] igual al de la fig. II: 9-4.
- FIG. II: 9-11: Río Chicama:
Curvas de posibilidad de regulación para valores de T y r asignados y curvas de posibilidad de regulación para valores de p sobre uso a entrega constante iguales a $p = 0.05$ y $p = 0.10$ con diagramas de demanda [c] iguales a las de la fig. II: 9-5.
- FIG. II: 9-12: Río Chicama:
Curvas de posibilidad de regulación para valores de R y r asignados y curvas de posibilidad de regulación para valores de p sobre uso a entrega constante iguales a $p = 0.05$ y $p = 0.10$, con diagramas de demanda [c] iguales a las de la fig. II: 9-6.
- FIG. II: 9-13: Río Callazas:
Diagrama de disponibilidad $[\bar{d}_j]$.

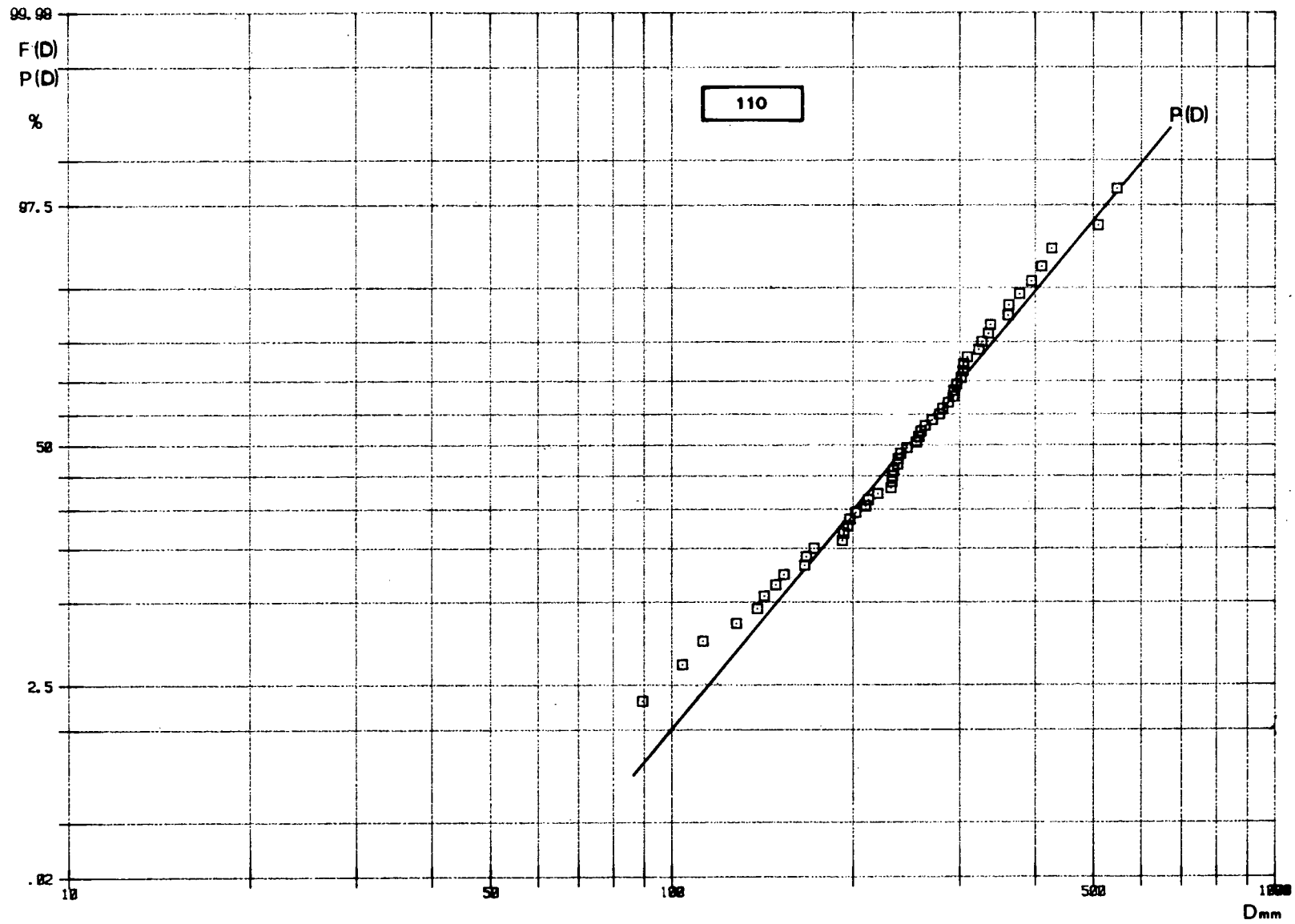


Figura II: 4-1

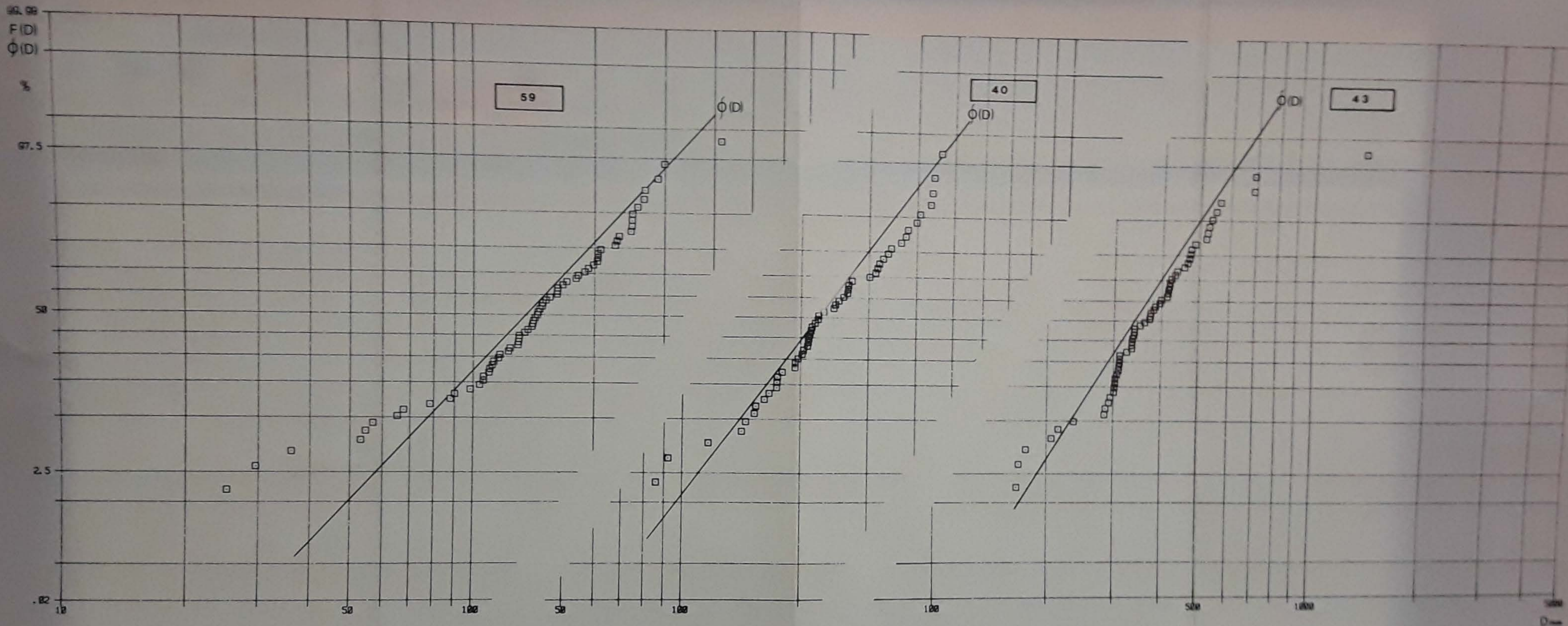


Figura II: 4-2

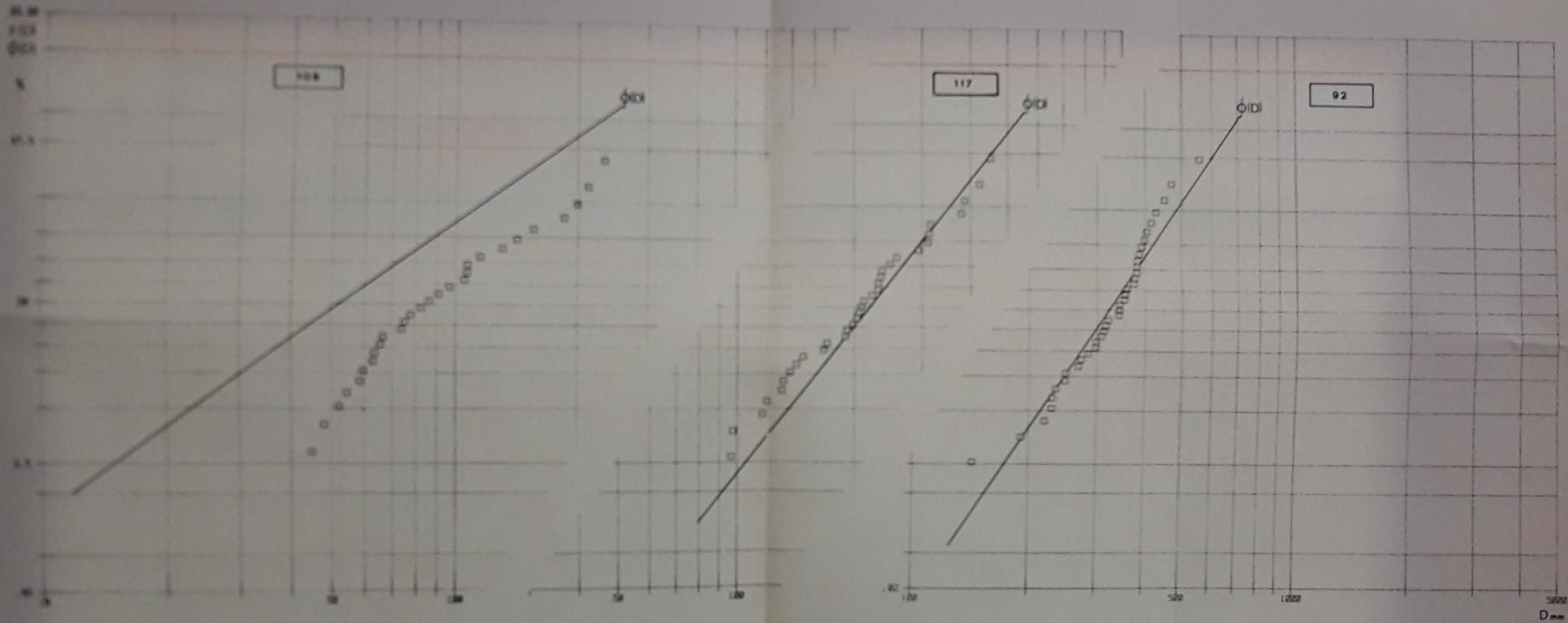


Figura II: 4-3a

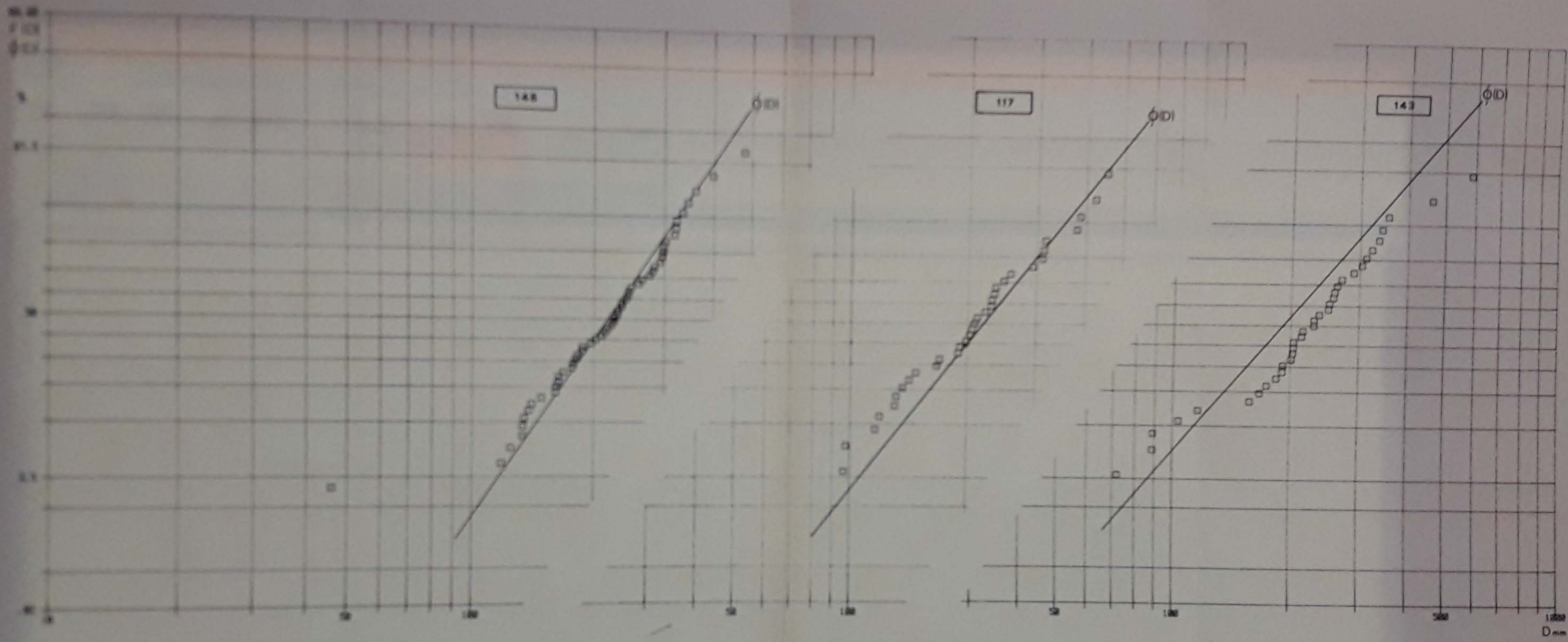


Figure 11.42b

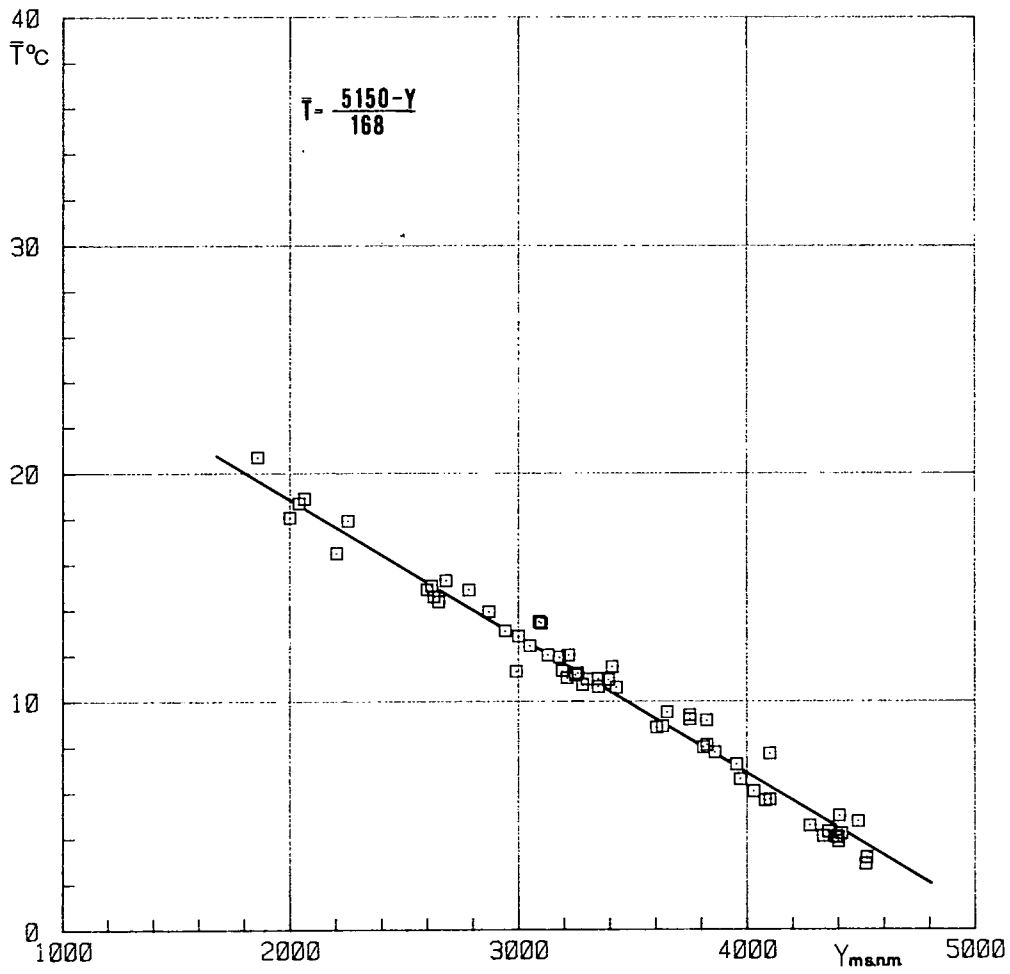


