SIMULACION A TRAVES DE UN MODELO BIDIMENSIONALDE LA PLANICIE INUNDABLE DEL RIO GUANARE

Por

Samuel Ismael Quisca Astocahuana

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Tesis para optar Grado de Magister Scientiae en obras Hidráulicas

CENTRO INTERAMERICANODE DERSARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA- VENEZUELA
1988

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

A mis padres

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

AGRADECIMIENTO

Al Doctor Hervé Jégat, bajo cuya dirección se realizó la presente tesis y por sus valiosas sugerencias aportadas a la misma; al Doctor Roger Amisial por sus acertadas observaciones proporcionadas al presente trabajo; al Profesor José Mogollón por su importante cooperación y al Director del Centro Ing. Tomás Alberto Bandes, miembro del comité asesor.

A la Organización de Estados Americanos, por la beca concedida para cursar este Postgrado.

A la Universidad Nacional de Ancash "Santiago Antúnez de Mayolo" por el apoyo prestado.

A todo el personal docente, administrativo y de apoyo del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, que de una u otra forma ha colaborado con el desarrollo del presente trabajo.

Al personal del Laboratorio de Computación y de Biblioteca quienes en todo momento colaboraron en mi trabajo.

A la Señora Ana Peñaloza de Torres, así como a la Sra. Lina Ramírez, por el esmero y voluntad en la labor de la mecanografía.

A la Señorita Alicia Usubillaga por la revisión de la publicación final.

A todos mis amigos y personas que de una u otra manera colaboraron conmigo, especialmente a mi amigo Carlos Espinosa.

A Zorayda, por su constante colaboración y apoyo moral brindado durante la realización del presente trabajo.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

INDICE

Página

AGRADECIMIENTO v

LISTA DE TABLAS xi

LISTA DE FIGURAS xiii

LISTA DE SIMBOLOS xvii

RESUMEN xxix

Capítulo

I. INTRODUCCION 1

Objetivos 2

Generales 2

Metodología 3

Revisión de bibliografía 3
Aplicaciones del modelo modificado 4
Aplicación del modelo a casos reales 4
Conclusiones y recomendaciones 4

Importancia del estudio 4

II. REVISION DE BIBLIOGRAFIA 7

Teoría básica del flujo no-permanente 7

Ecuaciones del flujo no-permanente 7
Ecuación de continuidad 8
Ecuación dinámica 9

Modelos basados en ecuaciones bidimensionales 11
Modelos bidimensionales en base a red de canales 12

III. FORMULACION TEORICA Y RESOLUCION NUMERICA 19

La discretización en los modelos 19

Discretización topológica 19
Discretización hidráulica 23

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

INDICE (Continuación)

		Página
	Ecuaciones de flujo.	26
	Ecuación de continuidad para cada celda.	26
	Leyes de descarga entre celdas.	30
	Unión tipo río.	30
	Unión tipo vertedero.	33
	Unión tipo alcantarilla.	35
	Omisión de los términos de inercia.	39
	Formulación numérica.	40
	Problemas computacionales en la simulación del flujo en planicies inundables.	43
	El problema de la pequeña profundidad.	43
	El problema de oscilaciones en el vertedero.	48
	Linealización del flujo sobre el vertedero.	50
	Problema de la inestabilidad del modelo BIDIM.	51
	Ajuste de la fórmula de vertedero para un intervalo de tiempo de simulación Δt.	53
	Ajuste de la fórmula de vertedero en función del ancho de la cresta.	57
	Solución numérica de las ecuaciones diferenciales.	58
	Principios generales.	59
	Condiciones aguas abajo.	65
	Condiciones de borde.	67
	Evaluación de los coeficientes...	71
IV.	ALGORITMO DEL MODELO BIDIM.	77
	Algoritmo general.	77
	Variables utilizadas por el programa.	80
V.	APLICACION DEL MODELO MODIFICADO.	81
	Alcantarilla.	81
	Prueba de sensibilidad de los factores de descarga. . ..	81
	Factor de descarga del flujo tipo 3 COR.	81
	Factor de descarga de los flujos tipo 4 y tipo 5 CVE.	82

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

INDICE (Continuación)

	Página
Precipitación.	83
Río tributario.	86
Vertedero.	86
Comparación con resultados obtenidos por Espinosa. . . .	86
Sensibilidad al intervalo de tiempo de simulación . . .	90
IV. APLICACION AL RIO GUANARE Y ANALISIS DE RESULTADOS. . . .	93
Discretización topológica de la zona.	93
Elaboración y obtención de la información como entrada al modelo BIDIM.	94
Tablas de elevación vs. área superficial para cada celda.	94
Tablas de elevación vs. factor de conducción en las uniones tipo río.	94
Elevación, ancho y coeficientes de descarga de los vertederos.	94
Datos de las alcantarillas.	96
Distancia entre los centros de las celdas y coeficientes de ponderación α en las uniones tipo río.	96
Hidrograma de entrada: condición aguas arriba.	96
Curva de gasto: condición aguas abajo.	98
Caudal tributario: condición de borde.	99
Precipitación.	99
Condiciones iniciales.	100
Análisis de resultados.	101
Cauce sin desbordamiento.	101
Cauce desbordado.	101
Influencia del intervalo de tiempo de la simulación durante el flujo de unión tipo río entre celdas de la planicie.	104
Mancha de inundación producida.	105
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	109
Conclusiones.	109
Recomendaciones.	110
BIBLIOGRAFIA.	113

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

INDICE (Continuación)

		Página
APENDICE I	: Listado del Modelo BIDIM modificado.	115
APENDICE II	: Flujograma detallado del Modelo BIDIM modificado	145
APENDICE III	: Instructivo del Modelo BIDIM.	203
APENDICE IV	: Entrada y salidas del modelo.	243
APENDICE V	: Topología de la zona a estudiar.	301

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE TABLAS

Tabla		página
1	Variación del factor de descarga COR.	81
2	Variación del factor de descarga CVE	82
3	Etapas del tránsito del hidrograma total y sus correspondientes intervalos de simulación utilizados por Espinosa (1985).	88
4	Hidrograma de entrada. Evento del 2-7-58 al 5-7-58. Río Guanare en Puente Coromoto	97
5	Curva de gasto: condición de borde.	99
6	Hidrograma del río Tributario.	100
7	Datos de precipitación en el puente Coromoto	100

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Deducción de la ecuación de continuidad.	8
2	Deducción de la ecuación dinámica.	9
3	Esquematización de una planicie de inundación por celdas de flujo y almacenamiento.	20
4	Discretización de una planicie inundable.	21
5	Esquematización final de un modelo bidimensional. . . .	22
6	Representación gráfica de los tipos de uniones entre celdas.	23
7	División de una sección transversal en elementos discretos.	25
8	Ecuación de continuidad de una celda.	27
9	Definición del coeficiente de ponderación α.	32
10	Unión tipo vertedero entre las celdas i, k.	34
11	Flujo en alcantarilla tipo 1.	36
12	Flujo en alcantarilla tipo 3.	37
13	Flujo en alcantarillas tipo 4 y 5.	38
14	Definición de conducción en la unión tipo río.	44
15	Problema de la pequeña profundidad.	45
16	Relación entre la descarga y el nivel Z_i para pequeña profundidad.	45
17	Ilustración de las oscilaciones del flujo en vertederos entre dos celdas	48
18	Esquema de definición para las relaciones de flujo en vertedero.	50
19	Dependencia de Q sobre $(Z_k - Z_i)$ para $(Z_i - Z_v)$ fijo .	50

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
20	Ilustración de la influencia del intervalo de la simulación durante el desbordamiento.	52
21	Esquema para analizar la relación de la descarga en un vertedero con el intervalo de tiempo de simulación Δt en condiciones de flujo libre.	54
22	Determinación gráfica del factor de corrección FCL. . .	55
23	Esquema de análisis de la relación descarga con Δt para condiciones de flujo sumergido en el vertedero.	56
24	Determinación gráfica del factor de correción FCS. . .	57
25	Definición del ancho ficticio de la cresta del vertedero B*.	59
26	División del área en estudio en celdas.	60
27	Aplicación de la ecuación (3.53) a todas las celdas del grupo central j. Coeficientes de las matrices central, siguiente y precedente.	63
28	Limnigrama como condición de borde.	68
29	Curva de gasto como condición de borde	69

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
30	Relación del nivel-caudal para la celda i.	70
31	Río tribuitario como condición de borde.	71
32	Flujograma general del modelo BIDIM.	79
33	Variación del factor de descarga COR	82
34	Variación del factor de descarga CVE	83
35	Comparación de niveles de agua considerando la precipitación y sin considerarla.	84
36	Influencia de la rugosidad en pequeñas láminas de agua en celdas de la unión tipo río.	85
37	Variación de los niveles de agua en las celdas del cauce aguas abajo de la celda donde descarga el río tributario, con y sin presencia del río tributario.	87
38	Comparación de los limnigramas de celdas del cauce obtenidos en el presente trabajo con los resultados de Espinosa (1985).	89
39	Comparación de los limnigramas de celdas de la planicie obtenidos con los resultados de Espinosa (1985). . .	91
40	Variación del intervalo de tiempo de simulación.	92
41	Esquema topológico de la zona en estudio	95
42	Limnigramas de celdas del cauce e hidrograma de entrada..	102
43	Limnigrama de las celdas de la planicie	103
44	Evolución de la mancha de inundación TT = 172800 s. . .	106

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
45	Evolución de la mancha de inundación TT = 20400 s. .	107
46	Evolución de la mancha de inundación TT = 2592200s . .	108

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Definición
δ	Altura de la rugosidad.
χ	Perímetro mojado.
τ	Esfuerzo al corte en el lecho del cauce natural.
ρ	Densidad.
η	Profundidad del flujo en la ecuación dinámica.
ζ	Profundidad variable en la ecuación dinámica.
A	Datos tabulares del área superficial para diferentes niveles en cada celda.
A	Area de la sección transversal del flujo en la ecuación dinámica.
$A(Z_i)$	Area superficial en la celda correspondiente al nivel Z_i.
$A_i(t_n)$	Area superficial en la celda i correspondiente al tiempo t_n.
$A_i(t_{n+1})$	Area superficial en la celda i correspondiente al tiempo t_{n+1}.
A_M	Area mojada.
AKS	Factor de descarga para el cálculo de flujo tipo 1 en alcantarillas.
AL	Longitud de la alcantarilla.
ALCAN( )	Matriz de datos de las uniones tipo alcantarillas.
ALCANT	Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la unión tipo alcantarilla.
ALFA=α	Coeficiente de ponderación entre los niveles de la celda i, k.
ANM	Rugosidad de la pared de las alcantarillas.
AR ( )	Valor del área superficial en una celda i correspondiente a un nivel interpolado durante la simulación.
B	Ancho longitudinal del vertedero en el programa.
B^*	Longitud del ancho ficticio de la cresta del vertedero.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
BB ( )	Vector correspondiente a la operación [MPAUX].{FAUX} en el cálculo del coeficiente {F} del doble barrido.
BO	Ancho de la sección rectangular de la alcantarilla.
b	Ancho efectivo del vertedero.
C( )	Matriz correspondiente a la operación [MPAUX].[EAUX] en el cálculo del coeficiente [E] y {F}del doble barrido.
CFMV	Variable que ofrece la opción de listar durante la simulación los valores de los coeficientes de intercambio de flujo de las matrices y vectores del doble barrido. Si su valor es SI listará lo anterior.
CHSMT	Subrutina utilizada para cambiar el signo al coeficiente [E] del doble barrido.
CHSV	Subrutina utilizada para cambiar el signo al coeficiente {F} del doble barrido.
COERI	Subrutina que controla el cálculo de los coeficientes PQIIK, PQKIK QIK.
COR	Factor de descarga en la alcantarilla para flujo tipo 3.
CVE	Factor de descarga en la alcantarilla para flujos tipo 4 y tipo 5.
D	Diámetro o altura de la sección de una alcantarilla sea esta circular o rectangular.
D( )	Matriz correspondiente a la operación [MCAUX] + [C] en el cálculo de los coeficientes [E] y {F} del doble barrido.
DAAL( )	Vector de datos característico de una alcantarilla.
DELTAT	Período de tiempo de los registros de precipitación.
DT=Δt	Incremento de tiempo durante la simulación.
DZ( )	Vector correspondiente a los incrementos de nivel en las celdas para cada grupo, durante la simulación.
DZI( )	Vector auxiliar correspondiente al cálculo de los incrementos de nivel en cada celda.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
DZZ( )	Vector auxiliar de los incrementos de nivel en las celdas, calculado en la subrutina SUMV, igual a {G} + {FAUX}.
DX=Δx	Distancia entre centros de las celdas, utilizadas en la unión tipo río.
d_x	Incremento de distancia.
df/dZ_i	Derivada total de la función curva de gasto de la condición de borde aguas abajo con respecto a la celda i.
E ( )	Matriz de coeficiente del doble barrido.
EE( )	Matriz auxiliar del coeficiente [E] calculado en la subrutina MULTM.
EAUX( )	Matriz auxiliar del coeficiente [E] del doble barrido.
E_j	Coeficiente del doble barrido correspondiente al grupo central j.
E_{j-1}	Coeficiente del doble barido correspondiente al grupo precedente j-1.
E_o	Coeficiente del doble barrido correspondiente al grupo precedente 0
E_1	Coeficiente del doble barrido correspondiente al grupo 1.
ESCRIT	Subrutina de escritura de los resultados.
F ( )	Vector coeficiente del doble barrido.
F_f	Fuerza de fricción.
Fg_x	Fuerza de gravedad.
FF( )	Vector auxiliar del coeficiente {F} calculado en la subrutina MULTV.
FAUX( )	Vector auxiliar del coeficiente {F}.
F_j	Coeficiente del doble barrido correspondiente al grupo central j.
F_{j-1}	Coeficiente del doble barrido correspondiente al grupo precedente . j-1
F_o	Coeficiente del doble barrido correspondiente al grupo precedente 0.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
F_1	Coeficiente del doble barrido corespondiente al grupo 1 de doble barrido.
FCB	Factor de corrección del ancho de la cresta.
FCH	Variable de fecha de ejecución de la simulación, suministrada al programa.
FCL	Factor de corrección para flujo libre en el vertedero.
FCS	Factor de corrección para flujo sumergido en el vertedero.
F_i	Fuerza de inercia.
$FIL=\mu_1\sqrt{2g}$	Producto del coeficiente de descarga libre por la raíz cuadrada de dos veces el valor de la constante de gravedad en la unión tipo vertedero.
$FIR=\phi$	Función ϕ en la unión tipo río, calculado en la subrutina RIO.
$FIRP=d\phi/d\bar{Z}$	Variación de la función ϕ con respecto a la profundidad $\Sigma_{i,k}$ en la unión tipo río, calculado en la subrutina RIO.
$FIX=\mu_2\sqrt{2g}$	Producto del coeficiente de descarga sumergido por la raíz cuadrada de dos veces el valor de la constante de gravedad en la unión tipo vertedero.
F_p	Fuerza de presión.
f	Función cualquiera.
G( )	Vector correspondiente a la operación [EAUX] · {DZI}, en el cálculo de los incrementos de nivel en las celdas, calculado en la subrutina MULTV.
g	Constante de gravedad.
H	Carga hidráulica sobre la cresta del vertedero.
H( )	Vector correspondiente a la operación {BB} + {LIAUX} en el cálculo del coeficiente {F}.
h	Profundidad del agua sobre la cresta del vertedero en la condición del flujo sumergido.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
I = i	Indice correspondiente a una celda en el programa.
ICELT( )	Número de la celda a la cual descarga el río tributario.
IMP	Variable correspondiente a la unidad de salida de los resultados.
INFG	Variable de información general suministrada al modelo.
INTAR	Subrutina utilizada para calcular el área superficial en una celda i para un nivel dado mediante interpolación.
INTCB	Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la condición de borde aguas abajo, mediante interpolación.
INTHID	Subrutina utilizada para interpolar linealmente el caudal correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hidrograma de entrada.
INTHQT	Subrutina que interpola linealmente el caudal del río tributario correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hidrograma del río tributario.
INTKK	Subrutina utilizada para calcular la conducción y la variación de la misma con respecto a la profundidad en la celda mediante interpolación.
INTS	Intervalo de tiempo de simulación.
INV	Subrutina utilizada para calcular la inversa de una matriz.
IMP	Variable correspondiente a la unidad de salida de los resultados.
J	Indice correspondiente al número de orden de los datos tabulares del área y la conducción.
j	Indice correspondiente al número de elementos de discretización de una sección transversal del cauce.
K=k	Indice correspondiente a una celda k adyacente a una celda i.
KK=K(Z_i)	Valor de la conducción en una celda i, correspondiente al nivel en la misma, calculado en la subrutina INTKK.
K_k	Valor de la conducción de la celda k.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
KEMV	Contador que controla el salto de página en la opción de escribir las matrices y vectores correspondientes de los grupos de celdas.
KEI	Contador que controla el inicio de la escritura de los resultados de cada celda i, por línea, en la subrutina ESCRIT.
KEF	Contador que controla el final de la escritura de los resultados de cada celda i, por línea, en la subrutina ESCRITi.
KIK=$K_{i,k}$	Valor de la conducción entre las celdas i y k, calculado en la subrutina RIO.
KIKP	Variación de la conducción respecto a la profundidad $\bar{Z}_{i,k}$, calculado en la subrutina RIO.
KND( )	Datos tabulares de la conducción para diferentes niveles en cada celda.
KP	Variación de la conducción con respecto al nivel en la celda i, calculado en la subrutina INTKK.
KPIMP	Contador para impresión.
KPRINT	Variable que indica cada cuantos intervalos de simulación se imprimirán los resultados.
KPTMX	Número de puntos del hietograma de precipitación.
KQTMX	Número de puntos del hidrograma del río tributario.
KTMX	Contado de tiempo máximo de simulación.
KTS	Contador de los intervalos de simulación.
KZB	Indice de variación tabular de la curva de gastos de la condición de borde aguas abajo.
L	Contador de cálculo de los grupos para inicialización de las matrices, coeficiente de unión tipo vertedero, coeficientes {E} y {F}, e incrementos de nivel.
LI( )	Vector del término libre de la ecuación de continuidad.
L_c	Término libre de la ecuación de continuidad para un grupo central.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
Lj	Término libre de la ecuación de continuidad para el grupo j.
L_1	Término libre de la ecuación de continuidad para un grupo 1.
LEC	Variable correspondiente a la unidad de entrada de los datos.
LIAUX( )	Vector auxiliar del término libre de la ecuación de continuidad.
LTZ	Variable que indica el número de puntos que definen la curva de gasto aguas abajo.
MC( )=M_c	Matriz central de coeficientes.
MCAUX( )	Matriz central auxiliar de coeficientes.
MP( )=Mp	Matriz precedente de coeficiente.
MPAUX( )	Matriz precedente auxiliar de coeficientes.
MS( )=M_S	Matriz siguiente de coeficientes.
MSAUX( )	Matriz siguiente auxiliar de coeficientes.
MULTM	Subrutina utilizada para calcular el producto de dos matrices.
MULTV	Subrutina utilizada para calcular el producto de una matriz por un vector.
Mj	Matriz central de coeficientes para el grupo j.
M_{j-1}	Matriz precedente del grupo j.
M_o	Matriz precedente del grupo 1.
M_1	Matriz central del grupo 1.
m	Número total de elementos de discretización de una sección transversal del cauce.
N	Indice de designación del elemento de la matriz central en los coeficientes de unión vertedero.
NAL	Número de alcantarillas que se presenta en una unión tipo alcantarilla.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
NC	Número de celda del modelo.
NF	Número de filas del modelo.
NFAL	Forma geométrica de la sección transversal de la alcantarilla.
NG	Número de grupo del modelo.
NMAX	Número máximo de iteraciones a realizar durante la simulación.
NQT	Indice de la variación del número de orden de los ríos tributarios existentes.
NRT	Número de ríos tributarios existentes.
NUNAL	Número de uniones tipo alcantarilla que se presentan según la secuencia UNCEL(II).
n	Rugosidad de Manning.
OPCN	Variable de comparación de la opción de listar o no, durante la simulación, las matrices y vectores del doble barrido. Su valor asignado es SI.
P	Valor tabular de la precipitación en el hietograma.
P	Fuerza de presión hidrostática en la sección transversal del flujo.
P_i=PP	La precipitación en términos de descarga.
PI	Valor interpolado de la precipitación en la subrutina PRECI.
PQIIK=$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i}$	Variación del caudal de la celda k a la celda i, con respecto al nivel de agua en la celda i.
PQKIK=$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k}$	Variación del caudal de la celda k a la celda i con respecto al nivel en la celda k.
PQIKI=$\frac{\partial Q_{k,i}}{\partial Z_i}$	Variación del caudal de la celda i a la celda k con respecto al nivel de la celda i.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS(Continuación)

Símbolo	Definición
$PQKKI = \frac{\partial Q_{k,i}}{\partial Z_k}$	Variación del caudal de la celda i a la celda k con respecto al nivel en la celda k.
PRECI	Subrutina utilizada para interpolar linealmente la precipitación.
PRY	Variable de información del proyecto a simular con el modelo BIDIM.
Q	Caudal.
QA	Caudal interpolado linealmente en el hidrograma aguas arriba para un tiempo dado, calculado en la subrutina INTHID.
QAB( )	Valor tabular del caudal en la curva de gasto de la condición de borde aguas abajo.
QAR( )	Valor tabular del caudal del hidrograma en la condición de bordes aguas arriba.
QB	Valor del caudal en la curva de gasto de la condición de borde aguas abajo, interpolado para un nivel dado en la celda 3, calculado en la subrutina INTCB.
$QIK=Q_{i,k}$	Caudal que fluye de la celda k a la celda i.
$Q_{i,T}$	Caudal que aporta el río tributario a la celda del cauce.
$QKI=Q_{k,i}$	Caudal que fluye de la celda i a la celda k.
QPB	Variación del caudal en la curva de gasto aguas abajo, con respecto a un nivel dado.
QRT	Valor del caudal en el hidrograma del río tributario, interpolado linealmente para un tiempo dado durante la simulación, calculado en la subrutina INTHQT.
QUNIT	Caudal unitario que fluye por el vertedero.
q	Caudal unitario.
R	Radio hidráulico.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
RIO	Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la unión tipo río.
S	Pendiente de la superficie de agua.
Sf	Pendiente de fricción.
SGN	Variable que define el sentido del flujo en la unión tipo río.
SUMM	Subrutina utilizada para calcular la suma de matrices.
SUMV	Subrutina utilizada para calcular la suma de vectores.
T	Valores tabulares de los tiempos del hidrograma de entrada.
TMAX	Tiempo máximo de simulación.
TP	Valor tabular del tiempo en el hietograma de precipitación.
TQT( )	Arreglo tridimensional de valores tabulares del tiempo versus caudal de los hidrogramas de los ríos tributarios.
TT	Valores de tiempo transcurrido durante la simulación.
t	Tiempo.
U_k	Velocidad de flujo.
UNCEL( )	Valores del índice de unión de celdas.
V	Volumen.
V_1	Volumen disponible a transmitirse a la celda de la planicie.
V_2	Volumen descargado en el vertedero durante el tiempo Δt.
VERT	Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la unión tipo vertedero.
Y( )	Profundidad en la sección de flujo en la celda.
Y	Profundidad en la cresta del vertedero.
$Z( )=Z_i$	Cota del nivel de agua en la celda referenciada a un datum.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
ZAB( )	Valor tabular del nivel de la curva de gasto de la condición de borde de aguas abajo.
ZC( )	Valor tabular del nivel en las tablas de nivel VS área superficial para cada celda.
ZF( )	Cota de fondo de la celda referenciada a un datum.
$\bar{Z}_{i,k}$	Valor ponderado del nivel entre las celdas i y k
Z_k( )	Valores tabulares del nivel en las tablas de nivel VS. factor de conducción.
Z_o	Cota del lecho del cauce.
ZV=Z_v	Elevación de la cresta de los vertederos, en la unión tipo vertedero.
Σ	Sumatoria.
ϕ	Función de conducción entre las celdas i y k.
ϕs	Factor de descarga libre del vertedero.
$\phi 1$	Factor de descarga sumergida del vertedero.
τ	Valor promedio en un intervalo de tiempo.
θ	Factor de ponderación utilizados por los métodos implícitos de las D.F.
μ_1	Coeficiente de descarga libre del vertedero.
μ_2	Coeficiente de descarga sumergida del vertedero.
ΔA_i	Incremento de área superficial en la celda i.
Δt	Incremento de tiempo.
θ_{or}	Factor de descarga en alcantarillas para flujo tipo 3.
θ_{VE}	Factor de descarga en alcantarillas para flujo tipo 4 y 5.
ΔZc	Incremento de nivel en las celdas de un grupo central.
ΔZp	Incremento de nivel en las celdas del grupo precedente.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
ΔZ_j	Incremento de nivel en las celdas del grupo central j.
ΔZ_{j-1}	Incremento de nivel en las celdas del grupo j-1.
ΔZ_k	Incremento de nivel en la celda K, ficticia para un limnigrama como condición de borde.
ΔZ_o	Incremento de nivel en las celdas grupo precedente 0.
ΔZ_1	Incremento de nivel en las celdas del grupo 1.
ΔZ_2	Incremento de nivel en las celdas del grupo siguiente 2.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

RESUMEN

Se presentan las modificaciones introducidas a un modelo bidimensional de celdas de flujo y almacenamiento, también la comparación de resultados con otros trabajos relacionados a este tema, así como su aplicación a la planicie inundable del río Guanare.

Las ecuaciones resultantes en el modelo modificado son discretizadas en un esquema de diferencias finitas totalmente implícito, no considerando los términos de inercia para los intercambios de caudal y se utiliza el método del doble barrido para la solución de las ecuaciones.

Se comparan resultados obtenidos con el modelo modificado con trabajos anteriores relacionados a este tema. Del análisis de resultados se concluye que la fuente generadora de inestabilidad para intervalos de tiempos mayores se produce por la unión tipo río, la unión tipo vertedero ya no presenta influencia en la inestabilidad; la unión tipo alcantarilla no gravita en la inestabilidad, mientras que la introducción de la precipitación sí la genera; la introducción de ríos tributarios capacita al modelo para simular el fenómeno de la inundación con una aproximación satisfactoria.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO I

INTRODUCCION

Las tierras aledañas a los ríos y cauces menores siempre han ofrecido ventajas para el asentamiento de desarrollos humanos. Las llanuras aluviales son propicias para la agricultura y su proximidad a un cauce fluvial ofrece facilidades para el abastecimiento de agua, generación de energía, recreación, evacuación de afluentes, transporte y comunicación, pesca y otras ventajas. Pero también sirven para que pasen los volúmenes de agua que exceden la capacidad del cauce en épocas de crecientes naturales. Las inundaciones fluviales representan por tanto un riesgo que en condiciones extremas se convierte en peligro para las vidas y propiedades humanas.

Para formular medidas tanto ingenieriles como administrativas tendientes a reducir los efectos peligrosos de las inundaciones, es necesario determinar una o más de las siguientes características:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

1. La máxima elevación alcanzada por una determinada creciente y el tiempo que se mantiene la misma. Esta información es necesaria para el planteamiento y diseño de las estructuras de control y de protección.

2. El caudal pico, el cual es necesario para el diseño de las secciones características del cauce.

3. El volumen total de agua involucrado en la creciente, para el diseño de embalse de control.

4. El área inundada, relacionada con la máxima elevación alcanzada por la creciente, con el fin de evaluar y/o evitar los daños producidos por la inundación.

5. El tiempo de duración de la creciente, el cual es importante para estimar medidas preventivas tendientes a reducir los daños por la inundación.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Con el fin de determinar las características anteriormente mencionadas, se ha recurrido a técnicas sofisticadas de modelos matemáticos, modelos físicos y modelos de analogía eléctrica.

La propagación del flujo en ríos es complicada debido a que las características hidráulicas de la planicie de inundación son distintas a las del cauce, y además porque la planicie provee áreas muertas de almacenamiento o zonas donde la velocidad del flujo es despreciable, y se torna aún más complejo desde el punto de vista hidráulico cuando las aguas desbordan el cauce y se propagan libremente por la planicie de inundación. Por otro lado, las ecuaciones matemáticas que describen este fenómeno, no tienen solución analítica hasta la fecha, debido a su complejidad. Generalmente las ecuaciones son resueltas simplificando las condiciones de flujo, generando resultados que son aceptables a los propósitos ingenieriles.

Los modelos matemáticos para simular las condiciones del flujo en el cauce y la planicie están basados en la formulación y solución de relaciones matemáticas que expresan principios hidráulicos conocidos. Existen dos clases de modelos matemáticos bidimensionales para planicies de inundación. Una es realmente bidimensional, basada en las ecuaciones desarrolladas en dos direcciones, sin términos de inercia. Y otra basada en una red de canales conectados por leyes de compatibilidad en los nodos y cada canal es tratado como flujo unidimensional. A esta segunda clase pertenecen los modelos de celdas de flujo y almacenamiento los cuales simulan el flujo bidimensionalmente mediante el intercambio de flujo entre celdas en dos direcciones pero con carácter unidimensional.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Objetivos

Generales

1. Simular el tránsito de una crecida a través de la planicie inundable del río Guanare, mediante un modelo de celdas de flujo y almacenamien-

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

to y comparar los resultados con resultados obtenidos en estudios realiza - dos, similares al presente trabajo.

2. Ampliar, perfeccionar y hacer funcional al modelo BIDIM desde el punto de vista operativo.

Específicos

1. Estudiar y reducir la inestabilidad del modelo para intervalos de tiempo de simulación mayores.

2. Realizar la modificaciones pertinentes al modelo para tomar en cuenta la precipitación durante el tránsito de la crecida.

3. Considerar en el modelo la entrada de caudales de los ríos tributarios en el cauce.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4. Introducir en el modelo la unión tipo alcantarilla.

5. Aplicar el modelo al río Guanare.

Metodología

Revisión de bibliografía

Se revisará la bibliografía existente sobre modelos de simulación de flujo en las planicies y sobre las aplicaciones realizadas con dichos modelos. También se revisa la bibliografía que expone los fundamentos y desarrollo del modelo de celdas de flujo y almacenamiento tanto en su aspecto matemático como hidráulico.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Aplicaciones del modelo modificado

En base al modelo de celdas de flujo y almacenamiento desarrollado inicialmente por Domínguez en 1982 y posteriormente continuado por Espinoza en 1985, denominado BIDIM, se realizarán las modificaciones y ampliaciones pertinentes a fin de lograr los objetivos del presente trabajo. Se introducirá en el modelo controles internos que restrinjan los intercambios de flujo de agua entre las celdas a los volúmenes almacenados disponibles para ser transmitidos y así reducir la inestabilidad del modelo para intervalos de tiempo de simulación mayores. Se realizarán pruebas de sensibilidad de los coeficientes de descarga COR y CVE de la unión tipo alcantarilla, del intervalo de tiempo de simulación INTS; se compararán los resultados obtenidos del modelo modificado con los resultados del modelo sin modificar obtenidos en trabajos anteriores; se ejecutarán corridas del modelo tomando en cuenta la precipitación y omitiéndola, para luego comparar resultados; y finalmente se hará un ejemplo de corrida del modelo considerando ríos tributarios.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Aplicación del modelo a casos reales

Se realizan aplicaciones a los ríos Escalante y Guanare para estudiar el comportamiento del modelo. Se efectúa la discretización topológica en las zonas a estudiar y se hacen las modificaciones pertinentes al modelo BIDIM, para que admita las condiciones impuestas por la topología de las zonas. Aplicar el modelo a las zonas en estudio. Se realiza un análisis de los resultados.