Figura II: 5-1

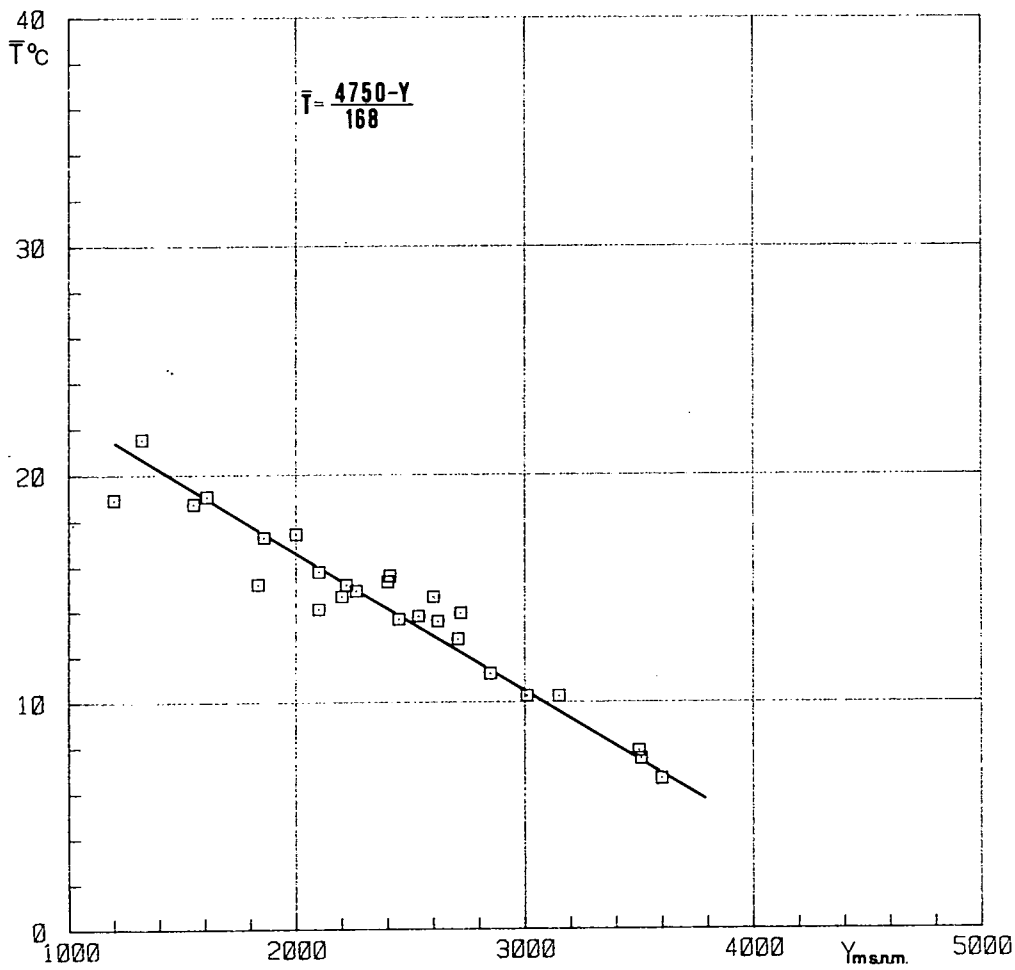


Figura II: 5-2

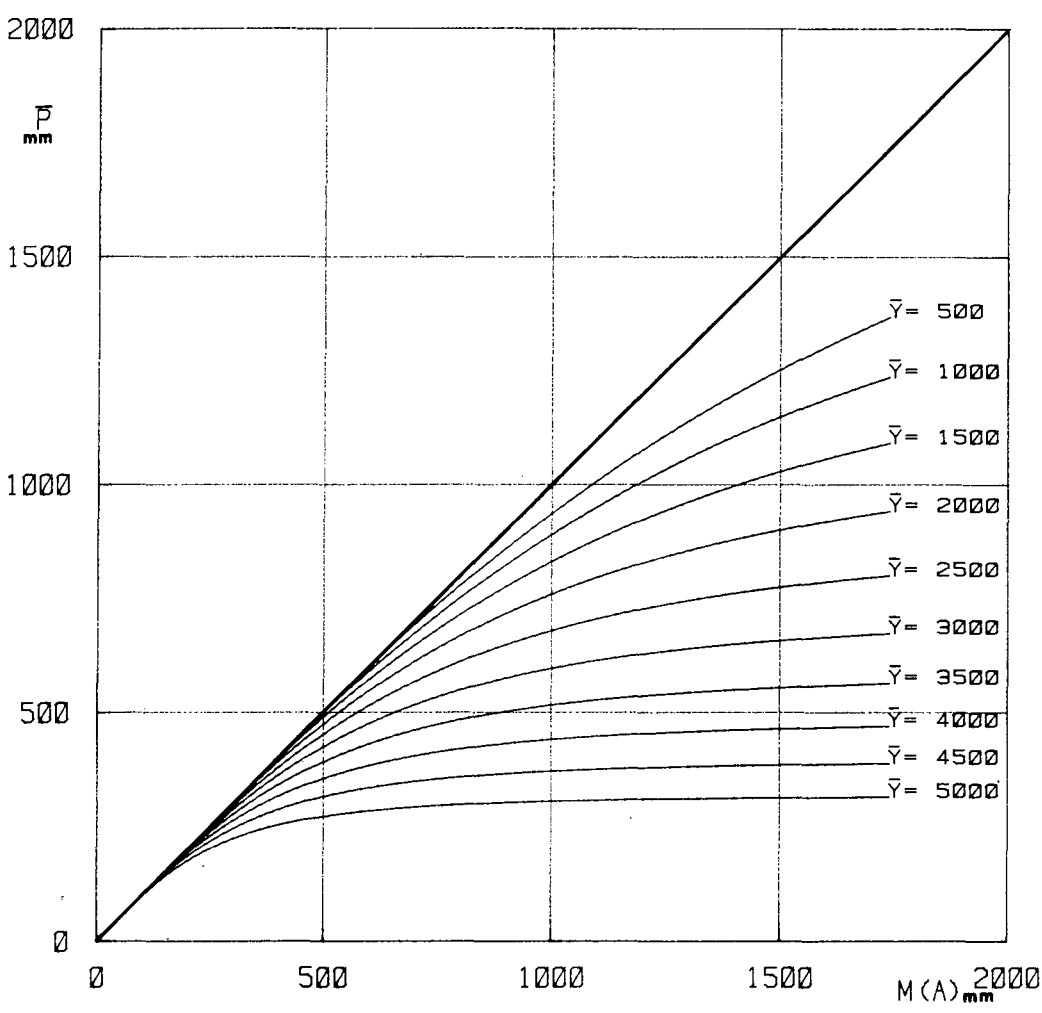


Figura II: 5-3

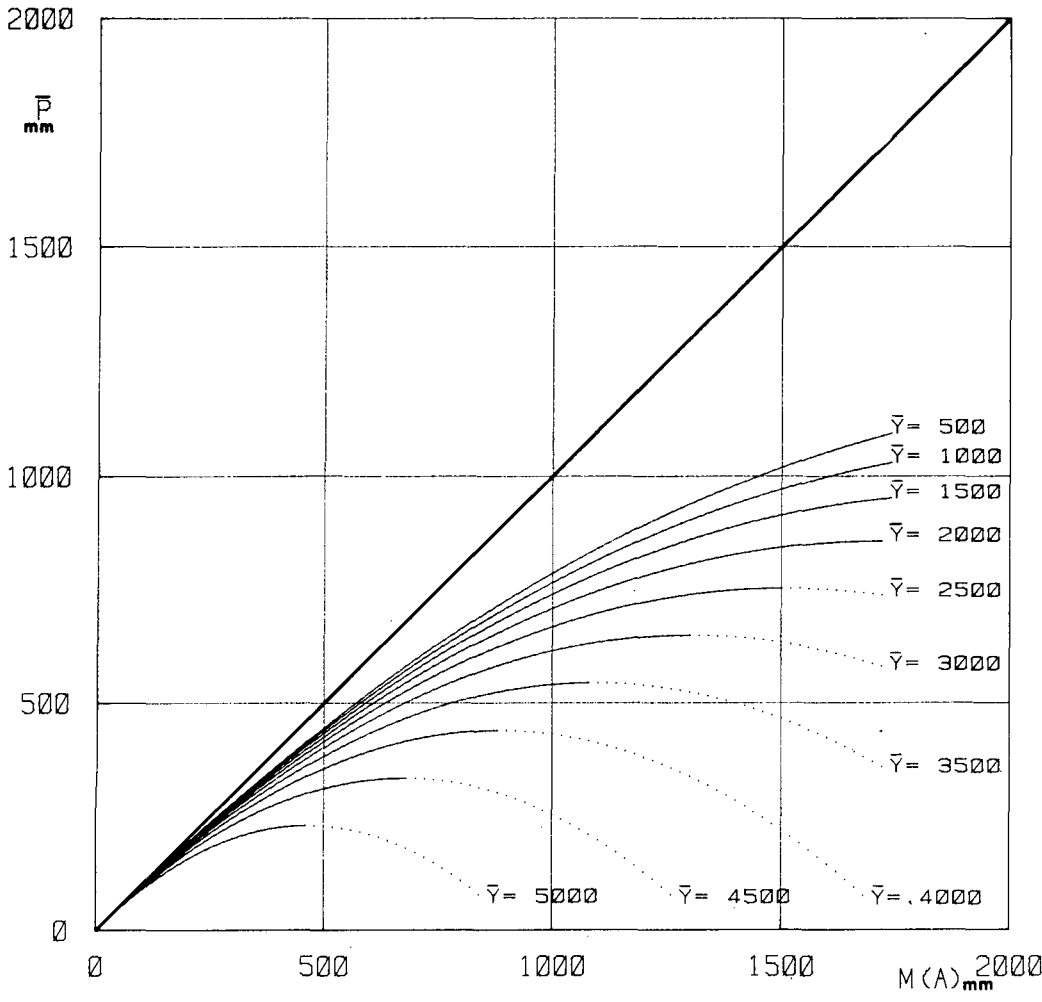


Figura II: 5-4

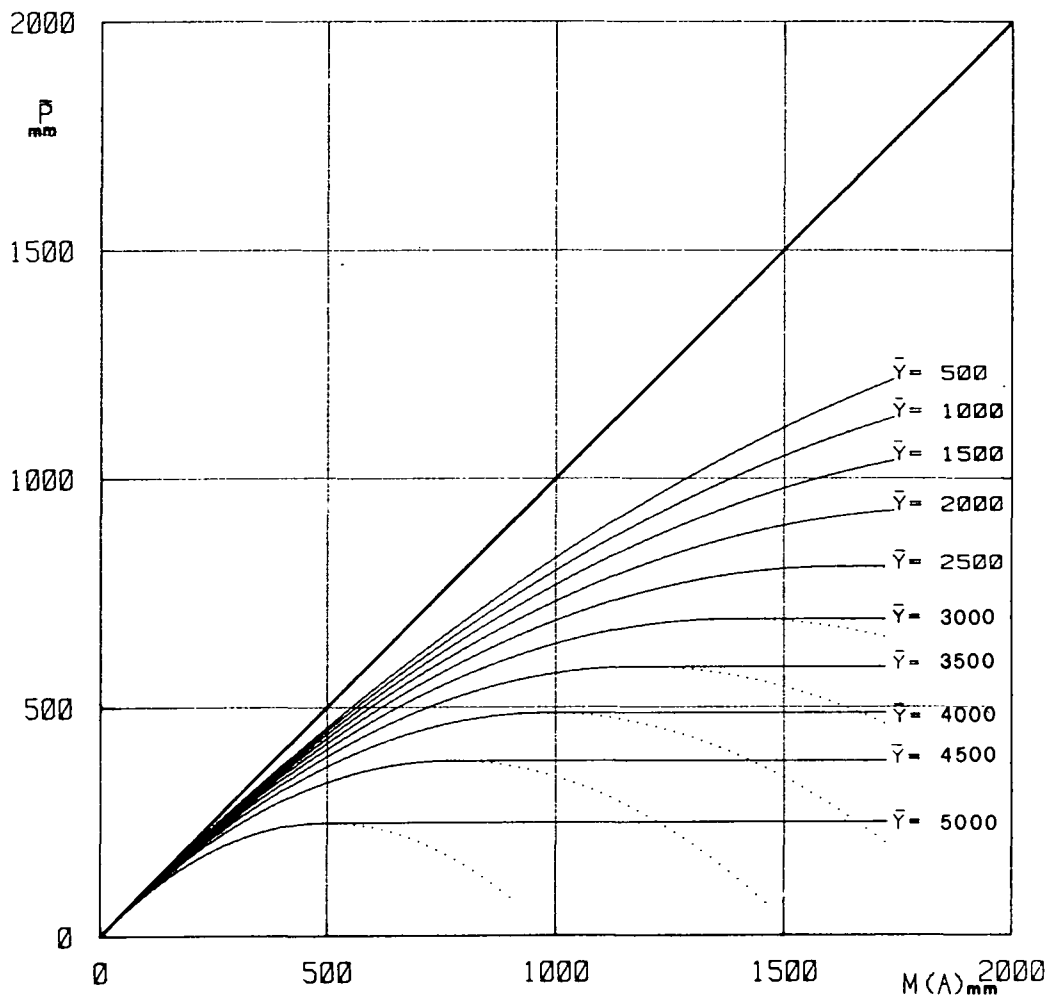


Figura II: 5-5

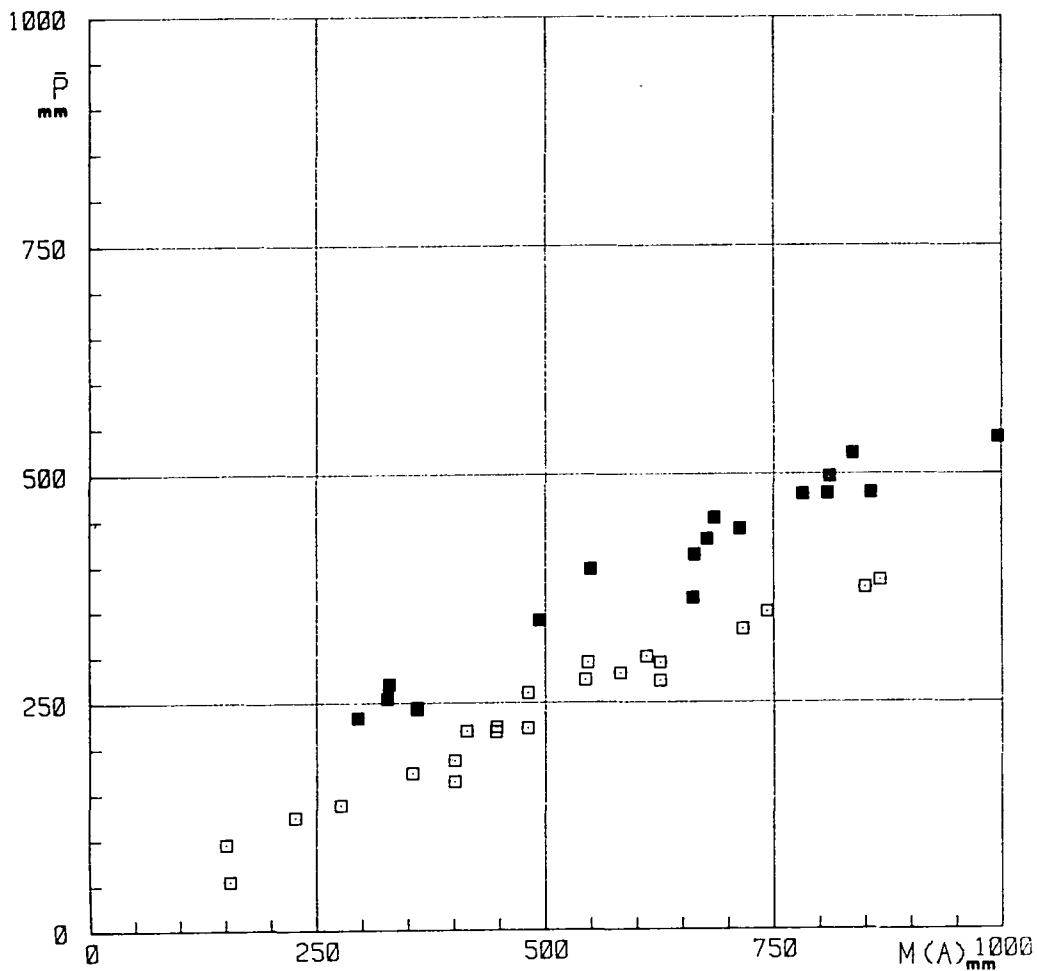


Figura II: 5-6

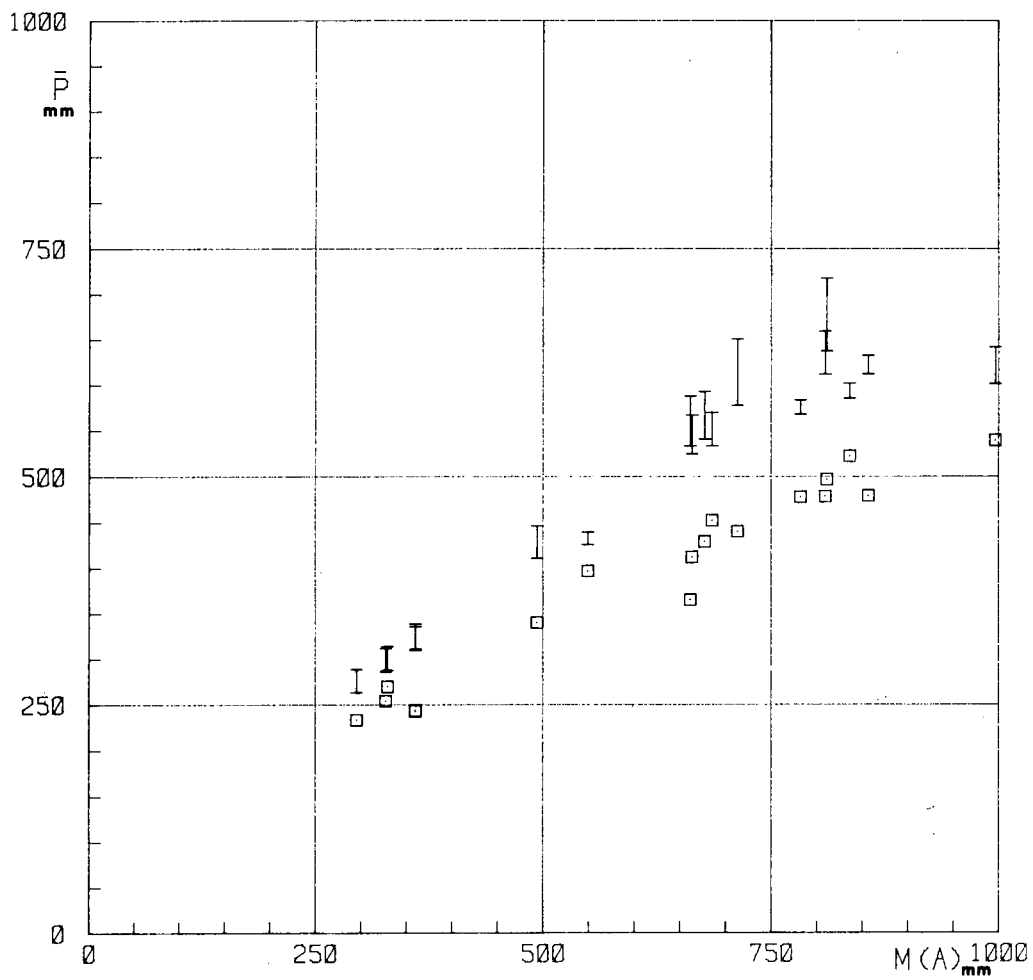


Figura II: 5-7

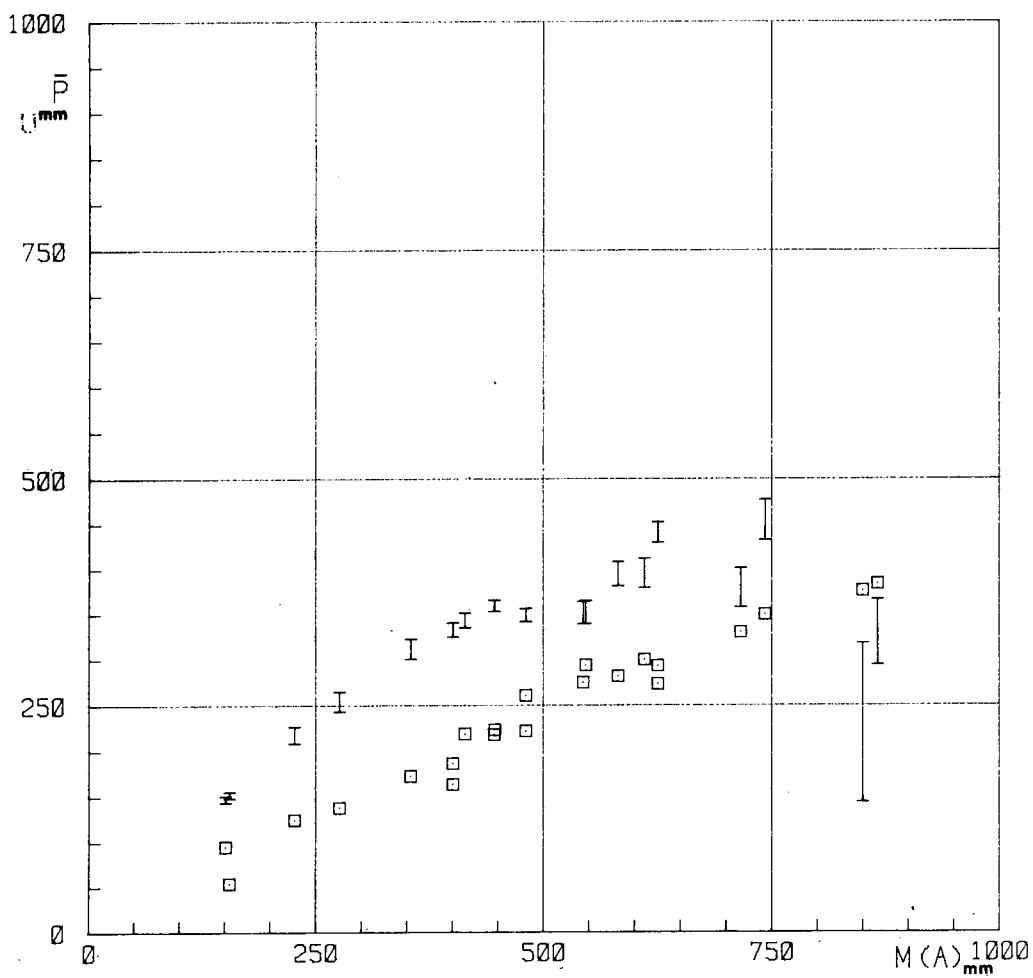


Figura II: 5-8

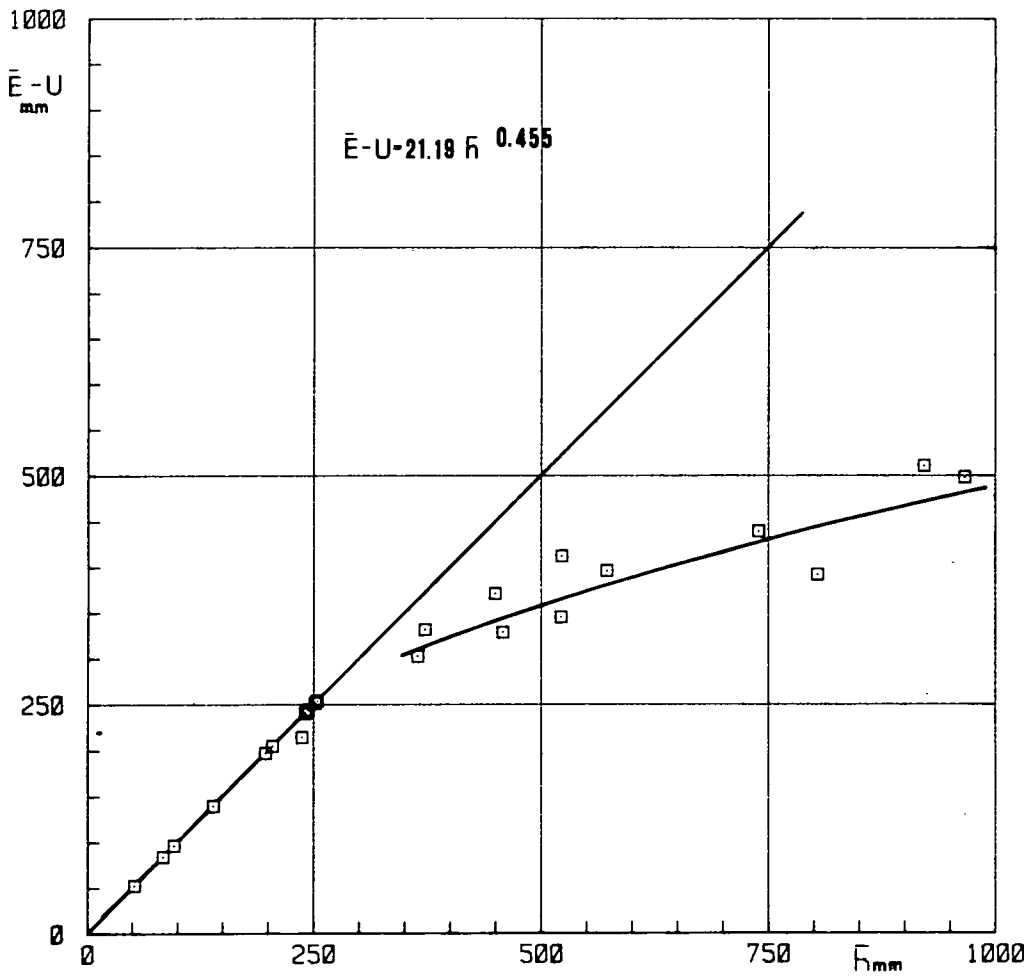


Figura II: 5-9

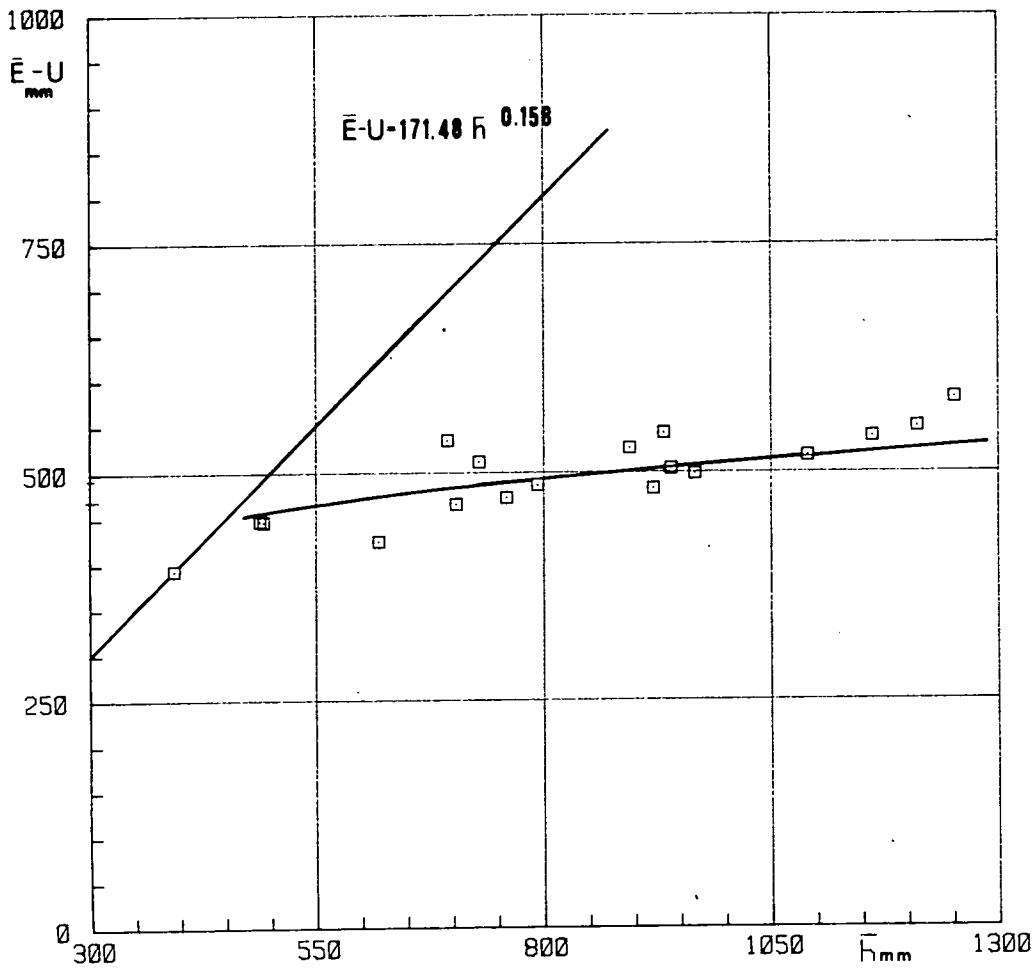


Figura II: 5-10

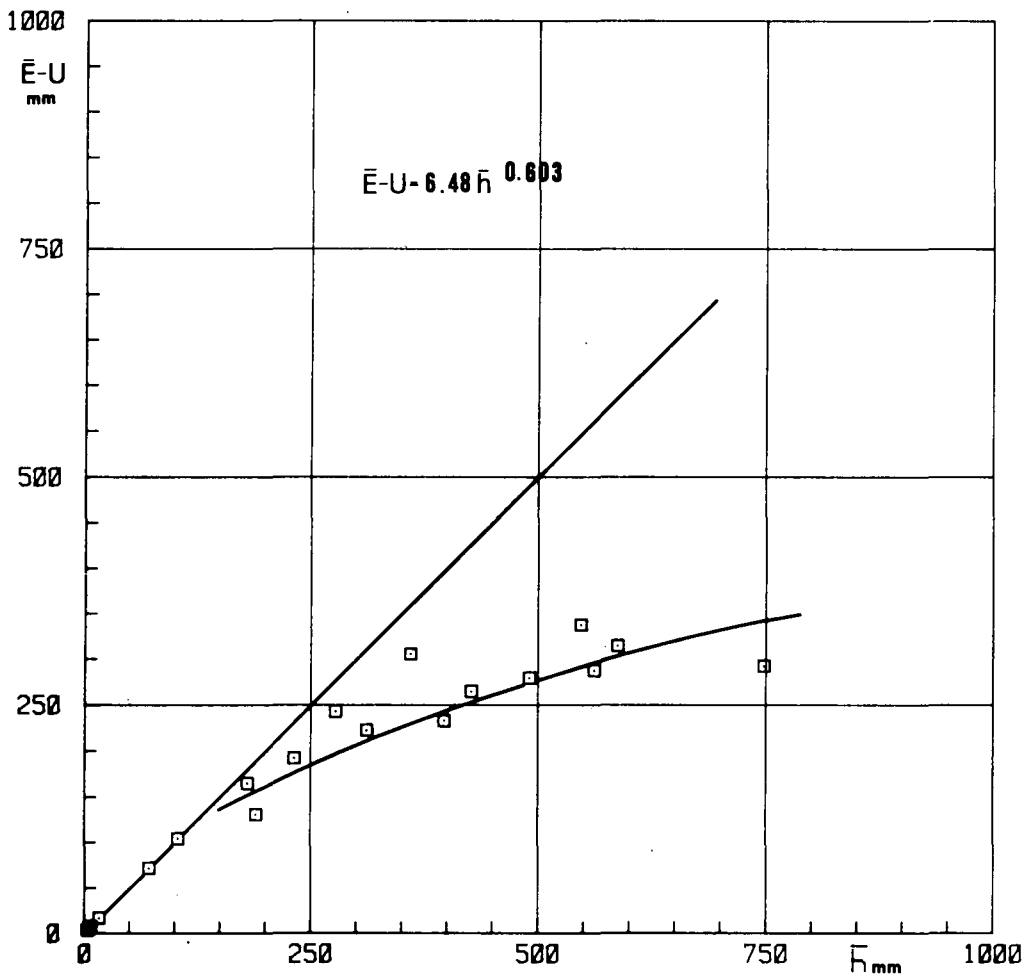


Figura II: 5-11

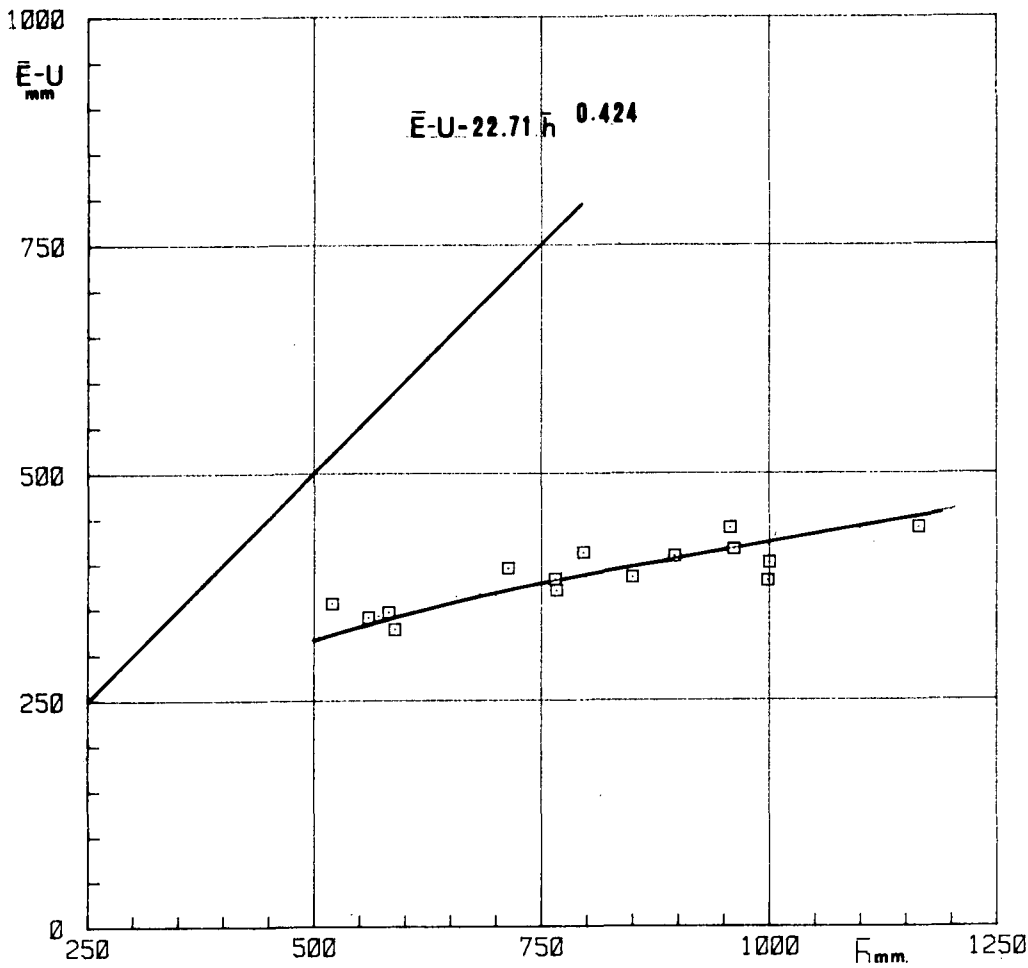


Figura II: 5-12

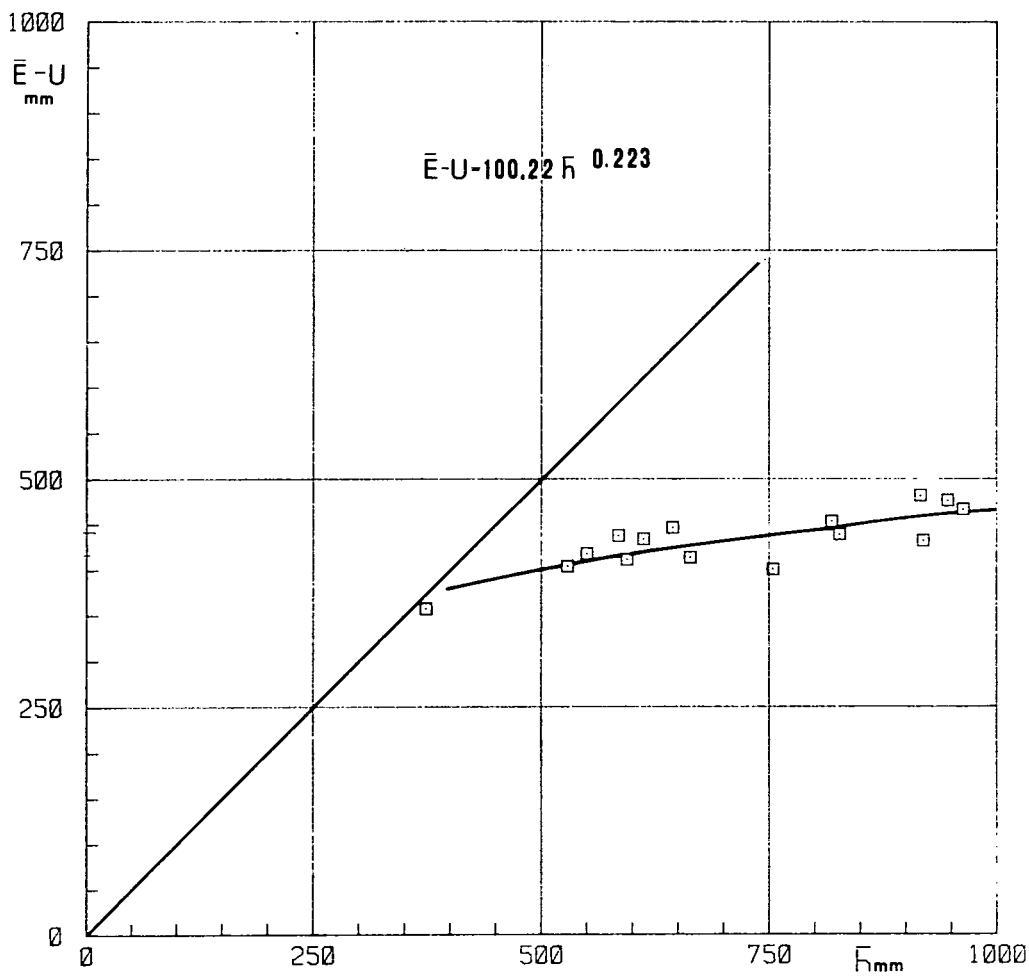


Figura II: 5-13

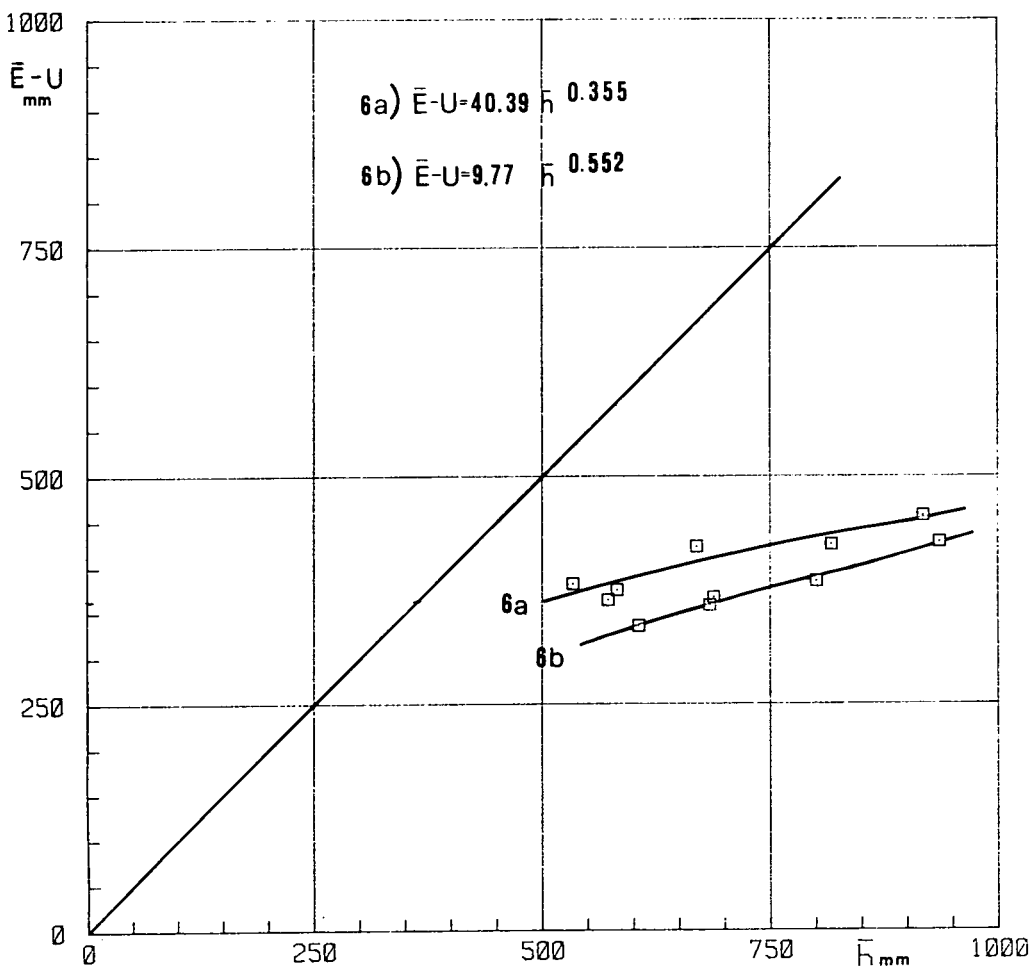


Figura II: 5-14

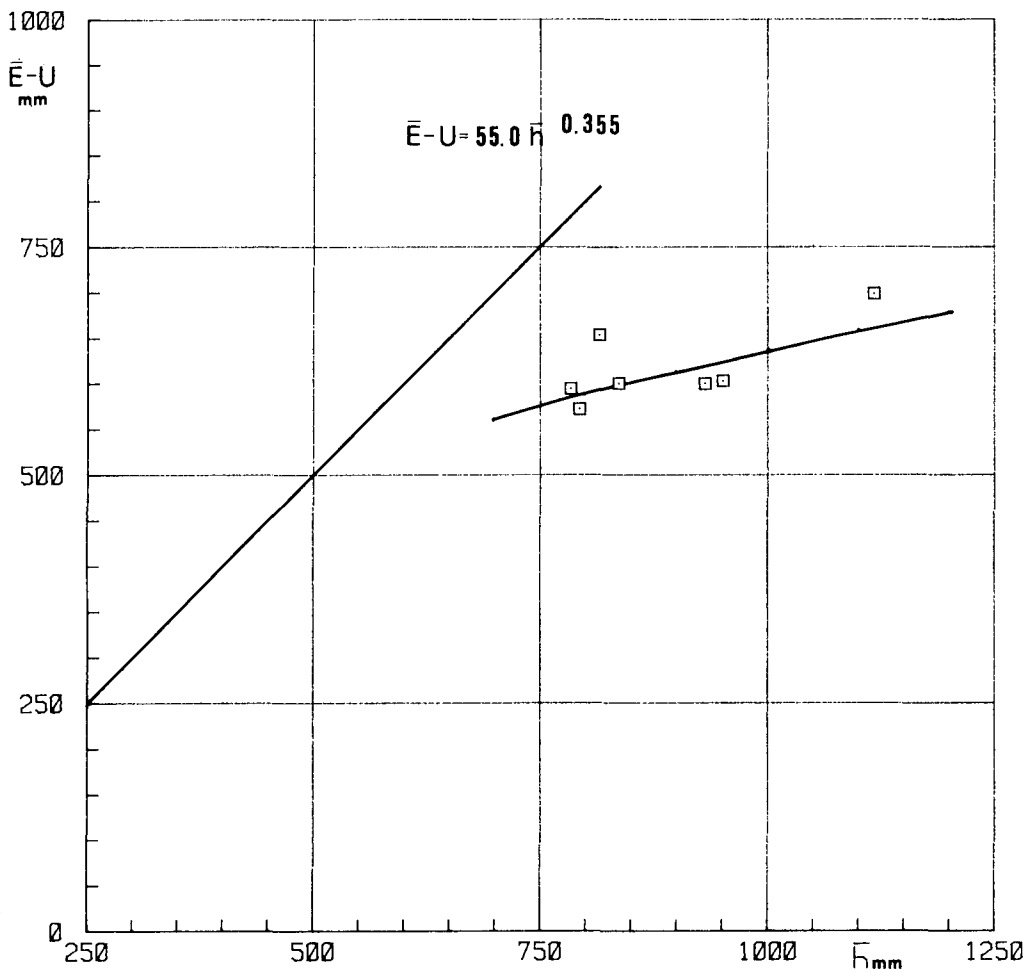


Figura II: 5-15

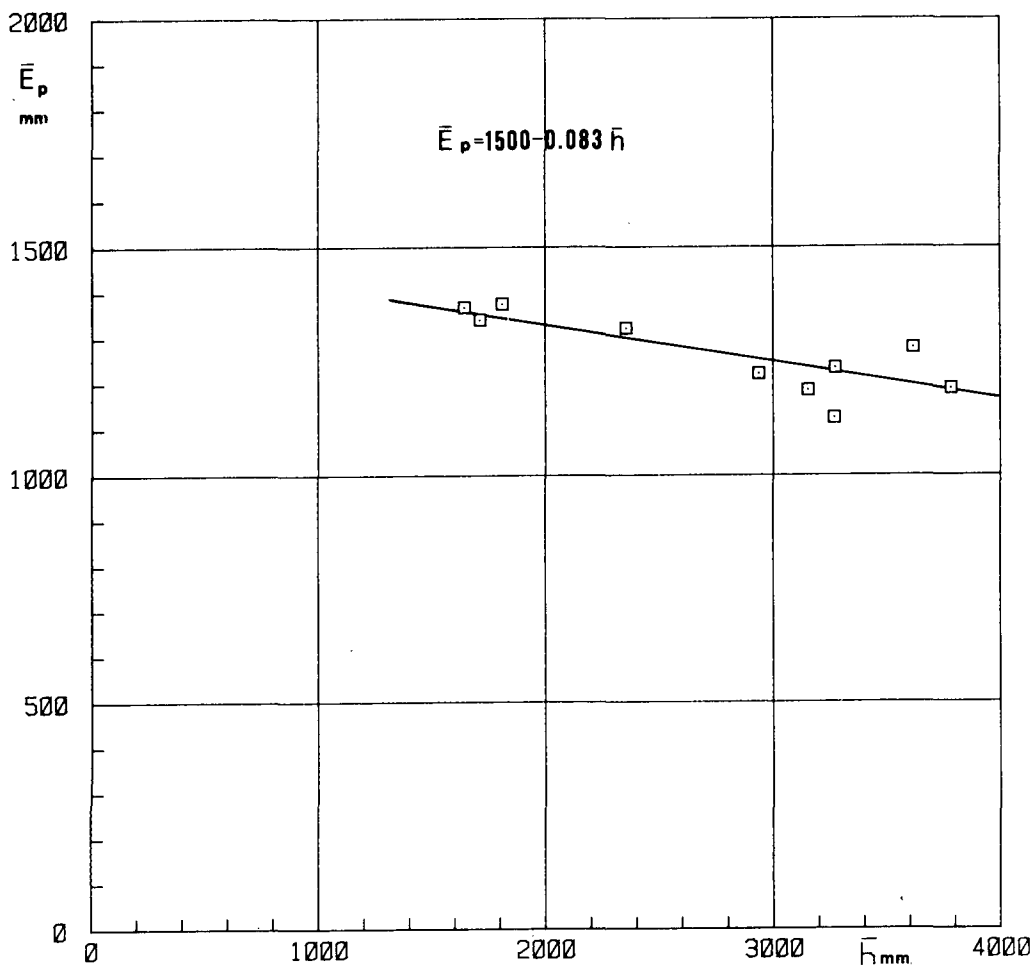


Figura II: 5-16