Conclusiones y recomendaciones

En base a los resultados obtenidos se elaboran las conclusiones y recomendaciones.

Importancia del estudio

Con el presente estudio se verificarán y ampliarán las posibilidades de aplicación del modelo BIDIM a casos reales donde se desee simular el trán

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

sito de una crecida en ríos con planicies inundables. Cabe mencionar que este tipo de modelo ha dado muy buenos resultados en otros países de Europa, América y Asia. Por lo tanto se dispondrá de una herramienta muy útil para el estudio de problemas ingenieriles que involucren inundaciones, utilizando moderadamente la capacidad del computador, información topográfica básica y convencional y un tiempo relativamente corto.

Con el modelo bidimensional para planicies inundables se podrá determinar la mancha de inundación generada por una determinada crecida, lo cual es necesario para la planificación del uso racional y explotación de la planicie.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO II

REVISION DE BIBLIOGRAFIA

Teoría básica del flujo no - permanente

El estudio del flujo no-permanente en canales o cauces naturales se inició hace más de doscientos años, cuando los matemáticos Lagrange y Laplace publicaron las primeras ecuaciones del movimiento de pequeñas ondas en aguas poco profundas. Casi cien años más tarde, en 1871, Barré de Saint Venant desarrolló las ecuaciones que representan el flujo unidimensional no-permanente en canales. Este sistema de dos ecuaciones diferenciales no lineales con derivadas parciales son de tipo hiperbólico y no tienen soluciones analíticas generales conocidas hasta la fecha.

Se han desarrollado varios métodos numéricos para resolverlos. Esos métodos se dividen en dos clases principales: los que se basan en la formulación de características de las ecuaciones de Saint Venant y las que usan un método de diferencias finitas aplicado a la forma original de las mencionadas ecuaciones. Existe una tercera clase de métodos que usan aproximaciones o formas simplificadas de esas ecuaciones para resolver el problema del flujo no permanente.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Ecuaciones del flujo no-permanente

Se derivan las ecuaciones del flujo no-permanente de agua en cauces naturales, en condiciones de agua poco profunda. Las hipótesis que permiten el desarrollo de estas ecuaciones son las siguientes:

- Flujo unidimensional, incompresible y gradualmente variado
- La distribución de presión se considera hidrostática.
- La resistencia al flujo puede ser aproximada a través de fórmulas y coeficientes de resistencia para flujo permanente.
- La pendiente del fondo del canal es pequeña, cos θ es igual a la unidad.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Eso significa que cuando no se cumple una o más de esas hipótesis, las ecuaciones que se van a derivar, no se aplicarán correctamente.

Ecuación de continuidad

En la Figura 1, la superficie de agua en el tiempo t toma la posición BB y en el tiempo t + Δt la posición B'B'; tomando un volumen de referencia limitado por las secciones 1 y 2, separados por una distancia infinitesimal dx, se establece que el volumen de agua almacenado abcd es igual a la diferencia entre el volumen que entra por la sección 1, menos el volumen que sale por la sección 2 durante un mismo intervalo de tiempo Δt.

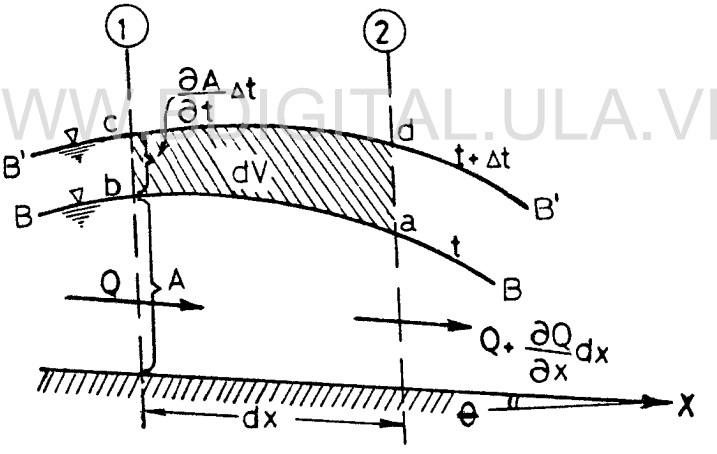


Figura 1. Deducción de la ecuación de continuidad.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ó sea que:

$$dV = \left(\frac{\partial A}{\partial t}\Delta t\right)dx = Q.\Delta t - \left(Q + \frac{\partial Q}{\partial x}dx\right).\Delta t$$

y como Q es igual a U.A, entonces:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial (uA)}{\partial x} = 0 \qquad (2.1)$$

Ecuación dinámica

Haciendo referencia a la Figura 2, se toma un volumen elemental de referencia limitado por las secciones 1 y 2 y la superficie de agua BB, aplicando la ecuación de equilibrio dinámico, la cual establece que la suma de todas las fuerzas proyectadas en la dirección del movimiento que actúan sobre el volumen elemental de agua es igual a cero.

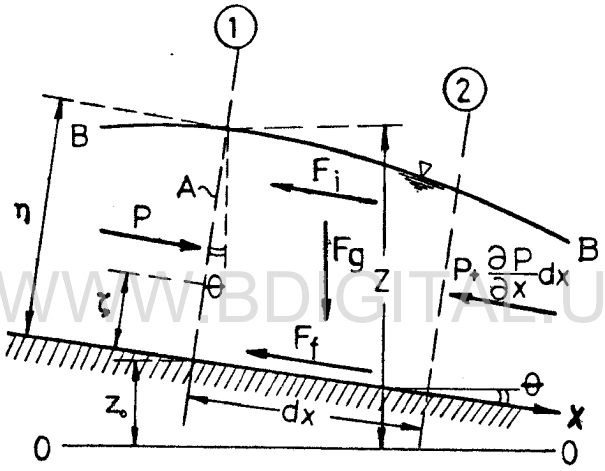


Figura 2. Deducción de la ecuación dinámica.

$$Fx = Fg_x + Fp - Ff - Fi = 0$$

- Fuerza de gravedad:

$$Fg_x = \rho . gAdx \text{ sen } \theta$$

Fuerza de presión:

$$Fp = P-(P + \frac{\partial P}{\partial x} dx) = - \frac{\partial P}{\partial x} dx$$

Si el ancho de la sección está dada en función de la profundidad:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$b = f(\zeta)$$

donde la profundidad del flujo varía en los límites:

$$0 \leq \zeta \leq \eta$$

El área de la sección 1 será:

$$A = \int_o^{\eta} f(\zeta)\, d\zeta$$

La fuerza de presión en la sección 1 es:

$$P = \rho g \cos \theta \int_o^{\eta} (\eta - \zeta)\, f(\zeta)\, d\zeta$$

Diferenciando se obtiene:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$\frac{\partial P}{\partial x}\, dx = \rho g \cos \theta \frac{\partial \eta}{\partial x} A dx$$

- Fuerza de fricción:

$$Ff = \tau \chi dx = \rho g A S_f dx$$

donde:

τ esfuerzo al corte en el lecho del cauce natural
χ perímetro mojado
Sf pendiente de fricción

- Fuerza de inercia:

$$Fi = \rho A dx \cdot \frac{du}{dt} = \rho A dx \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t}\right)$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Aplicando la ecuación de equilibrio dinámico y dividiendo entre $(\rho.dx)$ se tiene:

$$gA\sin\theta - g\,A\cos\theta\,\frac{\partial \eta}{\partial x} - gASf - A\left(u\,\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t}\right) = 0$$

Considerando la hipótesis de que la pendiente del fondo del canal es pequeña, es decir:

$$\text{sen}\ \theta = \text{tg}\ \theta = So$$

o sea:

$$\cos\theta \approx 1 \qquad y \qquad \eta \approx h$$

donde h es la profundidad del flujo. Además que:

$$Q = uA$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Sustituyendo y agrupando, se llega a:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A}\right) + gA\,\frac{\partial h}{\partial x} = gA\,(S_o - Sf) \qquad (2.2)$$

Las ecuaciones (2.1) y (2.2) son las ecuaciones de flujo no-permanente en cauces naturales.

Modelos basados en ecuaciones bidimensionales

Cheng (1979) establece que en casos tales como flujo en estuarios o canales irregulares y planicies de inundación, las velocidades del flujo en la dirección transversal y longitudinal son comparables y por lo tanto el flujo es predominantemente bidimensional. Refiere además que una buena aproxima - ción al flujo tridimensional en canales es suponerlo bidimensional en dos direcciones horizontales, promediando en la dirección vertical las propiedades del flujo. Las ecuaciones así planteadas las resuelve basándose en un esquema

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

de diferencias finitas y en un esquema de elementos finitos. De los resultados obtenidos establece que el método de elementos finitos no es apropiado, desde el punto de vista práctico, para flujo no permanente bidimensional, debido a que requiere gran capacidad de memoria de computador y tiempo de procesamiento, pese a que puede representar mejor la configuración real del cauce, optando por lo tanto por el método de diferencias finitas. Es preciso señalar que este modelo ha sido desarrollado básicamente para el tránsito de sedimentos.

Chandrashekar, Muir y Unny (1975), basándose en las ecuaciones de Navier-Stokes, desarrollan un modelo bidimensional, describiendo la superficie libre del flujo en un sistema fluvial que puede incluir islas y afluentes. Plantean y resuelven las ecuaciones mediante un esquema bidimensional de diferencias finitas del tipo implícito con operador central.

Martínez (1981), desarrolla un modelo para simular flujo en riberas y drenaje de áreas planas cercanas a ríos, mediante una aproximación que consiste en considerar dos modelos distintos que interrelacionan uno al otro. Simula el flujo en el cauce mediante un modelo unidimensional aplicando las ecuaciones de Saint-Venant, y el flujo en la planicie mediante un modelo bidimensional utilizando las ecuaciones de movimiento de aguas poco profundas. El sistema unidimensional es resuelto mediante un esquema de diferencias finitas del tipo implícito, realizando en el mismo un análisis de estabilidad en base al factor de ponderación θ. El sistema bidimensional también es tratado bajo un esquema de diferencias finitas conocido como ADI. Los dos modelos al interactuar determinan el intercambio de flujo entre el cauce y la planicie. La interacción de los dos modelos simula conjuntamente el proceso de inundación y drenaje de la planicie.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Modelos bidimensionales en base a red de canales

Debido a que la velocidad del flujo en la planicie inundable es relati

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

vamente baja, la aproximación más simple para simular el flujo consiste en considerar la misma como zona de almacenamiento muerto. Se han realizado diversos estudios con esta conceptualización de la planicie, Liggett (1975) y Ligget y Cunge (1970), pero Cunge, Holly y Verwey (1980) establecen que es muy difícil definir el área viva que contribuye mayormente al caudal.

Fread (1976) desarrolla un modelo matemático de tránsito en planicies inundables, basándose en las ecuaciones de Saint-Venant con algunas modificaciones. Entre las restricciones del modelo de Fread, están:

- No considera directamente la influencia de la variación de velocidades y los diferentes grados de rugosidad en el cauce principal y en la planicie inundable.

- No considera la influencia de áreas muertas de almacenamiento.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

- No considera pérdidas de energía debido a la interacción del flujo del cauce y la planicie.

- No se puede simular el flujo en curvas del río, debido a la consideración unidimensional del flujo.

- El modelo no se presta para el mapeo de planicies inundables puesto que no representa la verdadera topografía de la planicie.

Mogollón (1979) desarrolla un estudio del tránsito de avenidas en ríos con planicies inundables, mediante los métodos de tránsito cinemático y dinámico, basados en un esquema implícito de diferencias finitas de cuatro puntos. Considera las características propias de las planicies inundables, como son: pendiente pequeña, meandreo e irregularidad de las secciones transversales del río. Considera el flujo en el cauce y en la planicie separadamente y ambos desde un punto de vista unidimensional. Sus conclusiones indican que el método cinemático es aplicable a ríos de flujo supercrítico, propio de ríos montañosos; para ríos de planicies inundables donde prevalece el flujo subcrítico se

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

ñala al método dinámico como el más apropiado. Al respecto Jégat (1982) tiene que para flujo supercrítico la aproximación de la onda cinética da cualquiera que sea el número de flujo cinemático, el flujo es subcrítico, entonces la aproximación de la onda cinética es válida si el número de flujo cinemático es alto, o sea, si el hidrograma es suave; finalmente concluye que el método cinemático se puede usar para simular el flujo en ríos de alta pendiente así como el escurrimiento superficial, flujo supercrítico, pero que es aplicable al caso de ríos de poca pendiente, como los ríos de llanura, sólo cuando las variaciones de caudal no son muy rápidas.

Entre las recomendaciones de Mogollón (1979) figura la consideración de la bidimensionalidad del flujo en la planicie y un análisis comparativo con el modelo por él desarrollado. Dado que el flujo en la planicie de inundación no sigue una dirección predominante, ya que su dirección está condicionada a los accidentes topográficos y condiciones hidráulicas existentes que pudieran modificar el flujo, tales como diques, carreteras, estructuras de control, la aproximación utilizada en este estudio no siempre es aplicable.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Weiss y Midgley (1978) señalan que una conceptualización de la planicie en celdas es especialmente adecuada para el tránsito de crecidas a través de sistemas fluviales complejos, los cuales son divididos en tramos que son tratados como celdas de almacenamiento y de flujo a la vez, lo mismo que la planicie de inundación. El intercambio de flujo entre las celdas puede ser representado por leyes hidráulicas conocidas, como la ecuación de Manning y ecuaciones de descarga en vertederos y orificios.

Vreugdenhil (1973) considera bajo este mismo concepto que un canal o sistema de canales puede ser tratado como una serie de celdas de pequeño almacenamiento, en el centro de las cuales los niveles de agua son calculados. Las celdas son llamadas nodos de la red o del sistema. Resuelve las ecuaciones resultantes mediante un esquema implícito de diferencias finitas.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Servik y Yen (1973), Yen (1979) y Yen y Akan (1976) adoptan similar concepto para el problema de confluencia de ríos.

Balloffet y Sahagun (1976) utilizan el mismo esquema de celdas para el estudio del control de inundaciones del río Bicol, en Filipinas, destacando que este esquema puede ser utilizado para analizar problemas bidimensionales. Resuelven las ecuaciones mediante un esquema explícito de diferencias finitas, justificándolo por el poco número de celdas que esquematizan el río Bicol y por la corta duración de la avenida.