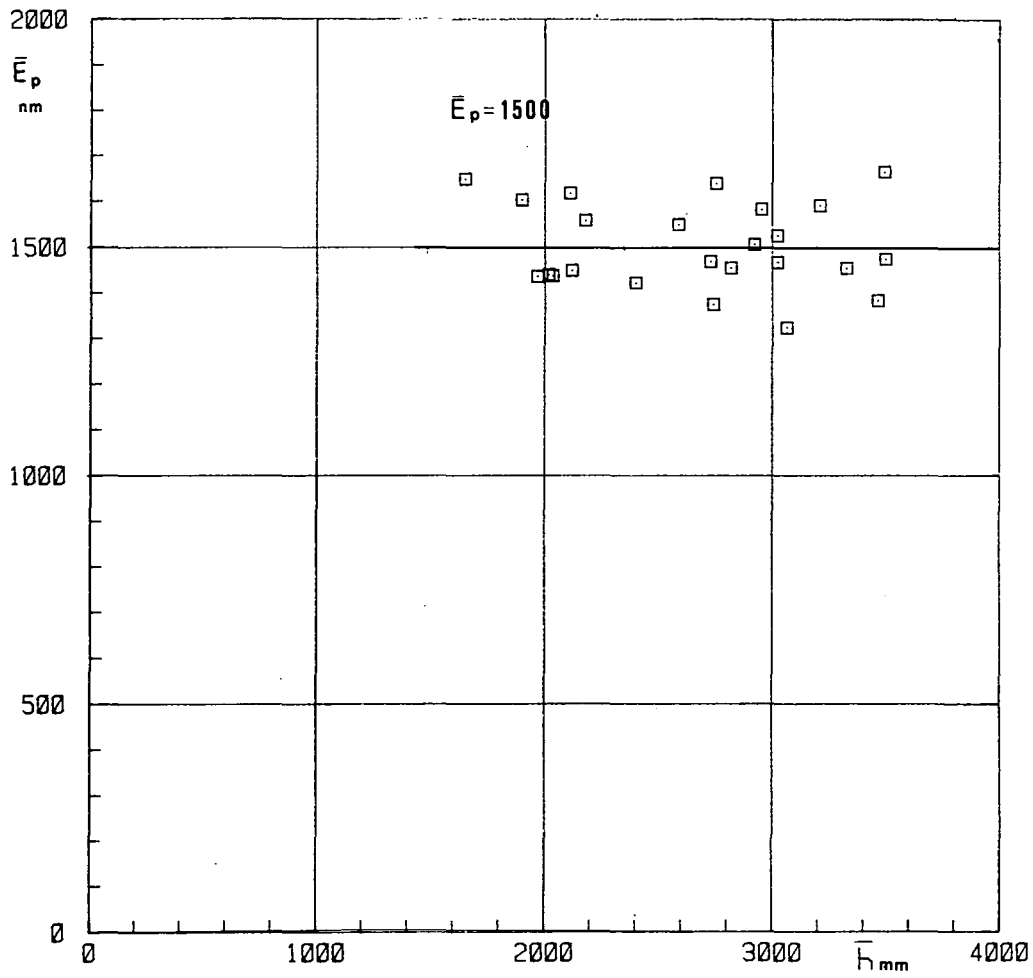


Figura II: 5-17

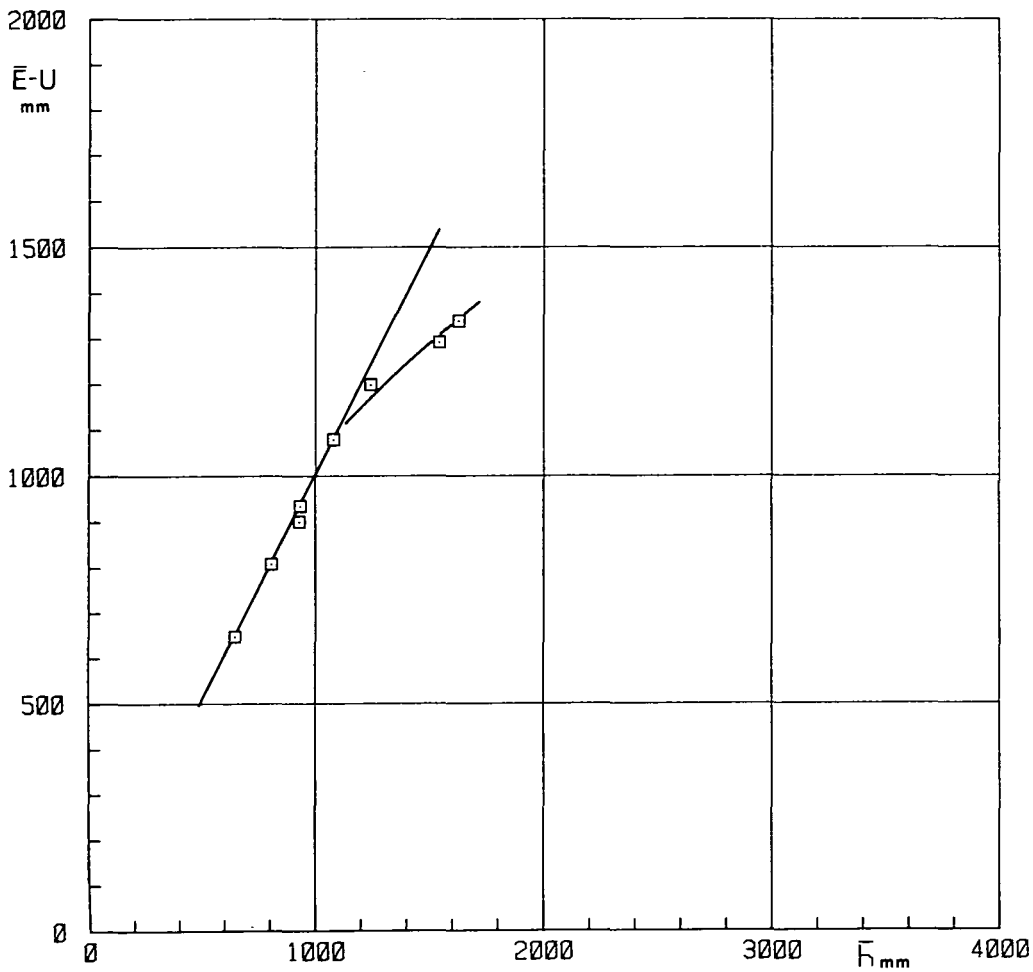


Figura II: 5-18

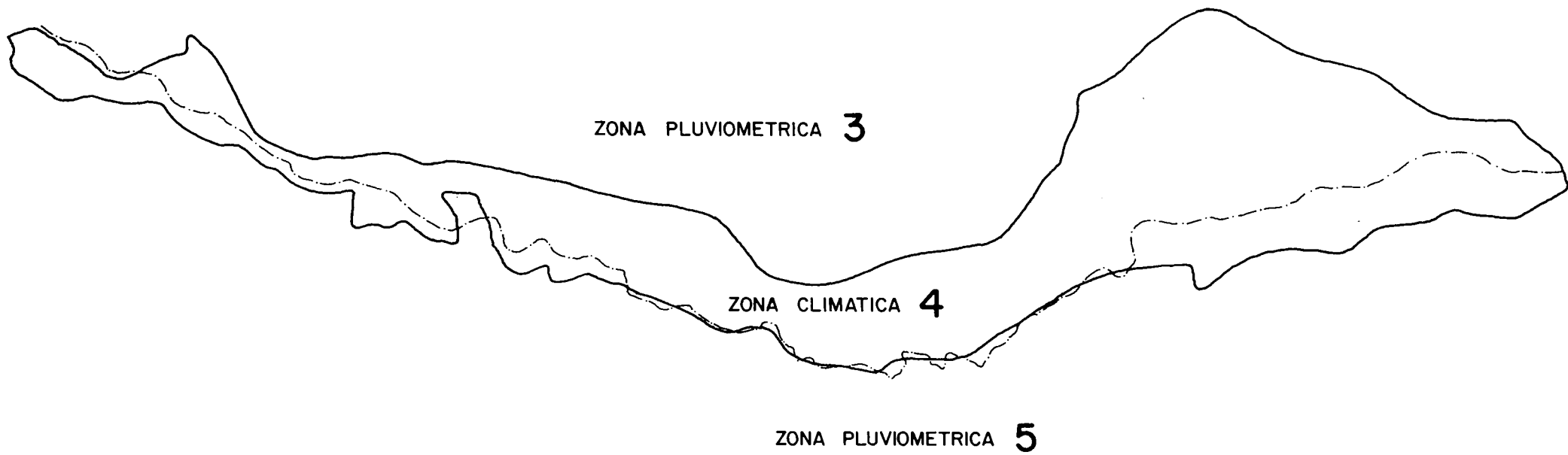


Figura II: 5-19

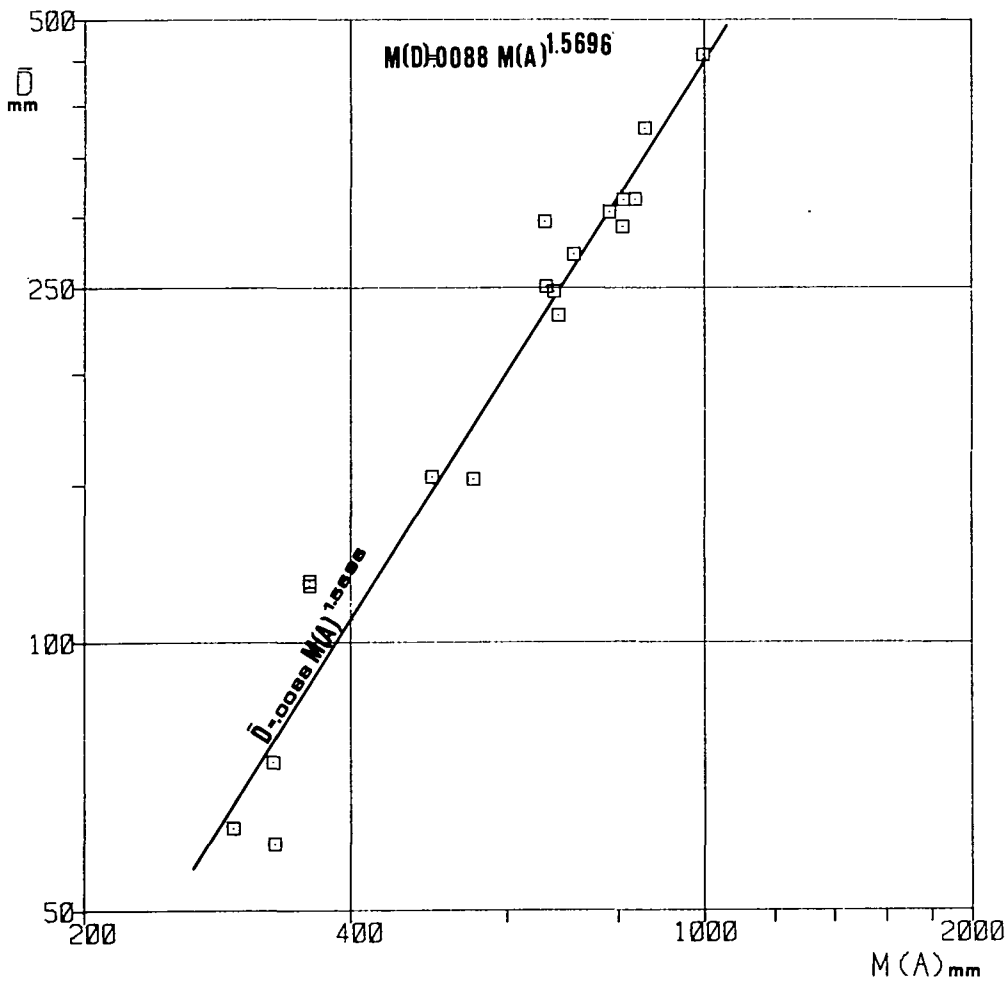


Figura II: 5-20

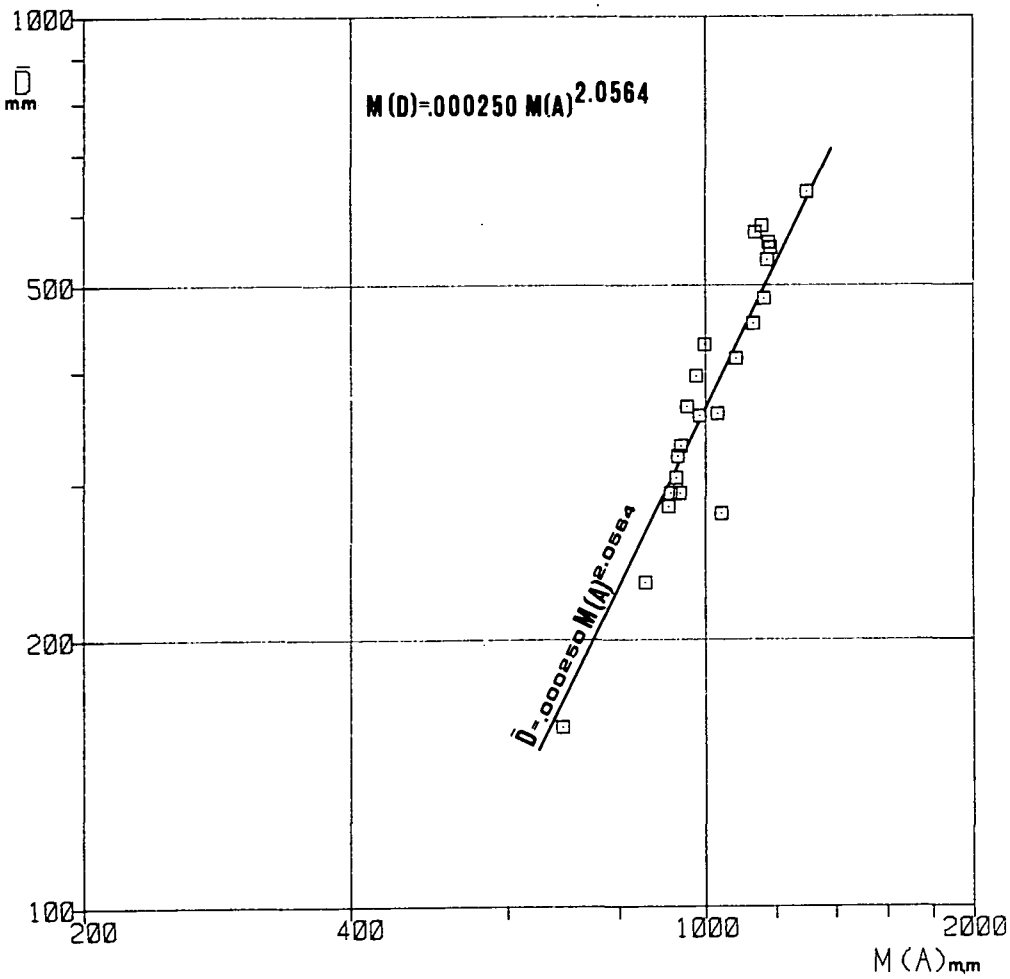


Figura II: 5-21

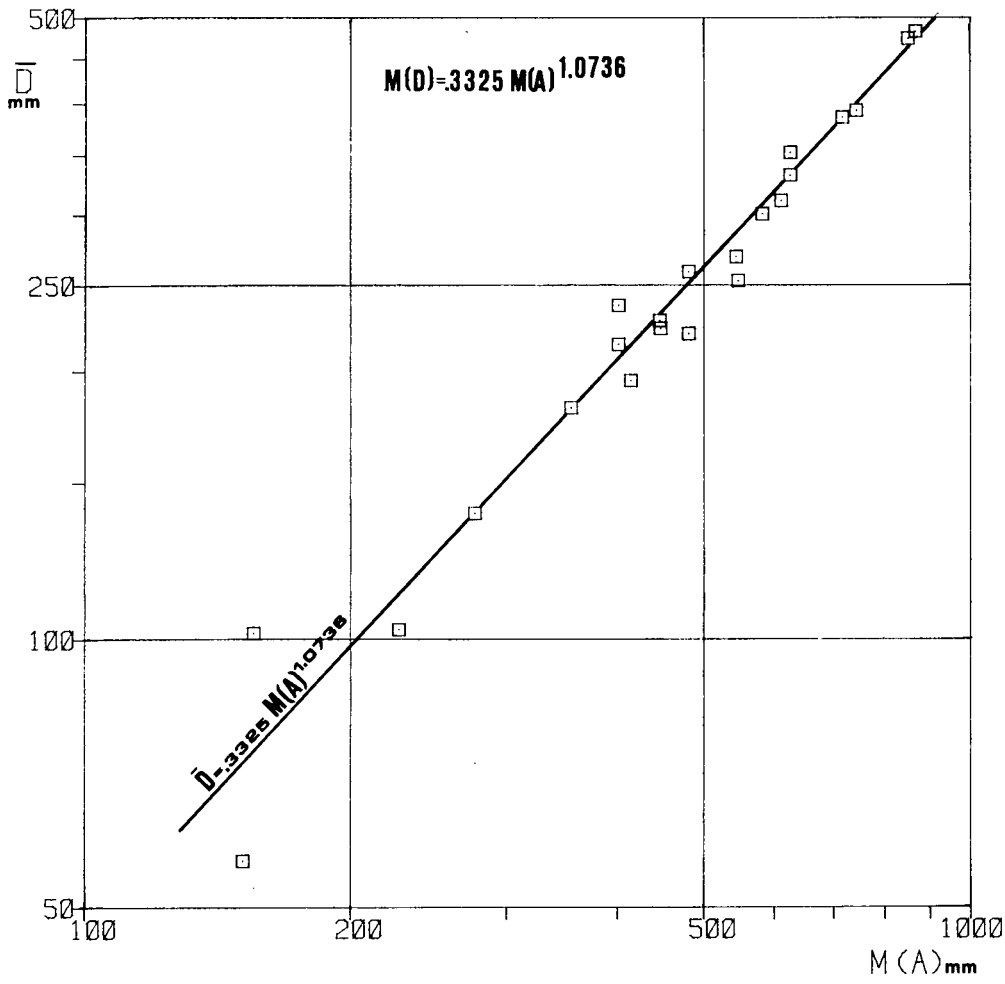


Figura II: 5-22

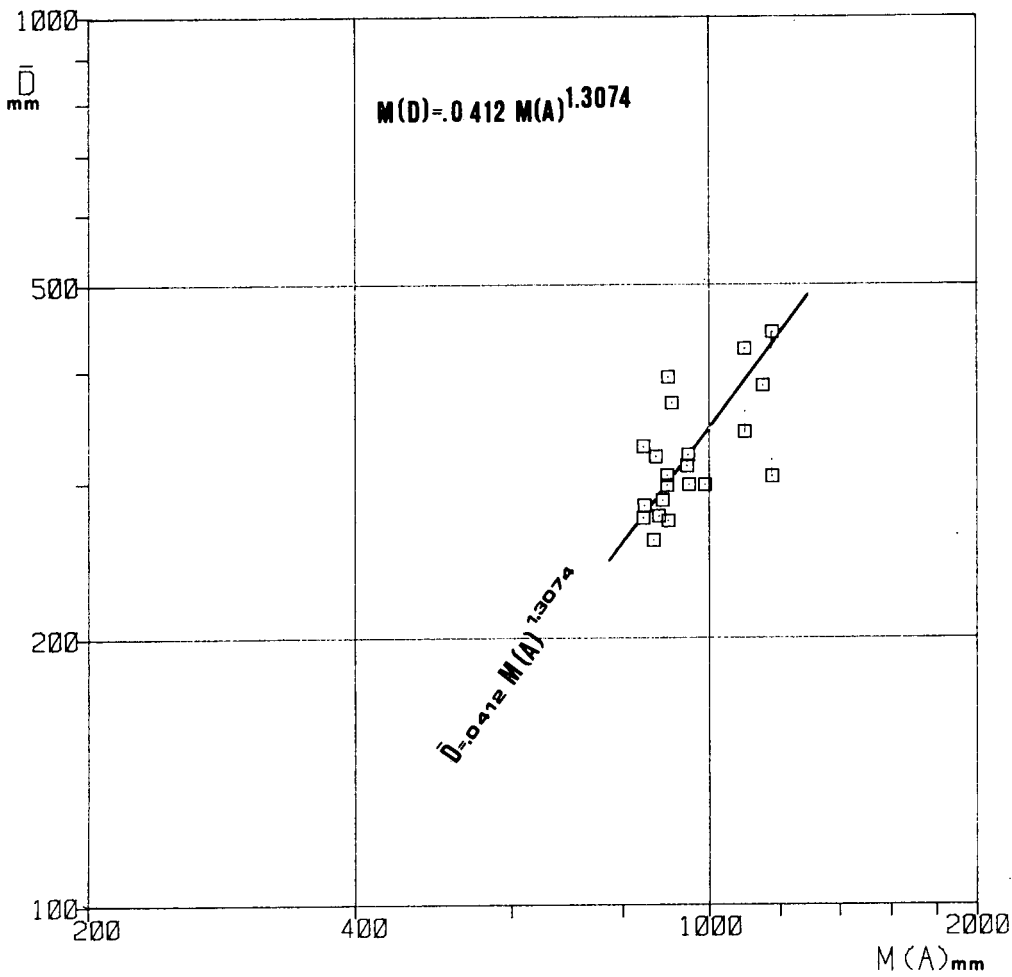


Figura II: 5-23

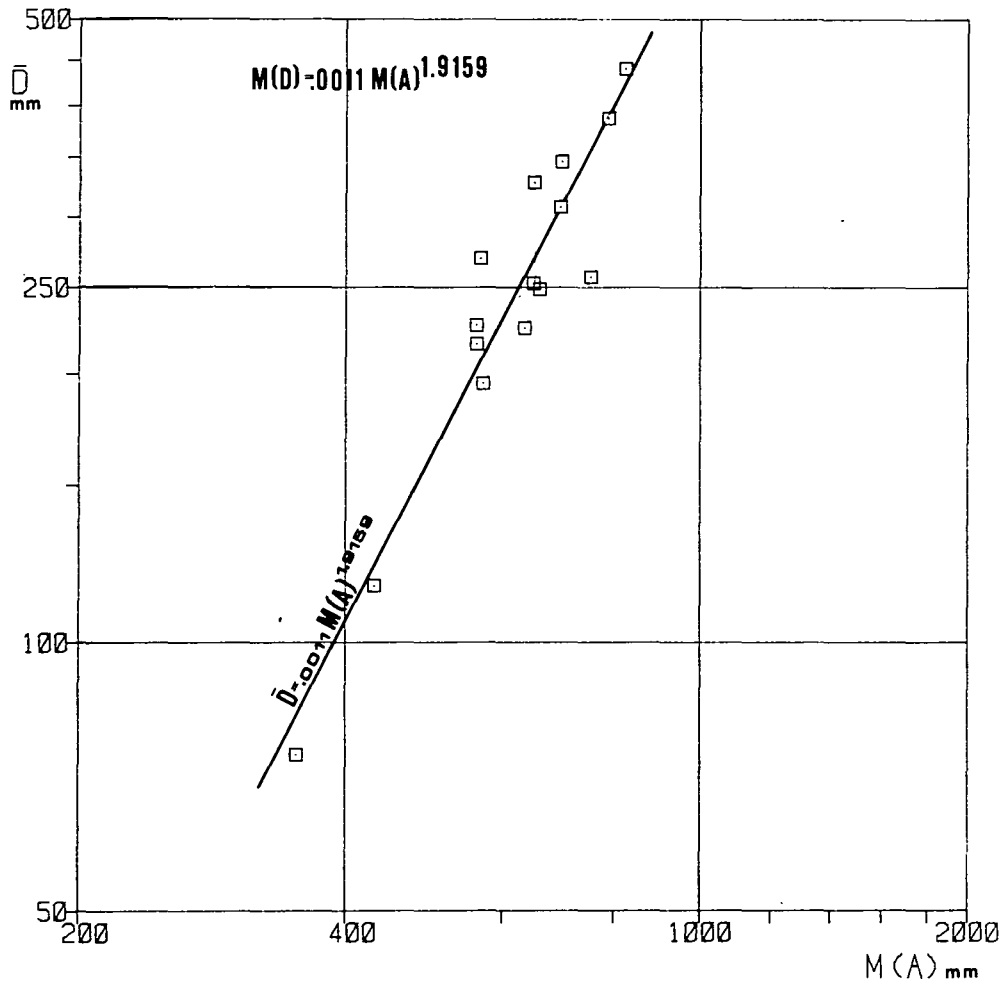


Figura II: 5-24

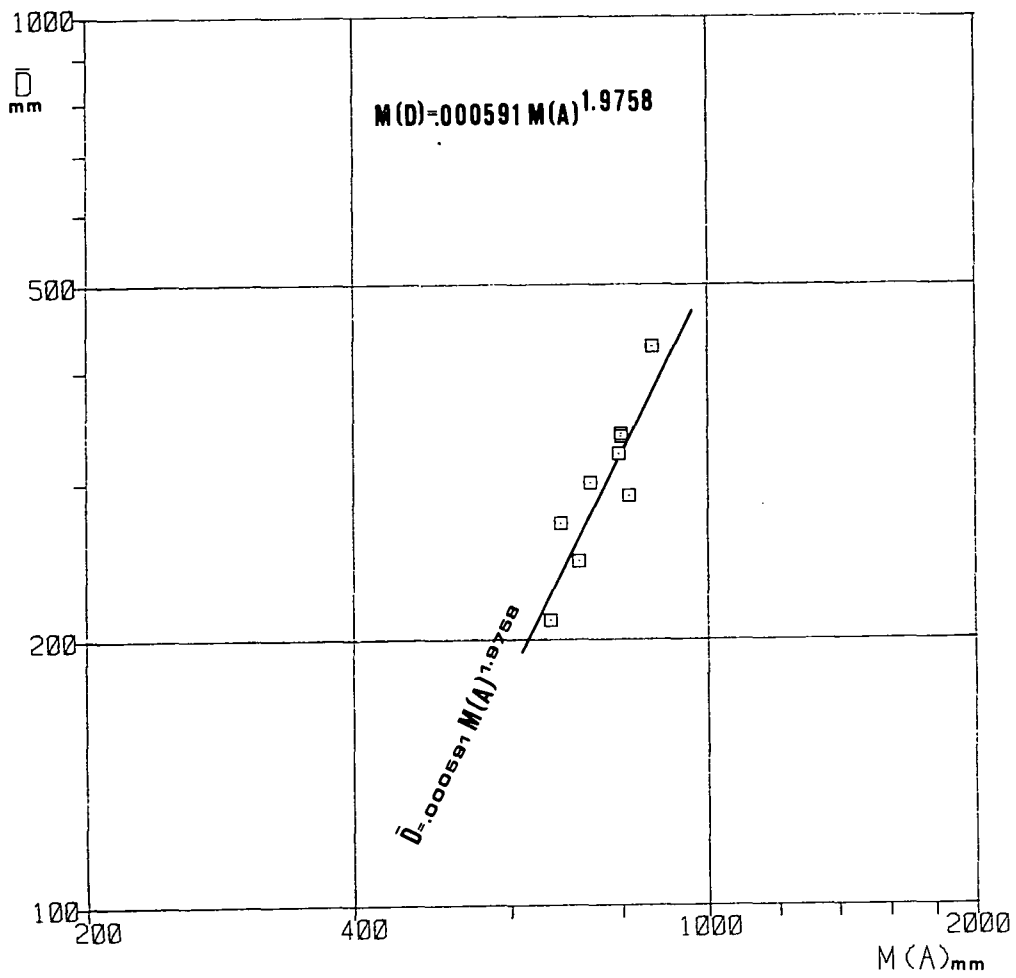


Figura II: 5-25

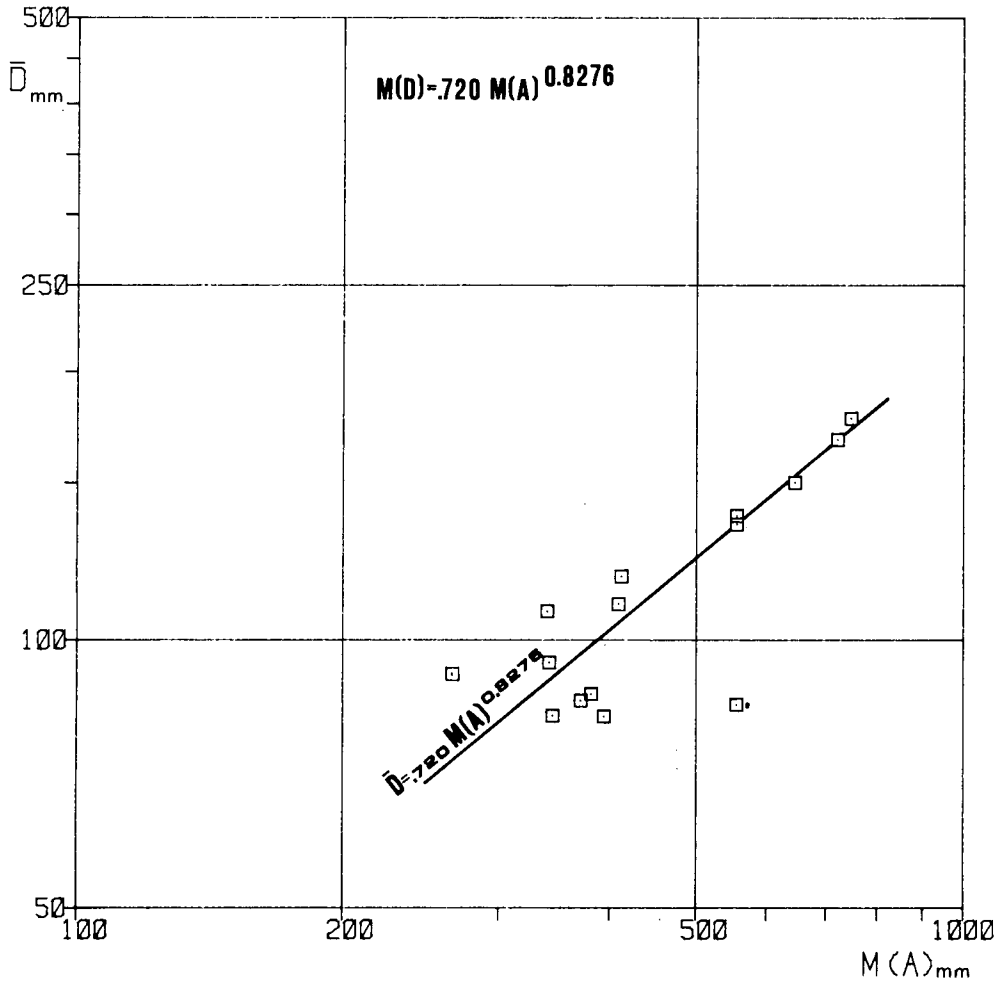


Figura II: 5-26

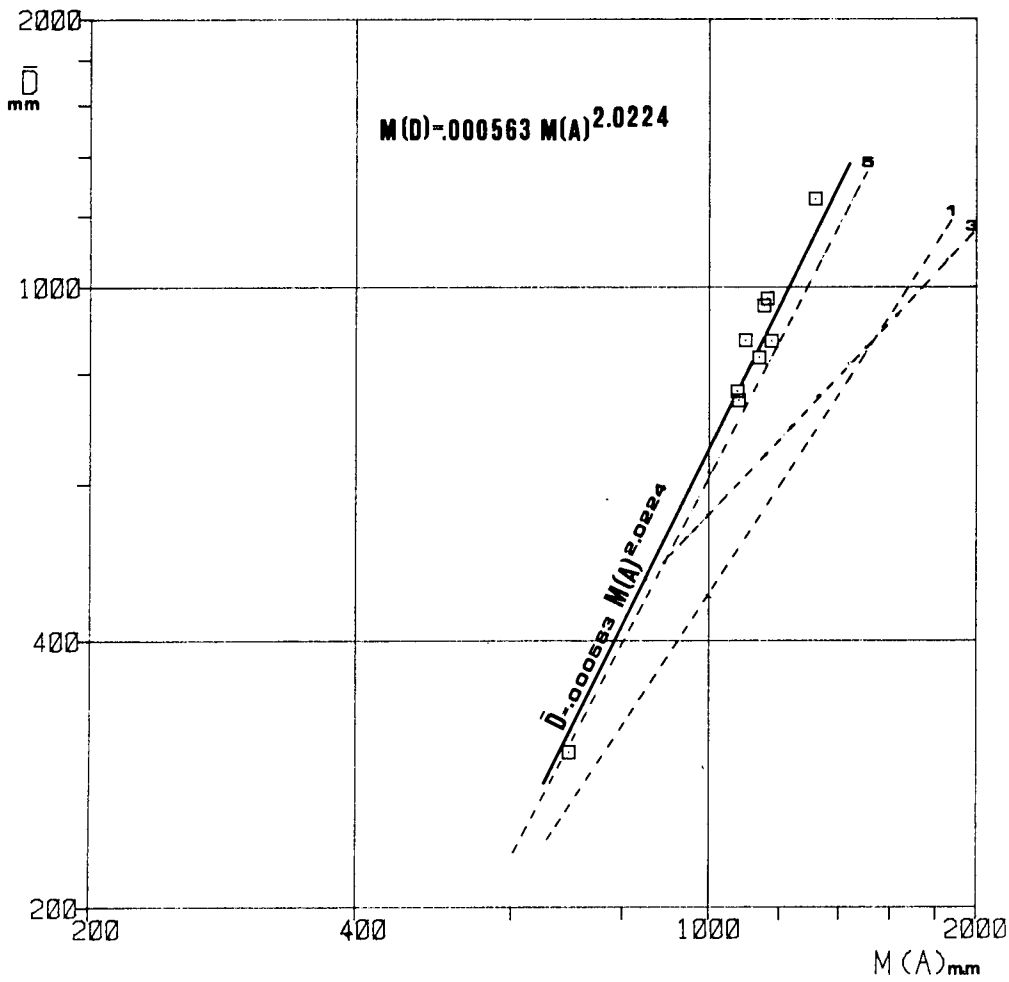


Figura II: 5-27

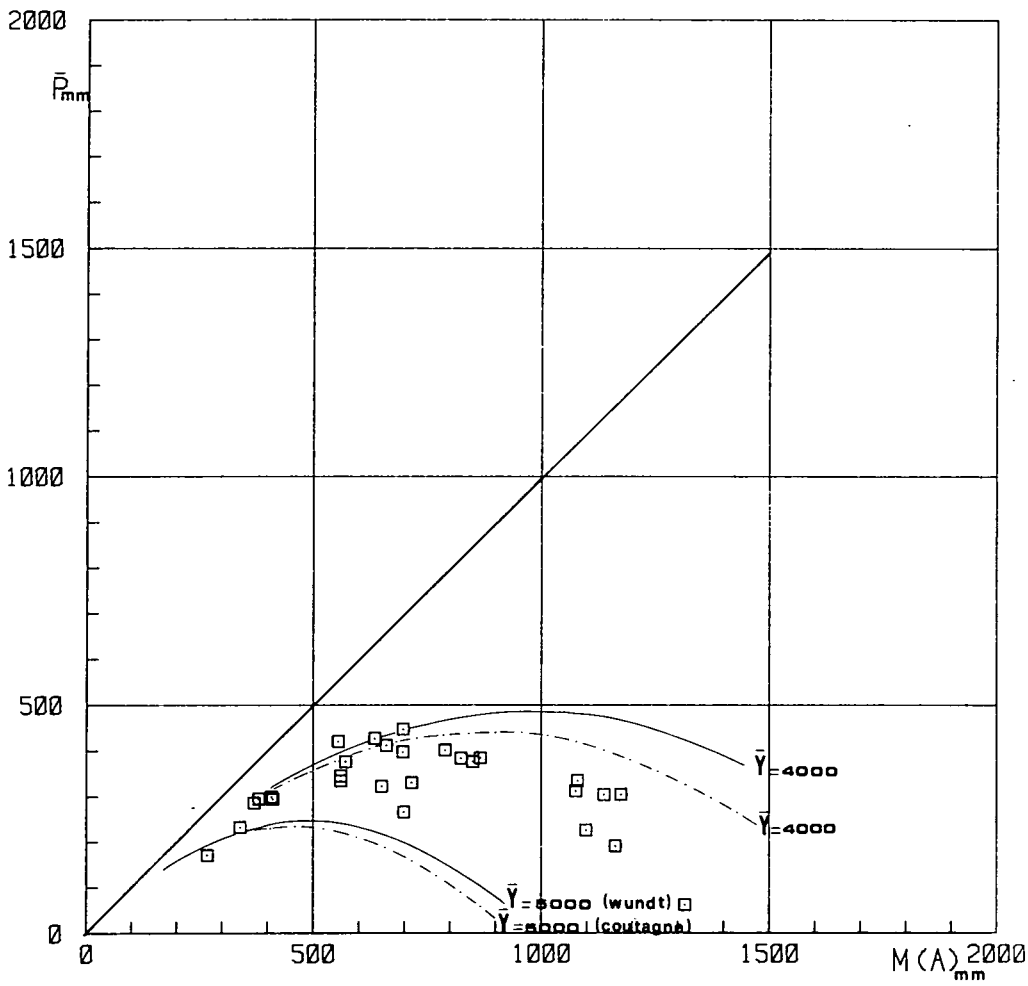


Figura II: 5-28

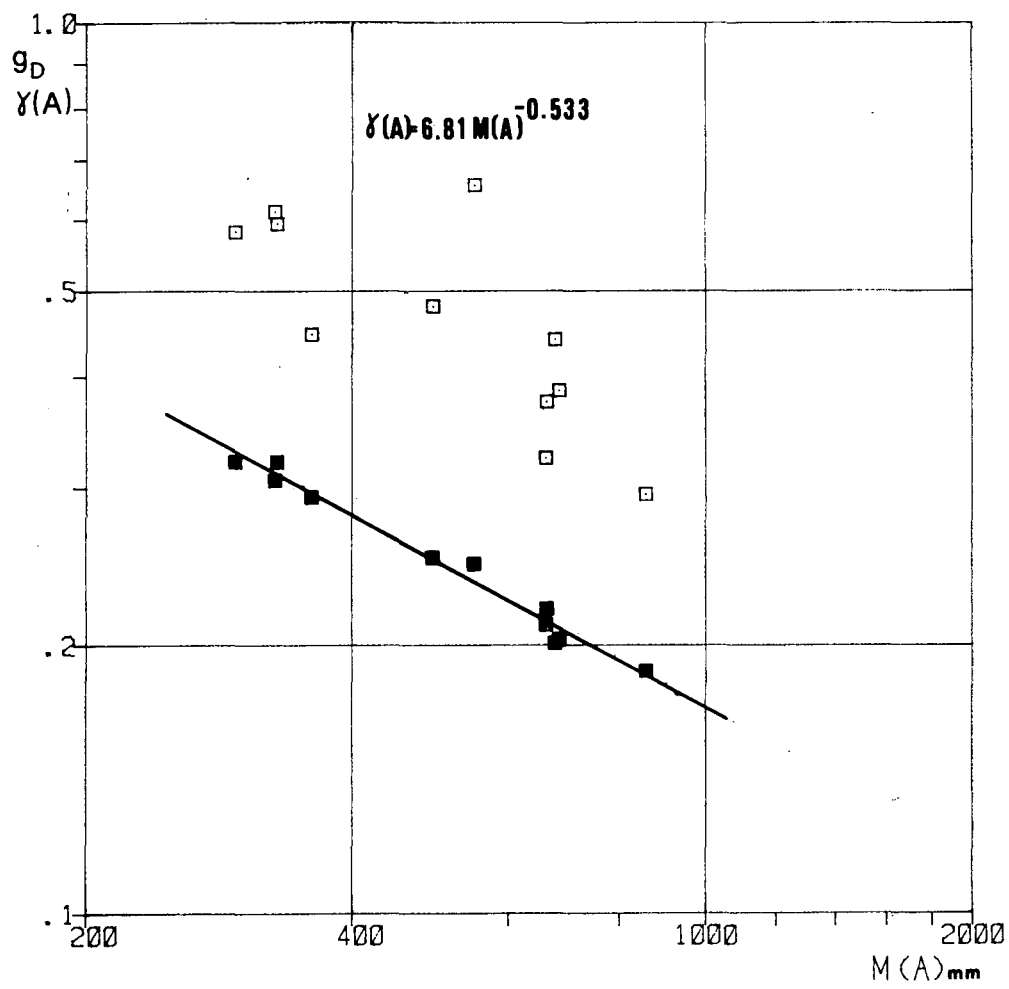


Figura II: 6-1

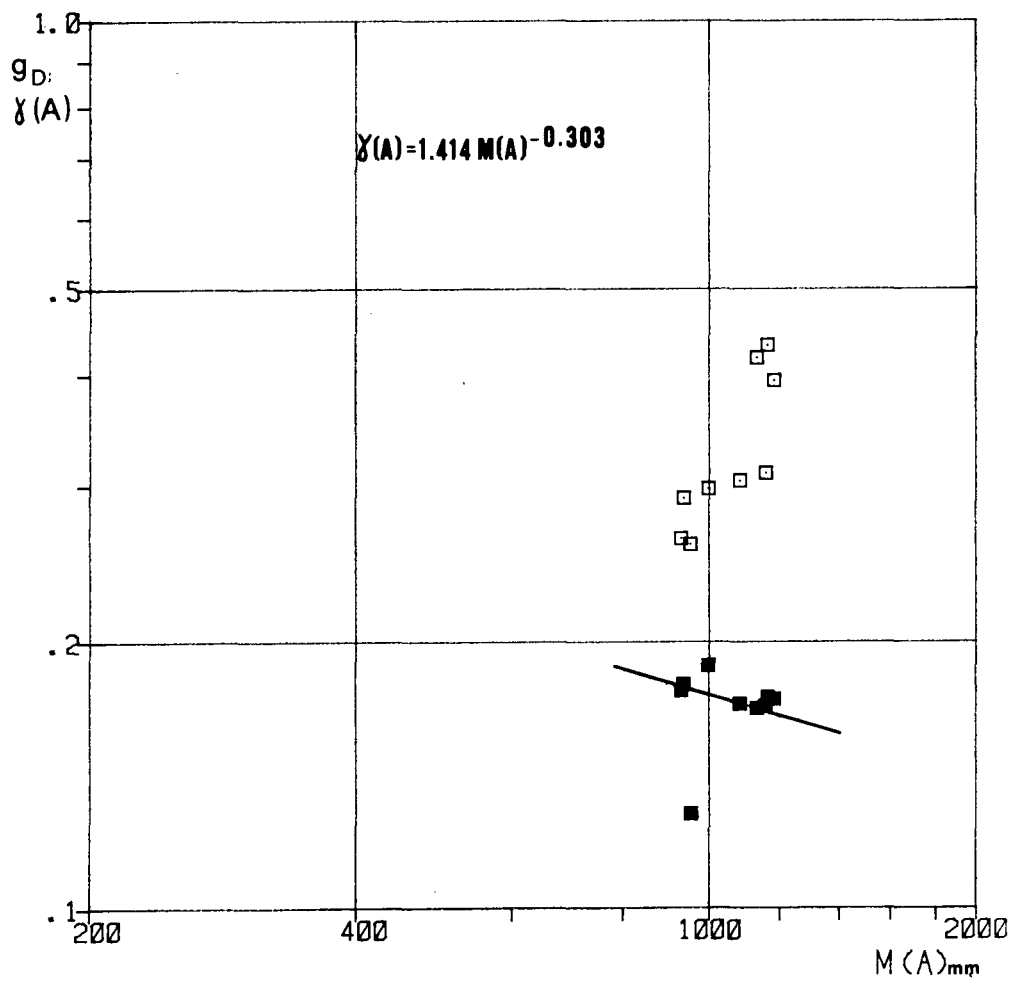


Figura II: 6-2

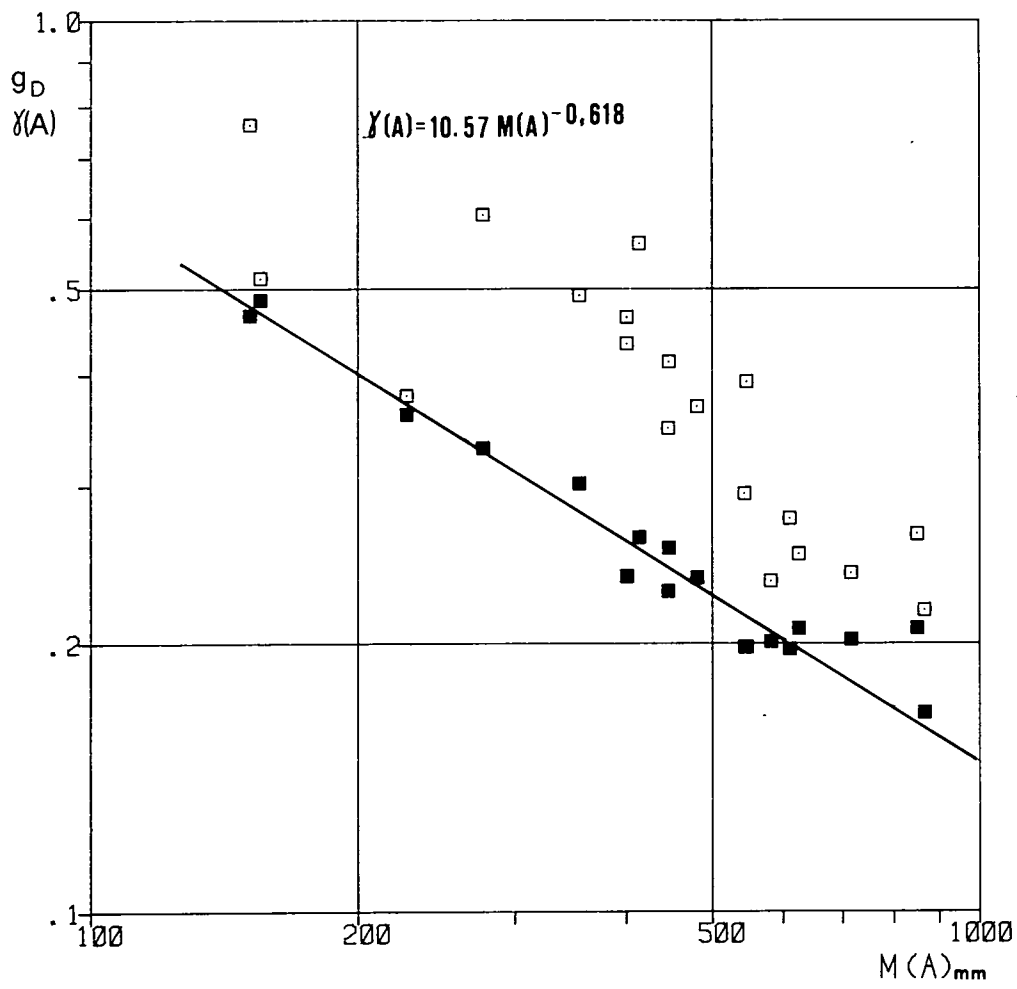


Figura II: 6-3

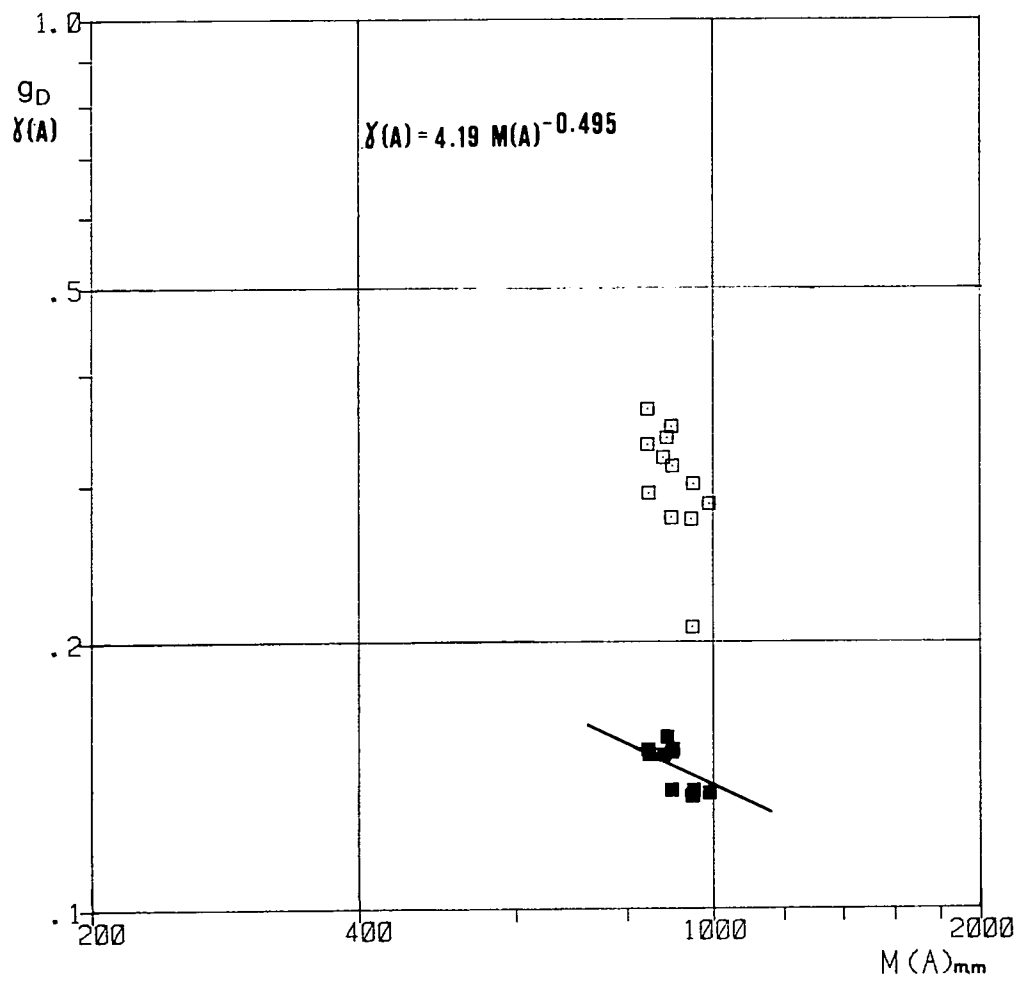


Figura II: 6-4

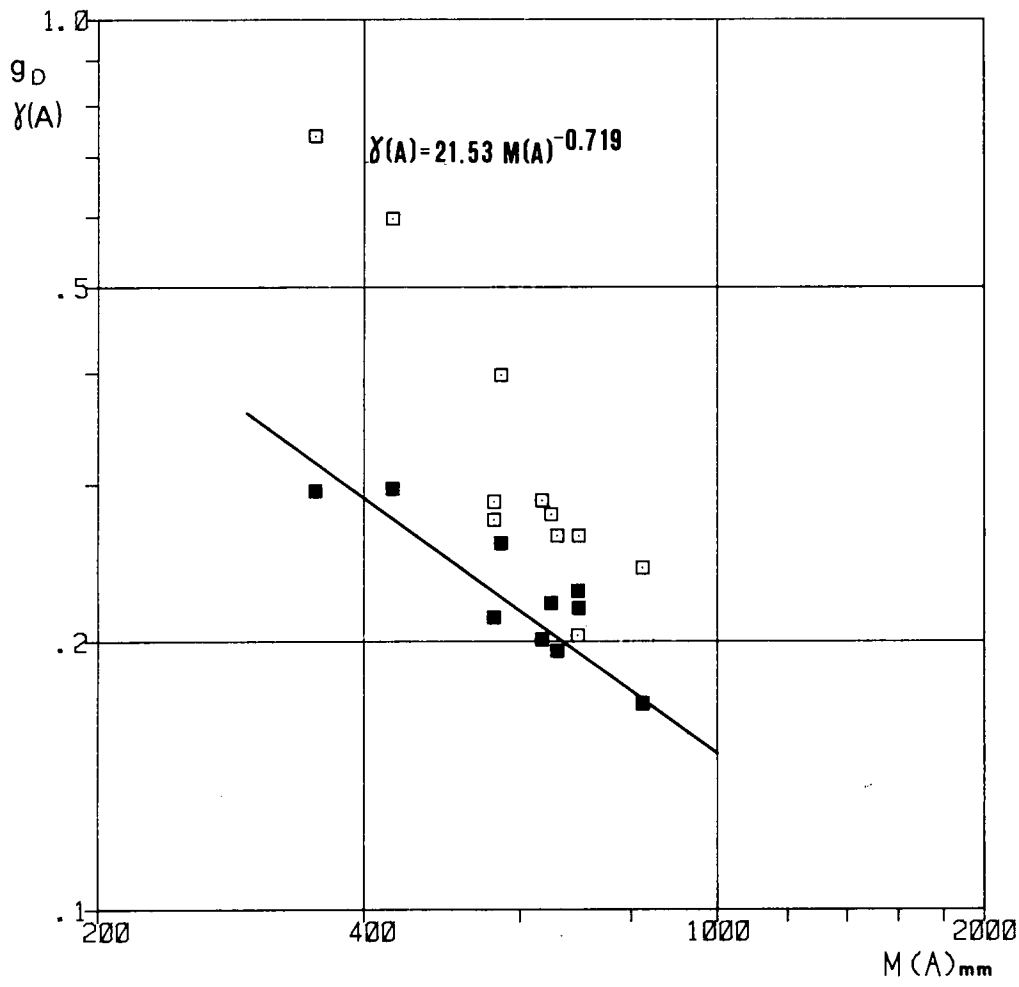


Figura II: 6-5

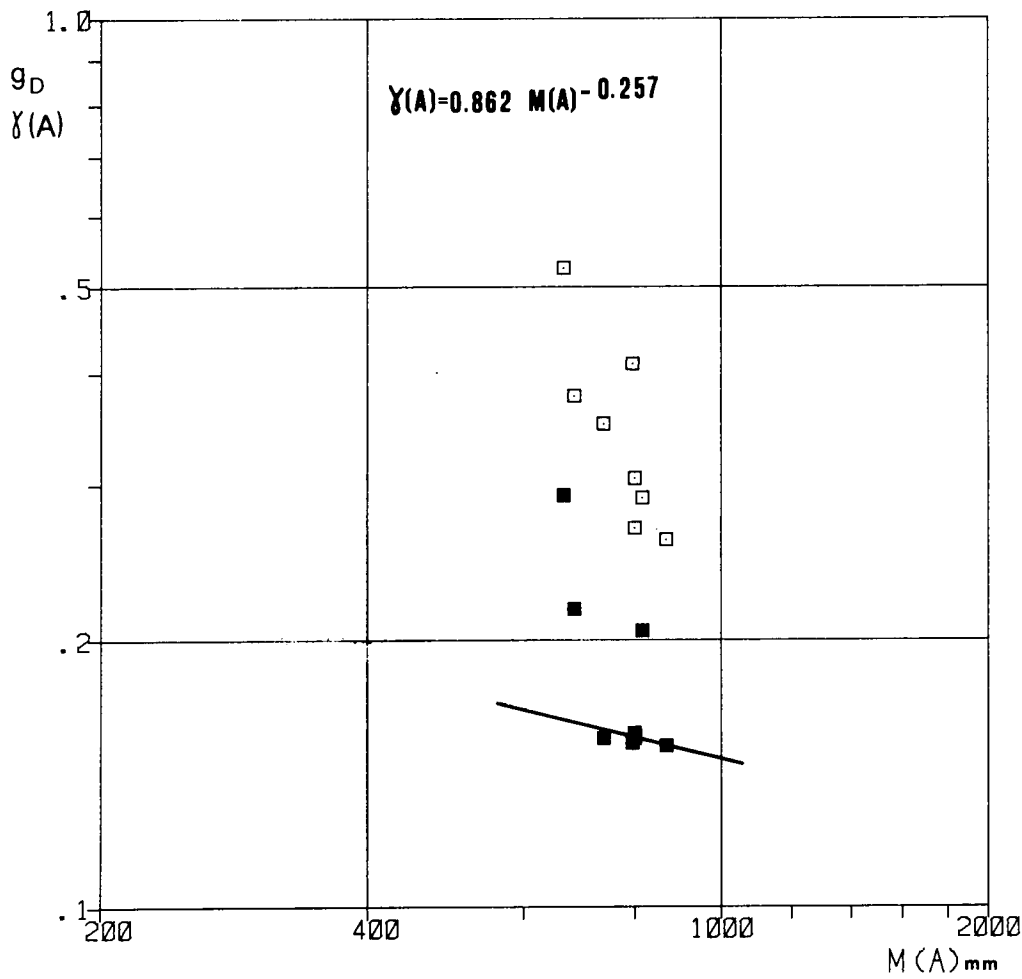


Figura II: 6-6

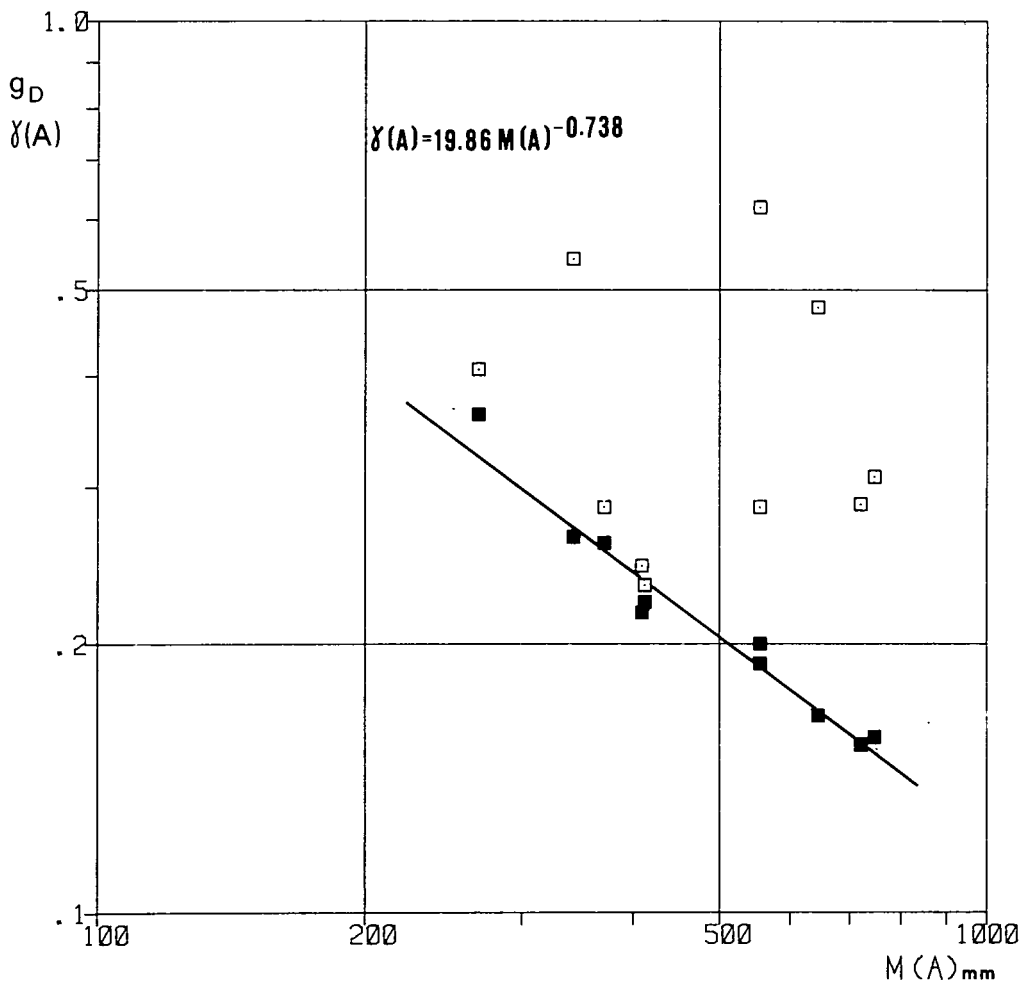


Figura II: 6-7

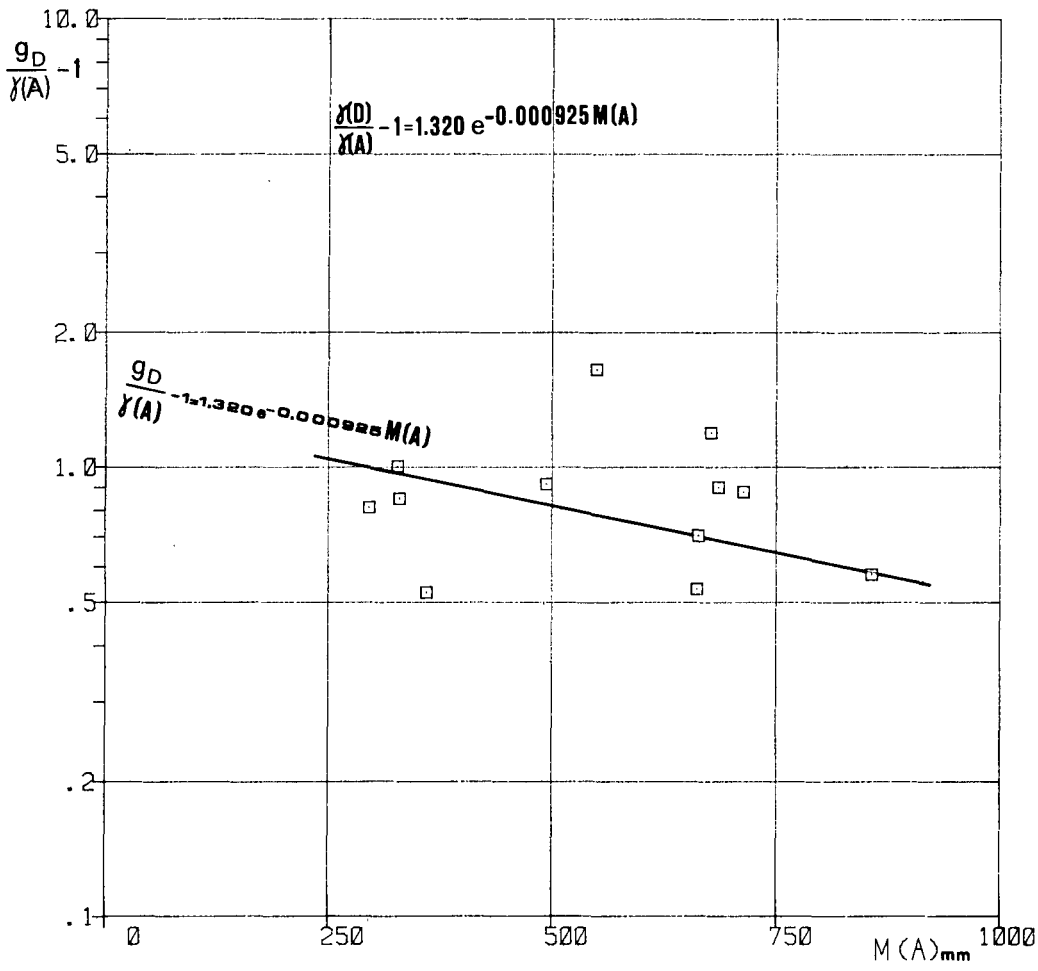


Figura II: 6-8

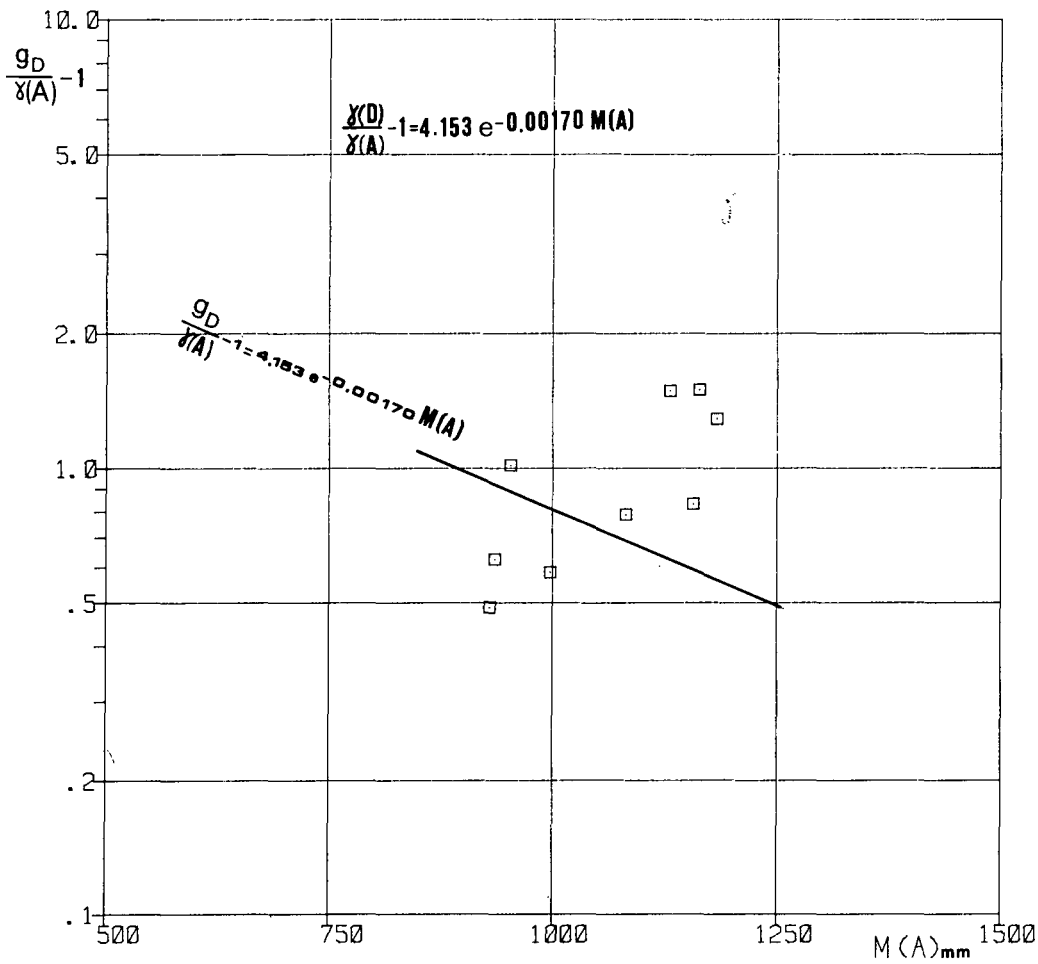


Figura II: 6-9

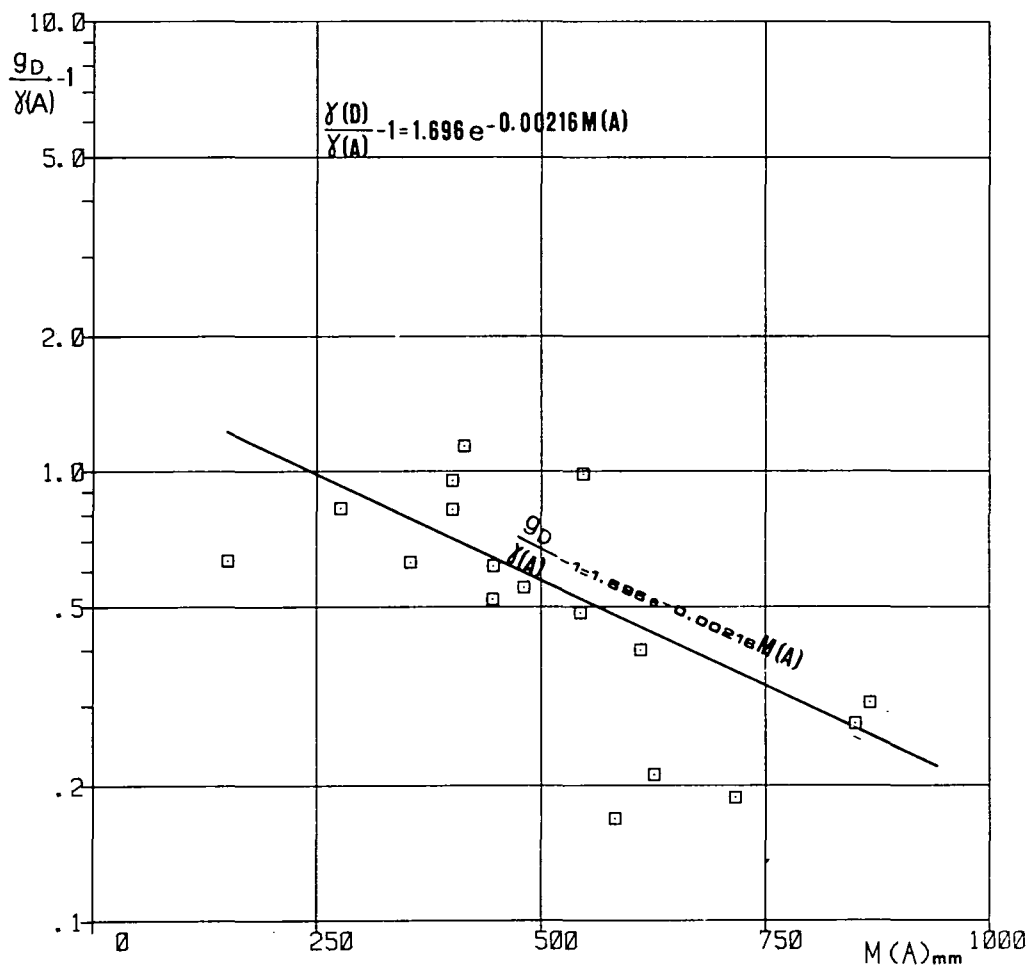


Figura II: 6-10

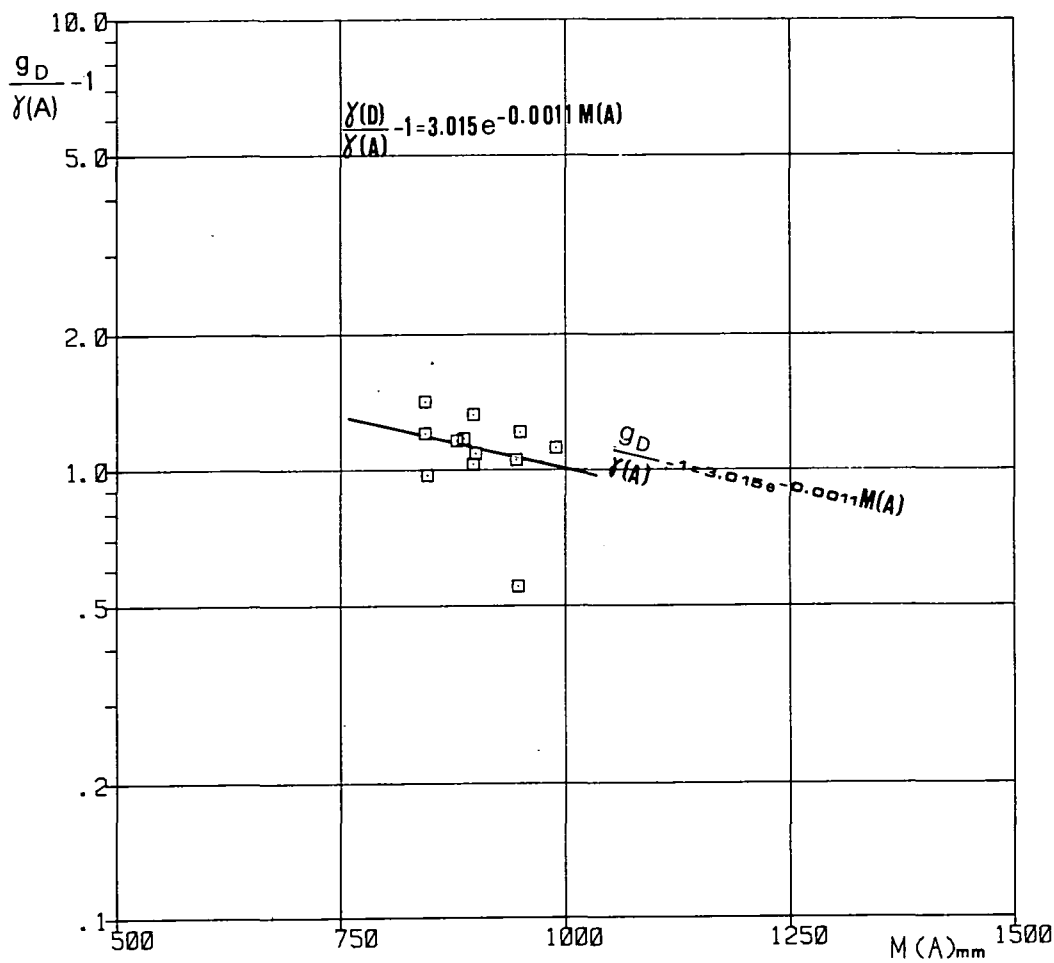


Figura II: 6-11

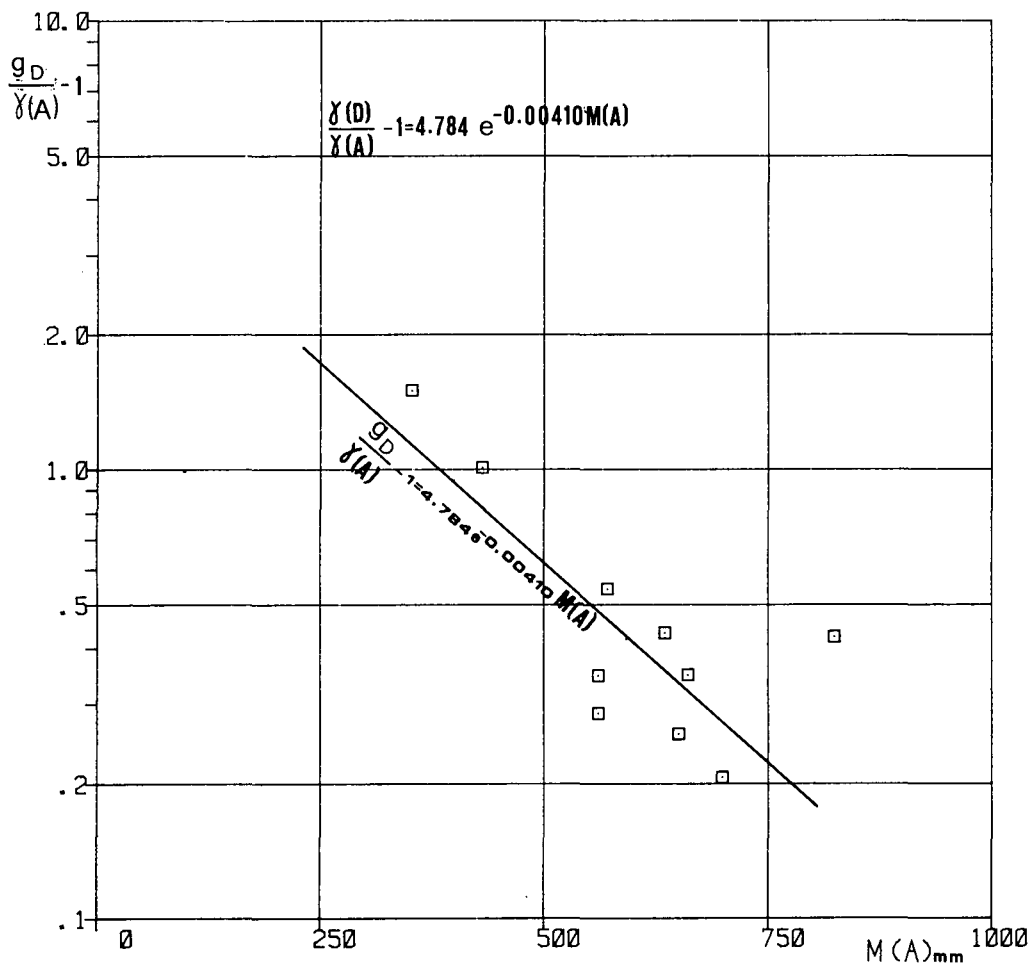


Figura II: 6-12

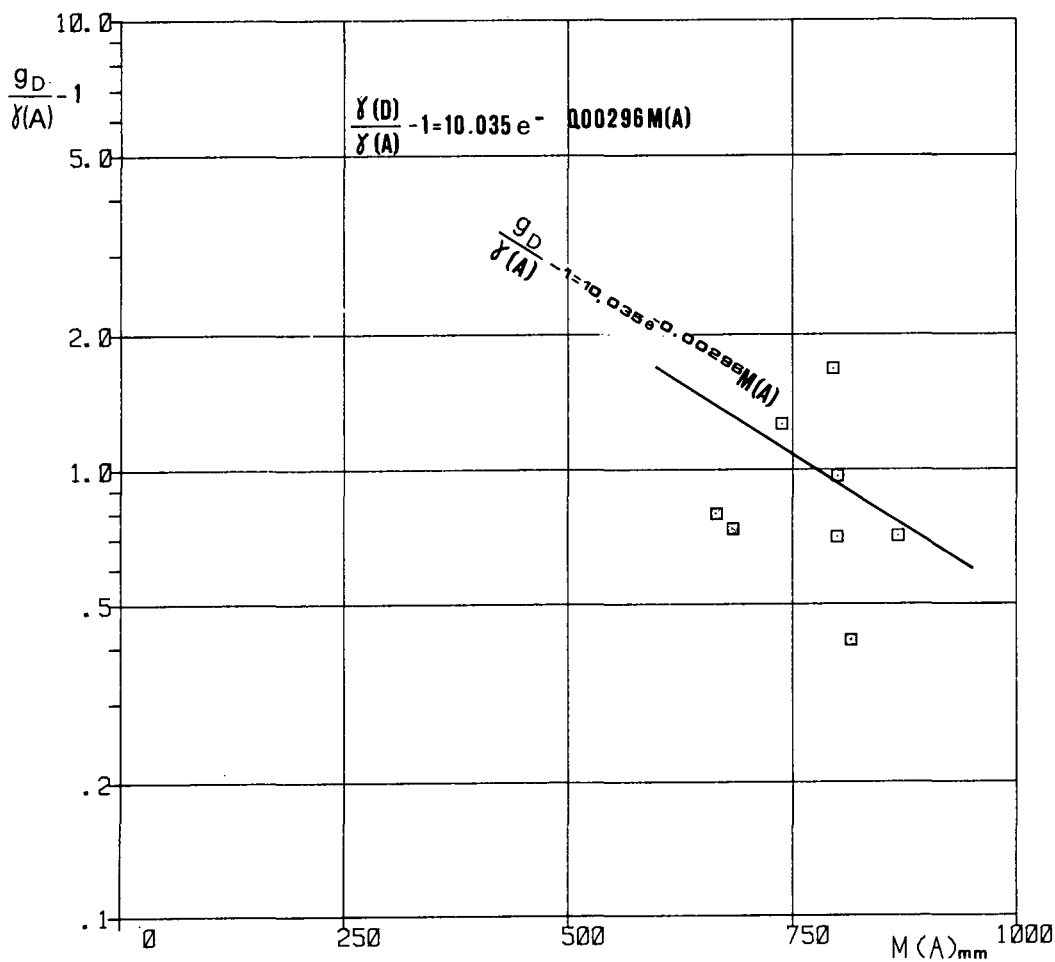


Figura II: 6-13

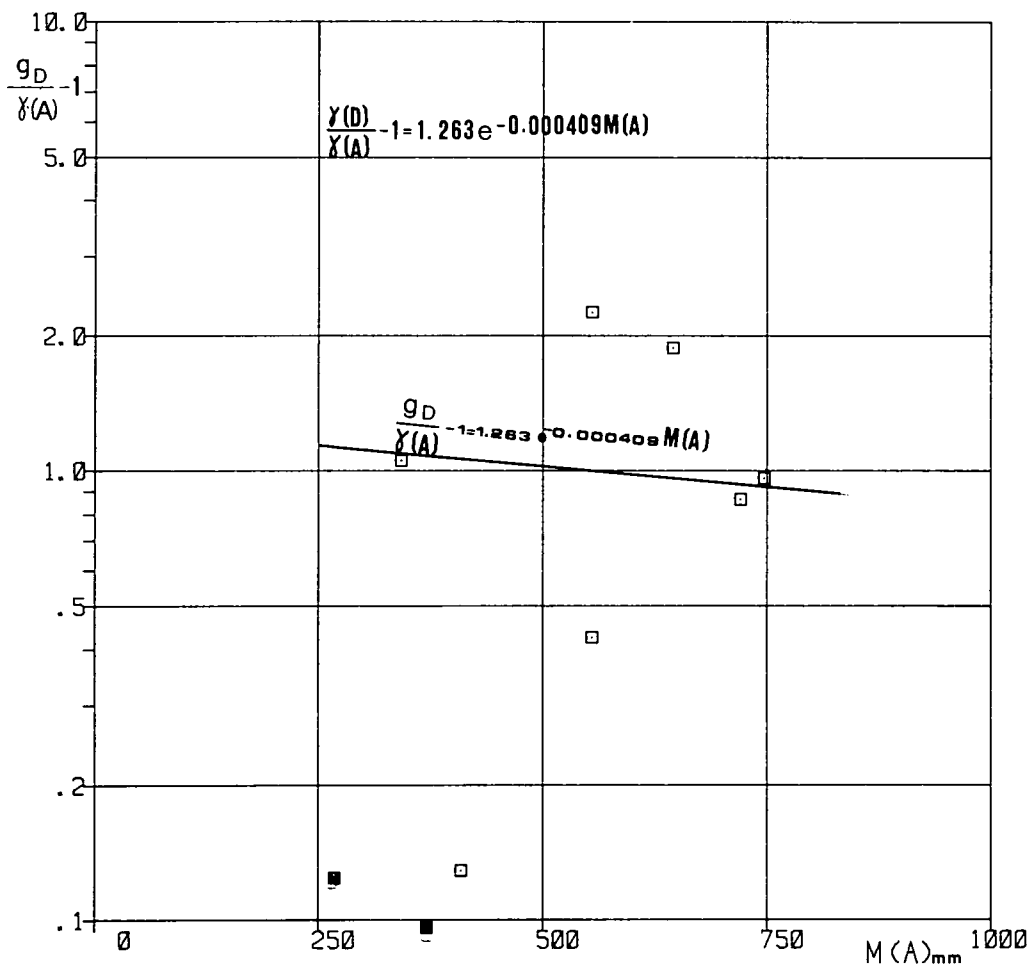


Figura II: 6-14

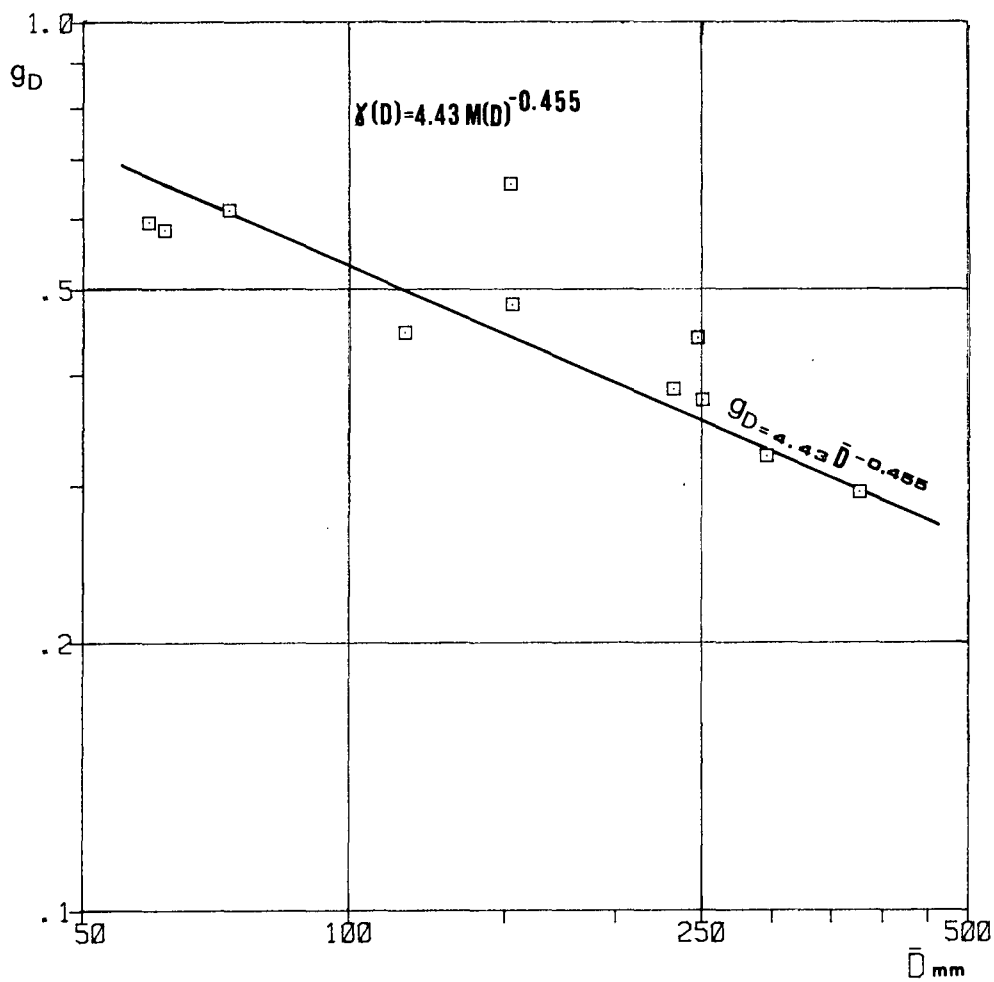


Figura II: 6-15

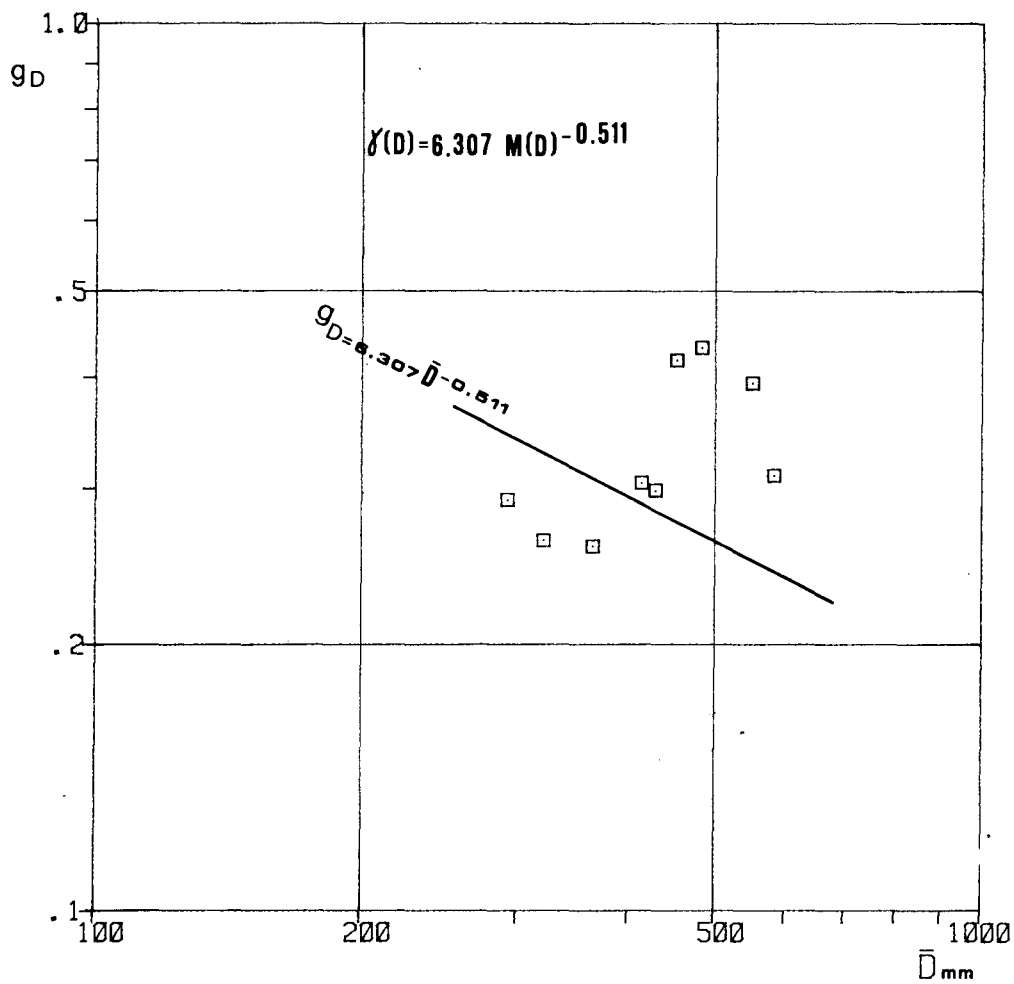


Figura II: 6-16

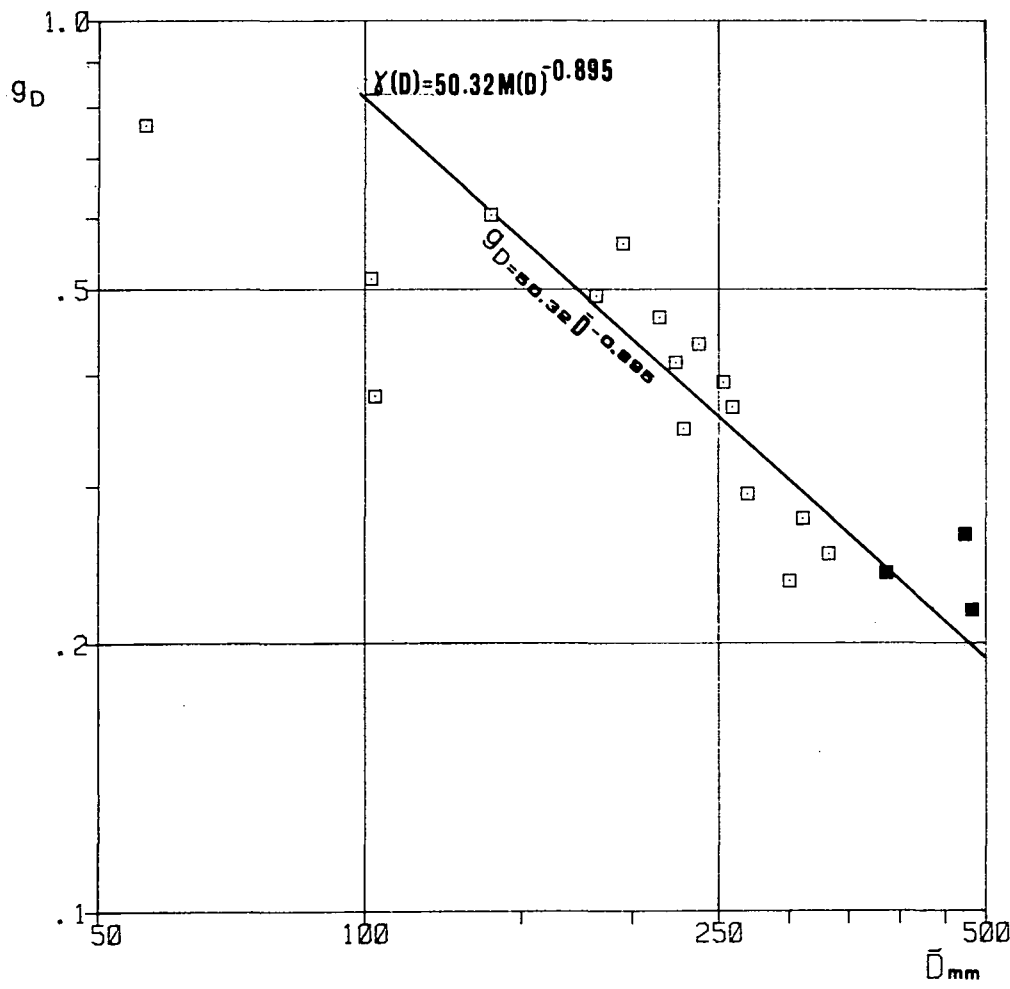


Figura II: 6-17

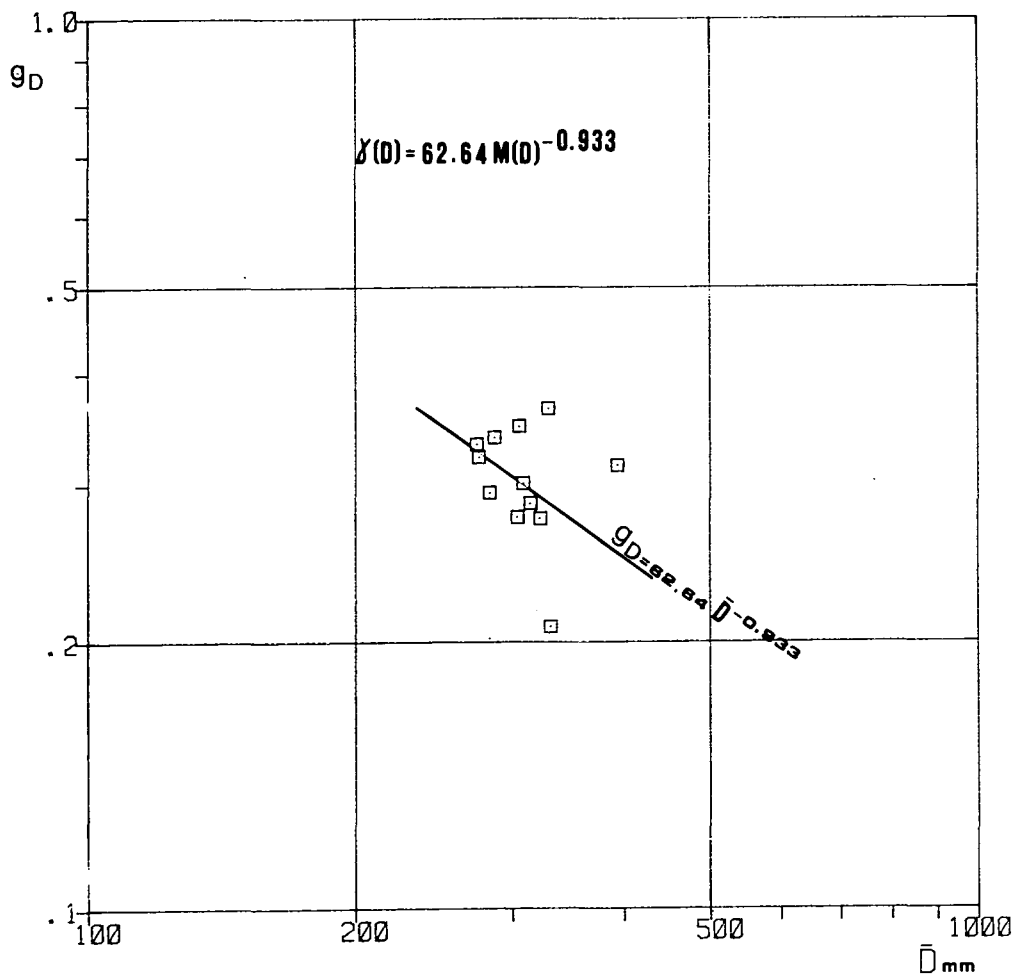


Figura II: 6-18

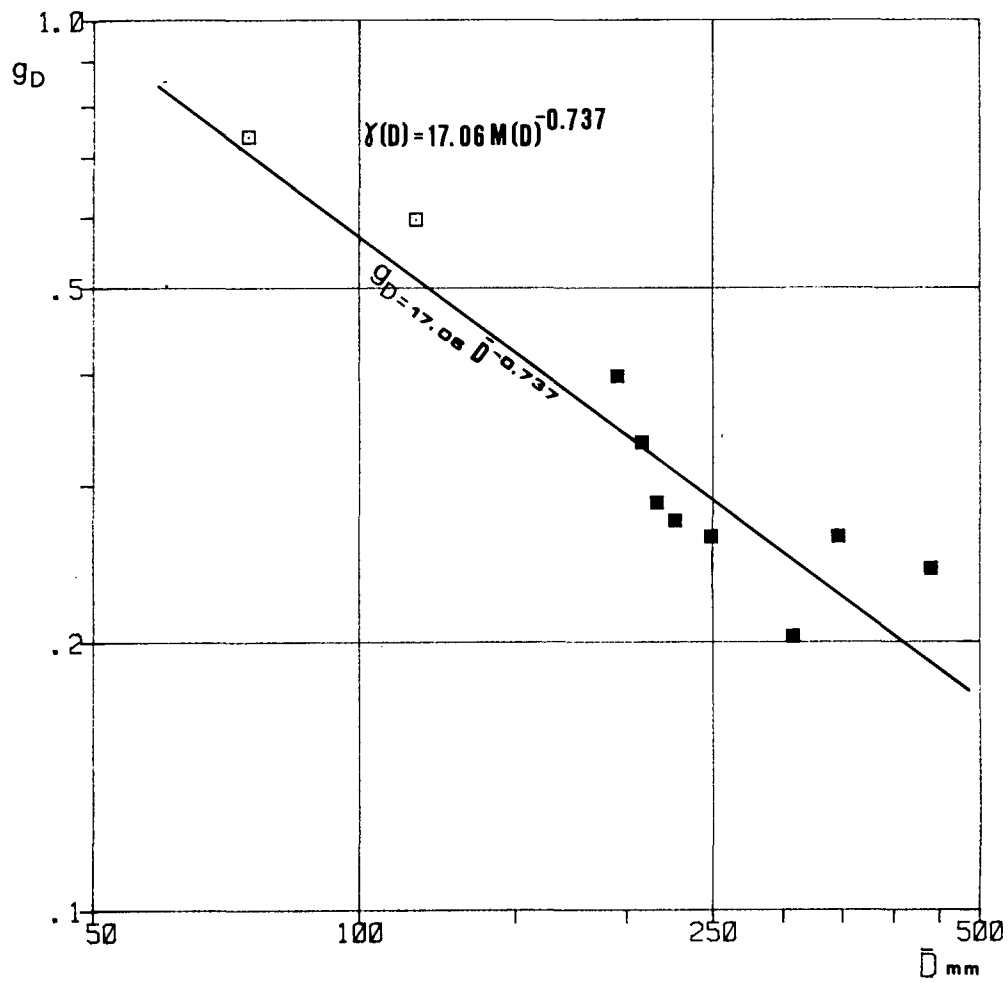


Figura II: 6-19

Fig. II: 6-20:

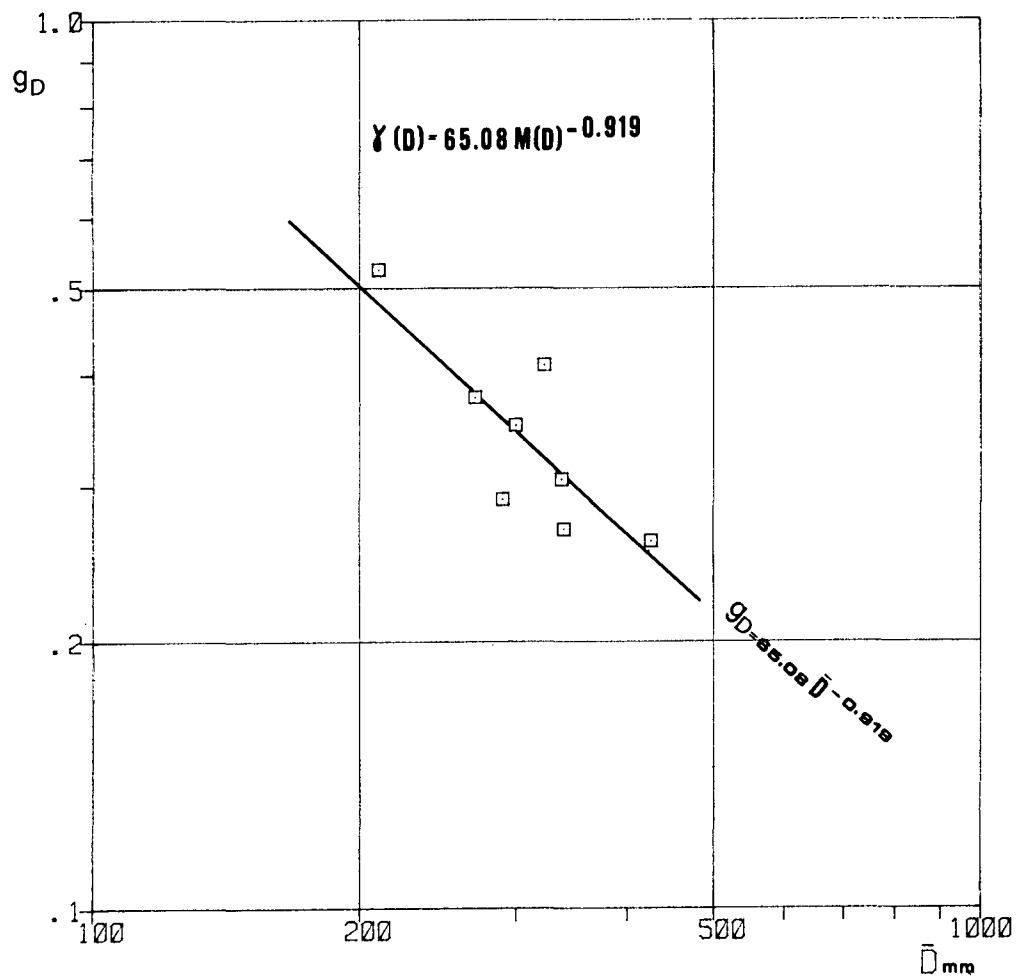


Figura II: 6-20

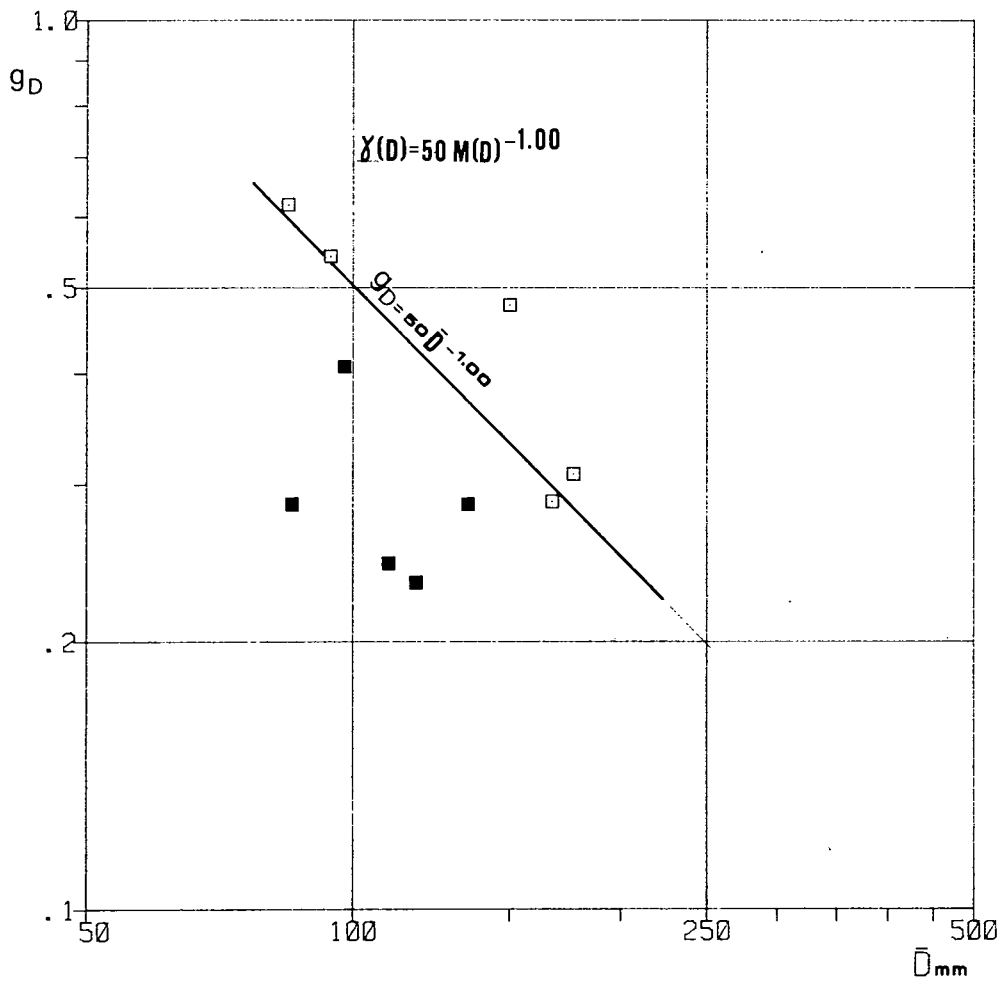


Figura II: 6-21

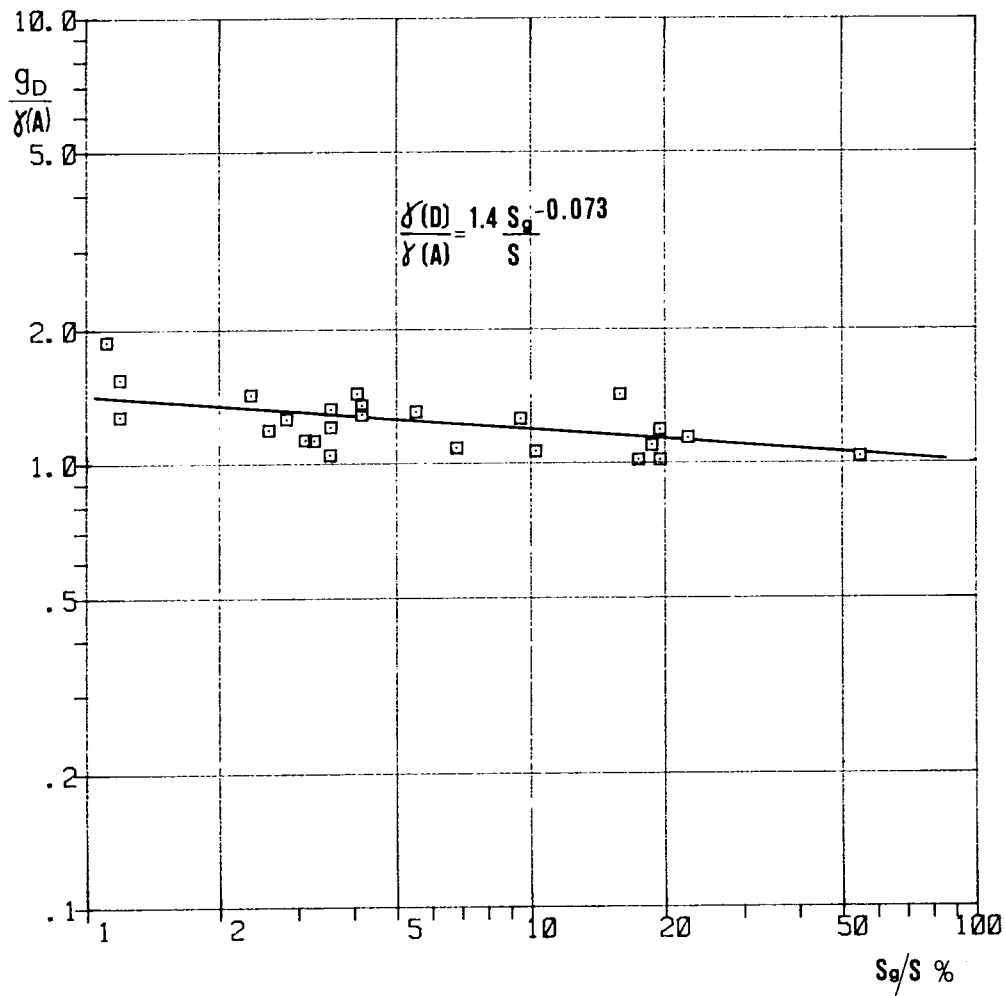


Figura II: 6-22

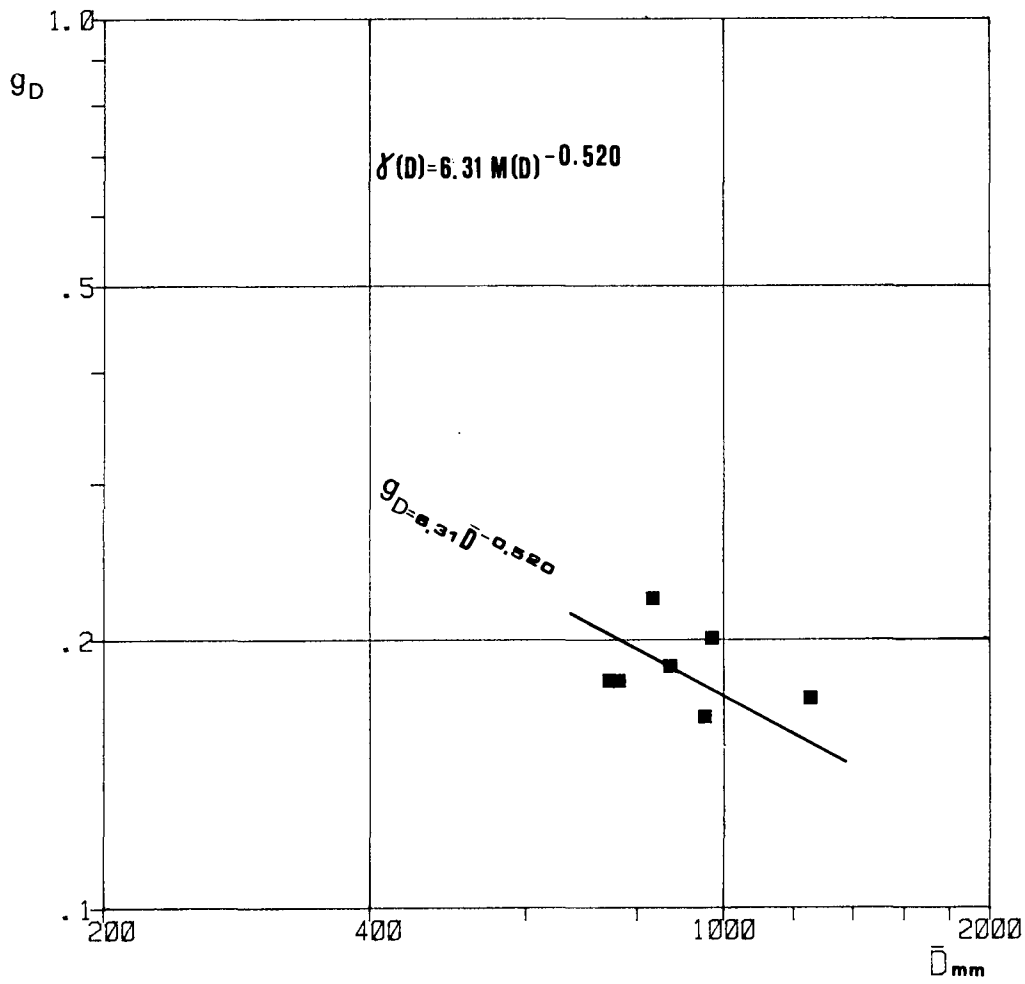


Figura II: 6-23

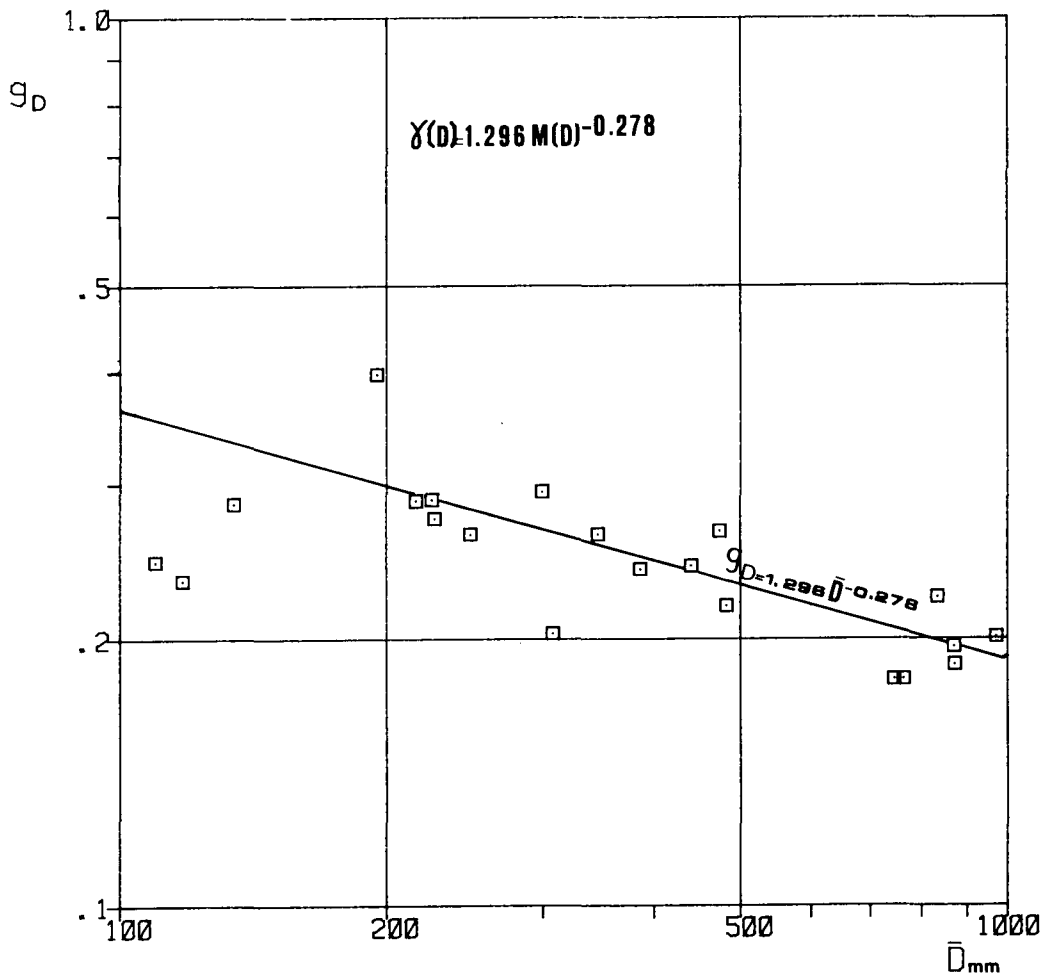


Figura II: 6-24

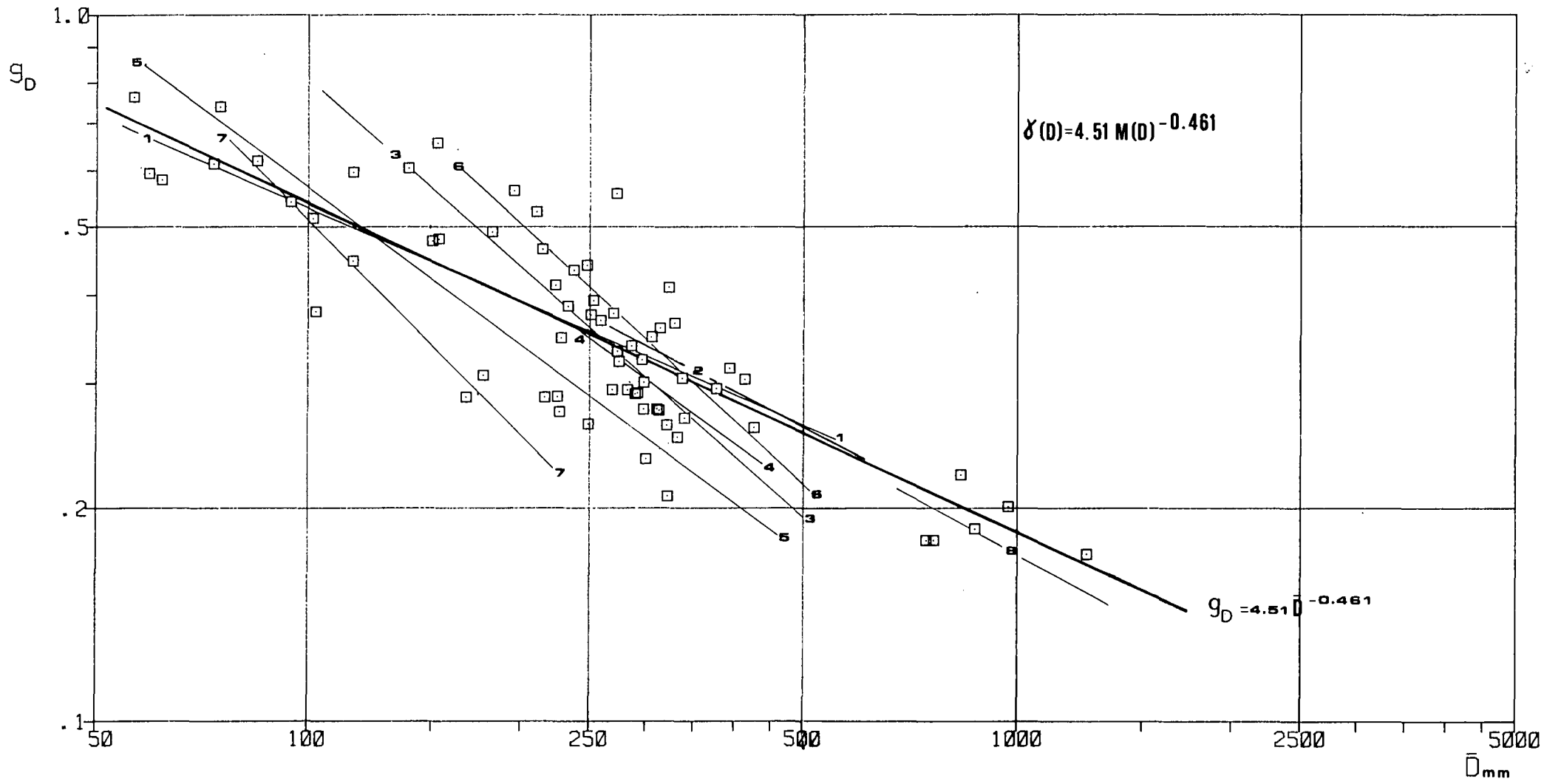


Figura II: 6-25

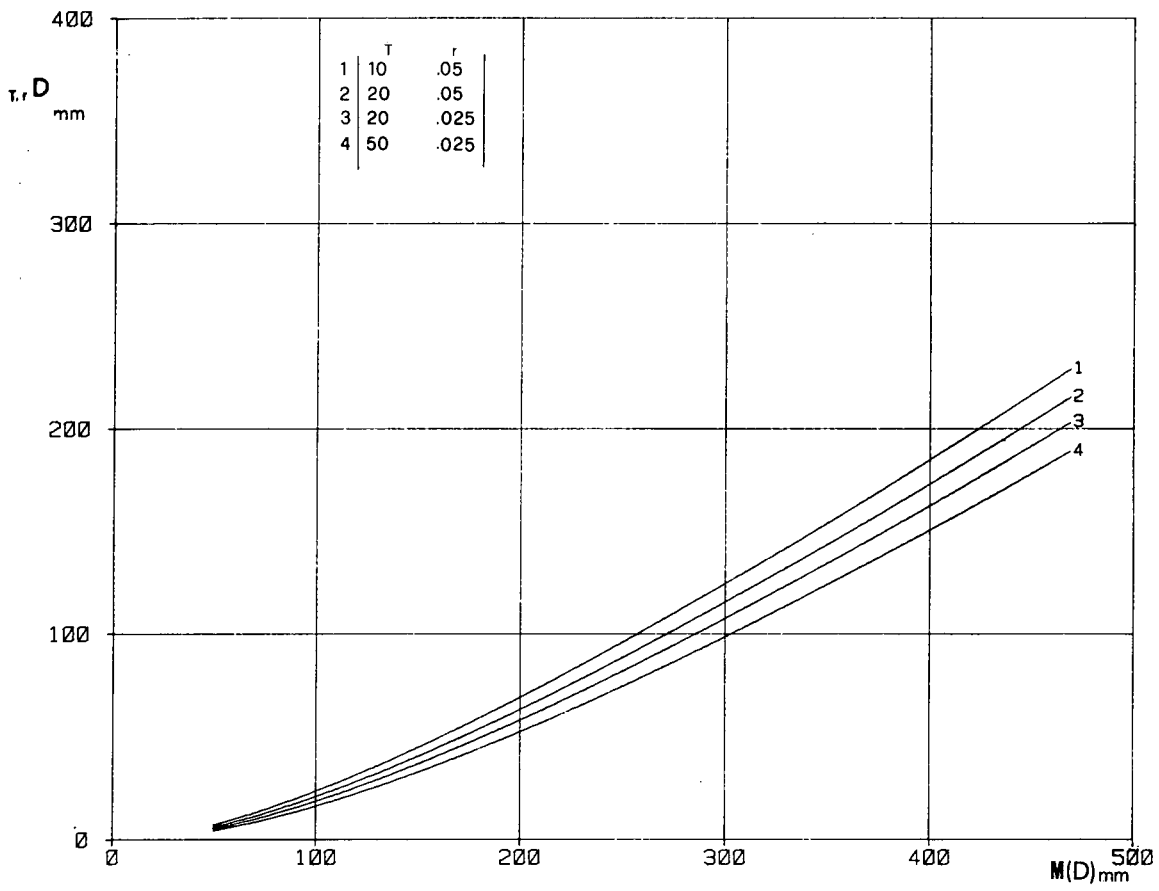


Figura II: 8-1

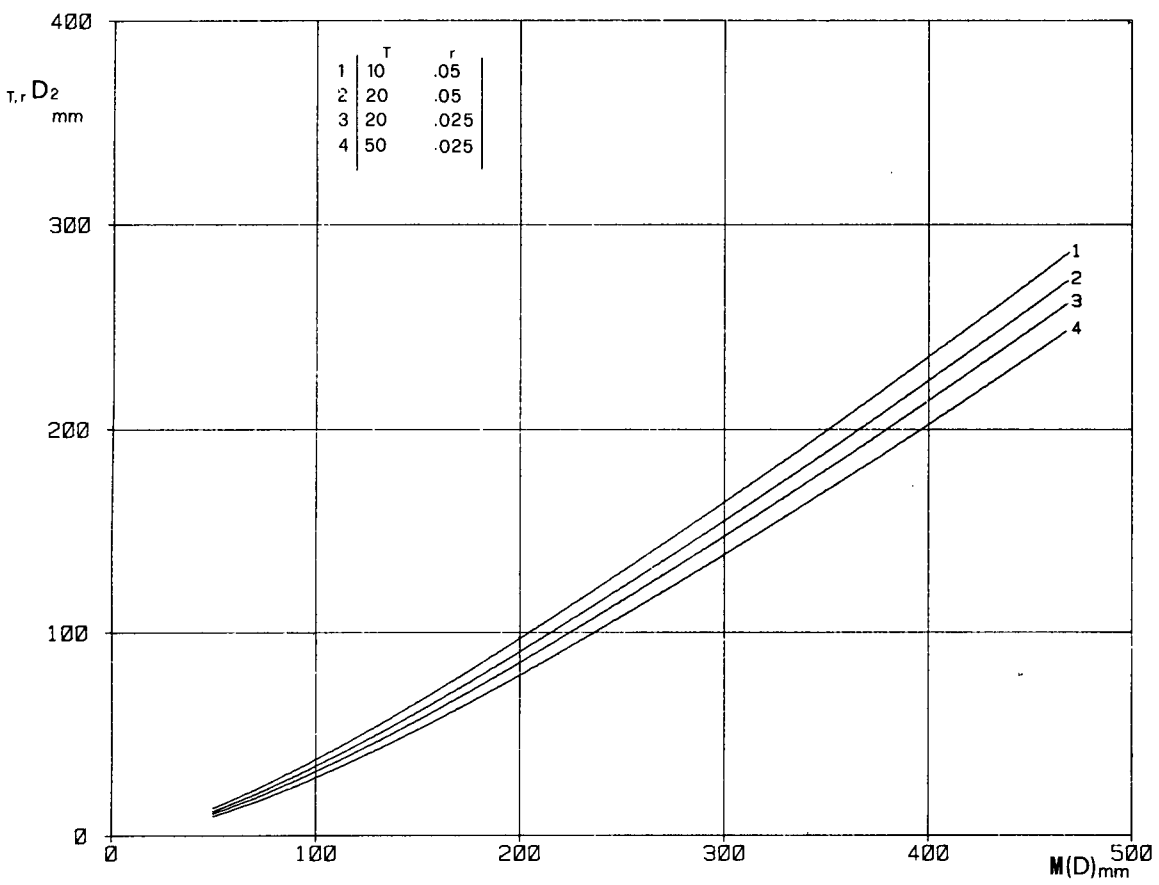


Figura II: 8-2

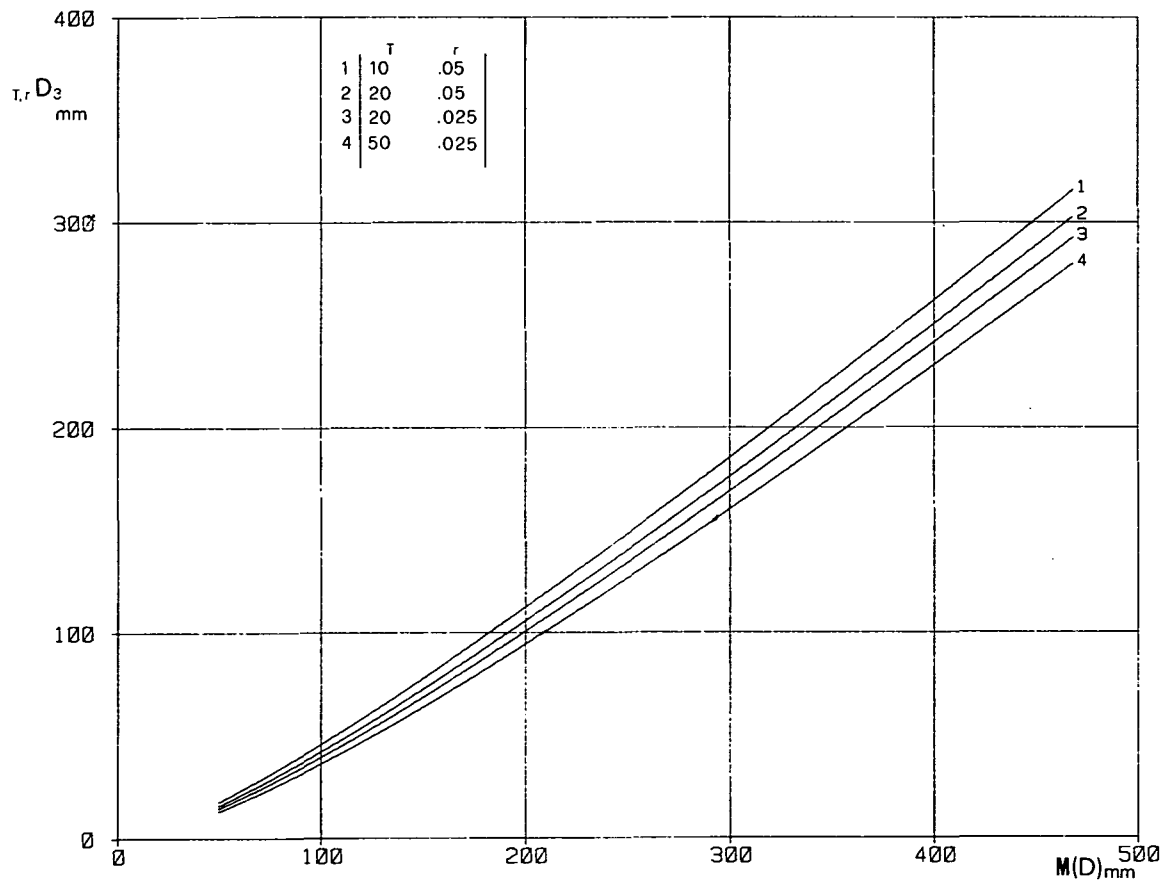


Figura II: 8-3

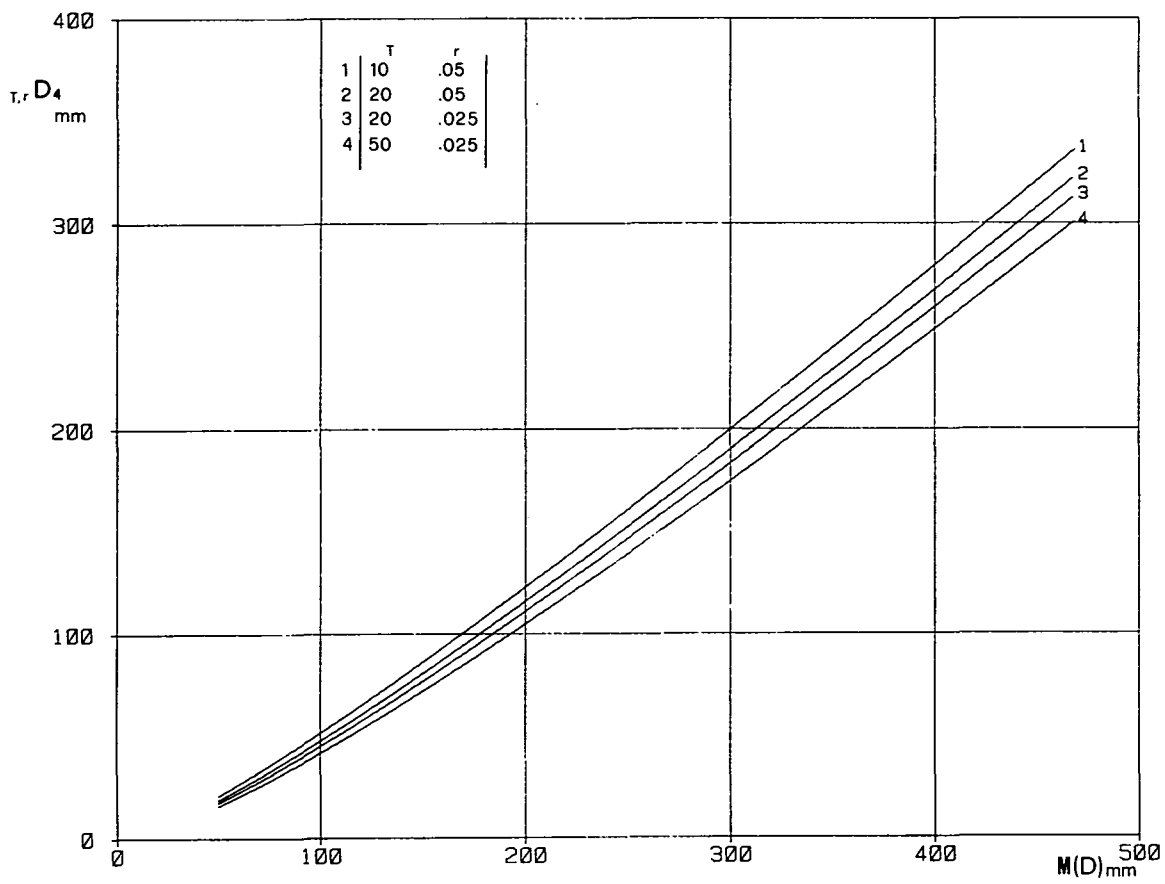


Figura II: 8-4

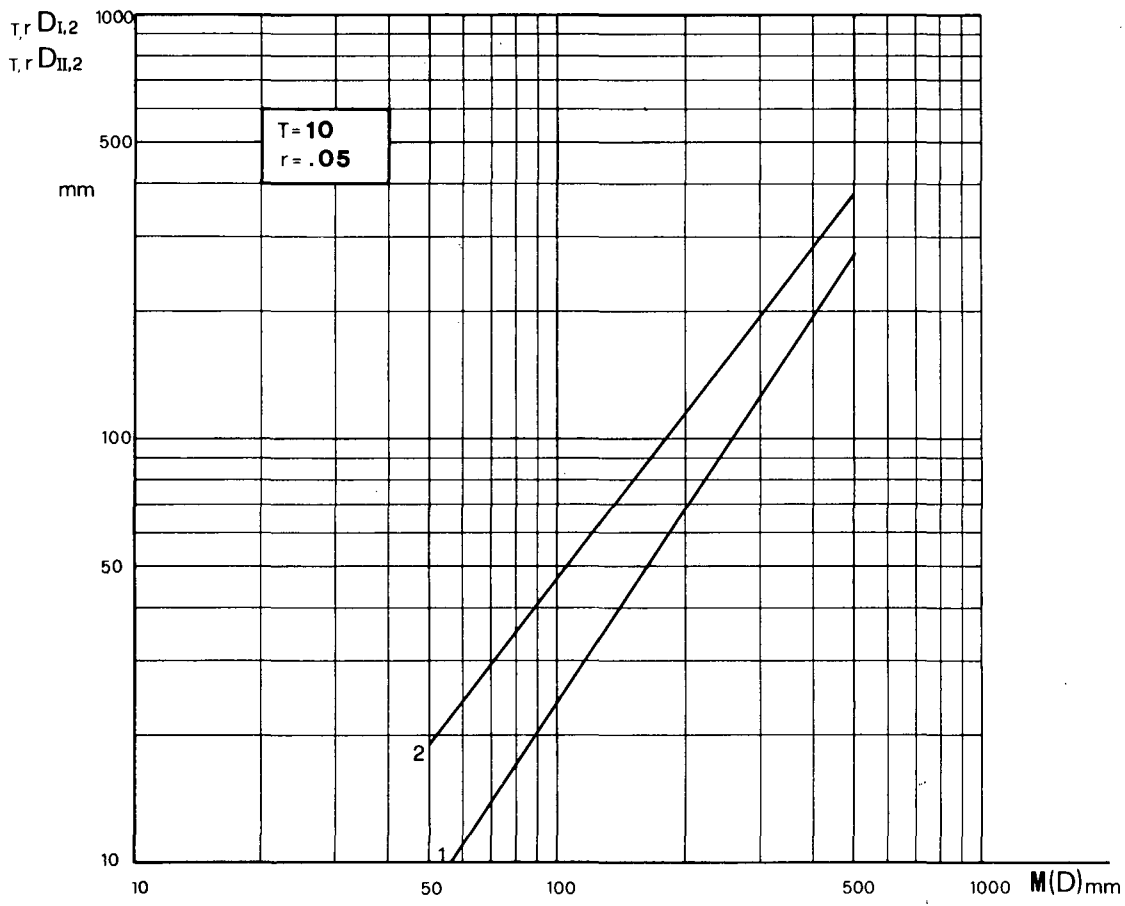


Figura II: 8-5

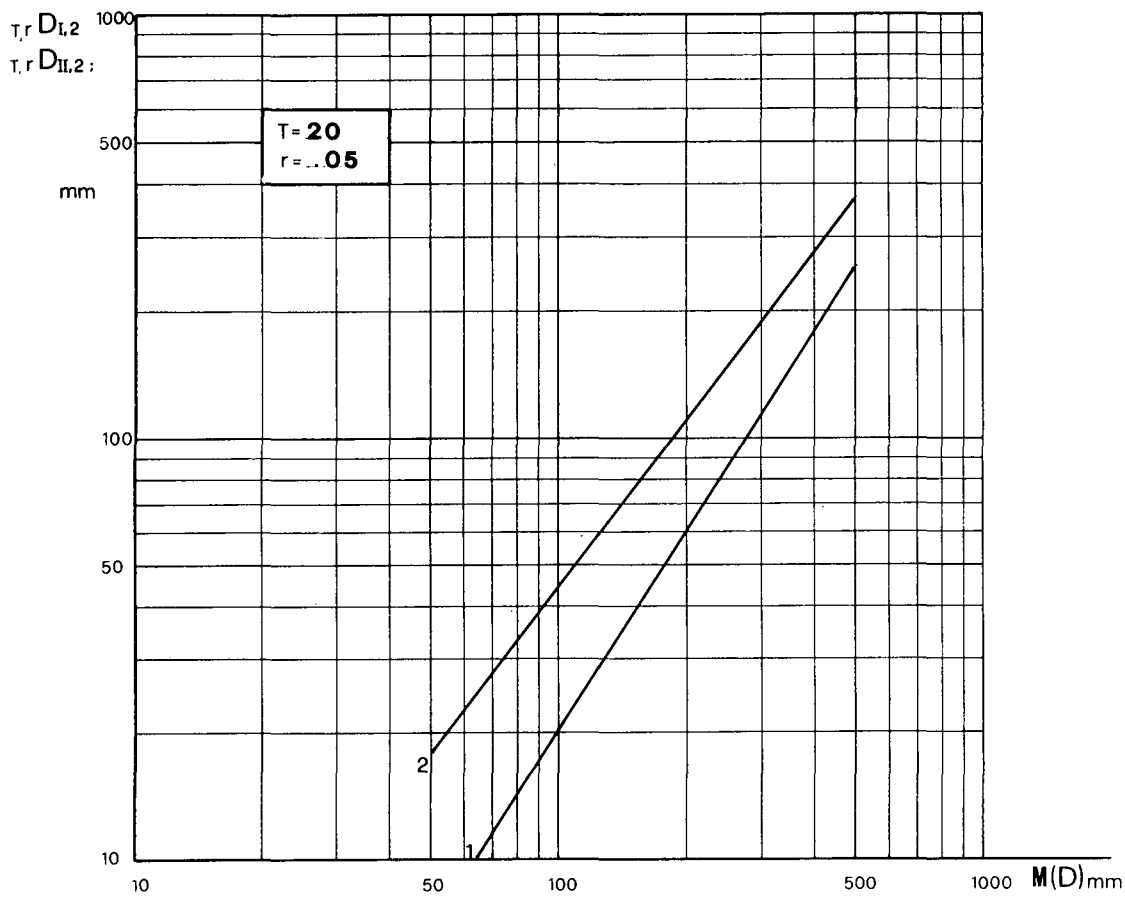


Figura II: 8-6

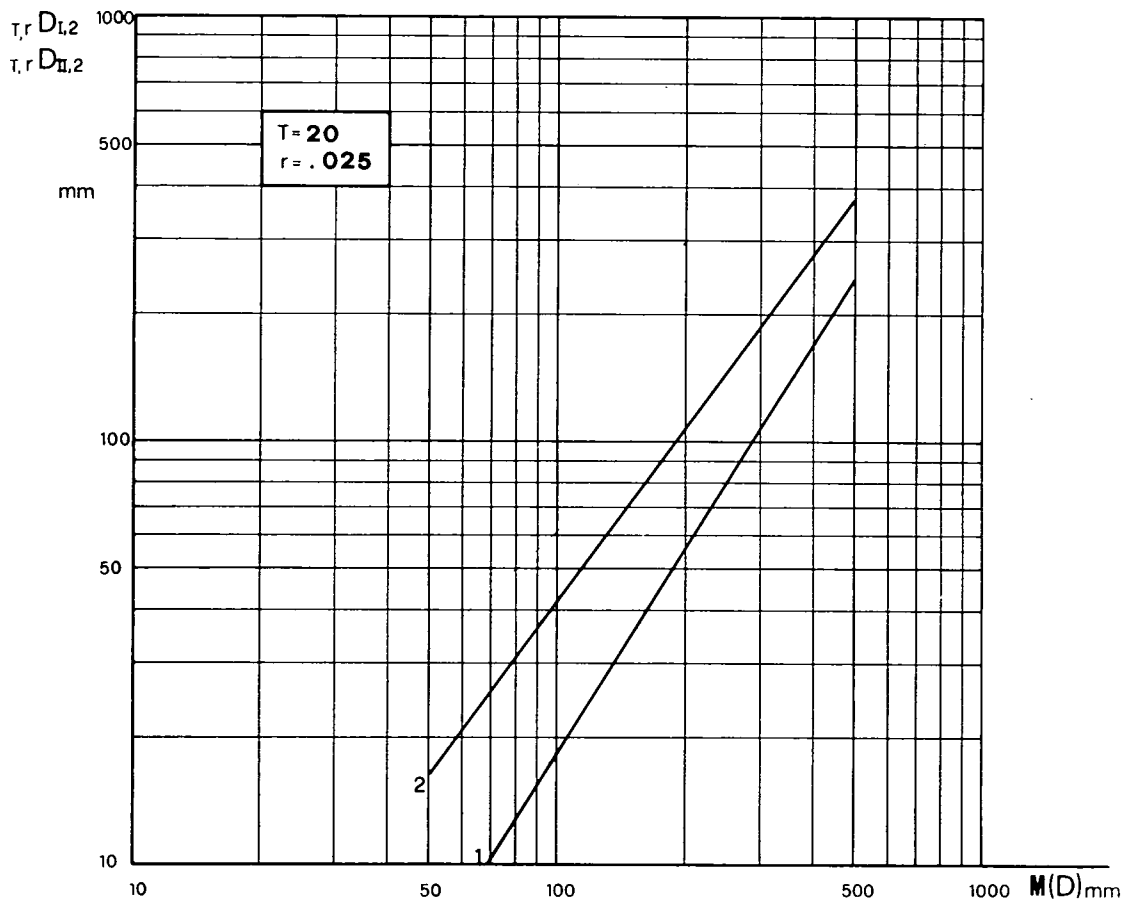


Figura II: 8-7

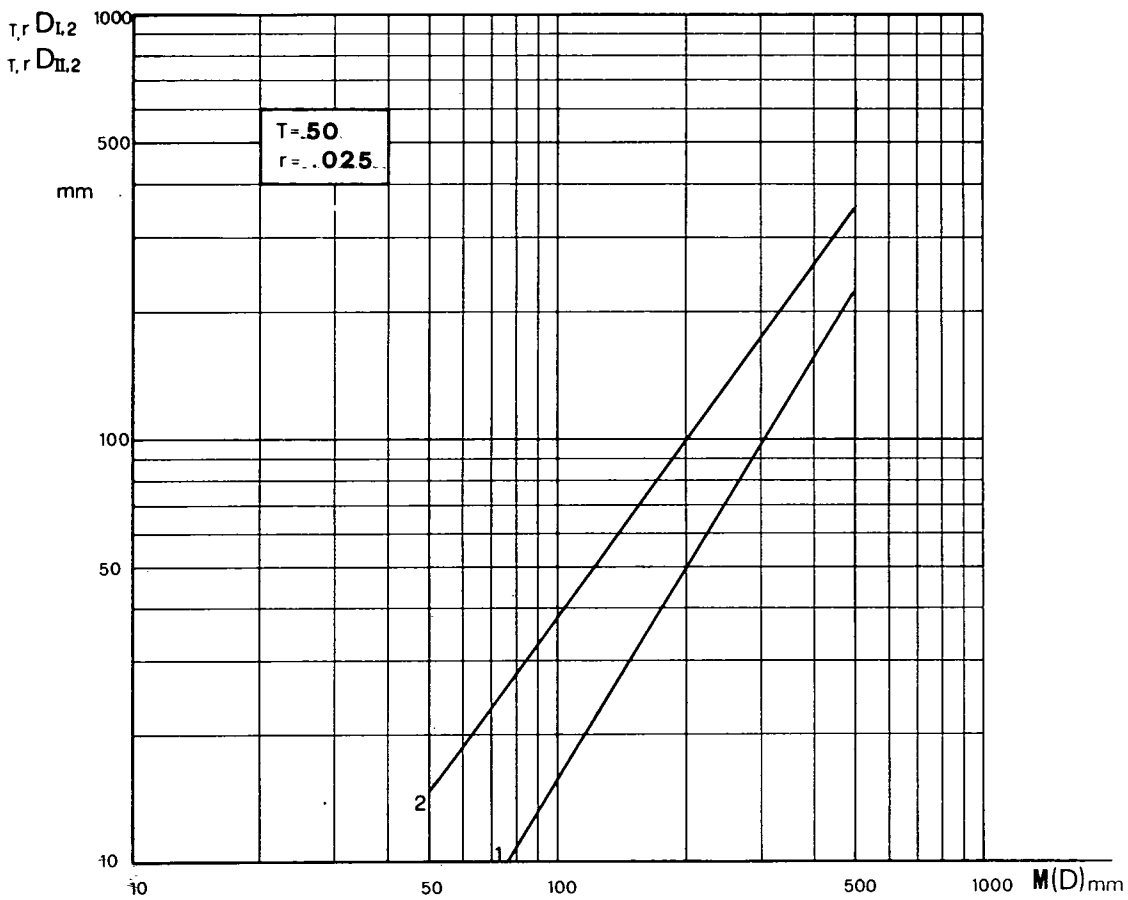


Figura II: 8-8

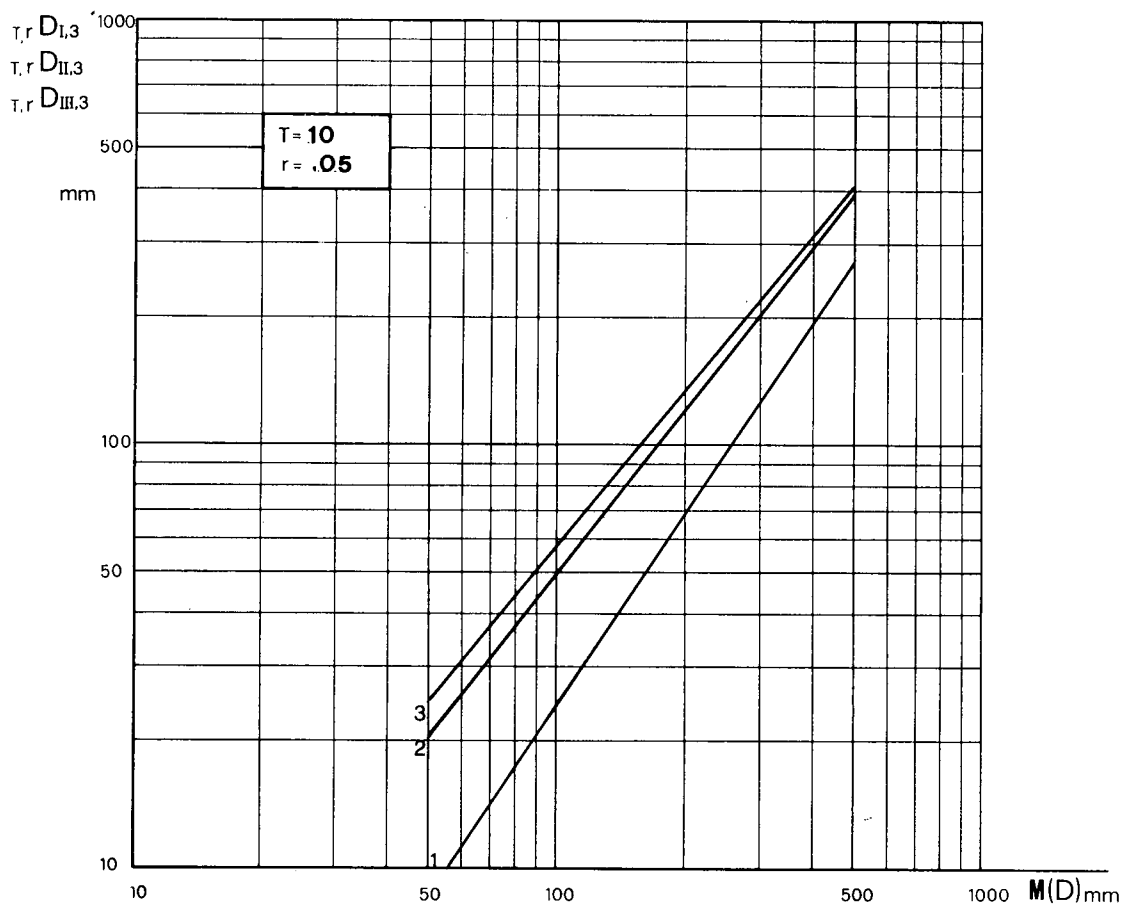


Figura II: 8-9

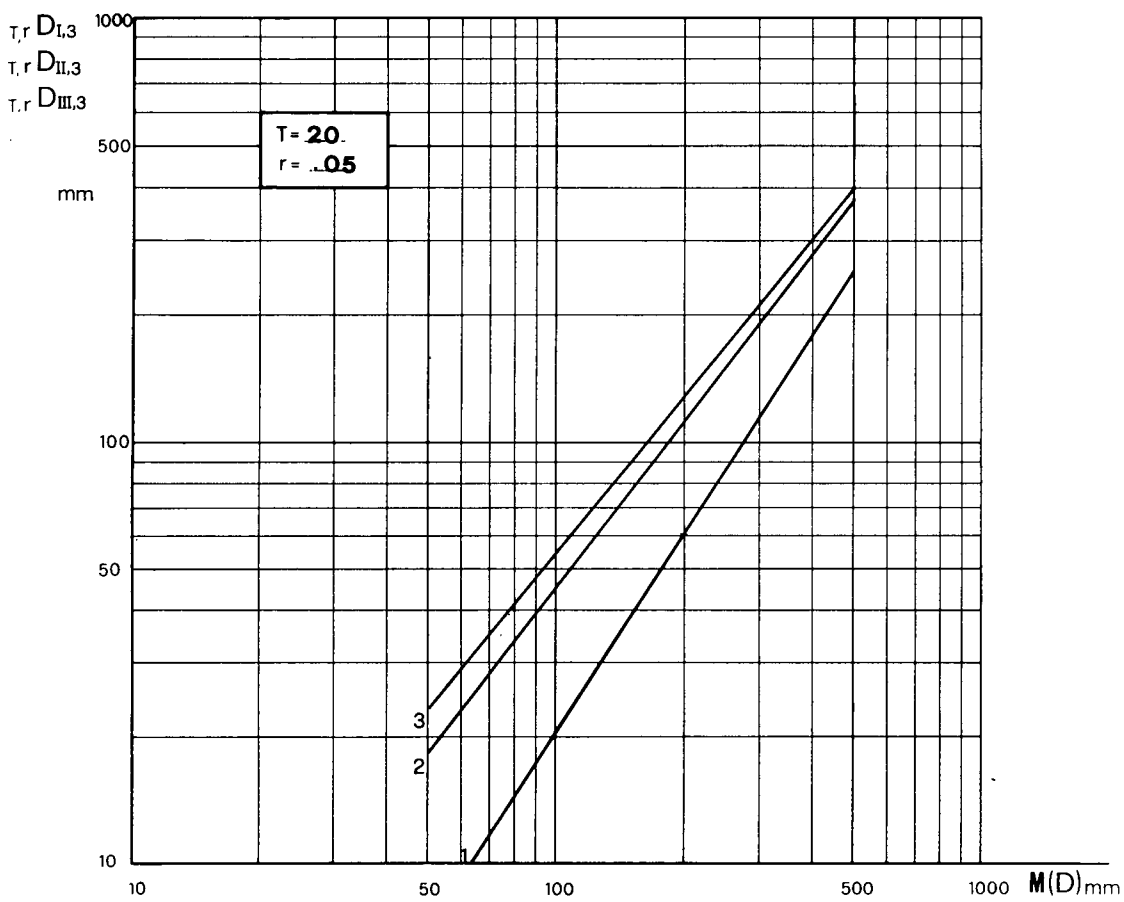


Figura II: 8-10

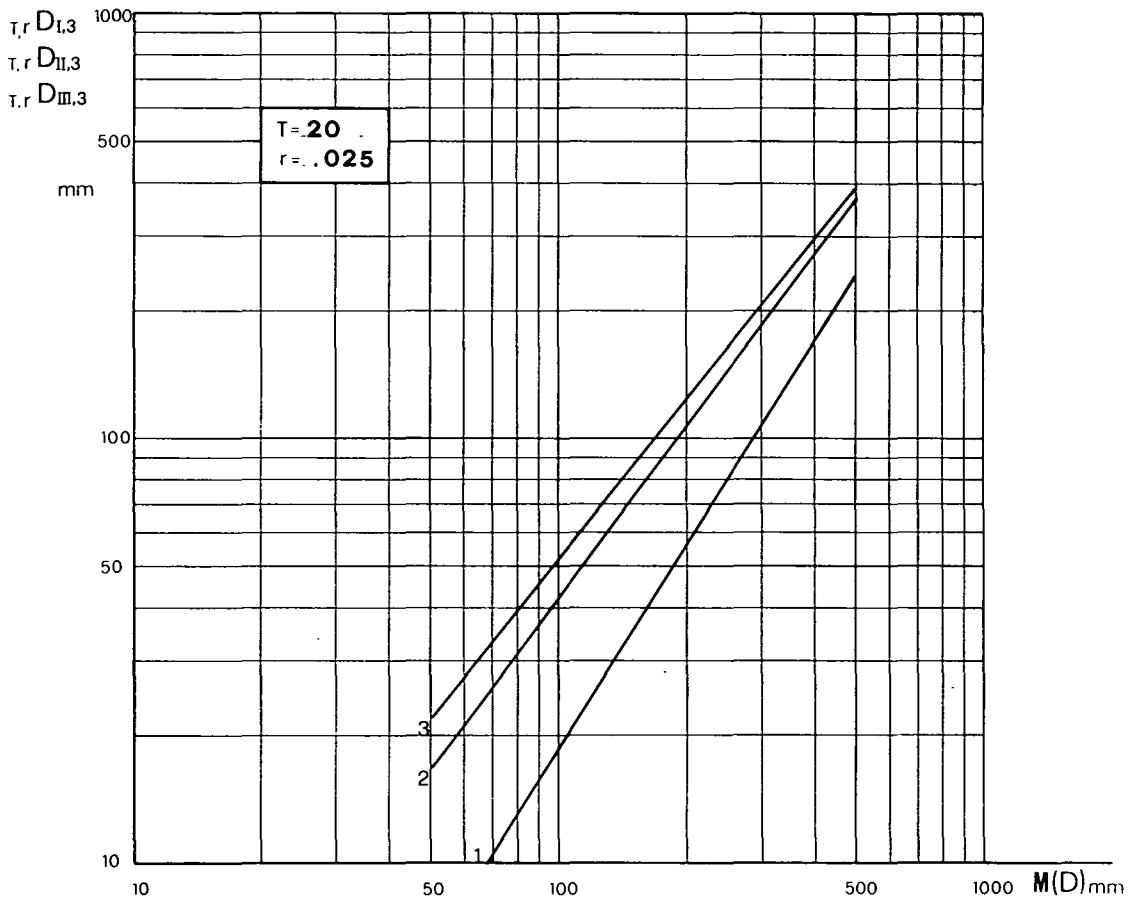