Vincens, Harley y Schaake (1975) dividen la planicie de inundación en segmentos, a las cuales aplican las ecuaciones de flujo no permanente sin términos de inercia, reduciendo la ecuación dinámica a un balance entre las fuerzas gravitacionales. Utilizan un esquema de elementos finitos para la solución de las ecuaciones, obteniendo así una mejor discretización del área en estudio. Se establece que la distribución bidimensional del flujo no se refiere a las ecuaciones de flujo no permanente en dos dimensiones espaciales, sino más bien a la situación física en la cual el cauce y las celdas de almacenamiento forman una malla de elementos conectados en dos direcciones en el plano horizontal. Cunge et al (1980) definen esta situación física con el término cuasi-bidimensional.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Thirriot y Gaudu (1971) sostienen que a pesar de las osadas hipótesis de base para considerar el problema bidimensionalmente, el método propuesto de esquematización de planicies es satisfactorio para propósitos ingenieriles.

Sogreah (1978) presenta un modelo para simulación de flujo no permanente unidimensional y bidimensionalmente en ríos y sus planicies de inundación. El modelo llamado "El Sistema Carima" será descrito a continuación:

El Sistema Carima fue desarrollado por Sogreah en 1976 - 1977 y constituye una fuerte herramienta para simulación de flujo en canales abiertos. Reune en un solo modelo muchas técnicas tradicionales de cálculo y otras nuevas desarrolladas por Sogreah en los últimos años. Los criterios que sirvieron de

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

base para el desarrollo del modelo Carima, fueron los siguientes:

- El programa debería ser capaz de tratar simultáneamente la unidimensionalidad del flujo en el cauce con las ecuaciones completas incluyendo el término de inercia y por otra parte los fenómenos de almacenamiento y flujo en la planicie de inundación, sin ninguna restricción fundamental en la forma según la cual estos dos regímenes son físicamente posibles.

- Debería ser posible para el usuario esquematizar el modelo sin preocuparse en su configuración topológica. Poseer un sistema de verificación automático de datos y parámetros del modelo, además de poseer cierta flexibilidad en la utilización de la capacidad de memoria del computador.

El sistema está implementado para simular el efecto de las modificaciones naturales o artificiales en el cauce del río o en la planicie de inundación y los efectos de estas modificaciones sobre la propagación de la onda de la creciente o sobre el flujo en régimen permanente en el cauce.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Entre los problemas específicos que el modelo ayudaría a resolver, están:

- La perturbación originada por un terraplén de carretera, un puente o cualquier otra obra hidráulica que intersecte el cauce ordinario de un río o su planicie inundable.

- Dragado de canales y ampliación de éstos.

- Balance de flujo en estiaje.

- La determinación de la geometría de un dique de protección para control de inundaciones.

- Las políticas de explotación de las retenciones de agua en embalses artificiales.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

- La conservación de cuencas y los problemas de navegación fluvial.

El modelo trata dos regímenes básicos para crecientes, uno como flujo unidimensional en el cauce principal y los cauces menores del río representados por ecuaciones que toman en cuenta el término de inercia, y otro como flujo bidimensional representado por ecuaciones sin términos de inercia y ecuaciones de flujo en vertederos.

El flujo unidimensional está representado por un conjunto de puntos de cálculo definidos, cada punto corresponde a una sección transversal cuya geometría ha sido determinada. Estos puntos han sido unidos por tramos de cálculo unidimensionales, promediándose las conducciones entre dos puntos sucesivos de cálculo para considerar el flujo de un punto a otro. Estos puntos pueden formar una red mallada en el caso de bifurcaciones del cauce principal.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

El flujo bidimensional en la planicie es simulada por medio de celdas que se comunican entre sí, la relación entre volumen de almacenamiento y nivel de agua en cada celda es conocida o estimada. El flujo entre celdas se supone que obedece a una ley de resistencia, en caso de unión tipo río, o a otra tipo vertedero. La delimitación de las celdas y de las uniones entre ellas se determina de ser posible mediante límites naturales, tales como terraplenes de carreteras, diques, etc. El cálculo de flujo bidimensional está basado en la continuidad del volumen para cada celda y sobre leyes que gobiernan el flujo sin términos de inercia.

Domínguez (1982), desarrolla un modelo bidimensional por celdas de flujo y almacenamiento, para el estudio de tránsito de crecidas para cauces naturales con su planicie de inundación. Considerando un cauce birectangular, obtiene ecuaciones resultantes, las cuales son discretizadas mediante un esquema de diferencias finitas totalmente implícito; no considera los términos de inercia para los intercambios de caudal. Para la solución de las ecuaciones utiliza el método del Doble Barrido. Del análisis de los resultados concluye que el modelo bidimensional no presenta problemas de

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

inestabilidad para relaciones de ancho planicie y ancho cauce mayores de 20 y para situaciones en que la planicie no contribuya con flujo al cauce. El modelo desarrollado se denomina BIDIM.

Espinosa (1985), continúa con el desarrollo del modelo BIDIM, ampliando y modificando el modelo con el fin de aplicarlo a casos prácticos reales, donde la sección transversal del cauce y la planicie es irregular y la configuración topológica variable. Comprueba que el modelo presenta gran flexibilidad en el mapeo de manchas de inundación, ya que las celdas de flujo y almacenamiento se adaptan fácilmente a cualquier esquema topológico que se pueda presentar en la realidad.

De los resultados obtenidos durante la aplicación del modelo BIDIM a la planicie inundable del río Escalante, concluye que el modelo en cuestión presenta una aproximación satisfactoria al fenómeno en referencia, pero indica que el intervalo de simulación tiene mucha influencia en la estabilidad del modelo, según fue estructurado, lo que repercute negativamente en la funcionabilidad del modelo BIDIM desde el punto de vista operativo.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Dentro de las recomendaciones que sugiere Espinosa están: la de introducir la precipitación durante el tránsito de la avenida, investigar otros tipos de uniones de intercambio de flujo, como alcantarillas; introducir en el modelo controles que restrinjan los intercambios de flujo entre las celdas a los volúmenes almacenados disponibles a ser transmitidos, para de esta manera evitar los problemas de inestabilidad que se presentan para intervalos de simulación mayores; y finalmente, comparar el modelo BIDIM con un modelo realmente bidimensional.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO III

FORMULACION TEORICA Y RESOLUCION NUMERICA

La discretización en los modelos

Para que un modelo unidimensional, bidimensional o modelo mixto proporcione resultados satisfactorios, es necesario que los elementos del modelo representen correctamente la realidad física. Cunge, Holly y Verwey (1980) refieren que en el proceso de la concepción de un modelo fluvial intervienen dos etapas: la discretización topológica y la discretización hidráulica, siendo la primera el proceso de seleccionar el tipo de elementos del modelo que serán usados para representar la realidad física: tramos de canales, considerados unidimensionalmente, puento de confluencia o nodos, celdas o áreas de almacenamiento en la planicie de inundación, estructuras hidráulicas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

La discretización hidráulica se refiere al detalle hidráulico y descripción topográfica de las secciones transversales de flujo entre las celdas, configuración de las celdas o áreas de almacenamiento, coeficiente de rugosidad, condiciones de borde y la selección apropiada de las ecuaciones hidráulicas que simulan el flujo de agua.

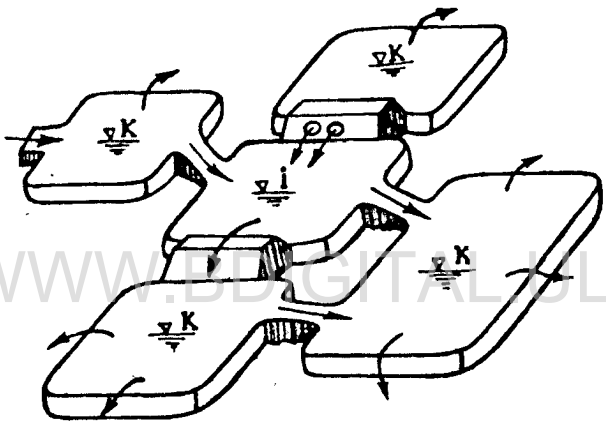
Discretización topológica

En el desarrollo de un modelo matemático de extensas planicies inundables es necesario delimitar zonas que servirán para representar el flujo unidimensional o bidimensional a través de la planicie. La definición de estas zonas o celdas no es arbitraria, pues está basada tanto como sea posible sobre contornos naturales, tales como carreteras, diques, taludes naturales, todos ellos influyen en la dirección del escurrimiento. Muy a menudo el papel de las planicies de inundación en la propagación de una avenida es proporcionar un vo

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

lumen de almacenamiento con pequeños intercambios de agua de una parte a otra de la planicie. Esta es precisamente la función que cumplen las celdas, la de servir de pequeñas zonas de almacenamiento, las cuales son capaces tanto de transmitir como de recibir volúmenes de agua de las celdas vecinas.

Suponiendo que la topografía actual del área puede ser dividida en cierto número de celdas, donde cada una comparte fronteras físicas comunes con sus vecinas, el intercambio de flujo entre ellos corresponde a una realidad física, de acuerdo al esquema mostrado en la Figura 3.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 3. Esquematización de una planicie de inundación por celdas de flujo y almacenamiento, donde i representa la celda en estudio y K las celdas vecinas.

Si la ausencia de fronteras físicas naturales conduce a celdas de dimensiones inmanejables, la discretización topológica deja de basarse en los criterios mencionados y la división deberá ser realizada para permitir definir la pendiente de la planicie. A cada celda se le asigna un valor característico del nivel de agua, por ejemplo, el nivel Z_i es tomado en el centro de la celda i. Se supone que este nivel de agua es horizontal a través de la celda. Cada celda está conectada a todas las otras celdas que tienen un cortorno común a ella. En consecuencia los centros de las celdas deben estar definidos de una manera tal que las condiciones de escurrimiento del flujo estén correctamente establecidas para cualquier instante de tiempo durante la

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

crecida. La pendiente de la superficie de agua está definida en forma discreta por los niveles Z_i. Considérese una parte de la planicie inundada mostrada en la Figura 4.

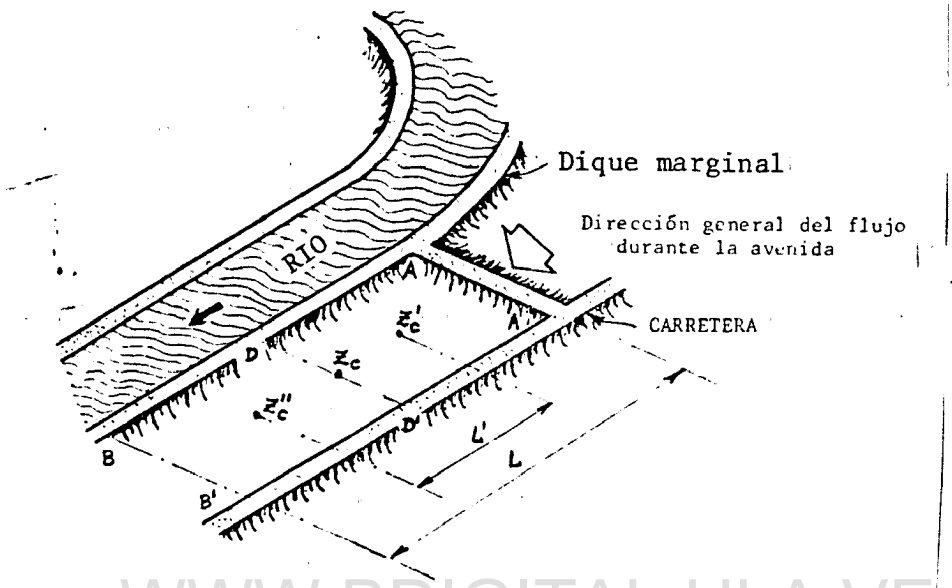


Figura 4. Discretización de una planicie inundable.

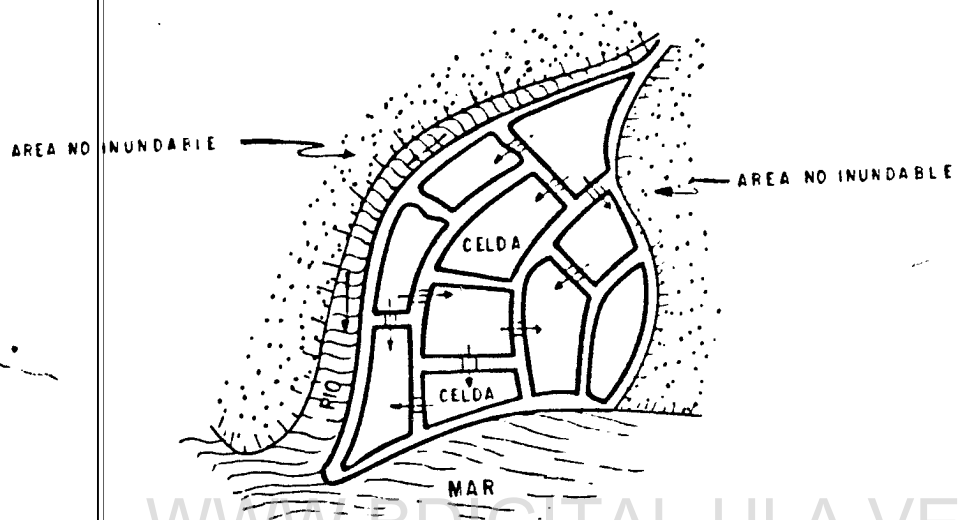
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

El área AA'B'B puede ser considerada como una celda pero entonces el modelo no reproduciría la pendiente entre las secciones transversales AA' y BB', por cuanto se ha supuesto que dentro de la celda la superficie del agua es horizontal. En consecuencia el único nivel conocido dentro del área AA'BB' es el nivel Z_c en el centro de la celda. Si uno deseara reproducir en el modelo la pendiente natural del terreno entre las dos secciones AA' y BB', el área deberá estar representada al menos por dos celdas: AA'D'D y DD' B'B. Entonces se calcularán dos niveles de agua: uno, Z'_c en el centro de la celda de aguas arriba y otro, Z''_c en el centro de la celda DD'B'B. La pendiente de la superficie del agua estará en consecuencia definida por $(Z'_c - Z''_c)/L'$.

Después de la división del área considerada en un cierto número de celdas la configuración resultante podría verse como se muestra en la Figura 5.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

En la división en celdas del cauce deberá tomarse en cuenta que la misma tendrá que ser representativa del tramo, en cuanto a características topográficas e hidráulicas: área de la sección transversal, ancho y capacidad de conducción como variables dependientes de la profundidad.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 5. Esquematización final de un modelo bidimensional

En la discretización topológica también debe indicarse el tipo de unión que existe entre las celdas, esquematizando de alguna manera si esta unión es de tipo río, tipo vertedero o tipo alcantarilla.

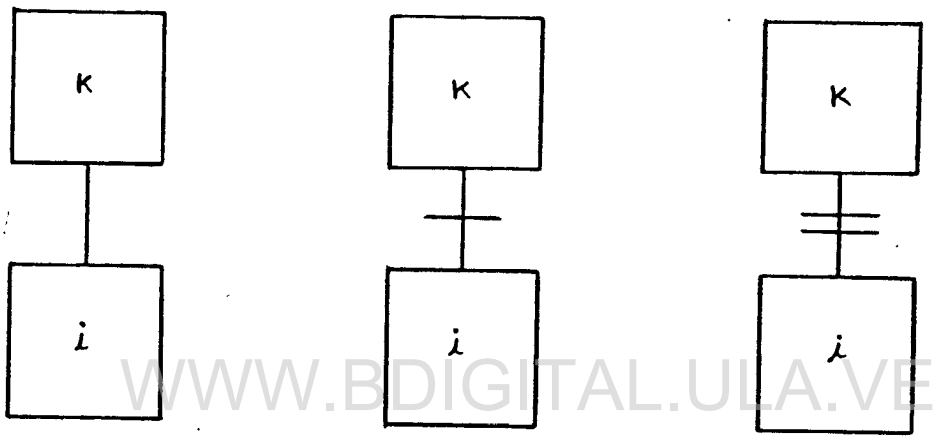
La unión tipo río será utilizada para unir celdas en el cauce y en la planicie, donde las condiciones topográficas e hidráulicas corresponden a una realidad que se pueda definir hidráulicamente por una ecuación de flujo uniforme en canales y tome en cuenta la rugosidad, como son las ecuaciones de Chézy y de Manning.