Figura II: 8-11

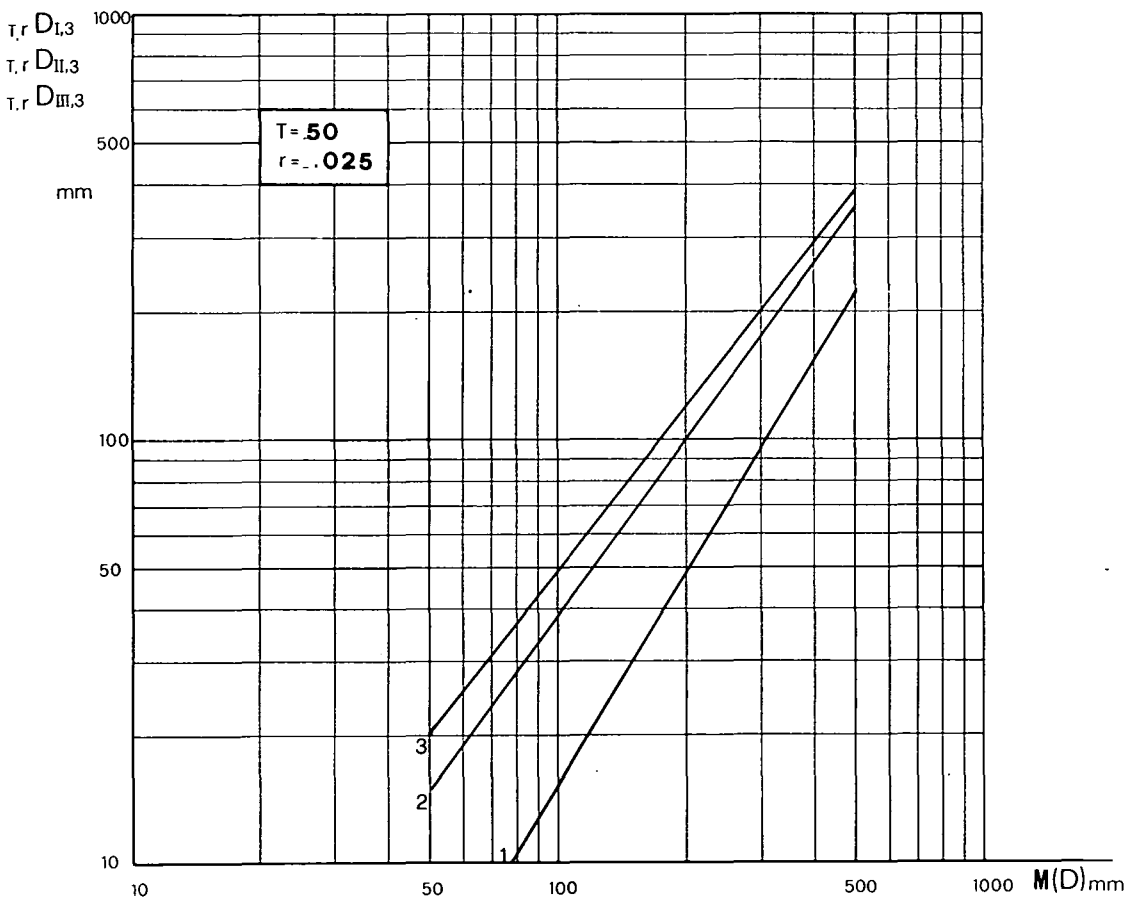


Figura II: 8-12

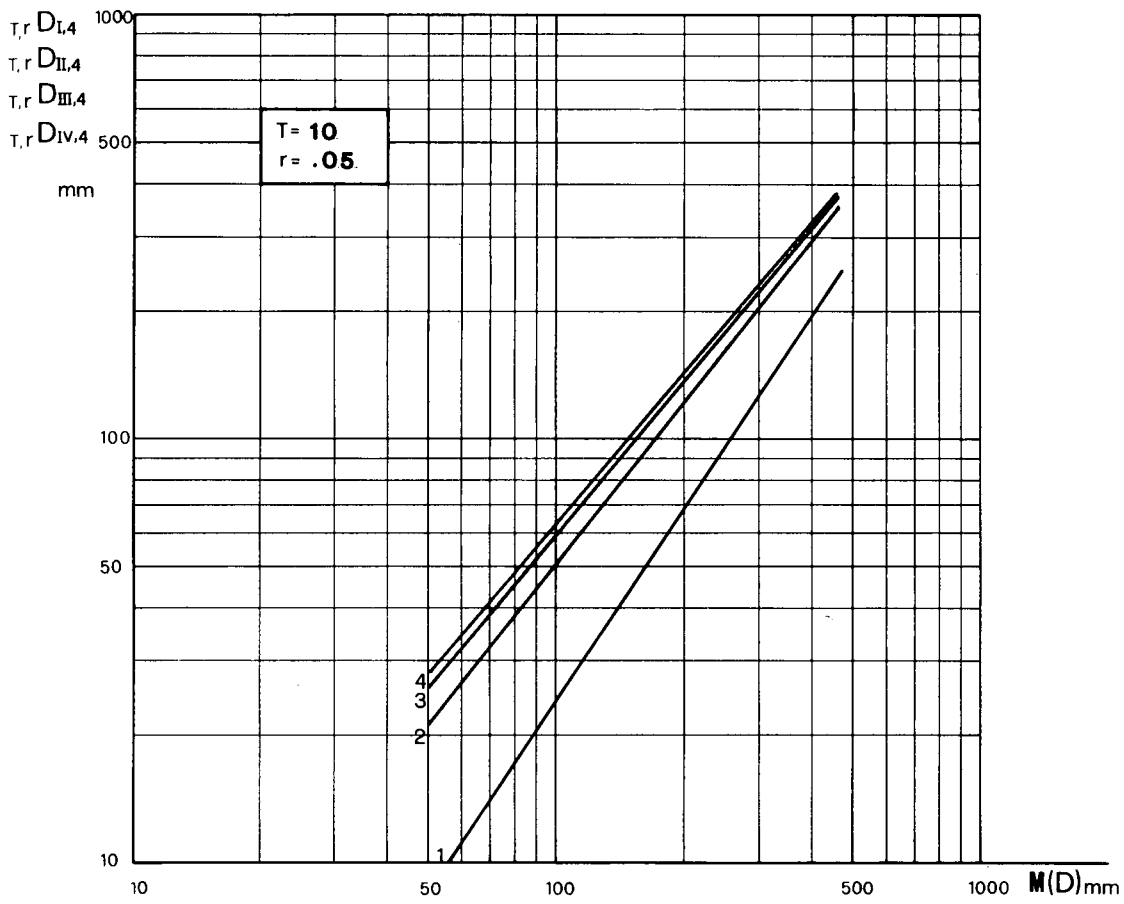


Figura II: 8-13

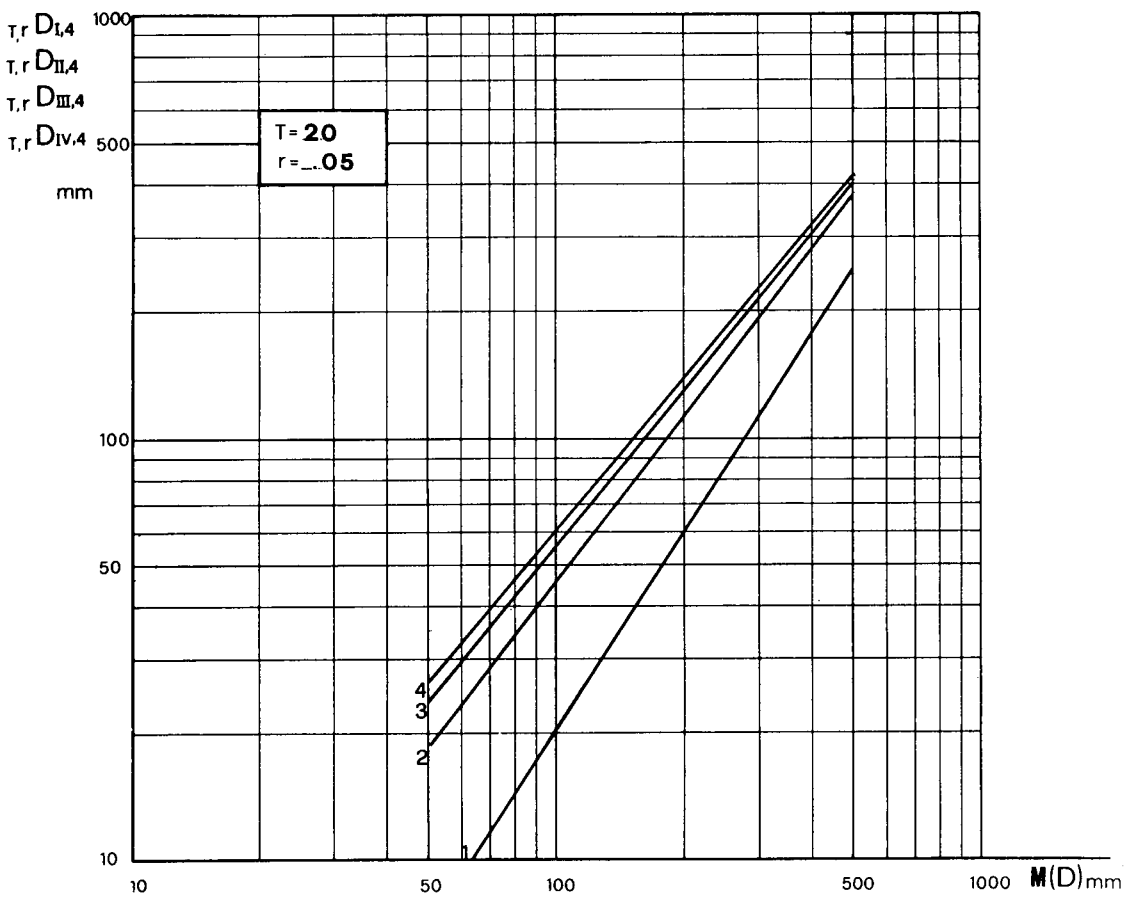


Figura II: 8-14

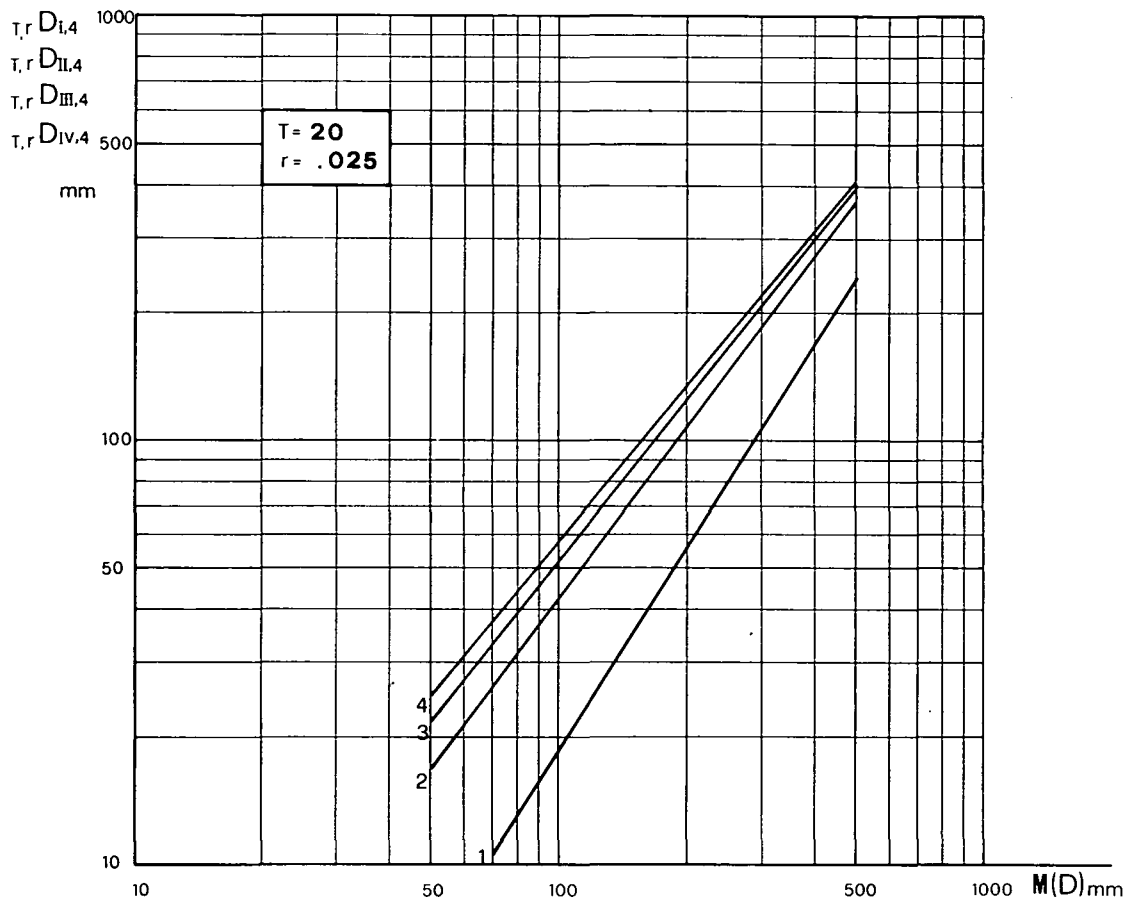


Figura II: 8-15

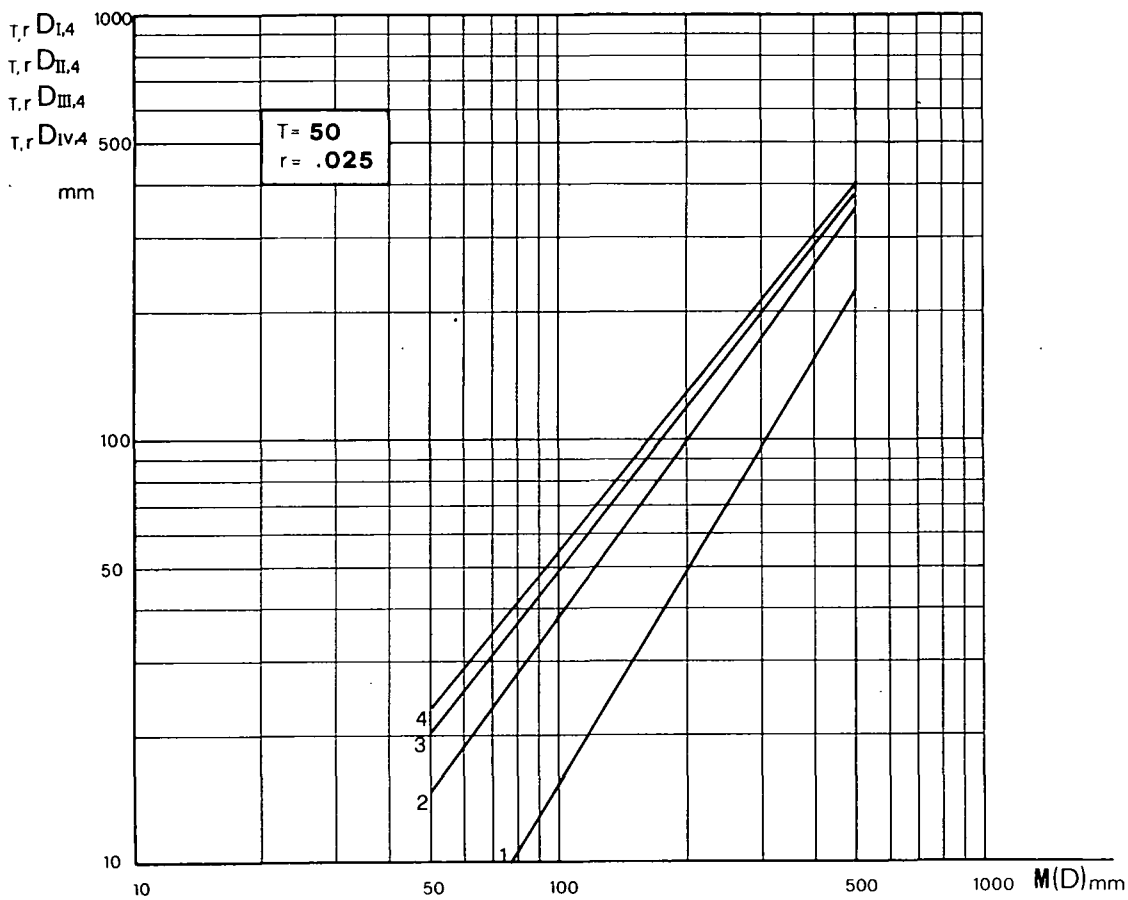


Figura II: 8-16

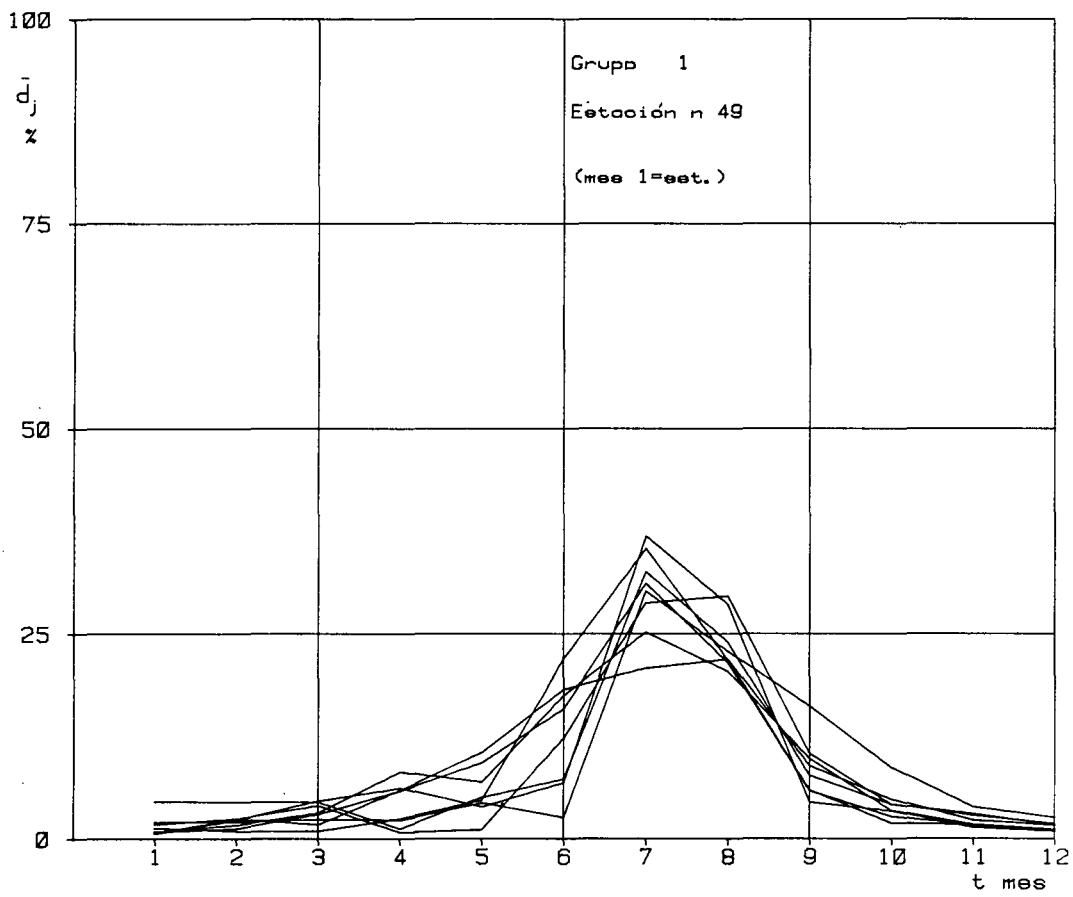


Figura II: 8-17

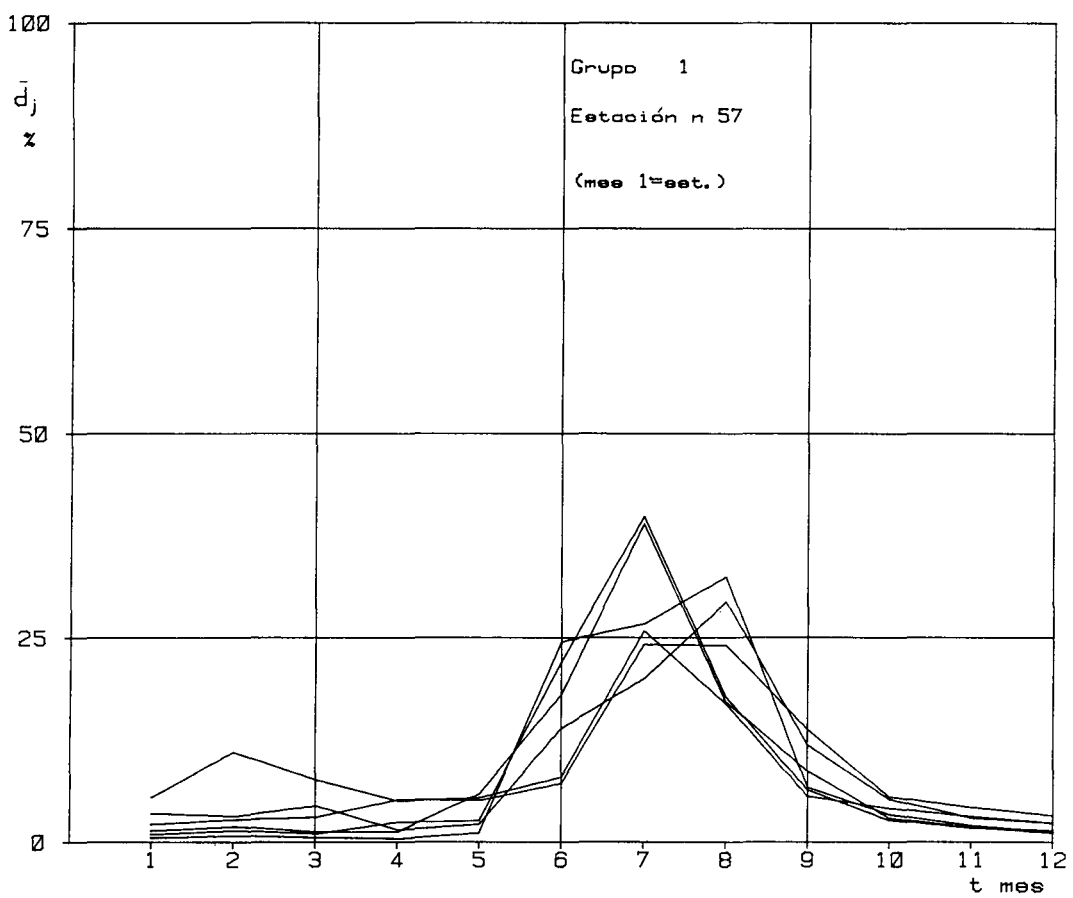


Figura II: 8-18

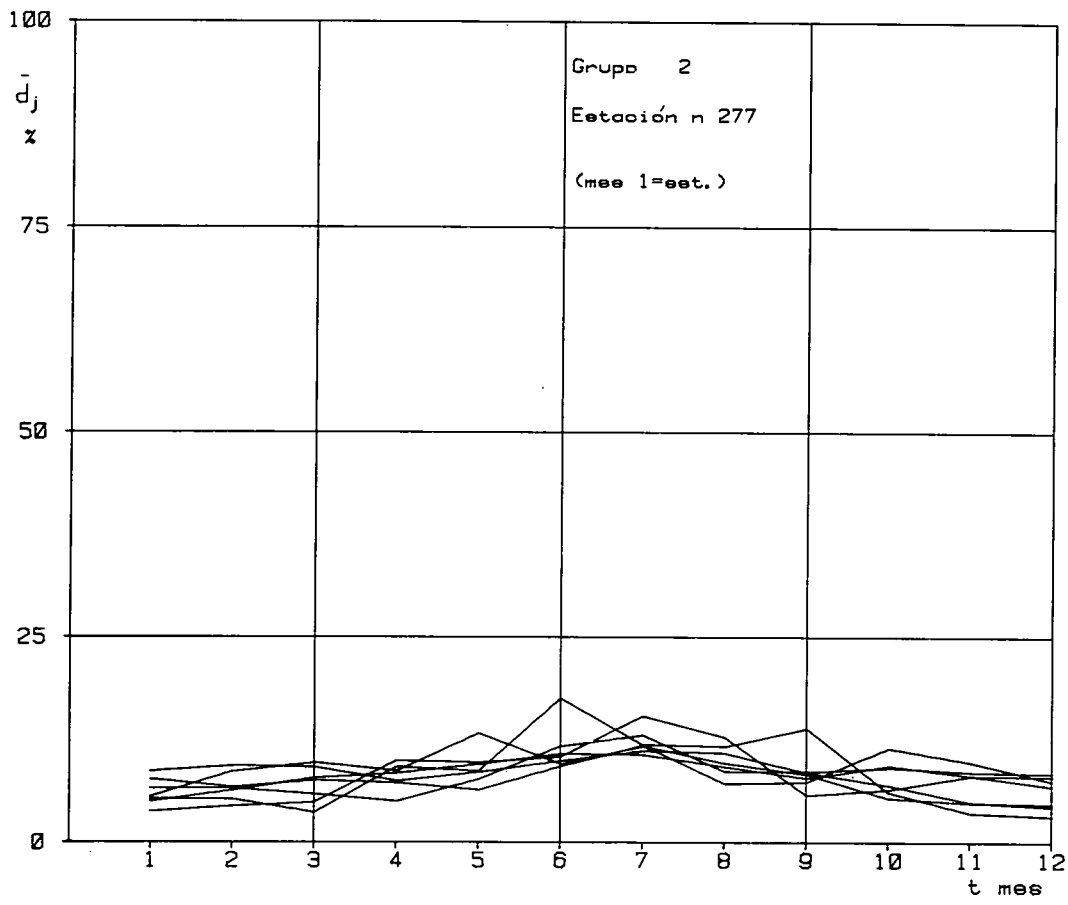


Figura II: 8-19

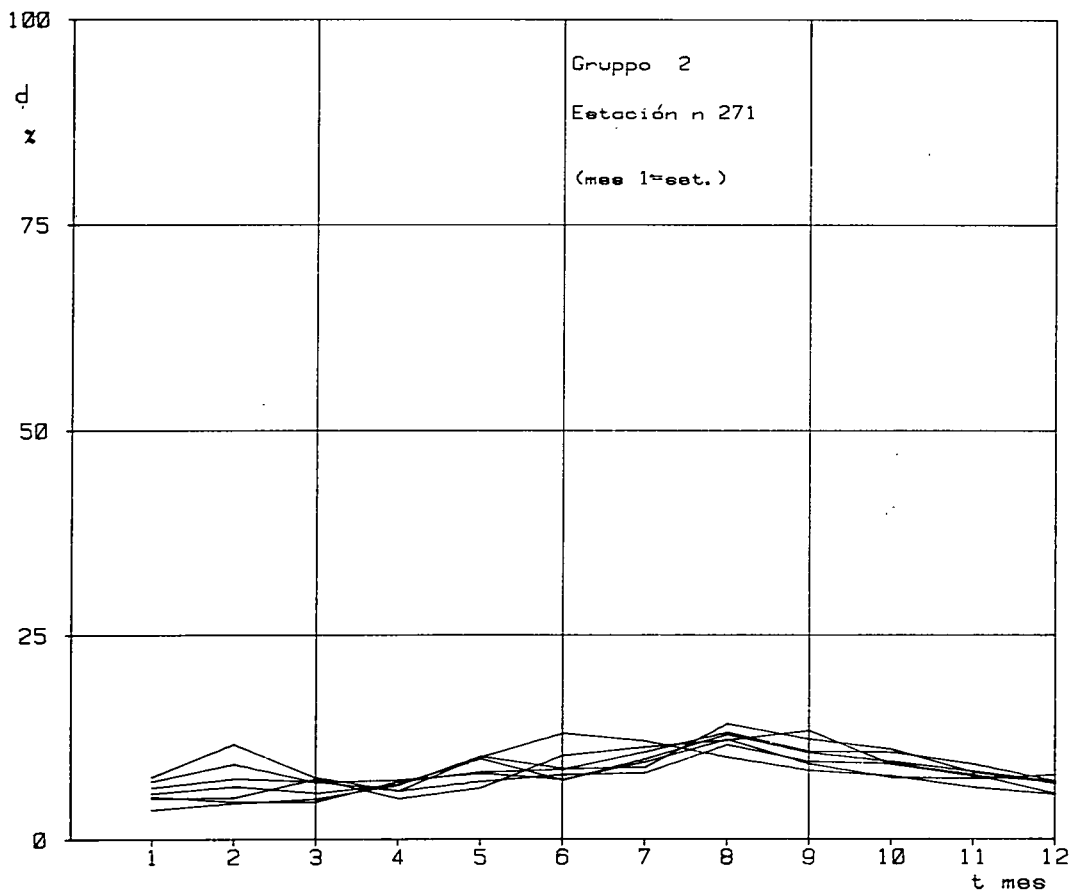


Figura II: 8-20

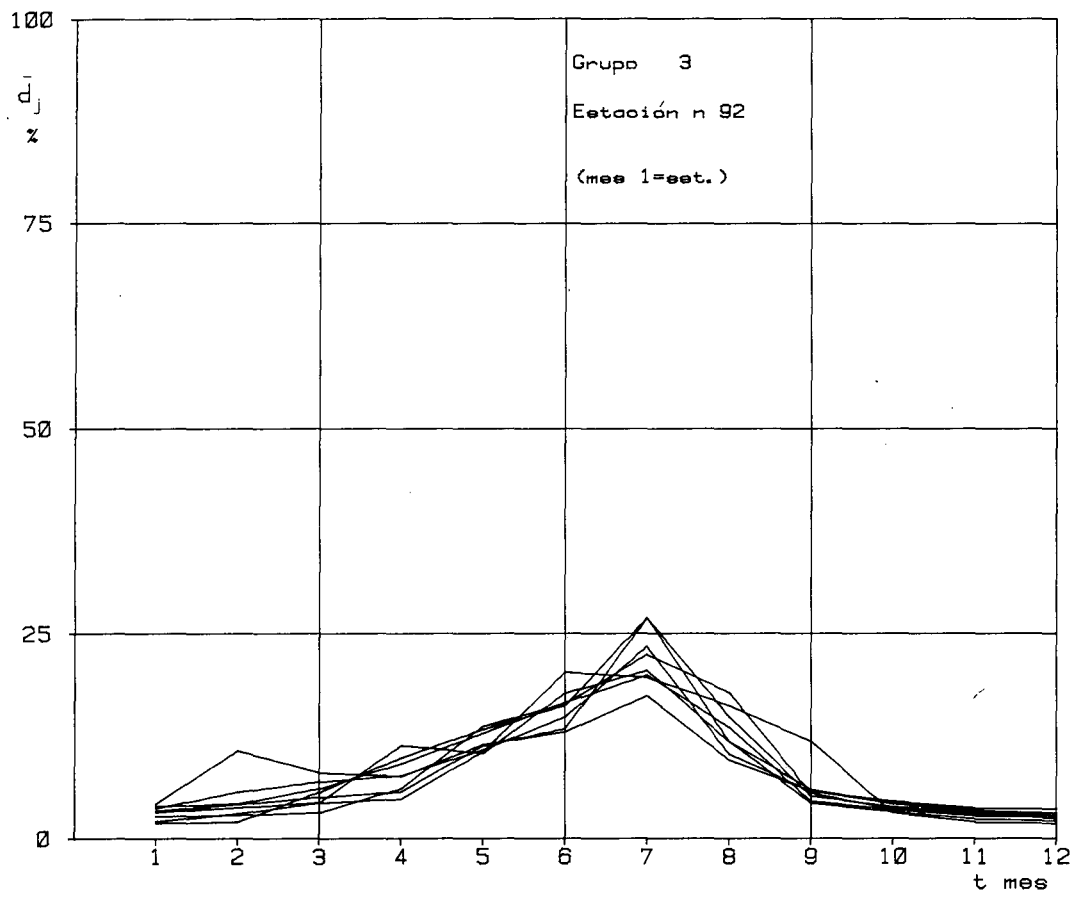


Figura II: 8-21

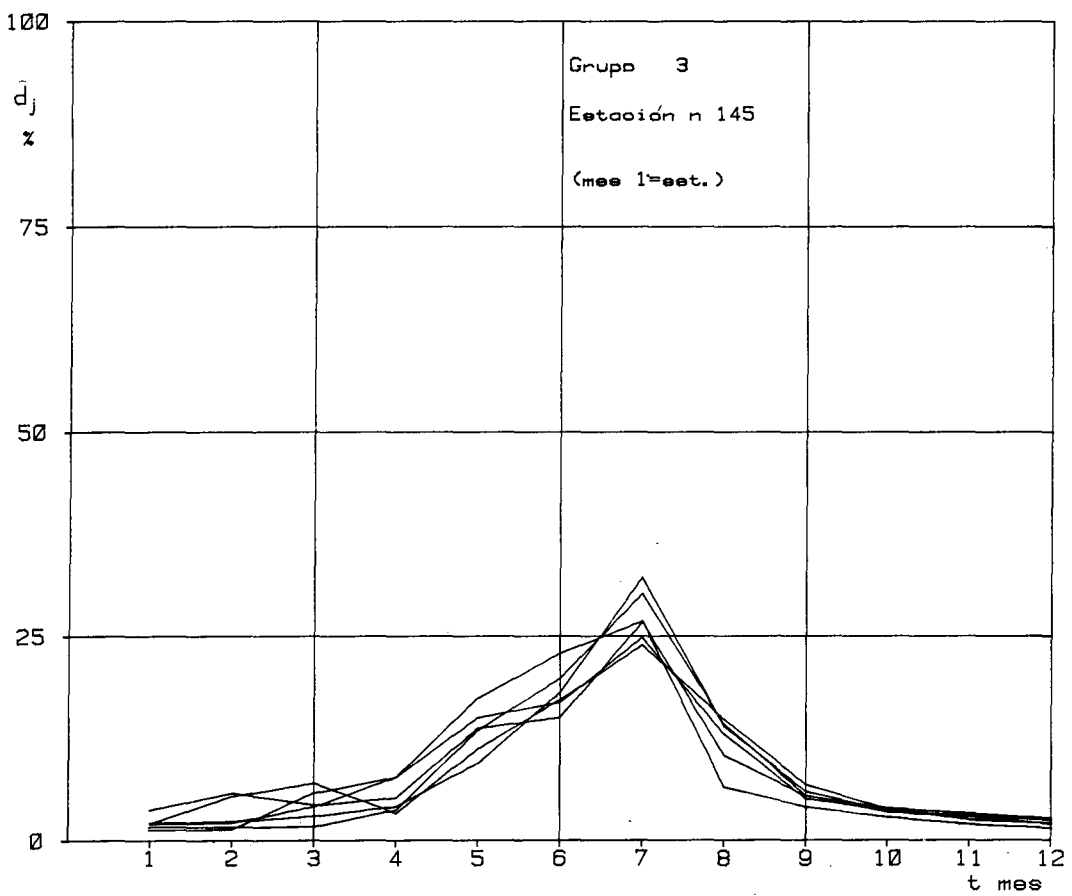


Figura II: 8-22

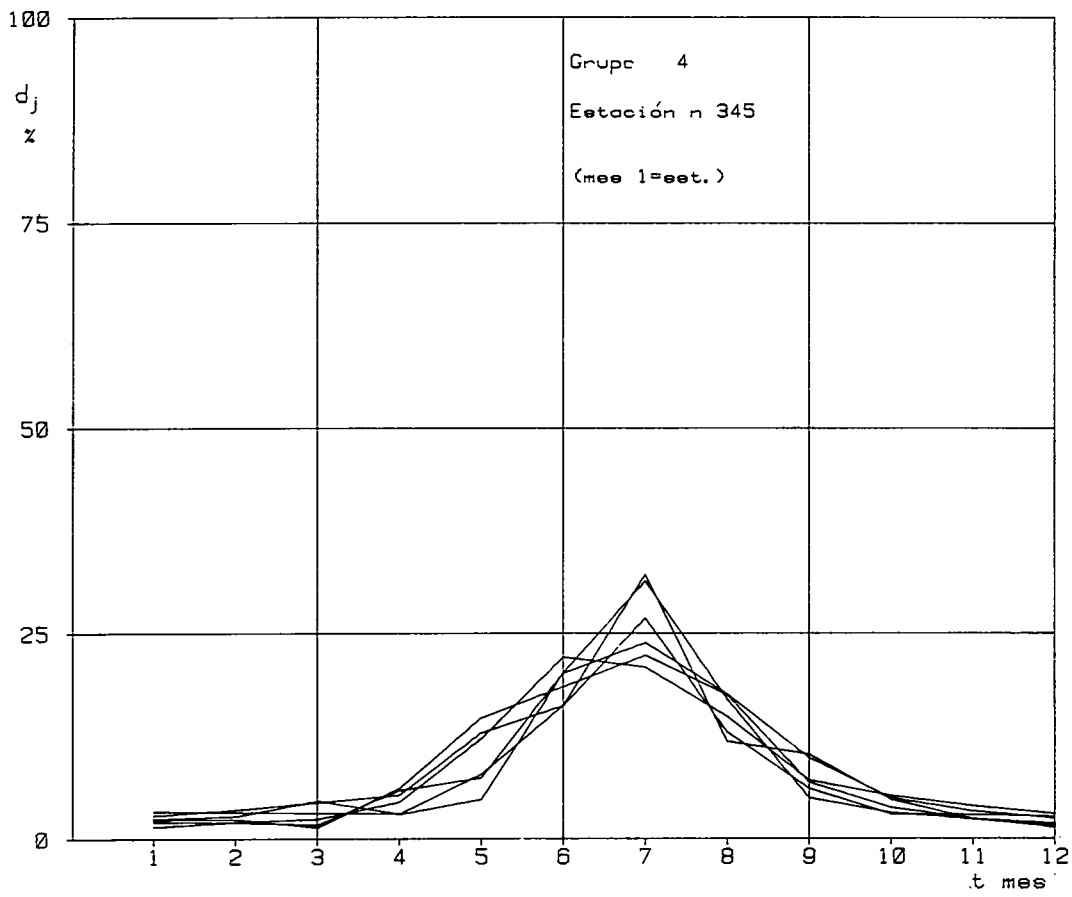


Figura II: 8-23

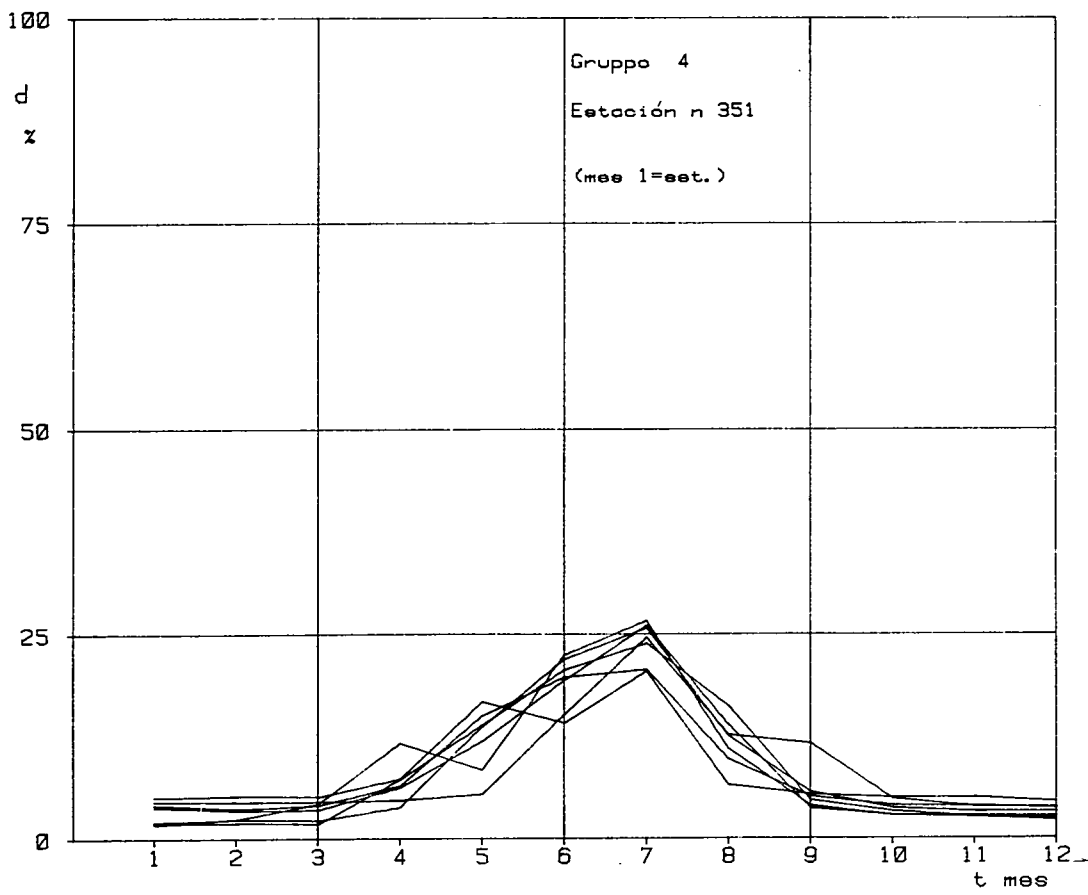


Figura II: 8-24

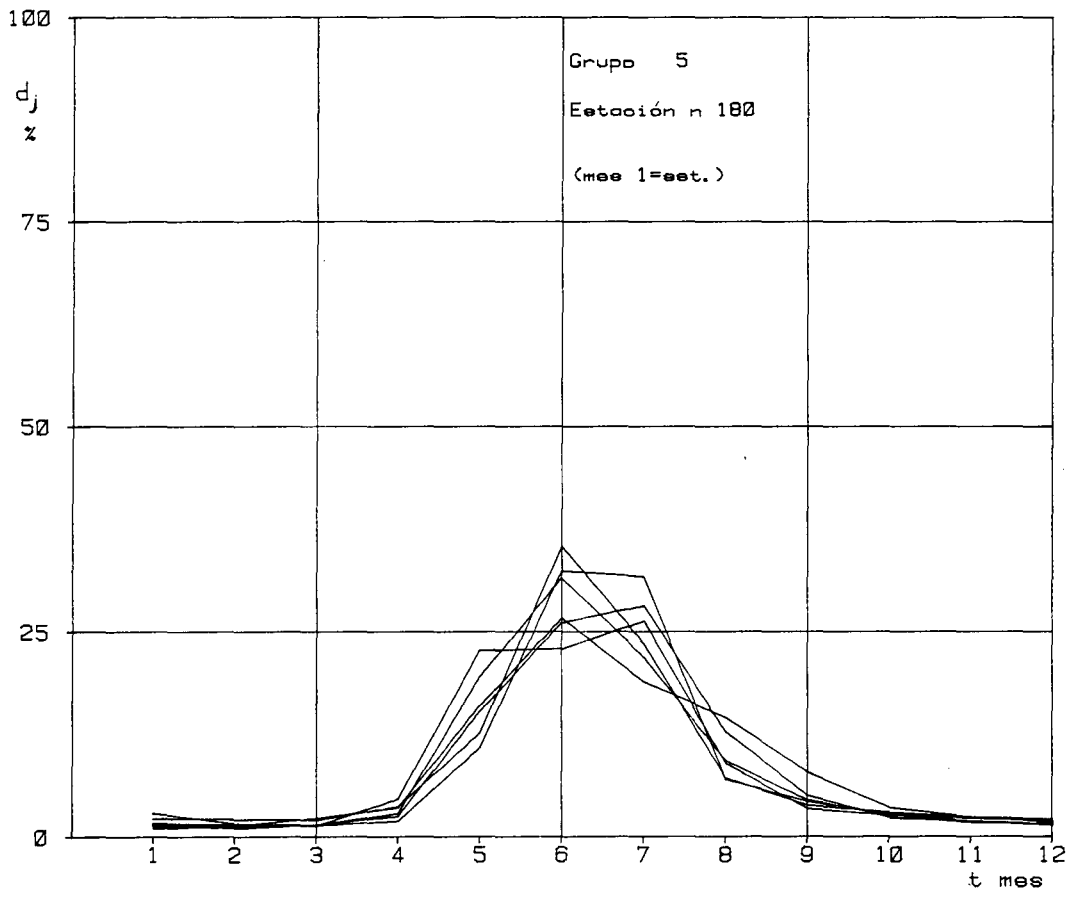


Figura II: 8-25

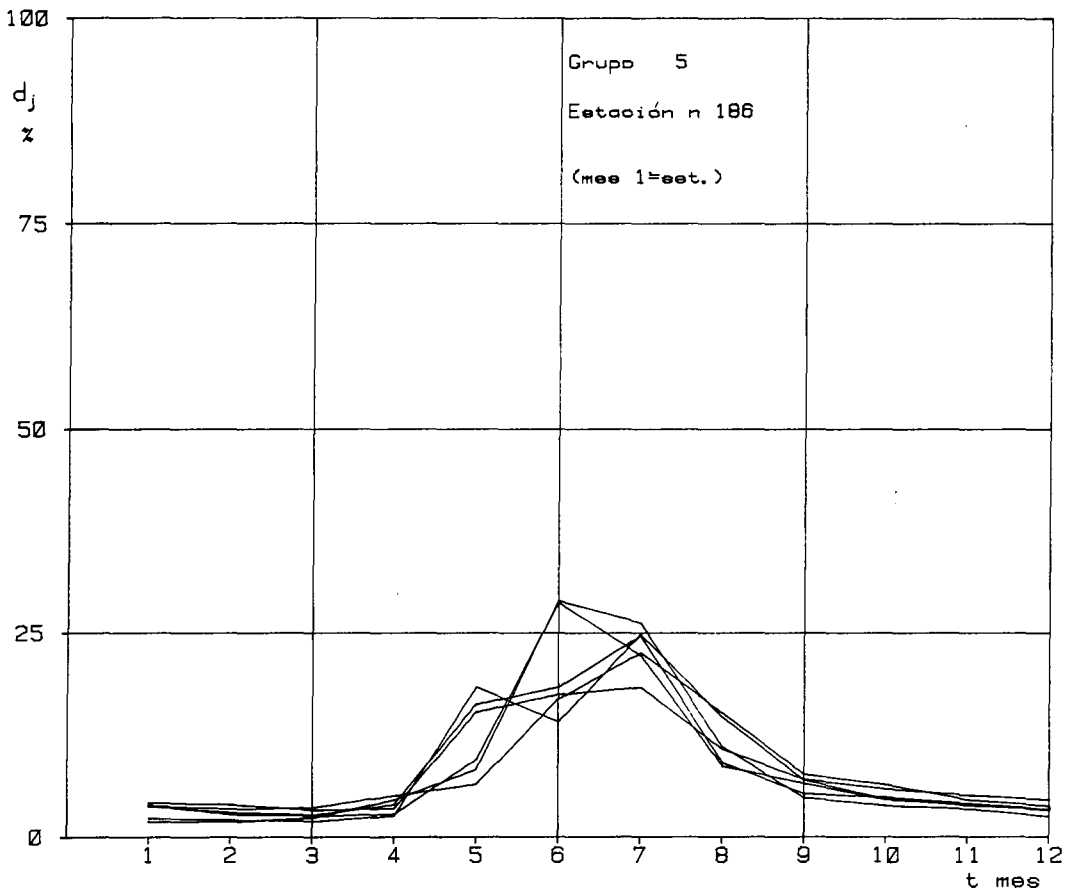


Figura II: 8-26

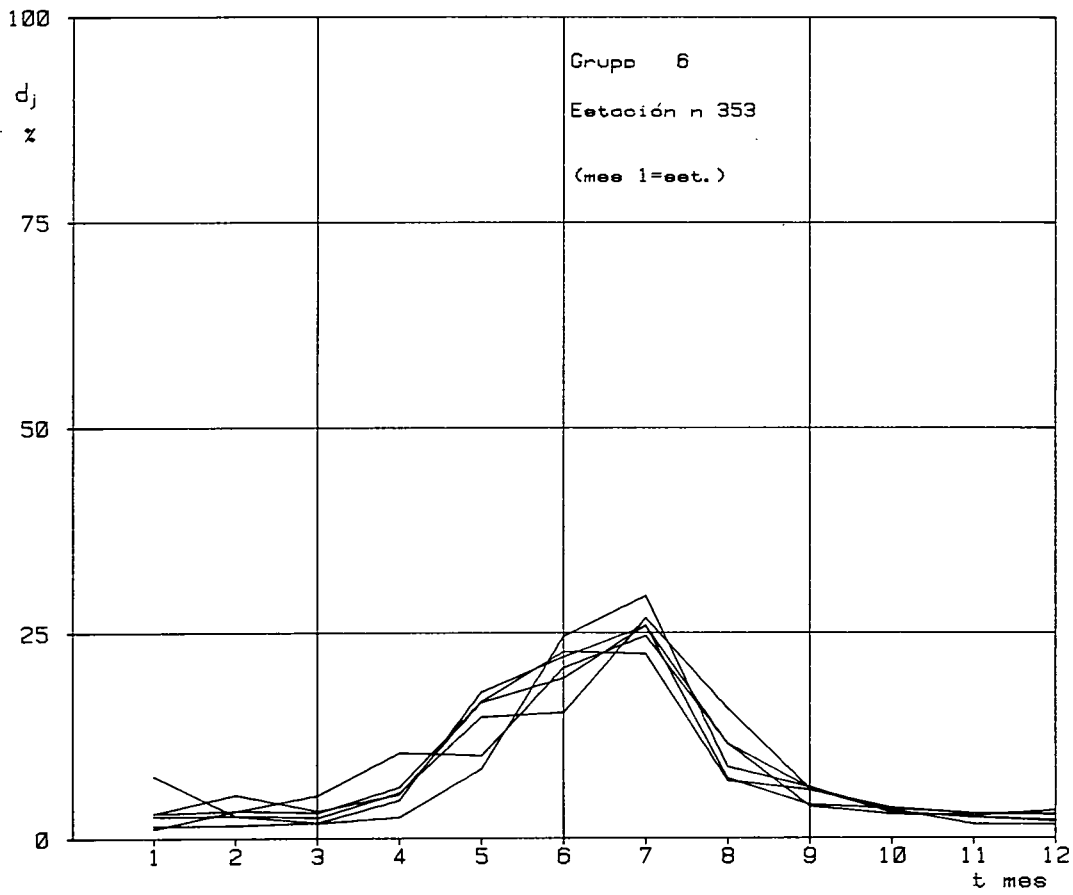


Figura II: 8-27

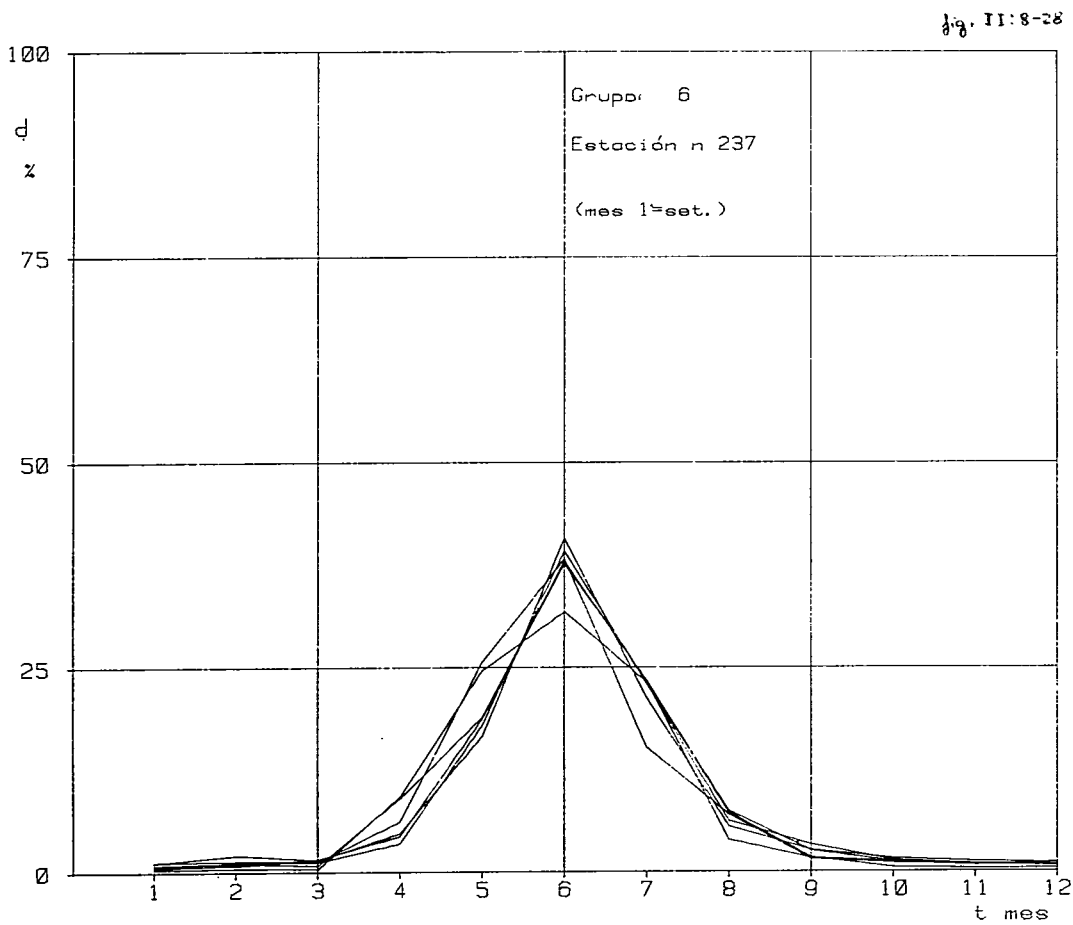


Figura II: 8-28

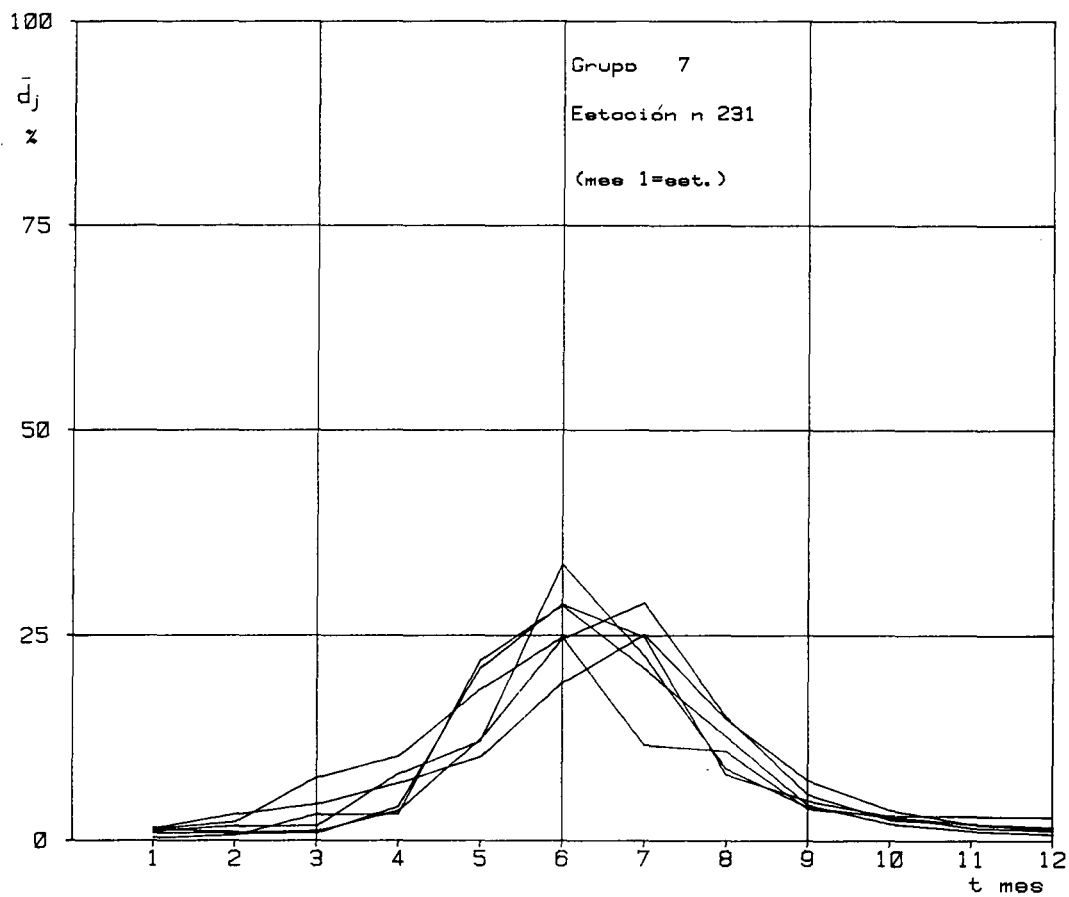


Figura II: 8-29

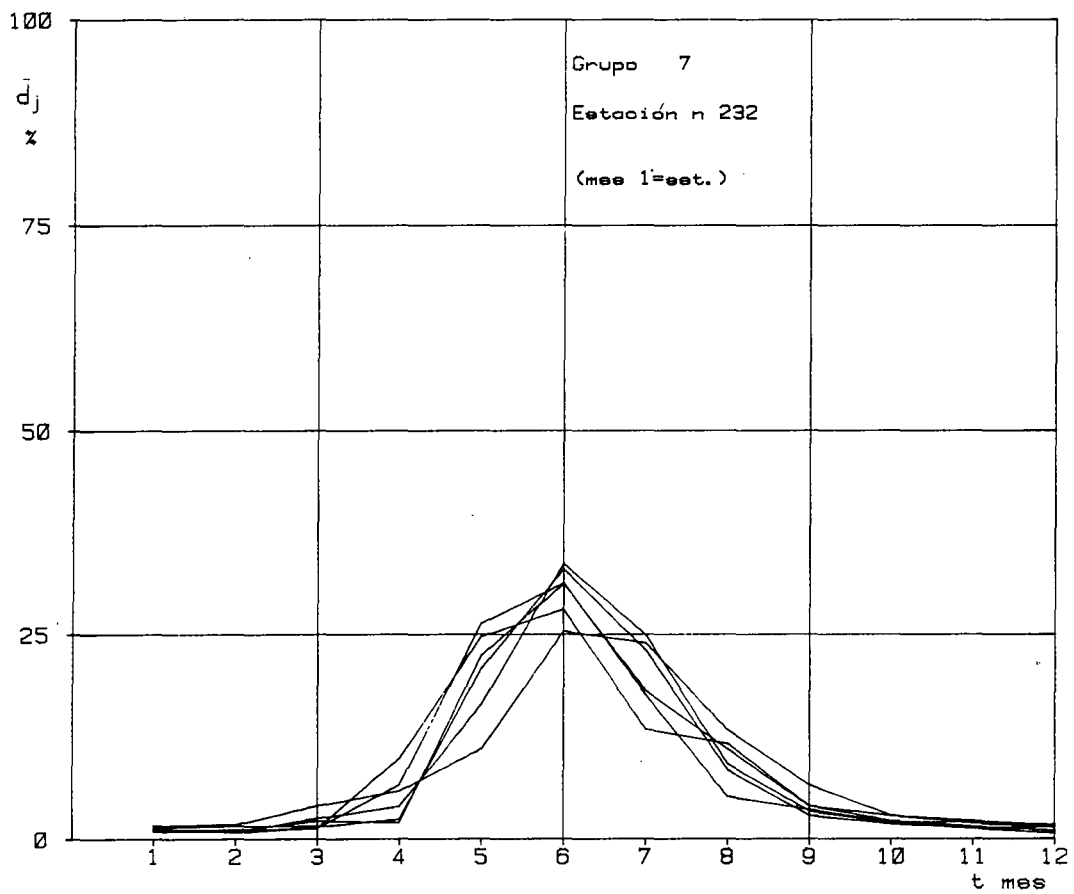


Figura II: 8-30

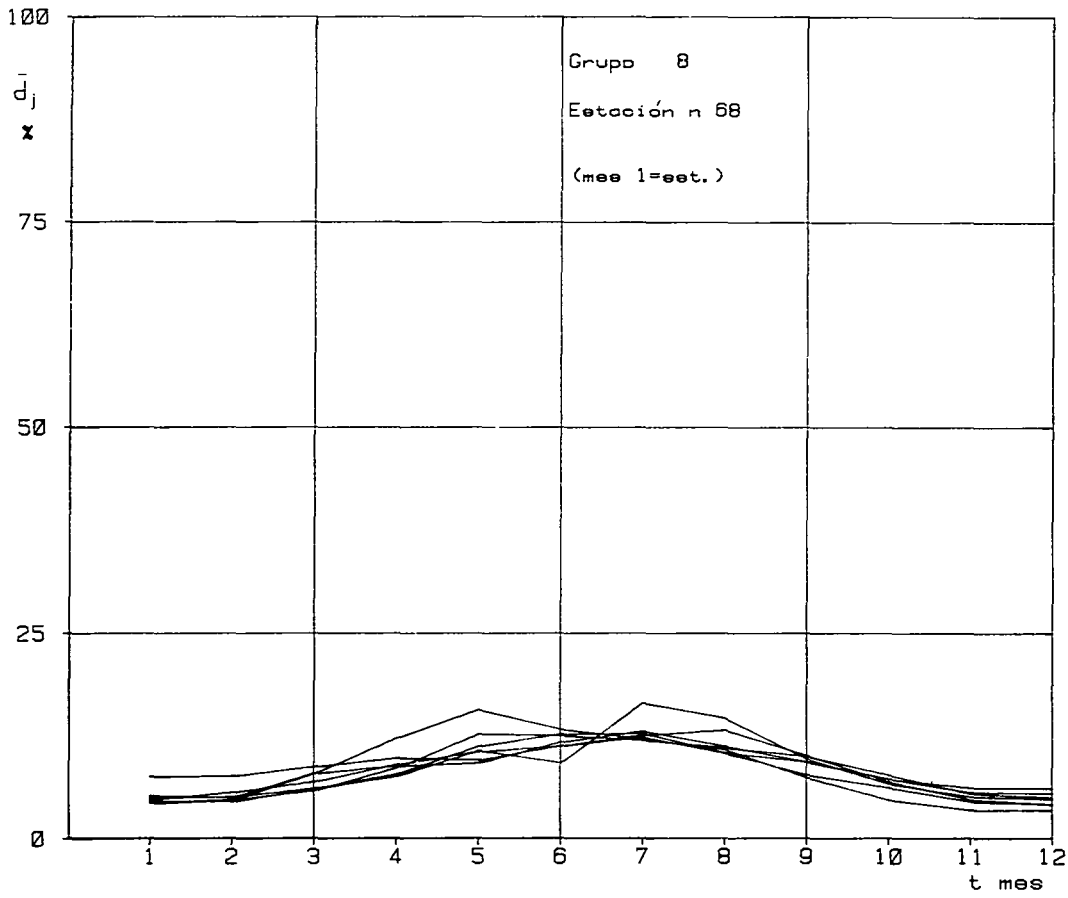


Figura II: 8-31

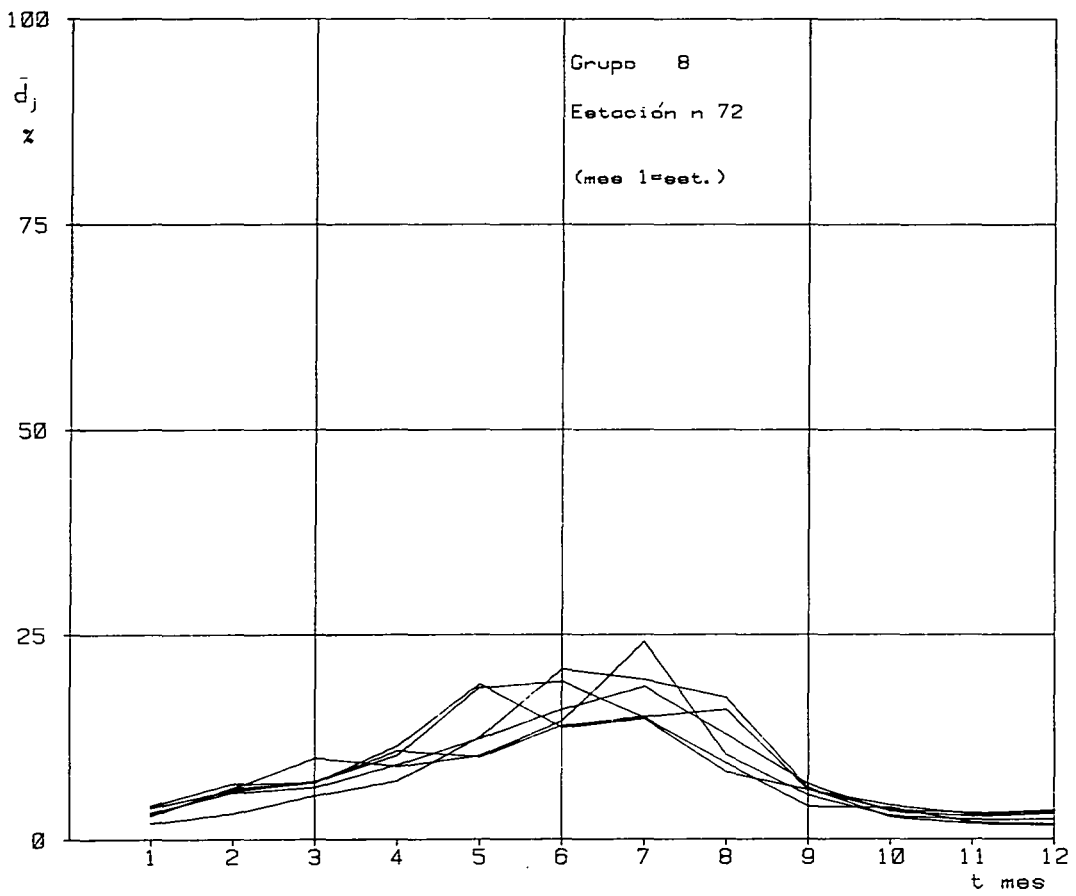


Figura II: 8-32

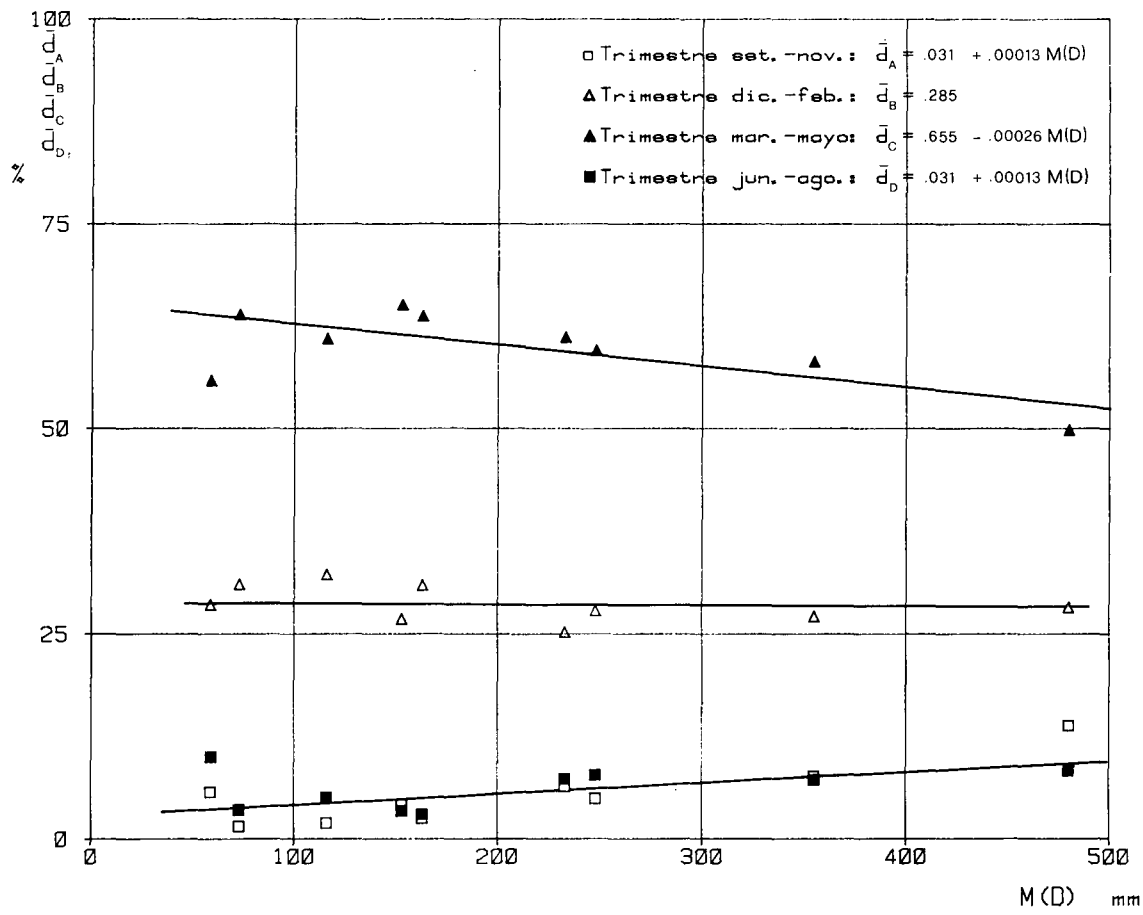
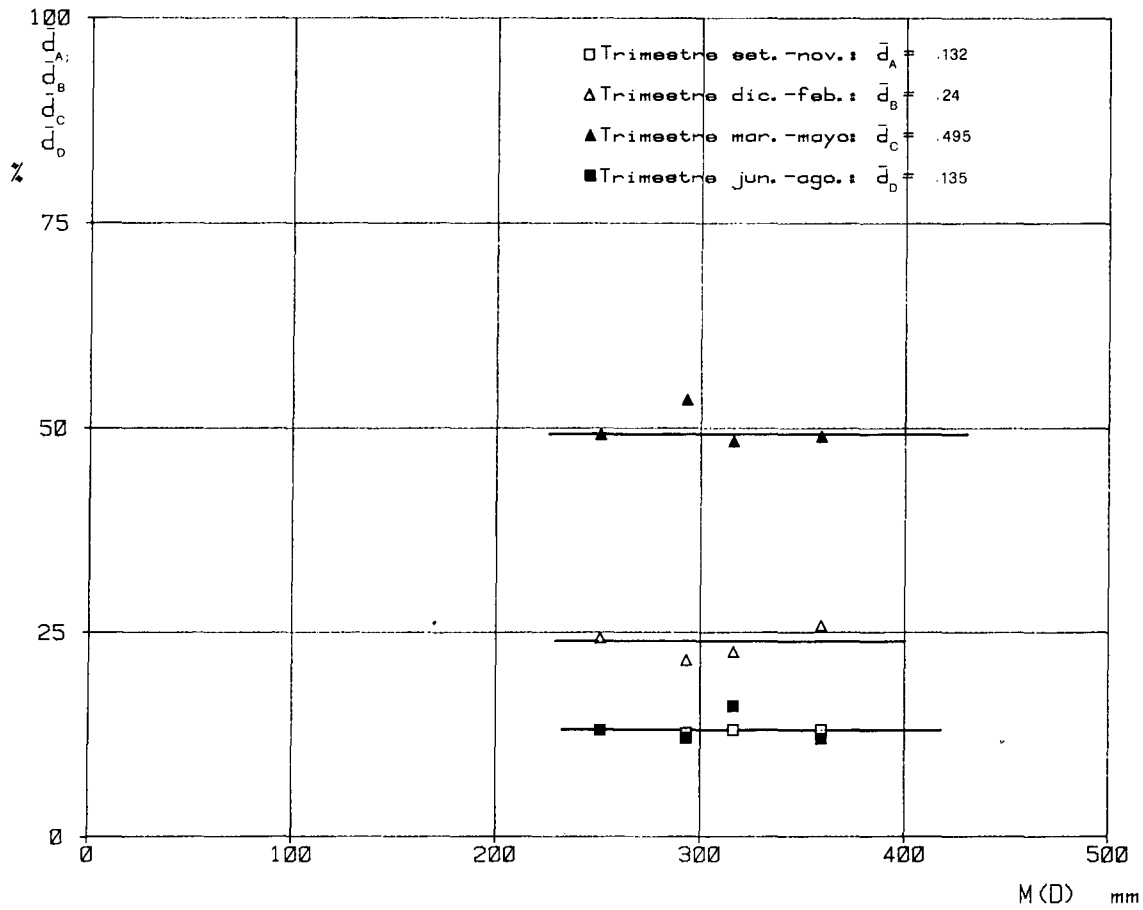


Figura II: 8-33



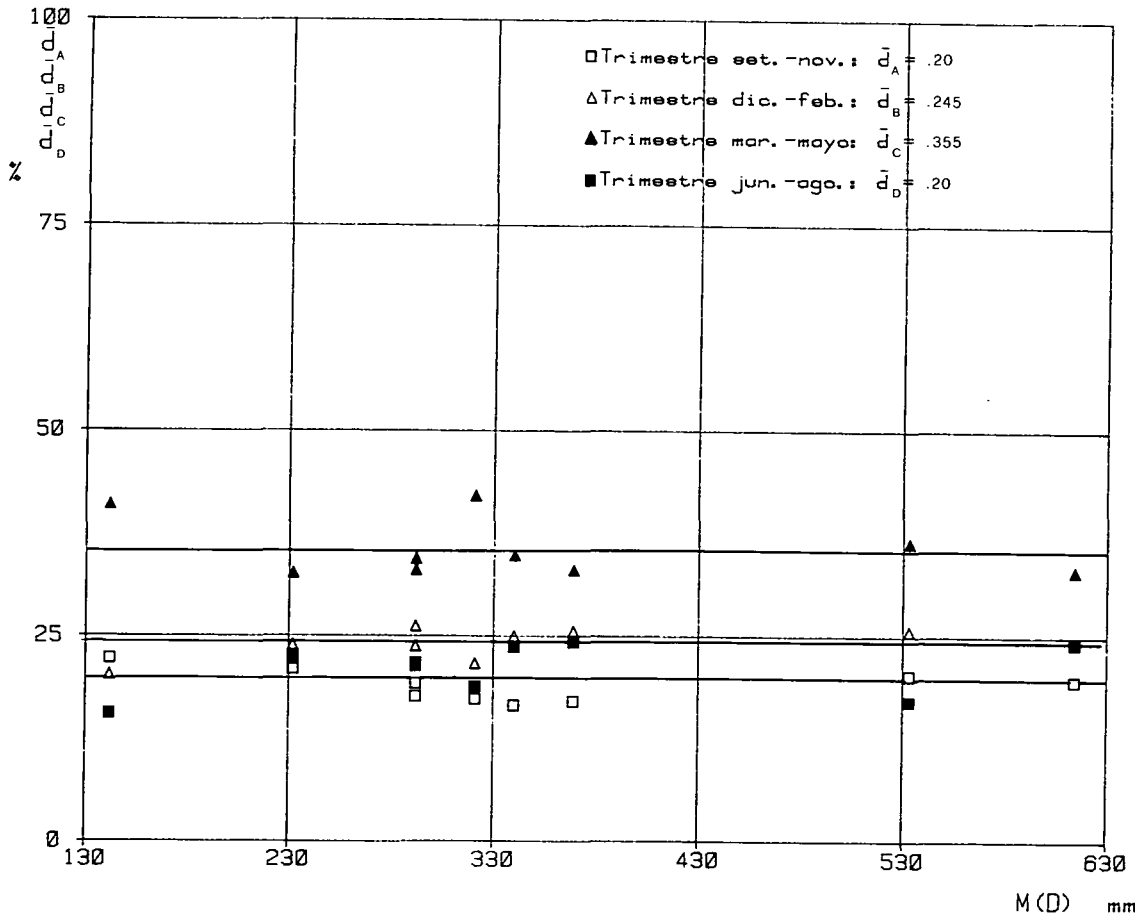
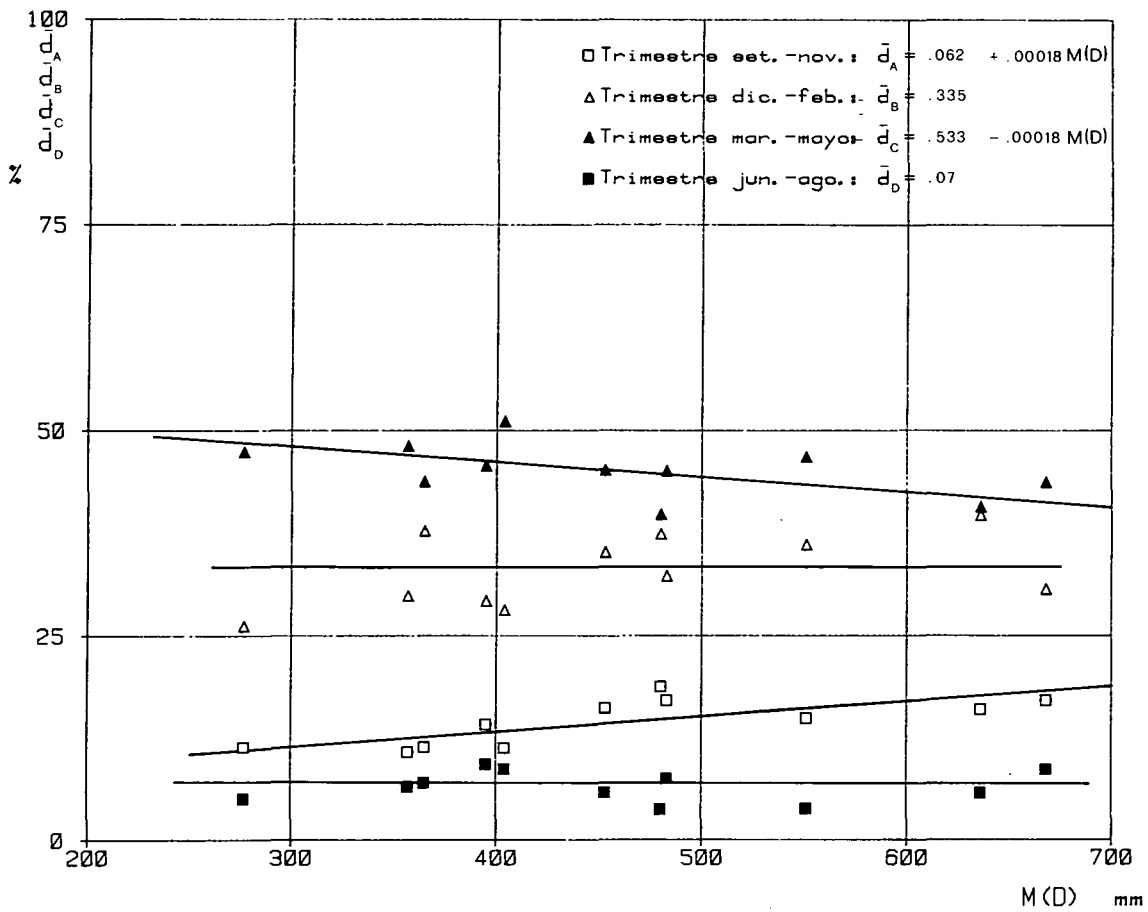


Figura II: 8-34



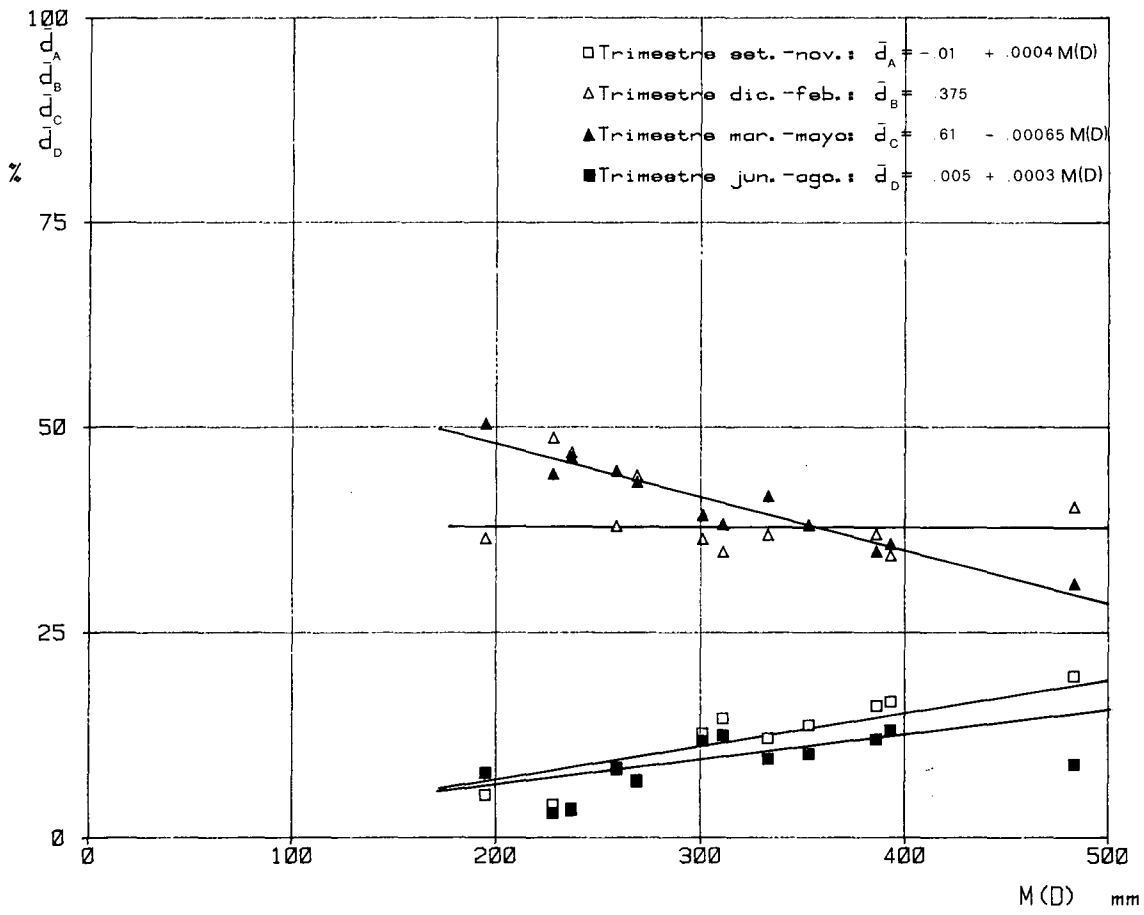


Figura II: 8-35

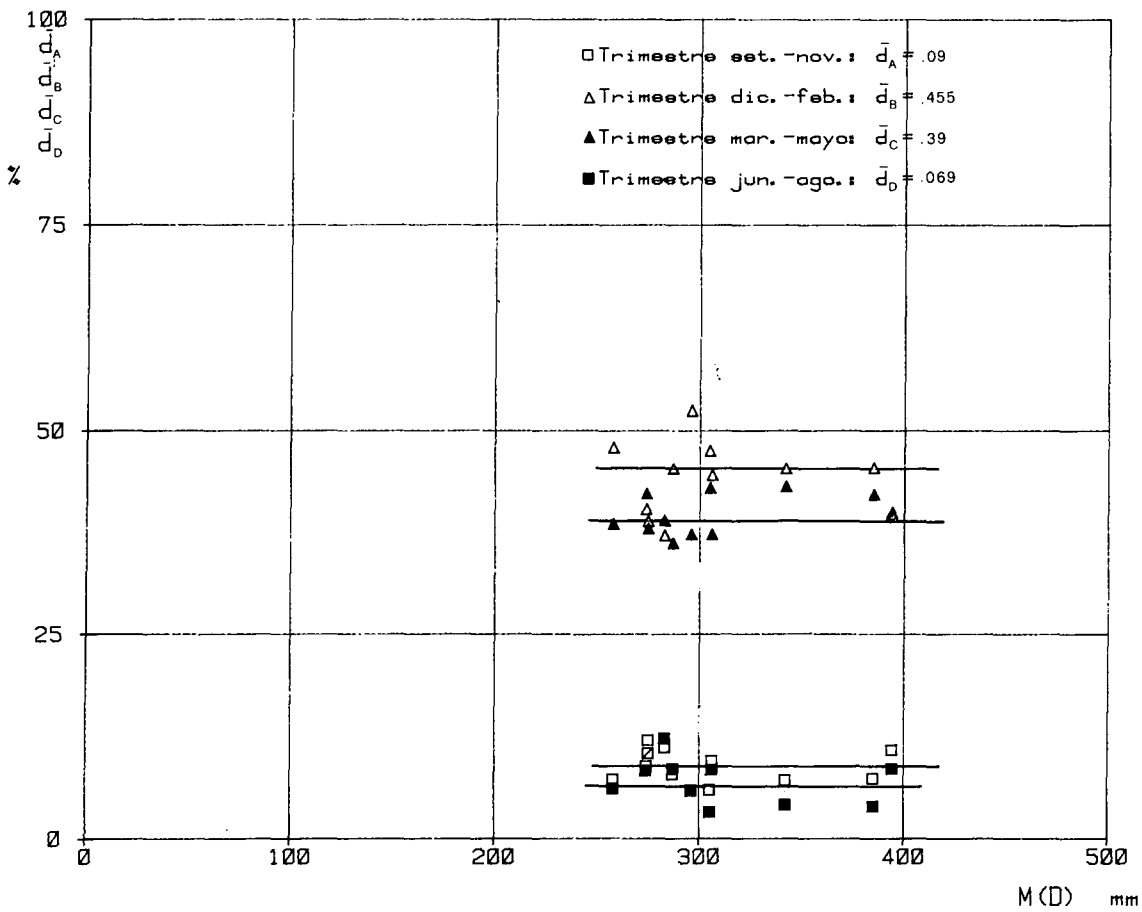


Figura II: 8-36

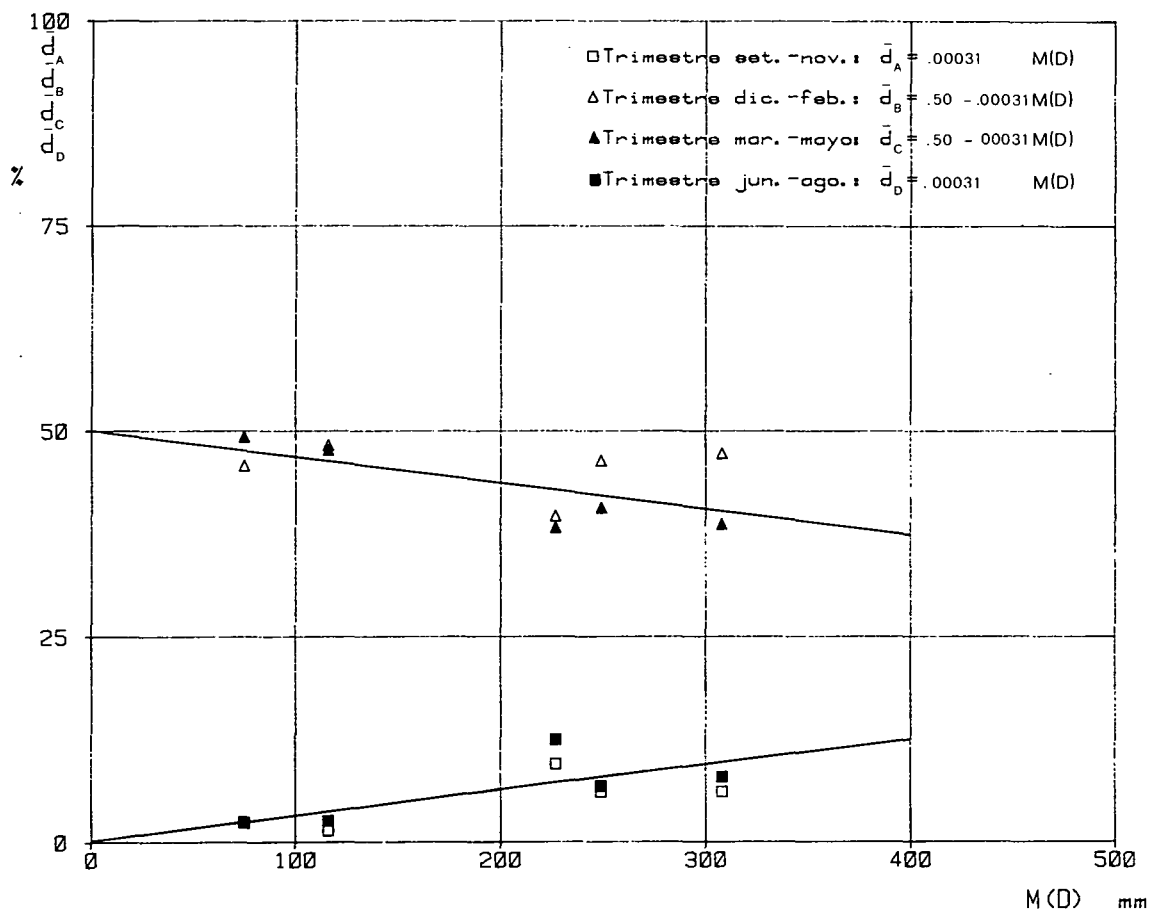


Figura II: 8-37

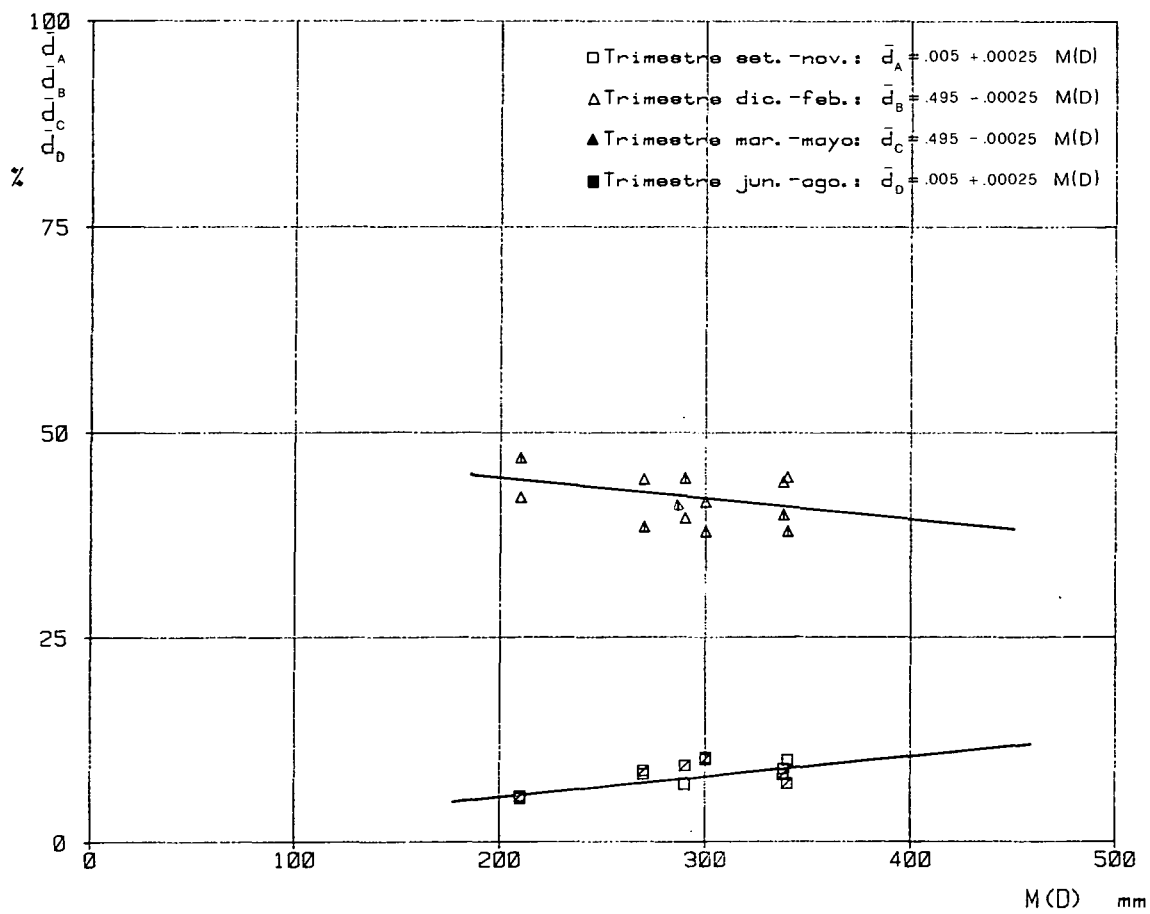


Figura II: 8-38

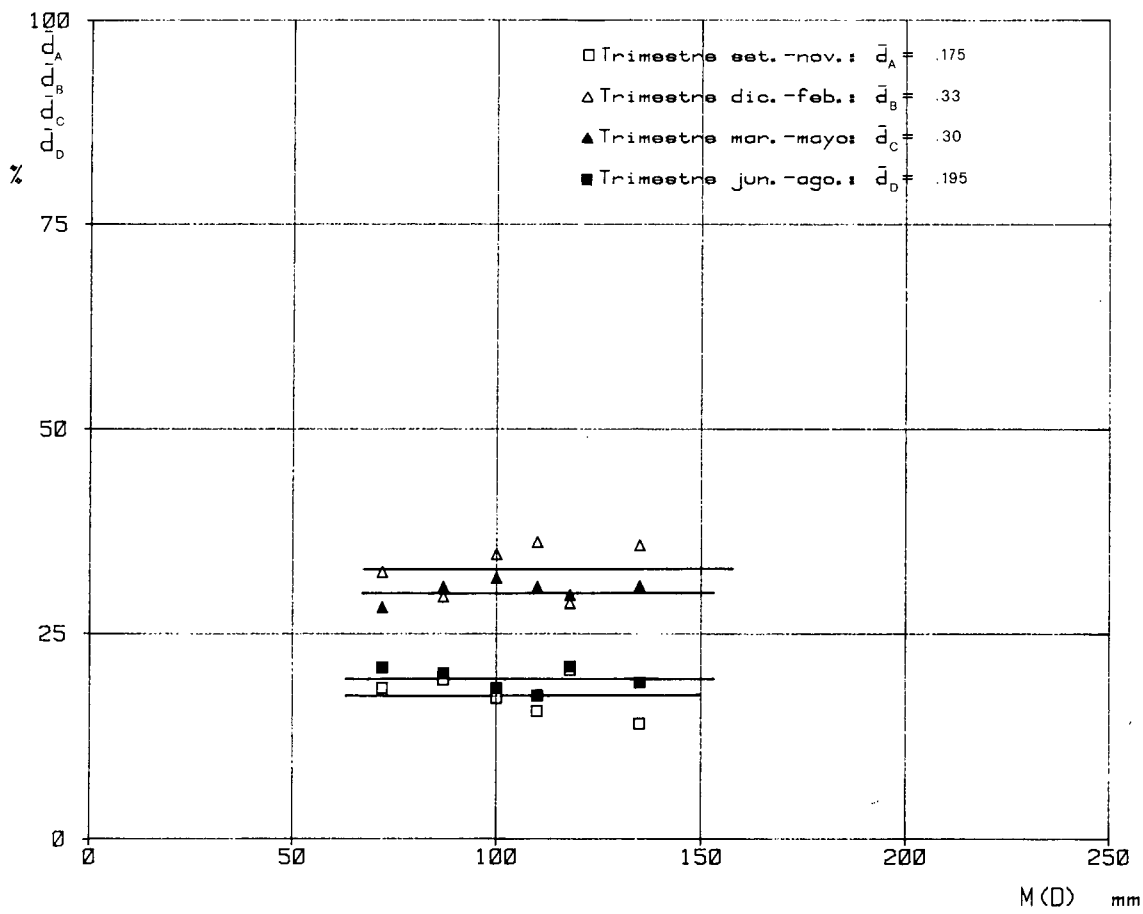


Figura II: 8-39

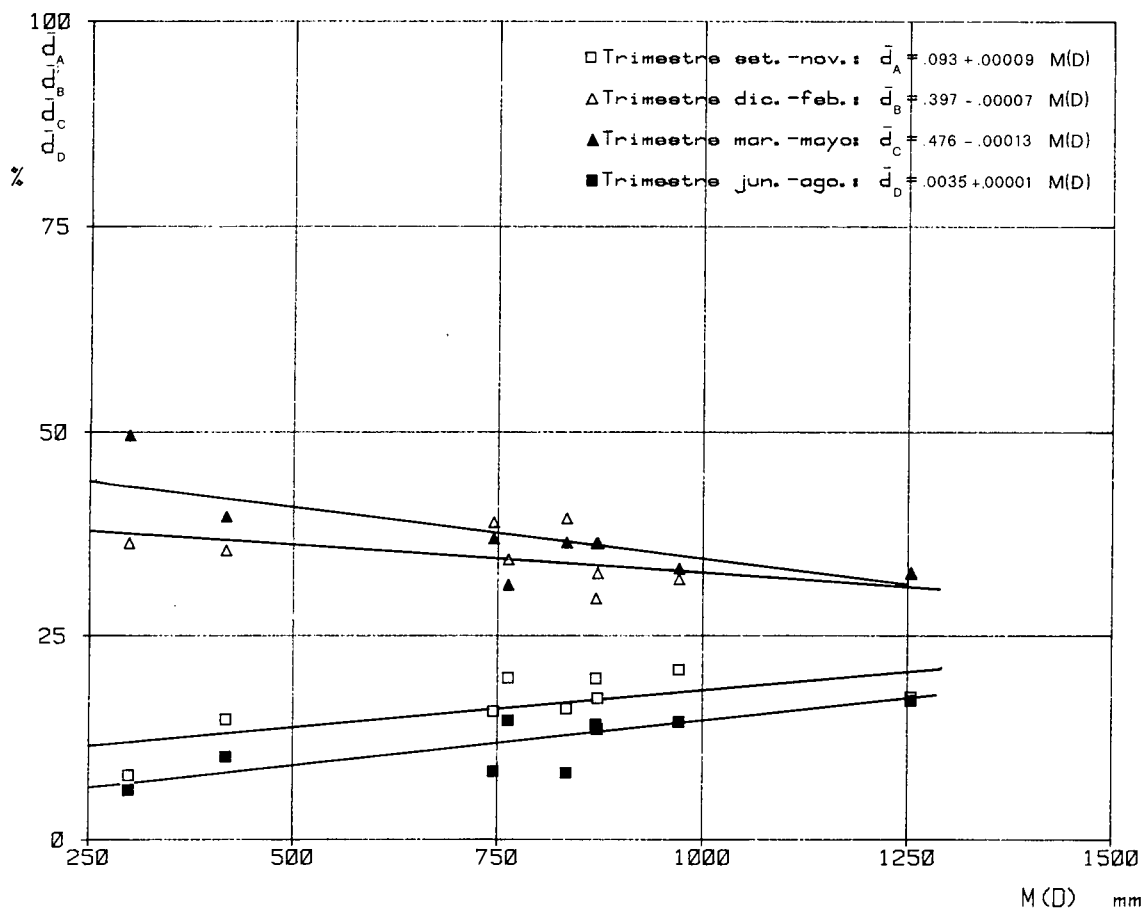


Figura II: 8-40

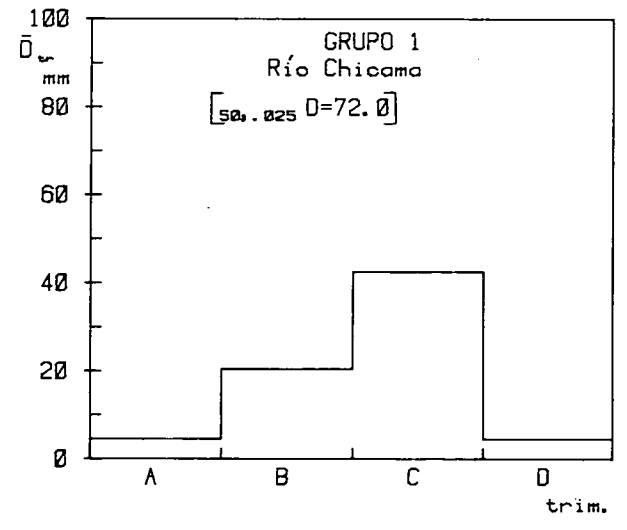
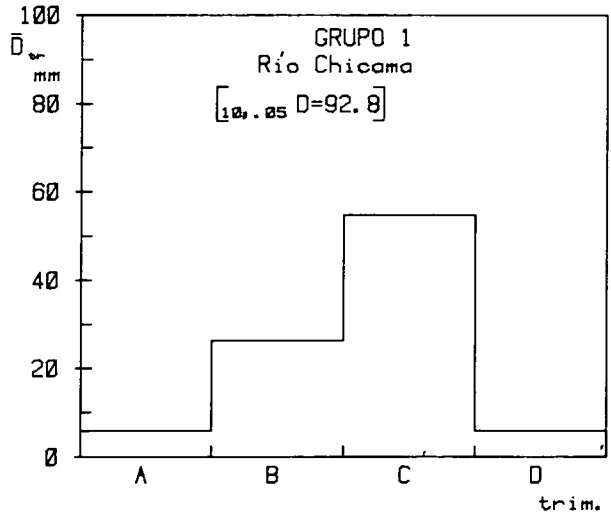
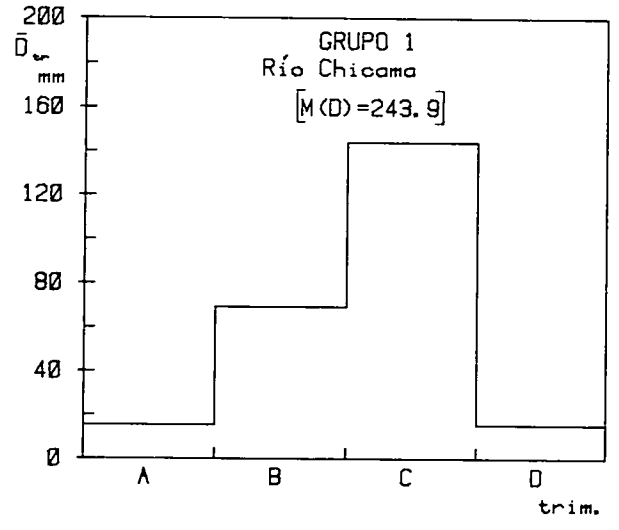
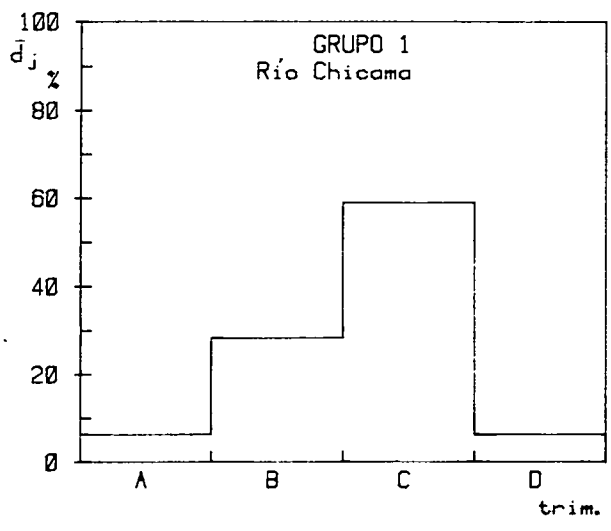