La unión tipo vertedero se usará para enlazar celdas entre el cauce y la planicie, también dentro de la planicie en cuyas fronteras el intercambio de flujo pueda describirse como un vertedero, debido a la existencia de carreteras, diques y terraplenes.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

La unión tipo alcantarilla se utilizará para representar los cajones de paso o alcantarillas que se presentan en las carreteras, las cuales sirven de fronteras entre las celdas.

La representación gráfica adoptada para describir los diferentes tipos de uniones entre las celdas es mostrada en la Figura 6.



Unión tipo río Unión tipo vertedero Unión tipo alcantarilla

Figura 6. Representación gráfica de los tipos de uniones entre celdas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Discretización hidráulica

La discretización hidráulica involucra dos aspectos:

1.- Suministrar para cada celda la función $V(Z_i)$, es decir el volumen de la celda en función del nivel de agua en la celda.

2.- Definir la geometría y coeficiente de rugosidad de las fronteras comúnes entre las celdas, a través de las cuales se produce el intercambio de flujo.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

La forma más simple de definir la función del volumen $V(Z_i)$ para una celda i dada a partir del mapa topográfico, a escala apropiada y con un planímetro, es medir el área de la celda como una función del nivel de agua $A(Z_i)$ e integrar verticalmente para obtener el volumen.

En la unión tipo río, el definir la geometría y el caudal o coeficiente de rugosidad de una sección es establecer el concepto de factor de conducción, el cual según Chow (1959) es una medida de la capacidad del transporte de una sección de canal o cauce natural. El factor de conducción es una función de la profundidad, es decir $K(Z_i)$, definiendo a K como:

$$K(Z_i) = \frac{1}{n} A(Z_i) . R(Z_i)^{2/3} \qquad (3.1)$$

donde:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

n es el coeficiente de rugosidad de Manning

$A(Z_i)$ es el área hidráulica de la sección transversal correspondiente al nivel Z_i.

$R(Z_i)$ es el radio hidráulico de la sección transversal correspondiente al nivel Z_i.

Cunge et al (1980) sostienen que en la realidad las secciones transversales de los cauces de los ríos son irregulares y de acuerdo a la Figura 7. se puede definir el factor de conducción como:

$$K(Z_i) = \sum_{j=1}^{m} K(Z_i)_j = \sum_{j=1}^{m} \frac{1}{n_j} A(Z_i)_j . R(Z_i)_j^{2/3} \qquad (3.2)$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

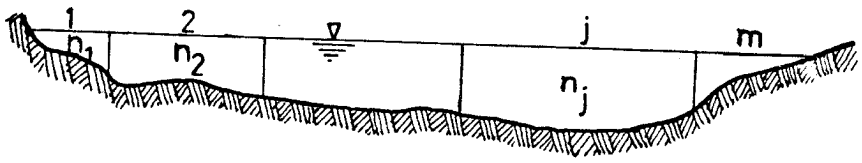


Figura 7. División de una sección transversal en elementos discretos.

En la unión tipo vertedero se tendría que definir la elevación de la cresta, su ancho y el coeficiente de descarga. La unión tipo vertedero se presenta cuando el agua pasa sobre carreteras, diques o terraplenes, por lo que se aplica la ecuación para vertederos de cresta ancha, la cual según King (1939) es:

$$Q = CLH^{3/2} \qquad (3.3)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

donde:

L es la longitud de la cresta del vertedero

H es la carga sobre la cresta

C es el coeficiente de descarga sobre el vertedero

Cuando el vertedero es de sección compuesta, el caudal será calculado separadamente para cada sección; estos caudales son luego sumados para obtener el caudal total. Asimismo se deberá considerar la condición de sumergencia del vertedero.

En la discretización hidráulica, la unión tipo alcantarilla se presenta en carreteras, las cuales hacen de fronteras entre las celdas. De los seis tipos de flujo de alcantarillas considerados por Chow (1959), se supone que se presentan los siguientes tres tipos de flujo: Flujo tipo 1, es decir, flujo lleno en la alcantarilla, la descarga se calcula utilizando la

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

fórmula de Manning; Flujo tipo 3, flujo parcialmente lleno, alcantarilla hidráulicamente corta y la descarga se calcula según la fórmula para orificios; Flujo tipo 4 y 5, la alcantarilla trabaja como un vertedero y la descarga puede calcularse considerando este caso como flujo sub-crítico a través de una constricción.

Las condiciones iniciales y de borde deben ser definidas en la discretización hidráulica ya que ellas son necesarias para la solución de ecuaciones que simulan el flujo permanente.

Podría ahora decirse que es imposible que las actividades de discretización topológica e hidráulica puedan desarrollarse independientemente sino que por el contrario son complementarias y por lo tanto deben de llevarse a cabo casi paralelamente.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Ecuaciones de flujo

Ecuación de continuidad para cada Celda

Supónganse que a toda la celda i le corresponde un nivel de agua característico Z_i asumido en el centro de la celda. Se supone también que la superficie del agua es horizontal dentro del contorno de la celda y que su elevación con respecto al plano de referencia, datum, es Z_i.

Las ecuaciones de flujo están basadas en dos hipótesis fundamentales:

1.- El volumen V_i de agua almacenado en la celda i está directamente relacionado al nivel Z_i en dicha celda.

2.- La descarga $Q^n_{i,k}$ entre dos celdas adyacentes i y k para un tiempo dado $n.\Delta t$ es solamente una función de los niveles Z^n_i y Z^n_k. Dado que no se considera ninguna fuerza de inercia, la cual podría actuar sobre el flujo entre estas dos celdas.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Estas hipótesis permiten escribir la ecuación de continuidad para cualquier celda i. Considérese la celda i como la dibujada en la Figura 8 y supóngase un incremento de tiempo constante Δt. Entonces, para cualquier tiempo dado t_n el nivel de agua en la celda i es $Z_i(t_n)$ y la correspondiente área superficial de agua es igual a $A_i(t_n)$, la cual es la demarcada por ABCD. La superficie del nivel de agua es supuesta horizontal en la celda.

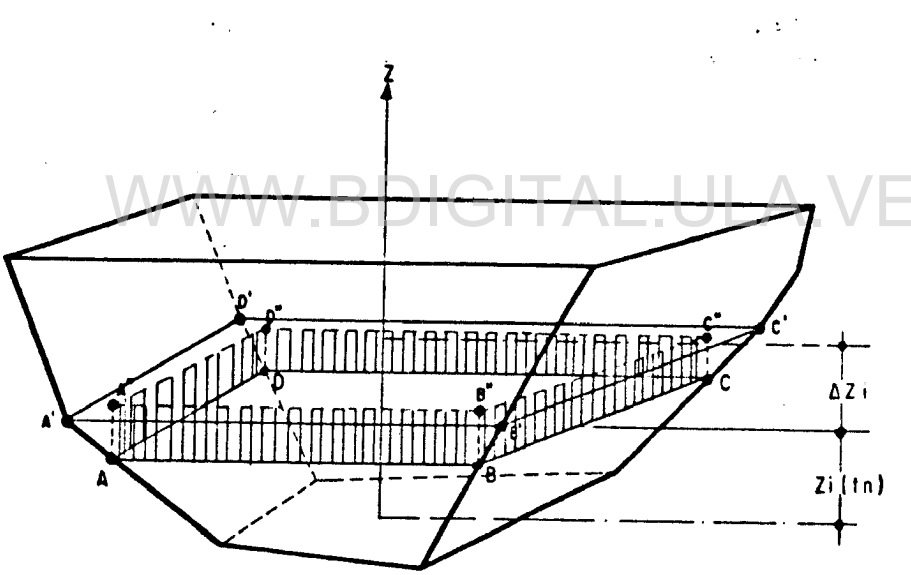


Figura 8. Ecuación de continuidad de una celda.

Para otro tiempo t_{n+1}, es decir $t_n + \Delta t$ ó $(n+1)\Delta t$, el nivel de agua es $Z_i(t_{n+1})$ y la superficie del agua se vuelve A'B'C'D', igual a $A_i(t_{n+1})$ ó $A_i(t_n) + \Delta A_i$. El incremento del nivel de agua es debido a la precipitación

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$P_i(t)$ resultante a partir de la lluvia que cae sobre la superficie de la celda durante el tiempo Δt y las descargas $Q_{i,k}(Z_i, Z_k)$ que recibe o aporta la celda i de las celdas adyacentes k. El incremento del volumen de agua almacenado en la celda i durante el tiempo Δt podría ser definido de dos maneras diferentes:

A partir de consideraciones geométricas

$$\Delta V_i = \int_{Z_i(t_n)}^{Z_i(t_n + \Delta t)} A_i(Z_i)\, dZ_i \qquad (3.4)$$

A partir de las condiciones de descarga

$$\Delta V_i = \int_{t_n}^{t_n+\Delta t} P_i(t)\, dt + \sum_k \int_{t_n}^{t_n+\Delta t} Q_{i,k}(Z_i, Z_k)\, dt \qquad (3.5)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

donde el sufijo k, toma el valor del número de todas las celdas adyacentes a la celda i. Es necesario acotar que en la ecuación (3.5) se ha introducido la precipitación.

Supóngase que la superficie A_i no varía entre los dos niveles Z_i y $Z_i + \Delta Z_i$, por ejemplo, en la Figura 8 el incremento de volumen en la celda i sería:

$$\Delta V_i = V_{ABCDA'B'C'D'} \simeq V_{ABCDA"B" "C"D"} = A_i(t_n).\ \Delta Z_i \qquad (3.6)$$

Esta relación reemplaza a la integral del incremento de volumen calculada a partir de consideraciones geométricas definidas en la ecuación (3.4) y corresponde a una aproximación de primer orden, por ejemplo, para la suposición de que $\Delta A_i / A_i$ es muy pequeña.

Universidad de Los Andes Vicerrectorado Académico

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Por cuanto, promediando la integración en la ecuación (3.5) sobre el incremento de tiempo Δt y comparando los incrementos de volumen en consecuencia definidos en las ecuaciones (3.4) y (3.5), se puede escribir:

$$A_i(Z_i).\ \Delta Z_i = P_i(\tau).\Delta t + \Delta t \sum_k Q_{i,k}(Z_i(\tau),\ Z_k(\tau)) \qquad (3.7)$$

donde:

$$n.\ \Delta t \leq \tau \leq (n+1).\ \Delta t.$$

Si ΔZ y Δt tienden a cero, la ecuación (3.7) puede ser escrita bajo la forma diferencial:

$$A_i \frac{dZ_i}{dt} = P_i(t) + \sum_k Q_{i,k}(Z_i, Z_k) \qquad (3.8)$$

Hay tantas ecuaciones (3.7) y (3.8) como celdas i hayan en el modelo y, también, como tantas incognitas $Z_i(t)$ de los niveles de agua existan. En consecuencia, para N celdas, es establecido el sistema de N ecuaciones diferenciales ordinarias para N funciones desconocidas Z_i de la variable independiente t.

La solución para este sistema existe y es única si el conjunto de condiciones iniciales $Z_i(0)$ y de condiciones de borde variables con el tiempo es establecidos. Una vez que este conjunto es conocido, las funciones $Z_i(t)$ pueden ser calculados numéricamente y las descargas $Q_{i,k}$ pueden ser determinadas ya que ellas sólo dependen de los niveles de agua Z_i y Z_k. Es obvio que el sistema de condiciones de borde variantes en el tiempo debe estar totalmente establecido si el problema ha sido bien planteado.

Las relaciones definidas por la ecuación (3.8) podrían ser escritas en forma adecuada para su solución numérica, pero entonces la dependencia funcional de la descarga $Q_{i,k}$ respecto de los niveles Z_i y Z_k debe ser dada en forma explícita.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Leyes de descarga entre celdas

Generalmente se suponen tres tipos de relaciones de intercambio entre celdas.

1.- Unión tipo río, cuando no hay obstáculos locales en el flujo, es decir, no hay pérdidas de cargas locales, y donde puede ser considerado un coeficiente medio de resistencia para una sección transversal del flujo.

2.- Unión tipo vertedero, donde las carreteras o diques conforman una frontera común entre celdas, que puede ser representada por una pérdida de carga localizada entre dos celdas.

3.- Unión tipo alcantarilla, se presenta cuando hay alcantarillas o cajones de paso en la carretera que sirve de frontera común entre celdas. Es preciso acotar que la presencia de la unión tipo alcantarilla implica la existencia de la unión tipo vertedero para una misma frontera común entre dos celdas, lo inverso no siempre es cierto.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Unión Tipo Río

En el caso de la unión tipo río, la fórmula de Manning puede ser utilizada:

$$Q = \frac{1}{n} A_{i,k} \cdot R_{i,k}^{2/3} \cdot S^{1/2} \qquad (3.9)$$

donde:

n es el coeficiente de rugosidad de Manning

$A_{i,k}$ es el área hidráulica de la sección tranversal de flujo entre las celdas i y k

$R_{i,k}$ es el radio hidráulico de la sección tranversal del flujo entre las celdas i y k.

S es la pendiente de la superficie del agua entre las celdas i y k

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

En la ecuación (3.9) los parámetros $A_{i,k}$ y $R_{i,k}$ son funciones del nivel de agua $\bar{Z}_{i,k}$ en la sección de flujo entre las celdas i y k. En consecuencia, aplicando la definición de factor de conducción dada por la ecuación (3.1), se tiene:

$$K(\bar{Z}_{i,k}) = \frac{1}{n} A_{i,k} \cdot R_{i,k}^{2/3} \qquad (3.10)$$

donde, $\bar{Z}_{i,k}$ es el nivel ponderado entre los niveles de las celdas i y k, y la función $K(\bar{Z}_{i,k})$ es el factor de conducción entre las dos celdas consideradas. El coeficiente de ponderación α es constante para un par dado de celdas. En general $\bar{Z}_{i,k}$ es calculado como resultado de una interpolación lineal entre los niveles Z_i y Z_k medidos en los centros de las celdas i y k.