Figura II: 9-1

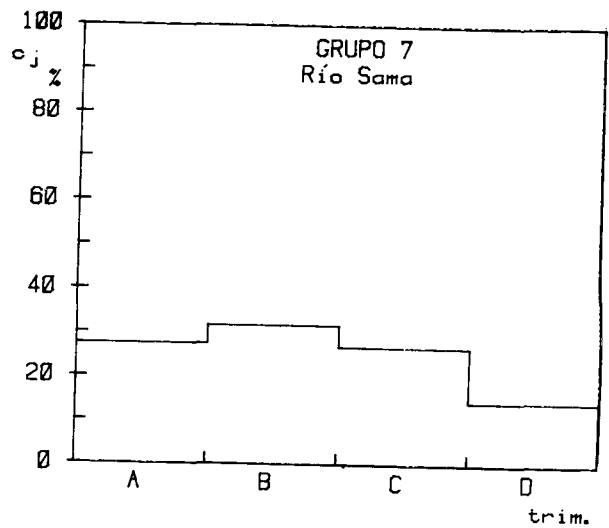
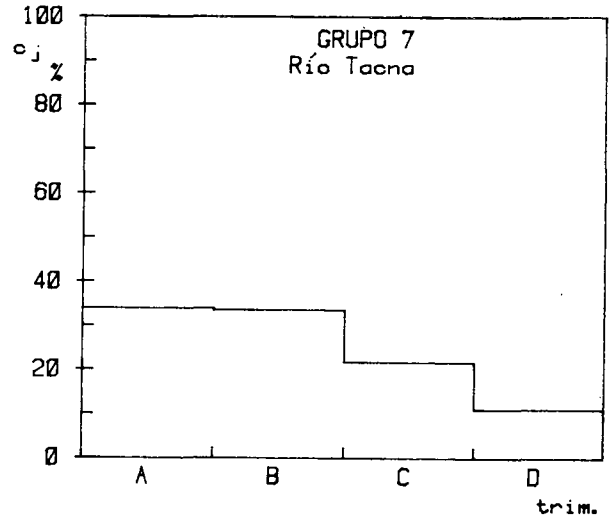
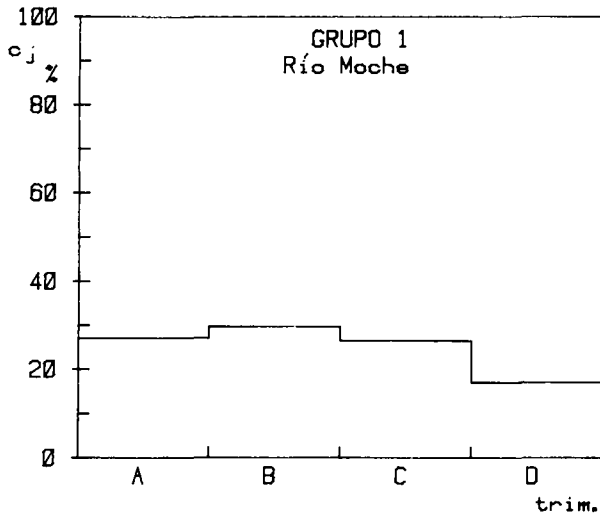
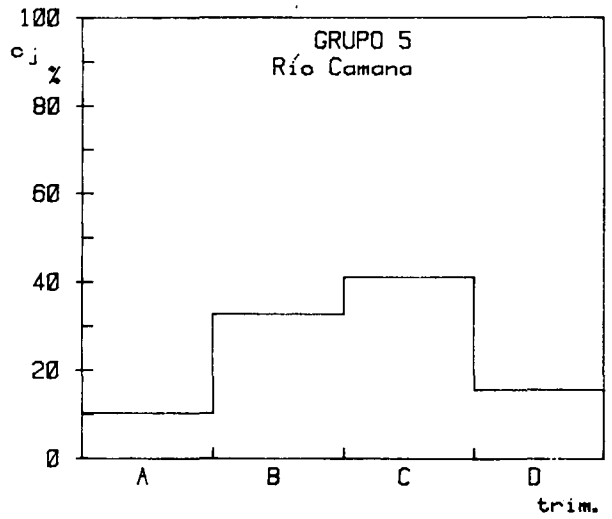
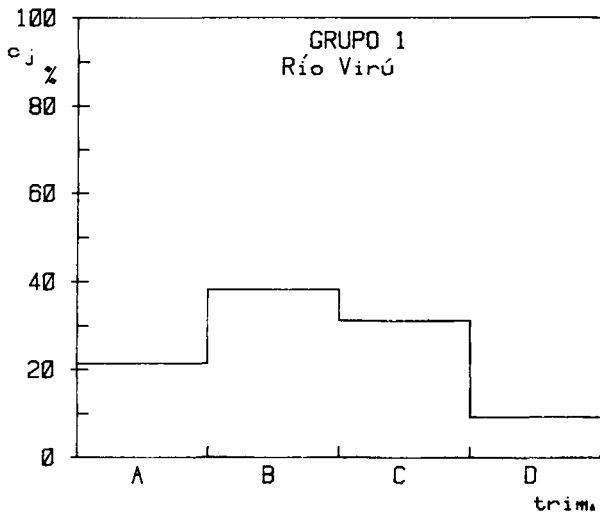
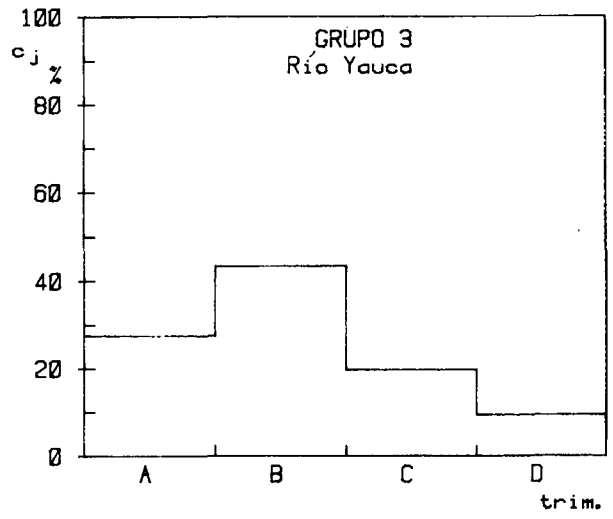
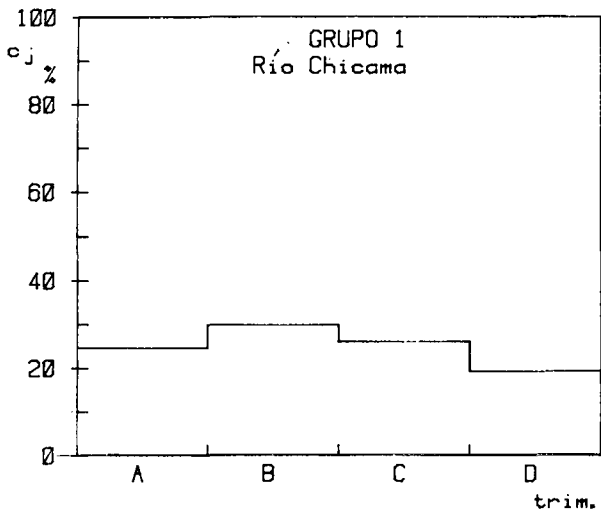


Figura II: 9-2

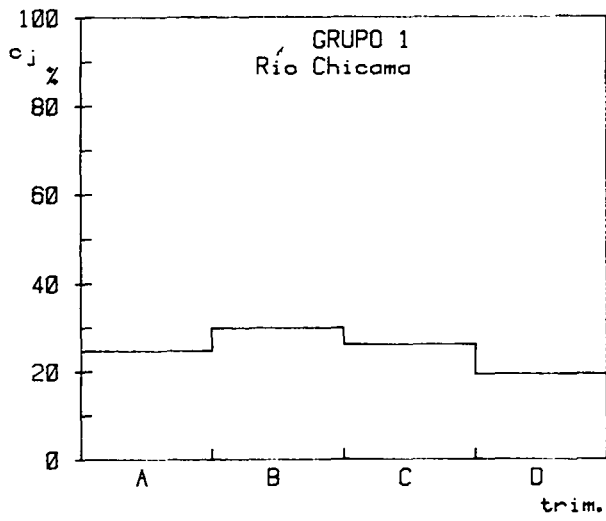


Figura II: 9-3

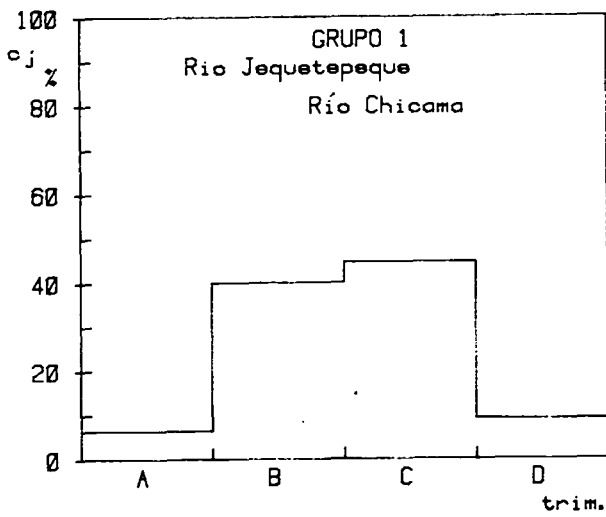
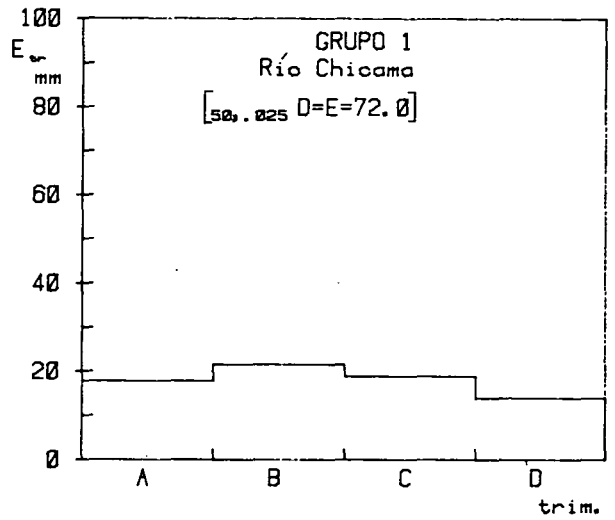
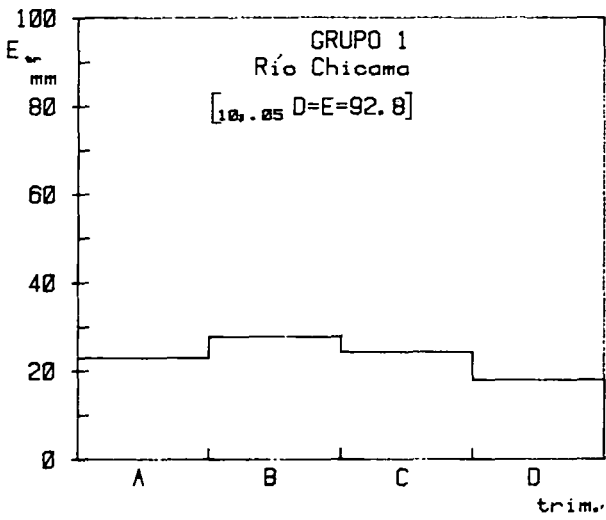
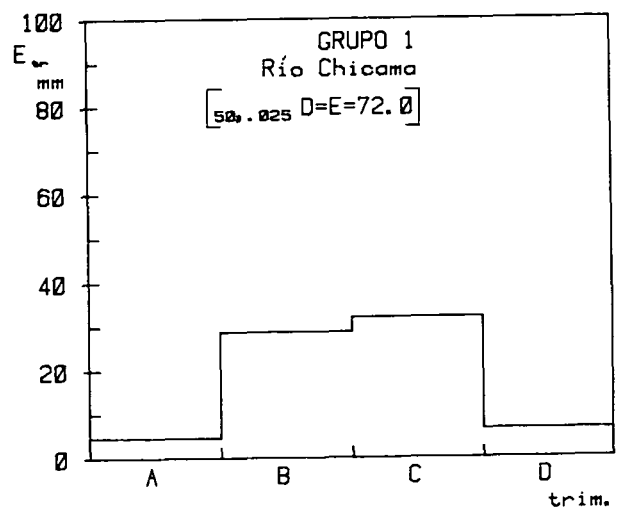
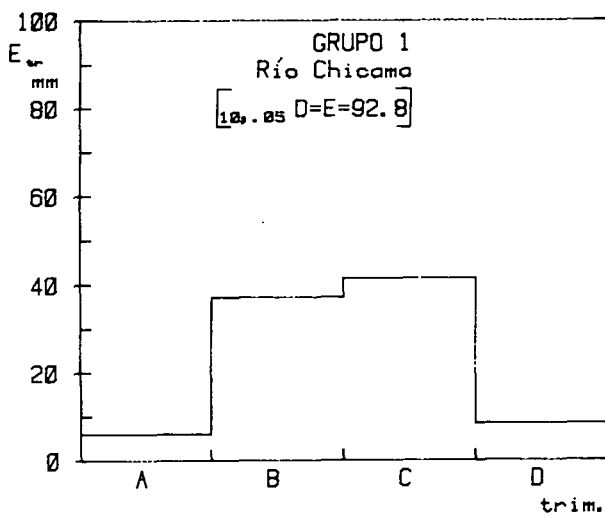


Figura II: 9-4



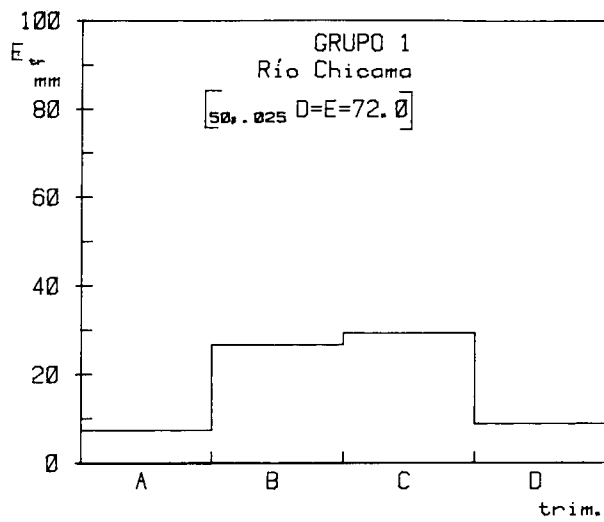
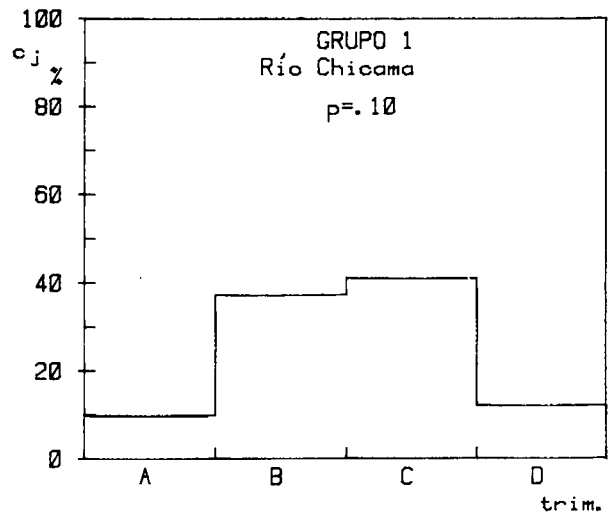
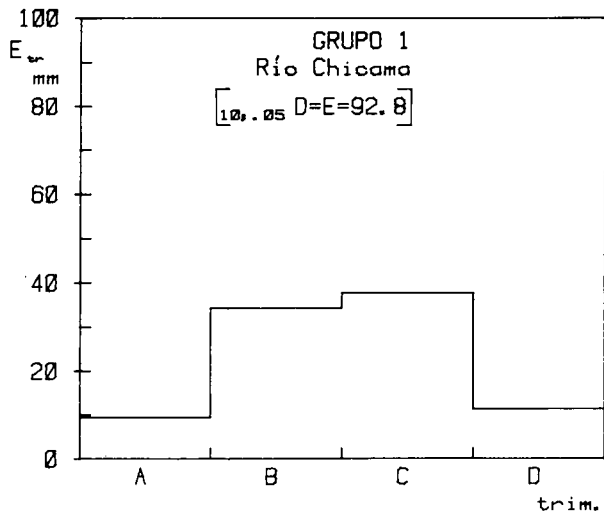
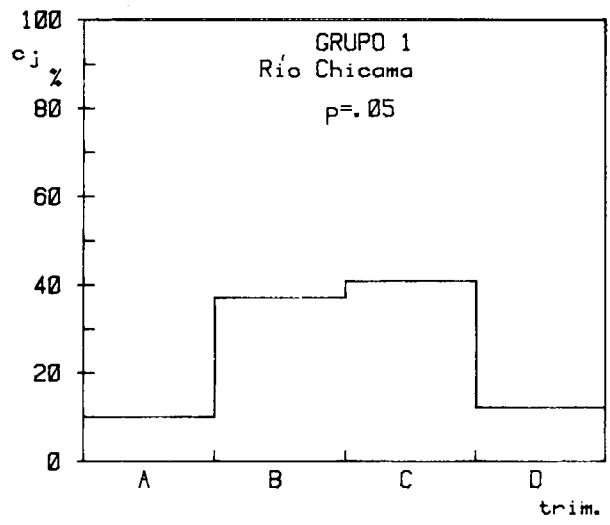
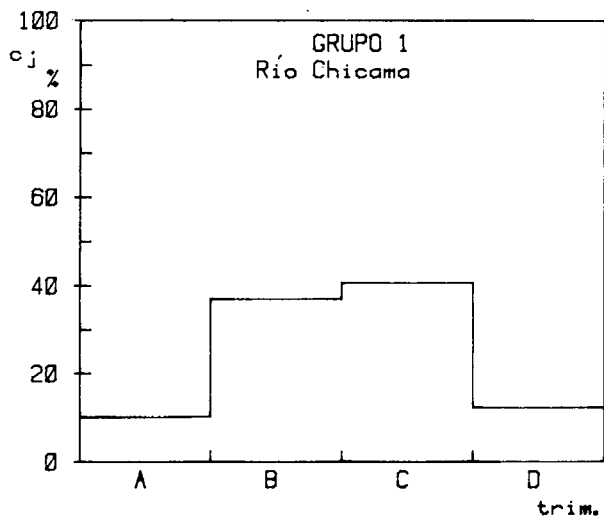


Figura II: 9-5

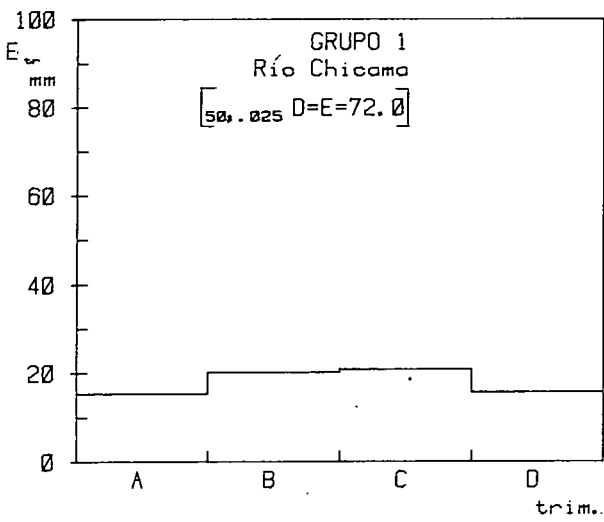
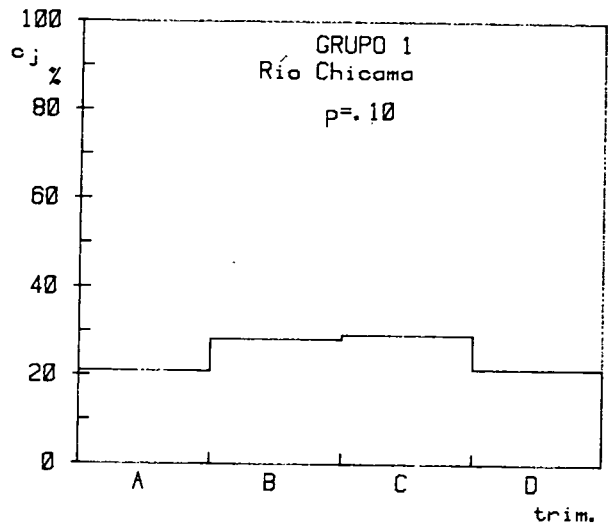
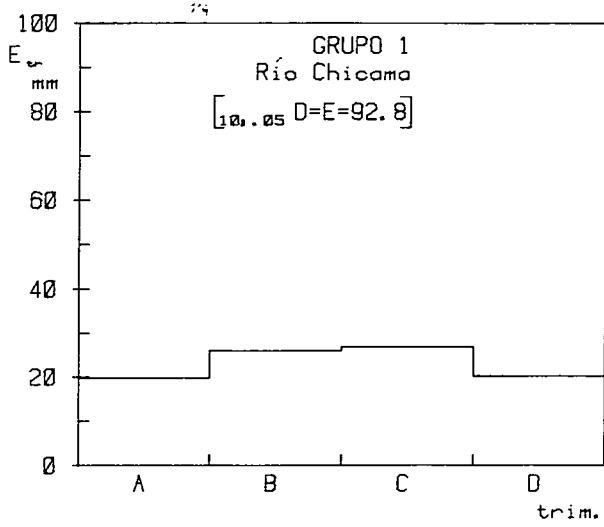
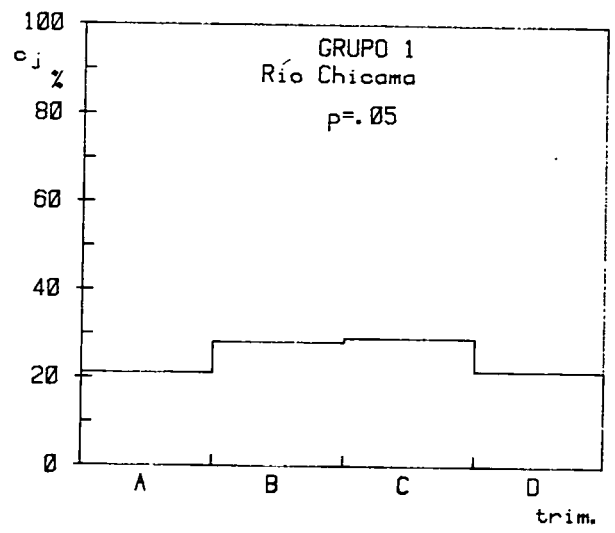
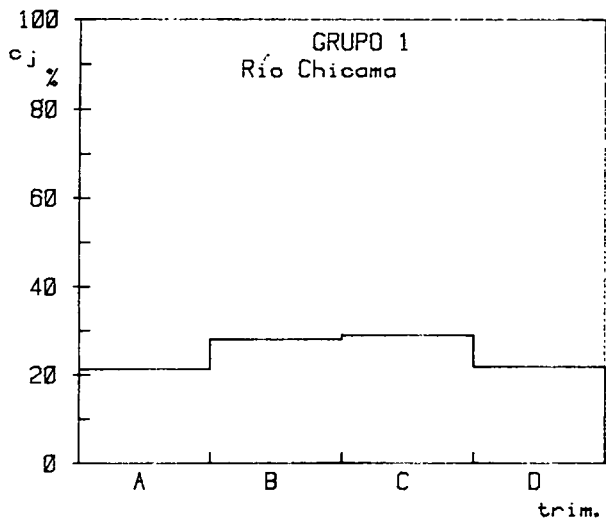


Figura II: 9-6

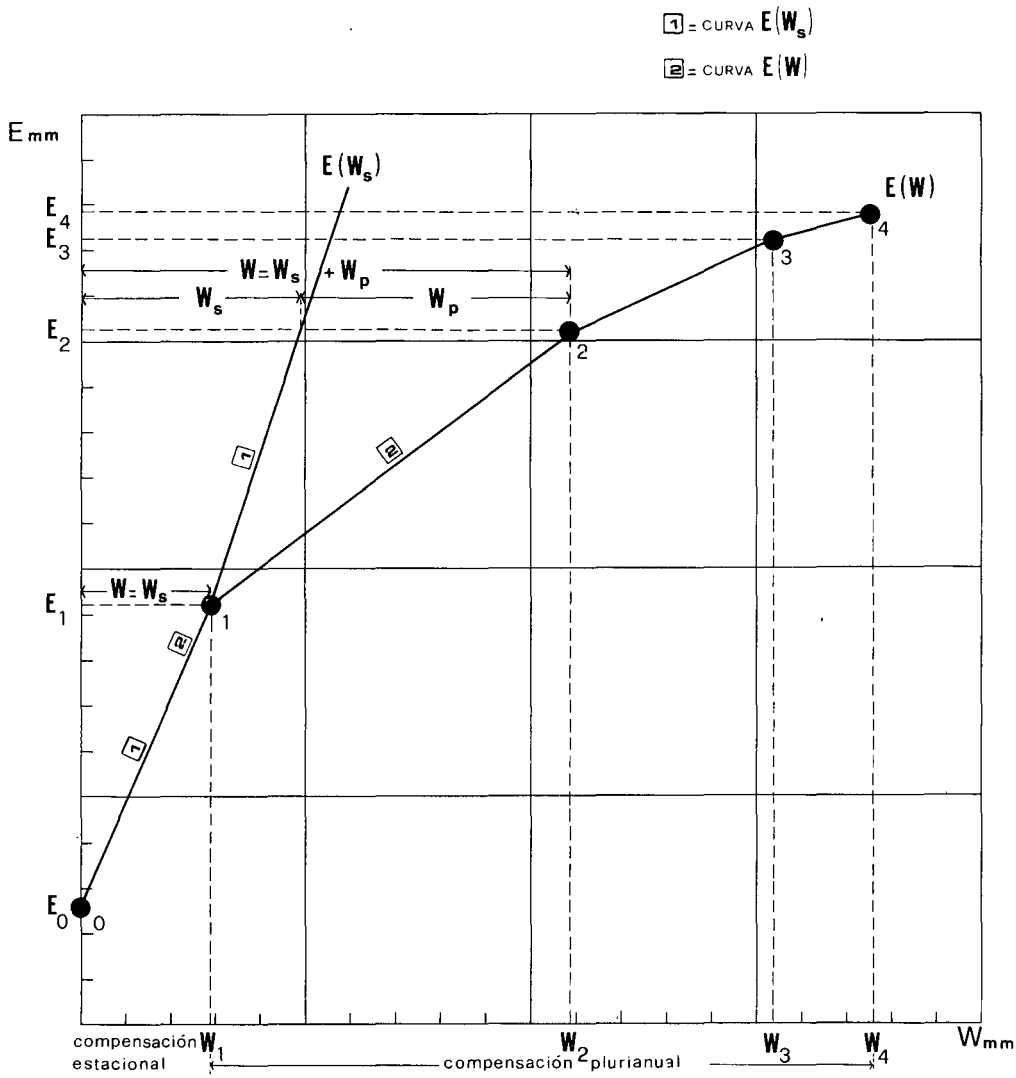


Figura II: 9-7

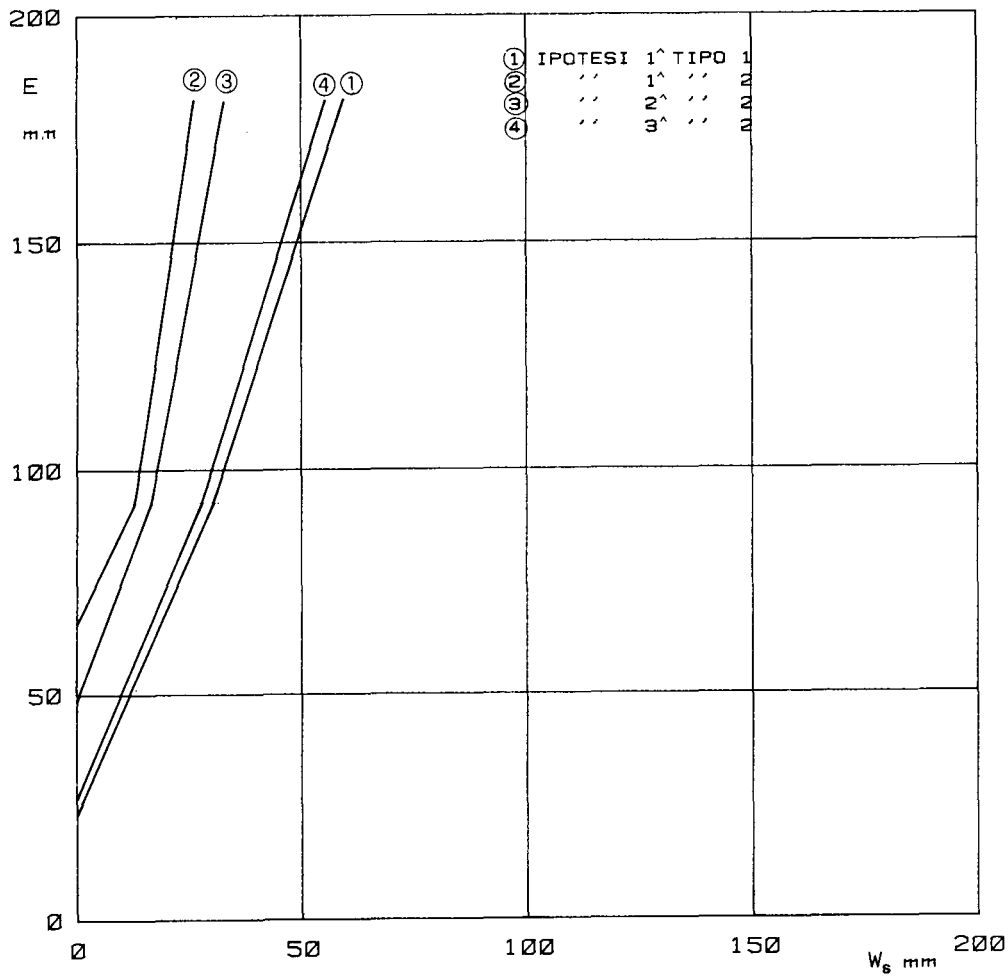


Figura II: 9-8

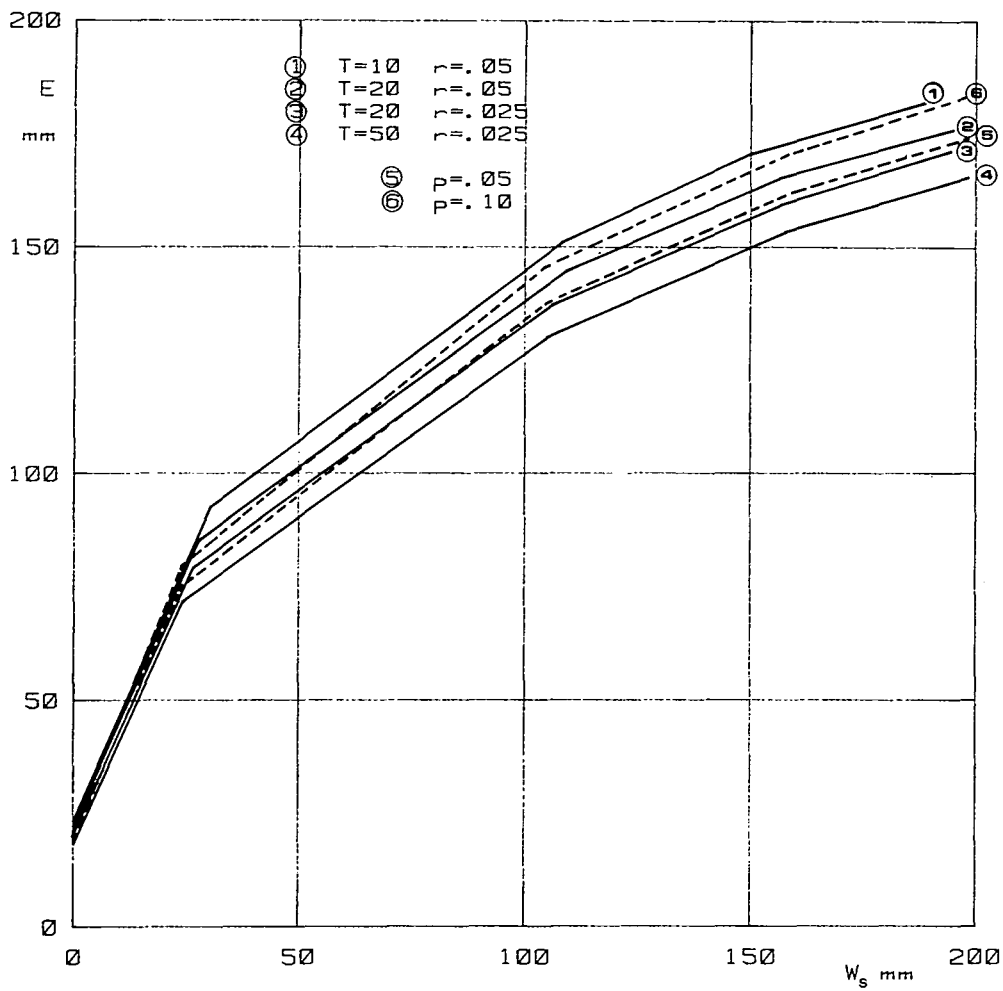


Figura II: 9-9

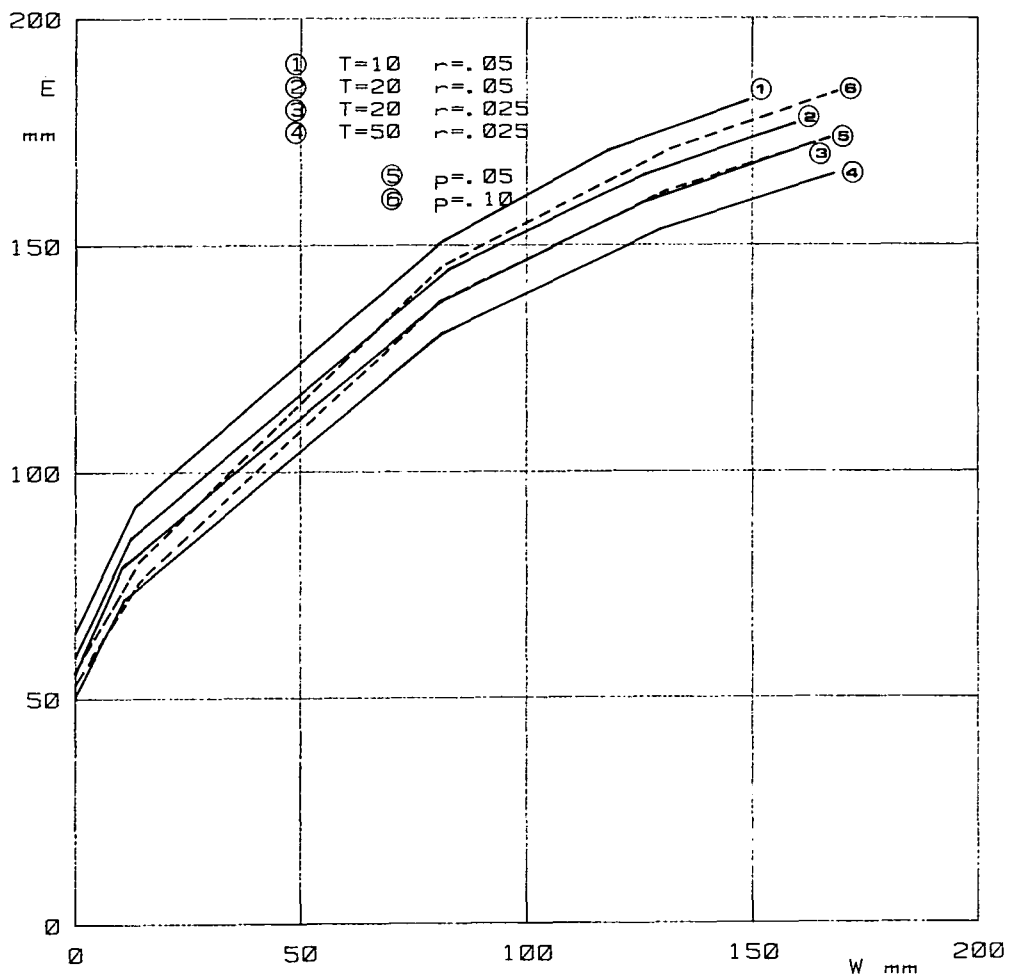


Figura II: 9-10

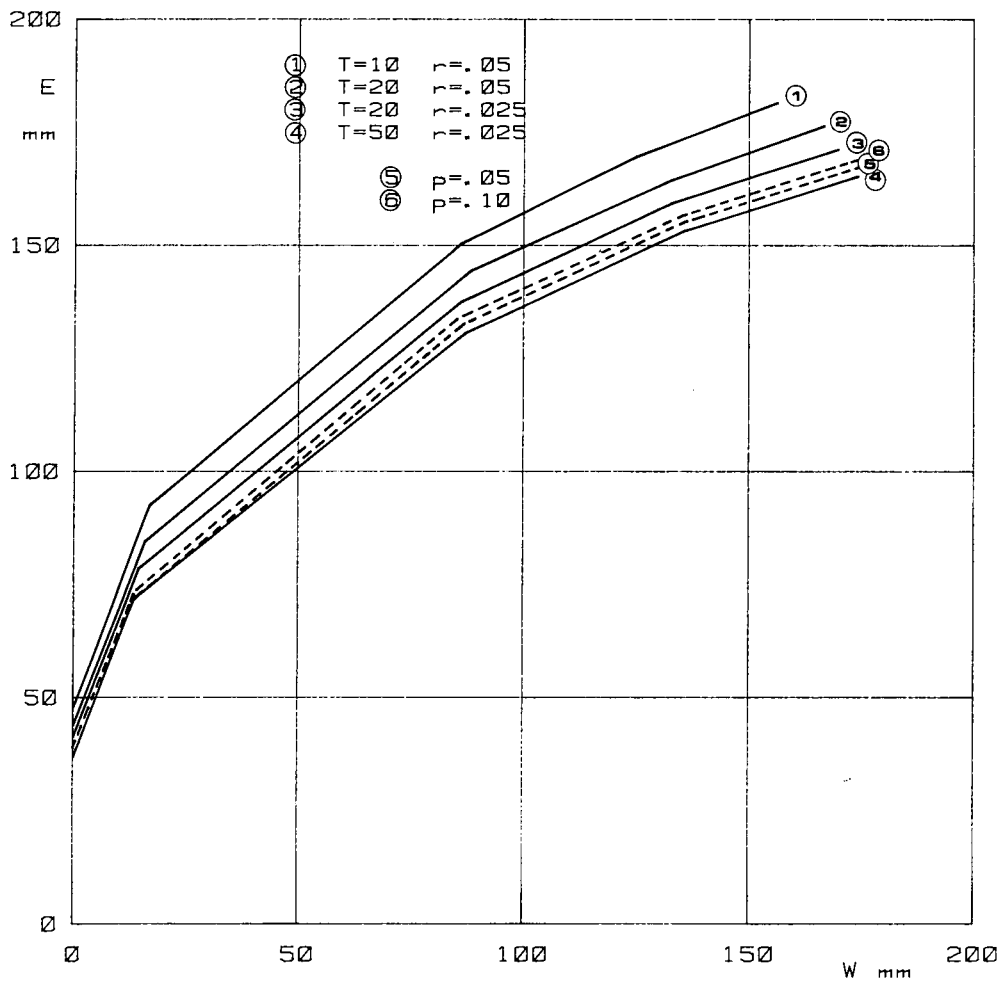


Figura II: 9-11

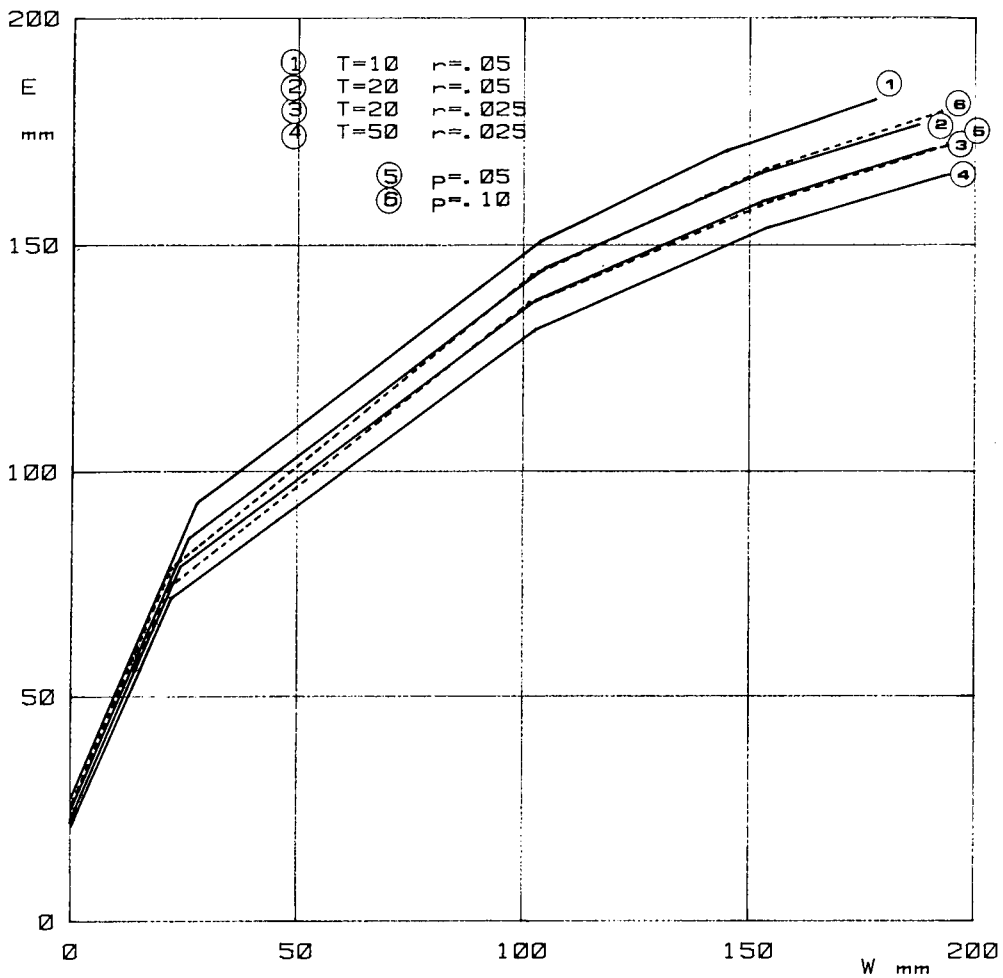


Figura II: 9-12

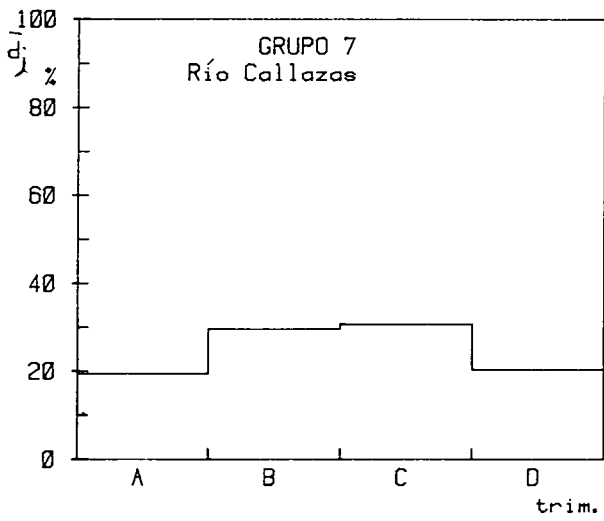


Figura II: 9-13