La definición del coeficiente de ponderación α, se realizará en relación al esquema mostrado en la Figura 9. Por semejanza de triángulos y luego despejando se tiene:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$\frac{Z_k - Z_i}{Z_k - \bar{Z}_{i,k}} = \frac{\Delta X}{X_k} \quad , \quad \bar{Z}_{i,k} = Z_k\left(1 - \frac{X_k}{\Delta X}\right) + Z_i \frac{X_k}{\Delta X}$$

puesto que:

$$\frac{X_k}{\Delta X} + \frac{X_i}{\Delta X} = 1 \quad , \quad \frac{X_k}{\Delta X} = 1 - \frac{X_i}{\Delta X}$$

sustituyendo en la expresión de $\bar{Z}_{i,k}$:

$$\bar{Z}_{i,k} = Z_k \frac{X_i}{\Delta X} + Z_i\left(1 - \frac{X_i}{\Delta X}\right)$$

haciendo $\frac{X_i}{\Delta X} = \alpha$

y reemplazando en la expresión anterior se tiene:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\bar{Z}_{i,k} = \alpha Z_k + (1 - \alpha) Z_i \qquad (3.11)$$

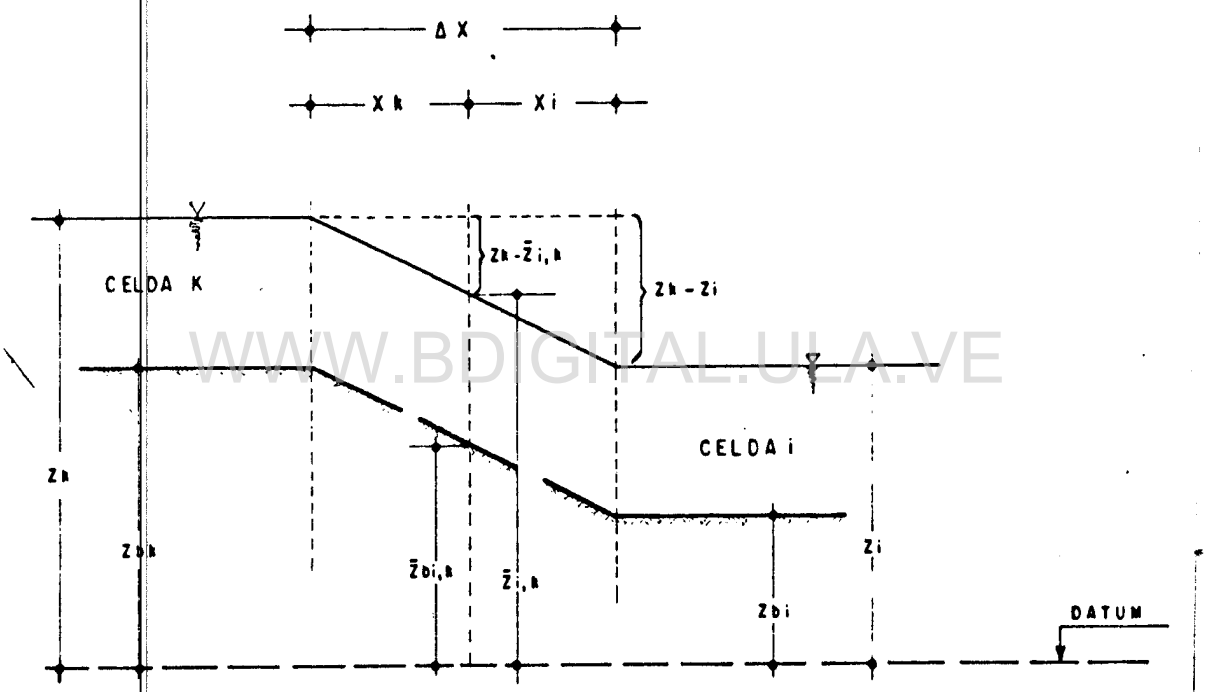


Figura 9. Definición del coeficiente de ponderación α

La pendiente superficial del agua S de la ecuación (3.10) se halla a partir de:

$$S = \frac{Z_k - Z_i}{\Delta X} \qquad (3.12)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

donde:

ΔX es la distancia entre los centros de las celdas i y k

Se puede notar que la definición de la pendiente para la fórmula (3.9) elimina la influencia de los términos de inercia sobre la descarga. Sea la función:

$$\Phi(\bar{Z}_{i,k}) = \frac{K(\bar{Z}_{i,k})}{\sqrt{\Delta X}} = \frac{\frac{1}{n} A_{i,k} \cdot R_{i,k}^{2/3}}{\sqrt{\Delta X}} \qquad (3.13)$$

donde K es el factor de conducción de la sección transversal. La fórmula de descarga cuyo signo dependerá de la convención adoptada con relación a la dirección del flujo puede escribirse como sigue:

$$Q_{i,k} = \text{SIGNO}(Z_k - Z_i) \cdot \Phi(\bar{Z}_{i,k}) \cdot \sqrt{|Z_k - Z_i|} \qquad (3.14)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

La función $\Phi(Z_i, Z_k)$ debe ser establecida en principio sobre la base de la geometría del canal y la rugosidad general, para luego ser ajustada durante el proceso de calibración. En el caso de secciones compuestas con muchas variaciones de rugosidad, las funciones Φ son establecidas para cada una de las partes de la sección y luego adicionadas para obtener una función Φ para la sección en su totalidad. Esto puede ser hecho debido a que Φ es proporcional al factor de conducción K y los factores de conducción se pueden adicionar en secciones compuestas.

Unión tipo vertedero

En este caso se utiliza la clásica fórmula de descarga para vertederos de cresta ancha. De la Figura 10 y suponiendo que Z_k es mayor que Z_i, por ejemplo siendo la celda i de aguas abajo, dos fórmulas de descarga son posibles.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1. Para condiciones de flujo libre sobre el vertedero.

$$Q_{i,k} = \emptyset_L . (Z_k - Z_v)^{3/2} \qquad (3.15)$$

2. Para condiciones de flujo sumergido sobre el vertedero

$$Q_{i,k} = \emptyset_S . (Z_i - Z_v) . (Z_k - Z_i)^{1/2} \qquad (3.16)$$

donde, Z_v es la elevación de la cresta del vertedero. En estas ecuaciones $\emptyset_L$ y $\emptyset_S$ son los factores de descarga libre y sumergido del vertedero, los que se escriben generalmente como:

$$\emptyset_L = \mu_1 . b . \sqrt{2g} \; ; \qquad \emptyset_S = \mu_2 . b . \sqrt{2g}$$

donde, b es el ancho efectivo del vertedero y μ_1 y μ_2 son los coeficientes de descarga libre y sumergido respectivamente.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

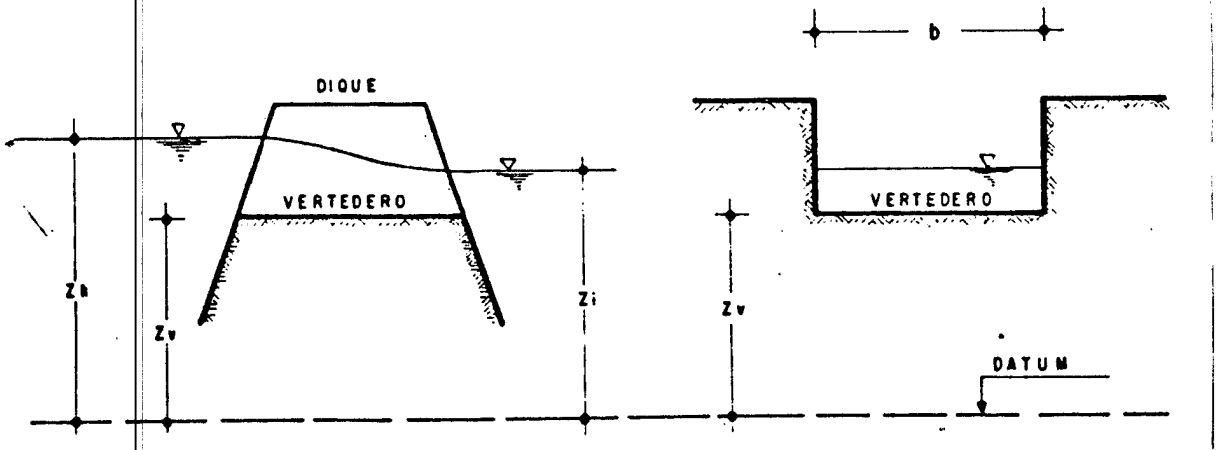


Figura 10. Unión tipo vertedero entre las celdas i, k

Los dos flujos descritos por las ecuaciones (3.15) y (3.16) pueden ser distinguidos mediante el siguiente criterio: si $Z_i - Z_v$ es menor que 2/3. $(Z_k - Z_v)$ el flujo sobre el vertedero es libre; si $Z_i - Z_v$ es mayor que 2/3. $(Z_k - Z_v)$ la descarga es sumergida. Para el caso crítico $Z_i - Z_v$ es igual que 2/3. $(Z_k - Z_v)$ ambas ecuaciones (3.15) y (3.16) dan la misma descarga:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\phi_L\ (Z_k - Z_v)^{3/2} = \phi_S\ (Z_i - Z_v).\ (Z_k - Z_i)^{1/2}$$

como

$$(Z_i - Z_v) = \frac{2}{3}\ (Z_k - Z_v)$$

de donde:

$$Z_v = 3Z_i - 2Z_k$$

reemplazando estas dos expresiones en la igualdad anterior se tiene:

$$\phi_L = \frac{2/3.(Z_k-Z_v).(Z_k-Z_i)^{1/2}}{(Z_k - Z_v)^{3/2}}\ \phi_S = \frac{2}{3} \cdot \frac{(Z_k-Z_i)^{1/2}}{(Z_k-Z_v)^{1/2}} \cdot \phi_S = \frac{2}{3} \cdot \frac{(Z_k-Z_i)^{1/2}}{(3Z_k-3Z_i)^{1/2}} \phi_S =$$

$$= \frac{2}{3\sqrt{3}}\ \phi_S$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

entonces:

$$\phi_L = 0.386\ \phi_S \qquad (3.17)$$

Cuando el vertedero es de tipo compuesto, la descarga es calculada separadamente para cada uno de los componentes de la sección transversal. Estos componentes de descarga son entonces sumados para dar la descarga total.

Unión tipo alcantarilla

El cálculo hidráulico de una alcantarilla es uno de los más complicados en hidráulica y su capacidad de descarga depende de muchos factores. Se puede observar que suponiendo una alcantarilla corta, la descarga depende más de las condiciones hidráulicas aguas arriba y aguas abajo de la alcantarilla y menos de la pendiente de la plantilla de la alcantarilla.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Para fines prácticos, de los seis tipos de flujo en alcantarillas considerados por Chow (1959) y suponiendo que Z_k es mayor que Z_i, se toma en cuenta los siguientes casos:

Flujo tipo 1. Para flujo lleno y salida sumergida, $(Z_k - ZF_k)$ es mayor que D, $(Z_i - ZF_k)$ es mayor que D, como se muestra en la Figura 11, la descarga se calcula por la fórmula de Manning.

$$Q_{i,k} = \frac{1}{n} A.R.^{2/3} S_f^{1/2} \qquad (3.18)$$

donde:

n es el coeficiente de rugosidad de Manning
A es el área mojada de la sección de la alcantarilla
R es el radio hidráulico de la sección de la alcantarilla
S_f es la pendiente de fricción de la alcantarilla

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

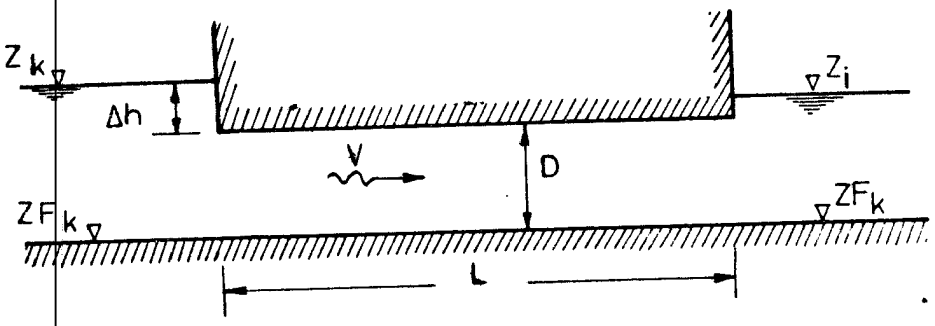


Figura 11. Flujo en alcantarilla tipo 1.

Se debe verificar que:

$$\Delta h = (Z_k - ZF_k - D) \geq 1{,}5 \frac{V^2}{2g}$$

donde D es el diámetro o altura de la sección de la alcantarilla, según sea circular o rectangular y V es la velocidad del flujo en la alcantarilla. Puesto que la pendiente de fricción es S_F es igual a $(Z_k - Z_i)/L$, donde L es la lon

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

gitud de la alcantarilla, se puede escribir la ecuación de descarga (3.18) de la siguiente manera:

$$Q_{i,k} = K_S \cdot (Z_k - Z_i)^{1/2} \tag{3.19}$$

donde el factor de descarga KS está dado por:

$$K_S = \frac{1}{n\sqrt{L}} AR^{2/3} \tag{3.20}$$

Flujo tipo 3. Para flujo parcialmente lleno, salida no sumergida, donde $(Z_k - ZF_k)$ es mayor o igual que 1.5D y $(Z_i - ZF_k)$ es menor que D, ver Figura 12. La alcantarilla trabaja como orificio porque la alcantarilla se considera hidráulicamente corta

$$Q_{i,k} = CA\sqrt{2g(Z_k - ZF_k)} \tag{3.21}$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

donde:

C es el coeficiente de descarga

A es el área de la alcantarilla

g es la aceleración de la gravedad

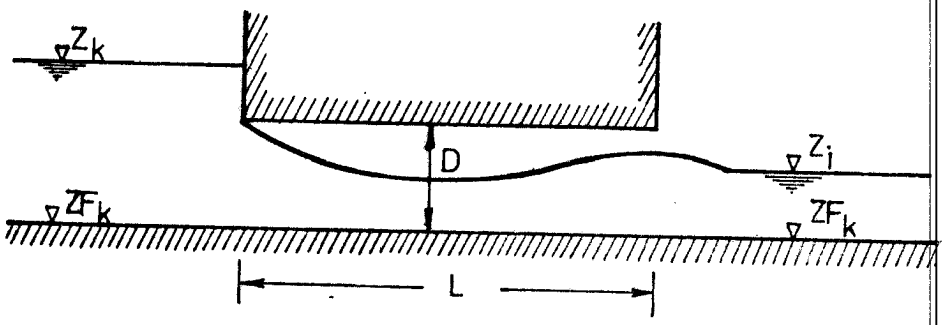


Figura 12. Flujo en alcantarilla tipo 3.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Sea θ_{or} igual a $C\sqrt{2g}$, denominado factor de descarga para el flujo tipo 3, y sustituyendo en (3.21) se tiene:

$$Q_{i,k} = \theta_{or} \cdot A \cdot (Z_k - ZF_k)^{1/2} \qquad (3.22)$$

Flujo tipo 4 y 5. En este caso $(Z_k - ZF_k)$ es menor que 1.5D y $(Z_i - ZF_i)$ es menor que D, como se muestra en la Figura 13. La alcantarilla trabaja como un vertedero y la descarga puede calcularse considerando este caso como flujo sub-crítico a través de una constricción usando la fórmula:

$$Q_{i,k} = CA_M \sqrt{2g(Z_k - Z_i)} \qquad (3.23)$$

donde:

C es el coeficiente de descarga, comprendidos entre 0,75 y 0,95

A_M es el área mojada

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Sea θ_{ve} igual a $C\sqrt{2g}$, el factor de descarga para el flujo tipo 4 y 5 y reemplazando en la ecuación (3.23) se tiene:

$$Q_{i,k} = \theta_{ve} \cdot A_M \cdot \sqrt{|Z_k - Z_i|} \qquad (3.24)$$

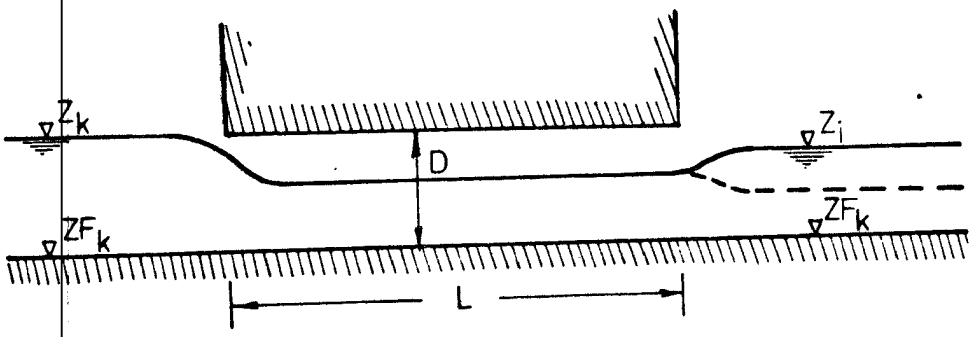


Figura 13. Flujo en alcantarillas tipo 4 y 5.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Omisión de los términos de inercia

Las ecuaciones de descarga (3.14), (3.15) y (3.16) son más complicadas cuando los efectos de inercia son tomados en cuenta. Estas ecuaciones son válidas para condiciones de flujo donde el efecto de las variaciones, en el tiempo y en el espacio, de la velocidad del flujo sobre la descarga son ignorados.

Una relación de intercambio tipo río debería en realidad corresponder a la ecuación dinámica de Saint-Venant escrita en la dirección del flujo:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gA \, (S_o - S_f) \qquad (3.25)$$

Esta ecuación debería ser satisfecha, pero los dos primeros términos han sido omitidos: la fuerza de inercia local y convectiva, lo que representa la ecuación (3.14).

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Similarmente la fórmula del tipo vertedero habría requerido que se escriba de la siguiente forma para flujo libre:

$$Q_{i,k} = \emptyset_L \, (Z_k + \frac{U_k^2}{2g} - Z_v)^{3/2} \qquad (3.26)$$

y para flujo sumergido:

$$Q_{i,k} = \emptyset_S \cdot (Z_i - Z_v) \cdot (Z_k + \frac{U_k^2}{2g} - Z_i)^{1/2} \qquad (3.27)$$

donde U_k es la velocidad del flujo en la celda k.

Los términos $U^2/2g$ y $(1/g)\partial U/\partial t$ fueron ignorados en las leyes de intercambio debido a la hipótesis de que la avenida crece lentamente. Si fueran tomados en cuenta, hubieran transformado el sistema de ecuaciones en un sistema de ecuaciones no lineales e hiperbólicas en dos dimensiones. Aún si una solución numérica pudiera hallarse para el sistema, el programa se volvería extre-

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

madamente complejo, sin ninguna mejora en los resultados, cuando las variaciones de la avenida son lentas. Referente a este punto, Jégat (1982), afirma que la omisión de términos de inercia no reduce su aplicabilidad para el tránsito de avenidas, y hace más sencilla las ecuaciones facilitando la solución de las mismas. Mogollón (1979) confirma lo expuesto.

Formulación numérica

Existen diversas maneras de escribir el último término de la ecuación (3.7):

1. Se podría asumir que la descarga $Q_{i,k}$ no varía durante el intervalo de tiempo Δt, es decir:

$$\tau = n.\ \Delta t$$

y donde:

$$Q_{i,k}\ (Z_i(\tau), Z_k(\tau)) = Q_{i,k}(Z_i(n.\Delta t),\ Z_k(n.\Delta t)) = Q^n_{i,k}$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

En este caso la ecuación (3.7) queda de la siguiente forma:

$$\Delta Z_i . A_i(Z^n_i) = P^n_i\ \Delta t + \Delta t \sum_k Q^n_{i,k} \qquad (3.28)$$

la cual, si se conocen los niveles en las celdas adyacentes para el tiempo t_n, permite que sea hallada una solución específica para ΔZ_i, y consecuentemente para Z^{n+1}_i que es igual a $Z^n_i + \Delta Z_i$. El segundo miembro de la ecuación (3.28) es conocido porque depende del instante de tiempo precedente t_n.

2. También podría asumirse que la descarga $Q_{i,k}\ (Z_i(\tau), Z_k(\tau)$, es un caudal intermedio entre $Q^n_{i,k}$ y $Q^{n+1}_{i,k}$, es decir, para τ que varía entre $n.\Delta t$. En este caso los niveles de agua Z_i no pueden ser determinados de una manera explícita a partir de la ecuación (3.7), puesto que el segundo miembro de esta fórmula contiene los valores de las funciones desconocidas para el tiempo $(n + 1)\Delta t$. Tal valor intermedio de descarga $Q_{i,k}(\tau)$ podrá definirse de la siguiente manera:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$Q_{i,k}(Z_i(\tau),Z_k(\tau)) = \theta . Q^{n+1}_{i,k} + (1 - \theta).Q^{n}_{i,k} \qquad (3.29)$$

donde el factor de ponderación θ varia entre 0 y 1. La sustitución de la ecuación (3.29) en la (3.7) proporciona:

$$A_i(Z_i).\Delta Z_i = Pi.\Delta t + \Delta t \left[\theta \sum_k Q^{n+1}_{i,k} + (1 - \theta) \sum_k Q^{n}_{i,k} \right] \qquad (3.30)$$

Sin embargo, las leyes por intercambio de flujo entre celdas (3.14), (3.15) y (3.16), no son lineales y su sustitución en la ecuación (3.30) complicaria el problema. En verdad, en ese caso se presentaría una ecuación algebraica no lineal (3.30) para cada celda y se tendría un sistema tal que para un modelo con varios cientos de celdas sería muy costoso operar. Para evitar esta dificultad se supone que las variaciones del nivel de agua ΔZ_i son pequeñas durante el intervalo de tiempo Δt. En consecuencia, uno puede desarrollar las funciones de descarga en series de Taylor y despreciar los términos de orden superior:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$Q^{n+1}_{i,k} = Q^{n}_{i,k} + \frac{\partial Q^{n}_{i,k}}{\partial Z_i} . \Delta Z_i + \frac{\partial Q^{n}_{i,k}}{\partial Z_k} . \Delta Z_k \qquad (3.31)$$

Sustituyendo la ecuación (3.31) en la ecuación (3.30) se tiene:

$$A^{n}_{i} \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} = Pi + \sum_k Q^{n}_{i,k} + \theta \left| \sum_k \frac{\partial Q^{n}_{i,k}}{\partial Z_i} . \Delta Z_i + \sum_k \frac{\partial Q^{n}_{i,k}}{\partial Z_k} . \Delta Z_k \right| \qquad (3.32)$$

La ecuación (3.32) contiene los incrementos ΔZ_i y ΔZ_k como incógnitas. Por lo tanto es imposible resolver esta ecuación explícitamente para ΔZ_i. Realmente, cuando la ecuación (3.32) se aplica a todas las celdas, se genera un sistema de ecuaciones algebráicas lineales para ΔZ_i. Resolver este sistema para cada intervalo de tiempo Δt da resultados satisfactorios, puesto que Δt es suficientemente pequeño. Se puede demostrar que este sistema de ecuaciones en diferencias finitas se aproxima numéricamente no solo a un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias como la ecuación (3.8) sino también a un sistema de ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden, no lineal y de tipo parabólico en dos dimensiones espaciales:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\frac{\partial Z}{\partial t} - A(x,y,z,t)\ \frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} - B(x,y,z,t)\ \frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} = P(t) \qquad (3.33)$$

además, el sistema de diferencias finitas usados en la ecuación (3.32) es del tipo implícito, poseedor del factor de ponderación "θ" para expresar las derivadas en el espacio. Esto es de gran importancia ya que lo que interesa es una solución numérica.

Del análisis numérico se conoce que los esquemas de diferencias usados para resolver ecuaciones diferenciales parciales de tipo parabólico presentan algunas dificultades en la selección del intervalo de tiempo Δt. Desde un punto de vista de precisión de los resultados, Δt debe ser elegido lo suficientemente pequeño para asegurar la linealidad de los procesos, especialmente cuando las variaciones de los niveles de agua son rápidas. Además, por razones prácticas, el intervalo de tiempo Δt deberá ser tomado lo suficientemente grande para asegurar que los tiempos de computación no sean prohibitivos. En consecuencia, si la crecida dura dos semanas, debería ser posible usar valores de Δt de uno a dos horas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Si se elige θ igual a cero en la ecuación (3.32), esto corresponde a un esquema explícito de diferencias finitas y el nivel Z_i^{n+1} en la celda i en el tiempo (n+1)Δt puede ser determinado conociendo los niveles en las celdas adyacentes en el tiempo n.Δt. Se puede demostrar que, en el caso específico de θ igual a cero, Δt estaría limitado por una condición de estabilidad numérica. Para evitar esta limitación es preferible utilizar un método implícito, el cual posibilita elegir un intervalo de tiempo de computación que sea compatible con la tasa de cambio del fenómeno físico.

En consecuencia, el factor de ponderación puede ser tomado igual a la unidad para asegurar un sistema incondicionalmente estable de diferencias finitas. Introduciendo θ igual a uno en la ecuación (3.32) se obtiene un sistema de ecuaciones lineales del siguiente tipo:

$$A_i \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} = Pi + \sum_k Q^n_{i,k} + \sum_k \frac{\partial Q^n_{i,k}}{\partial Z_i} \cdot \Delta Z_i + \sum_k \frac{\partial Q^n_{i,k}}{\partial Z_k} \Delta Z_k \qquad (3.34)$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

donde las variables indicadas con n son conocidas como funciones de los valores de Z^n, para el tiempo $n.\Delta t$, y el incremento en los niveles ΔZ_i y ΔZ_k son desconocidos.

Para encontrar los valores de ΔZ_i, debe ser resuelto el sistema de ecuaciones lineales algebraicas para cada intervalo de tiempo. Este sistema contiene tantas ecuaciones como incógnitas o celdas i, siempre que se introduzcan adecuadamente las condiciones de borde.

Problemas computacionales en la simulación del flujo en planicies inundables

El problema de la pequeña profundidad

Las uniones tipo río presentan una característica especial cuando una condición de celda seca o profundidad cero ocurre. Esto puede suceder principalmente en la planicie de inundación en donde antes del desbordamiento del cauce se encuentra en condición seca, o también durante el receso de la avenida en donde una celda i puede llegar a vaciarse en un intervalo de tiempo determinado. La función $\phi(\bar{Z}_{i,k})$ es en realidad el factor de conducción de la sección entre las celdas i y k dividido por la raíz cuadrada de ΔX:

$$\phi(\bar{Z}_{i,k}) = \frac{\frac{1}{n} AR^{2/3}}{\sqrt{\Delta X}} = \frac{K(\bar{Z}_{i,k})}{\sqrt{\Delta X}} \qquad (3.35)$$

Como

$$\bar{Z}_{i,n} = \alpha Z_k + (1-\alpha) Z_i$$

y el coeficiente de ponderación α varía entre 0 y 1; entonces, para dos celdas adyacentes i y k se presenta la siguiente situación como se muestra en la Figura 14.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

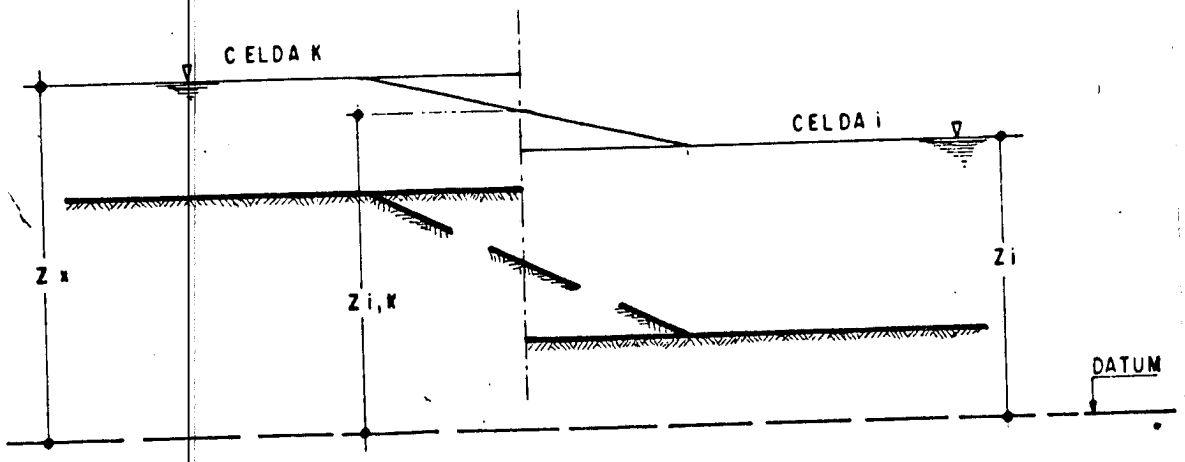


Figura 14. Definición de conducción en la unión tipo río.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Los factores de conducción para las celdas i y k son respectivamente K_i y K_k. Entonces se puede definir una función de conducción entre las dos celdas de acuerdo a la siguiente fórmula:

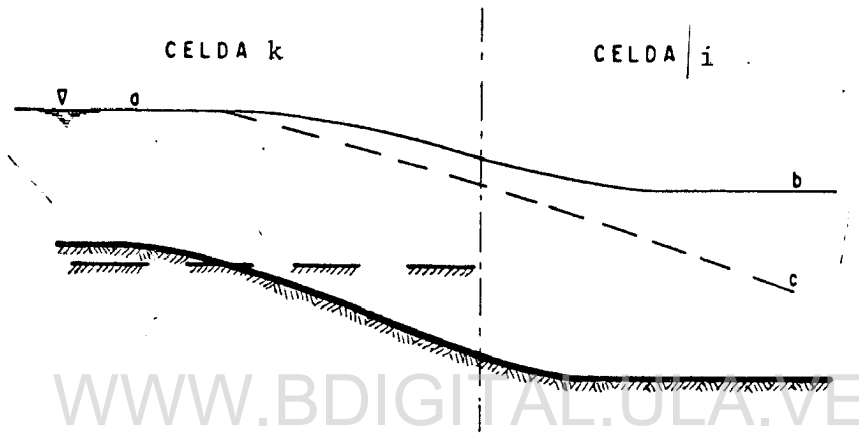
$$K(\bar{Z}_{i,k}) = \alpha K_k + (1 - \alpha) Ki \qquad (3.36)$$

Cuando la profundidad del agua es pequeña esta definición podría volverse una fuente de problemas en la simulación, y en el peor de los casos, cuando la profundidad en la celda i tiende a ser cero, el factor de conducción viene a ser indeterminada.

Considérese dos celdas; la celda k con un nivel de agua constante y la celda i con niveles de agua en descenso hasta que la celda se vacíe, según Figura 15. La superficie inicial del agua corresponde a una descarga conocida Q_{ab}. Si el nivel de agua de la celda i disminuye mientras el nivel de agua de la celda k, z_k, permanece constante, una nueva descarga Q_{ac} correspondiente a la superficie de agua ac se establecerá. Ahora Q_{ac} es mayor que Q_{ab}, a menos que el incremento $\sqrt{Z_k - Z_i}$ esté compensado por la disminución del

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

área de la sección transversal $A_{i,k}$ en la fórmula de conducción. Si el nivel en la celda i continúa disminuyendo, permaneciendo el nivel en la celda k constante, la descarga aumentará hasta un máximo $Q_{i,kmax}$, para el cual la profundidad del flujo entre las celdas será la profundidad crítica, si la profundidad en la celda i llega a ser menor que la profundidad crítica, la descarga entre las celdas será menor que $Q_{i,kmax}$, tal como se esquematiza en la Figura 16.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 15. Problema de la pequeña profundidad

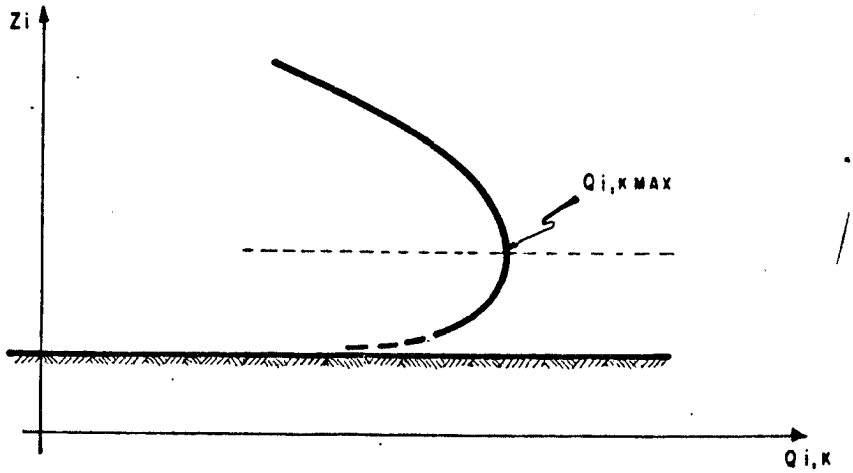


Figura 16. Relación entre la descarga y el nivel Zi para pequeña profundidad.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

El fenómeno real fue aproximado con la fórmula:

$$Q_{i,n} = \phi(\bar{Z}_{i,k}) \sqrt{Z_k - Z_i}$$

la cual no puede simular tal fenómeno. Como consecuencia de esto, para profundidades pequeñas el cálculo se vuelve inestable. El problema se corrige evitando que $\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i}$ sea positivo.

Sea

$$Q_{i,k} = \phi(\bar{Z}_{i,k}) \sqrt{Z_k - Z_i}$$

entonces:

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = (1 - \alpha) \frac{d\phi(\bar{Z}_{i,k})}{dZ_i} * \sqrt{Z_k - Z_i} - \frac{\phi(\bar{Z}_{i,k})}{2\sqrt{Z_k - Z_i}} \qquad (3.37)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ocurriendo tres posibilidades para cuando Z_i disminuye:

1. El caudal $Q_{i,k}$ aumentará si:

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} < 0$$

2. El caudal $Q_{i,k}$ será máximo si:

$$\frac{Q_{i,k}}{\partial Z_i} = 0$$

3. El caudal $Q_{i,k}$ disminuirá si:

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} > 0$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Para evitar que $\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i}$ sea positiva, durante el cálculo uno puede examinar el signo de $\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i}$ y cuando éste se vuelve positivo, se pone α igual a uno en la fórmula, lo que equivale a eliminar la influencia del nivel de agua a la celda i sobre la descarga. En este caso se encuentra que:

$$\bar{Z}_{i,k} = Z_k \tag{3.38}$$

y consecuentemente:

$$Q_{i,k} = \phi(Z_k) \sqrt{Z_k - Z_i} \tag{3.39}$$

asi también:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = - \frac{\phi(Z_k)}{2\sqrt{Z_k - Z_i}} < 0 \tag{3.40}$$

y

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{d\ \phi(Z_k)}{d\ Z_k} \cdot \sqrt{Z_k - Z_i} + \frac{\phi(Z_k)}{2\sqrt{Z_k - Z_i}} \tag{3.41}$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

El problema de oscilaciones en el vertedero

Estrechamente relacionado al problema de la pequeña profundidad está el problema de las oscilaciones del vertedero. En ciertas situaciones y para ciertos sistemas de modelaje en cuyas soluciones no se utilizan procedimientos iterativos, la dirección del flujo sobre el vertedero en un intervalo de tiempo dado puede tener sentido opuesto a la pendiente superficial del agua, y la persistencia de esta anomalía puede degenerar el cálculo. La Figura 17. demuestra cómo esto podría suceder. La onda de crecida llega primeramente a la celda A, entonces, el flujo entra a la celda B a través de un vertedero bajo. La celda B debido a la inadvertencia del modelista o tal vez a una razón de tipo físico, ha estado dando un área superficial muy pequeña en la proximidad del fondo; más aún en la condición de preinundación la celda está seca o casi seca.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

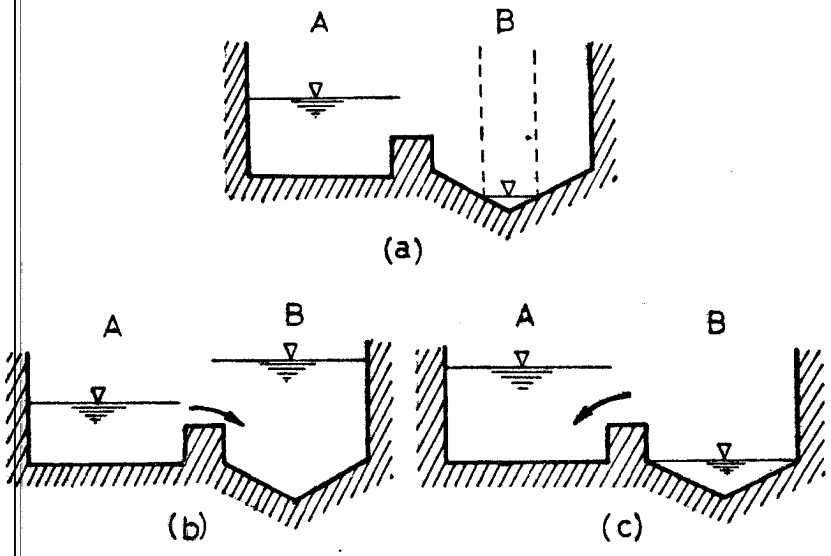


Figura 17. Ilustración de las oscilaciones del flujo en vertederos entre dos celdas.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Los esquemas (a), (b) y (c) en la Figura 17 representan tres intervalos de tiempo consecutivos de una situación calculada por un sistema de modelaje el cual no utiliza procedimiento iterativos. En (a), la onda de crecida arriba por primera vez a la celda A, por lo tanto su nivel crece por encima de la cresta del vertedero hasta el final del intervalo de tiempo t_n. Durante el próximo intervalo de tiempo t_{n+1} el programa calcula una descarga desde la celda A hacia la celda B, pero debido a la pequeña área superficial en B, su nivel salta a la posición mostrada en (b) al final del intervalo de tiempo t_{n+1}. Procedimientos iterativos corregirían esta situación, pero si no son aplicados, entonces al comienzo del tercer intervalo t_{n+2}, es decir (c), se presenta una situación anómala en la que el flujo escurre desde los niveles más bajos a los niveles más altos. Al final del intervalo de tiempo t_{n+2} el flujo será nuevamente desde B hacia A, oponiéndose aún a la pendiente superficial del agua.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Este tipo de oscilaciones generalmente se amortigua después de algunos ciclos, especialmente si cada una de las dos celdas se comunica con otras haciendo que el sistema pueda absorber las oscilaciones. Pero si las celdas están aisladas de otras, y si una o ambas tienen áreas superficiales demasiado pequeñas comparadas con el intervalo de tiempo, la oscilación puede volverse inestable y degenerar el cálculo. Esto ocurre debido a que dada la magnitud de las descargas, el intervalo de tiempo es demasiado grande comparado con el área superficial de las celdas.

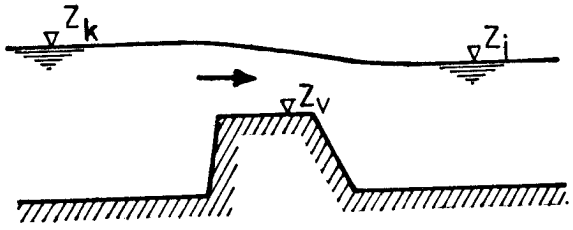
La oscilación en el vertedero puede entonces ser amortiguada artificialmente mediante un ajuste apropiado de la fórmula de vertedero para un intervalo de tiempo, con lo que el proceso de cálculo podría ser continuado.

Claramente una solución para este tipo de problema es el uso de un procedimiento iterativo para evitar las oscilaciones, pero esto podría significar un considerable incremento en el tiempo de computación. Usualmente es menos costoso aceptar algún tipo de inconsistencia en las oscilaciones descritas, asegurando que la continuidad en volumen no sea violada más allá de límites razonables y que las oscilaciones desaparescan rápidamente.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Linealización del flujo sobre el vertedero

Se supone un vertedero rectangular escurriendo, Figura 18, para el cual la ecuación (3.16) expresa la descarga del flujo no inercial, así también, la Figura 19 muestra la forma general de la relación entre Q y la diferencia de niveles de agua a través del vertedero, $Z_k - Z_i$, cuando $Z_i - Z_v$ es tomado fijo.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 18. Esquema de definición para las relaciones de flujo en vertedero.

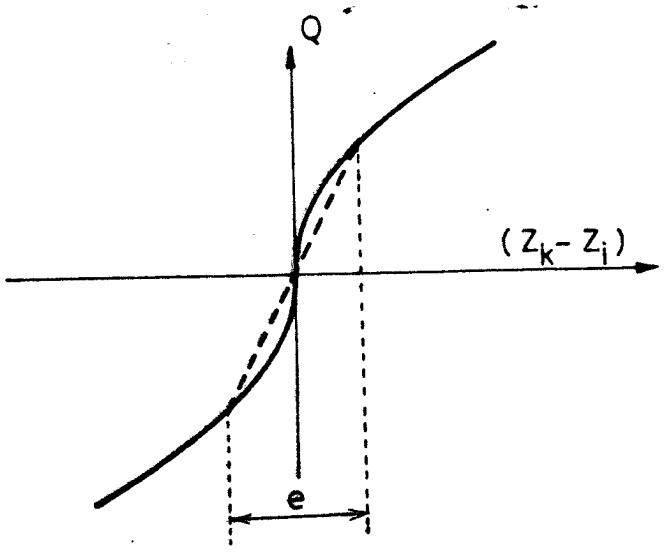


Figura 19. Dependencia de Q sobre $(Z_k - Z_i)$ para $(Z_i - Z_v)$ fijo.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Se muestra que si (Z_k-Z_i) se aproxima a cero, la derivada $\frac{\partial Q}{\partial(Z_k-Z_i)}$ se aproxima a infinito aun cuando Q se aproxime a cero. Considerando un esquema de diferencias finitas el cual usa una serie truncada de Taylor para expresar la descarga desconocida en el intervalo de tiempo siguiente, según la ecuación (3.31), entonces, cuando Z_k y Z_i son aproximadamente iguales, las derivadas $\frac{\partial Q}{\partial Z_k}$ y $\frac{\partial Q}{\partial Z_i}$ serán muy grandes en valor absoluto, siendo infinitas si Z_k es igual a Z_i como se muestra en la Figura 19. Esto es un problema por cuanto la ecuación (3.16) producirá valores muy grandes de Q en el intervalo de tiempo siguiente, si Z_k es aproximadamente igual a Z_i y uno de los dos niveles cambia apreciablemente. Es interesante recalcar que un procedimiento iterativo no es solución para este problema; podría simplemente no converger para todos los valores pero oscilar justo alrededor del origen de coordenadas (Q, Z_k-Z_i) de la Figura 19. Esta situación puede ser evitada mediante la linealización de la función $Q(Z_k-Z_i)$ cuando Z_k y Z_i son aproximadamente iguales. La línea punteada en la Figura 19 muestra cómo la linealización produce Q igual a 0 para Z_k igual a Z_i, pero evita derivadas extremadamente grandes en la función original cuando (Z_k-Z_i) es menor que ε y es el del orden de un centímetro.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Se debería reconocer que este problema es usual en los casos de intervalo de tiempo demasiado grandes, en tanto ΔZ_k y ΔZ_i son pequeños, el error introducido por las grandes derivadas cerca del origen no será demasiado importante.

Problema de la inestabilidad del modelo BIDIM

Espinosa (1985) concluye que el intervalo de tiempo de simulación tiene una gran influencia en la estabilidad del modelo BIDIM, debido a la no existencia de controles internos en el programa que restrinjan los volúmenes de agua a transmitirse de una celda a otra en un intervalo de tiempo. En la Figura 20 se ilustra la condición de desbordamiento del cauce a la planicie. Cuando el intervalo de tiempo de simulación es grande, sucede que el volumen de agua disponible para transmitirse a otra celda, representado por el área

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

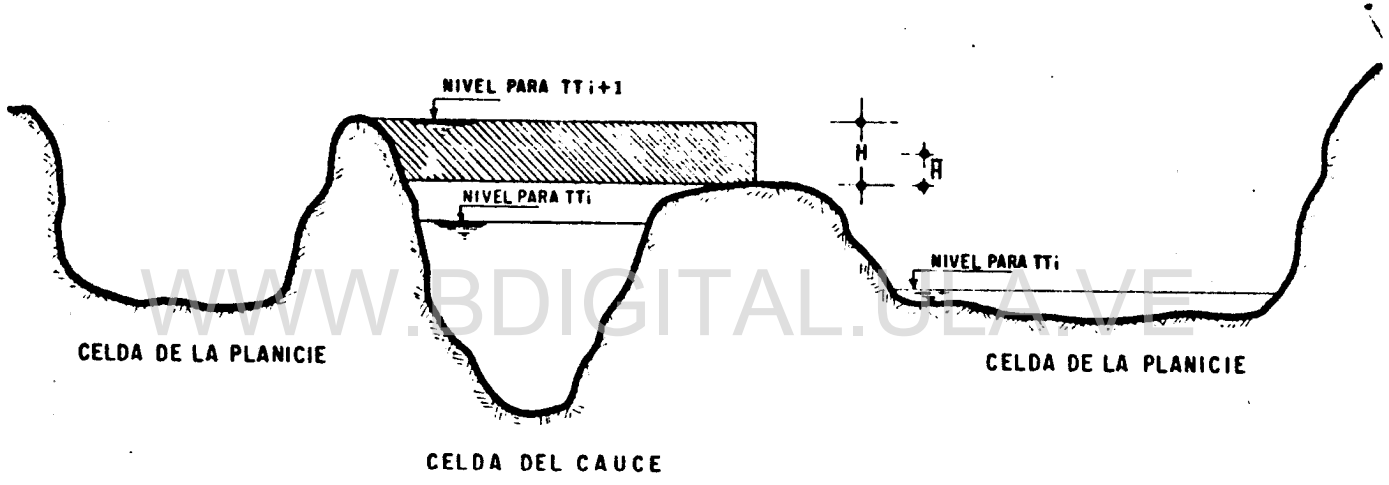


Figura 20. Ilustración de la influencia del intervalo de la simulación durante el desbordamiento.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

sombreada, es mucho menor que el volumen calculado al multiplicar el intervalo de tiempo de simulación por el caudal producido por la carga hidráulica H sobre la cresta del vertedero, es decir:

$$V < \mu.\sqrt{2g}.B.H^{3/2}\ \Delta t \qquad (3.42)$$

donde:

V es el volumen de agua disponible, área sombreada
μ es el coeficiente de descarga del vertedero
g es la aceleración de la gravedad
B es el ancho del vertedero
H es la carga hidráulica sobre la cresta
Δt es el intervalo de tiempo de simulación

Lo anterior ocurre por asumir que la carga hidráulica máxima H correspondiente al inicio del intervalo de simulación se mantiene constante durante todo el intervalo, lo cual es falso en la realidad y trae como consecuencia que se viole la ecuación de continuidad, ya que la celda del cauce transmitiría un volumen de agua que no dispone en la realidad y hace que se genere el problema de las oscilaciones en el vertedero.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Como se menciona en acápites anteriores, la oscilación en el vertedero puede ser amortiguada artificialmente mediante un ajuste apropiado de la fórmula de vertedero para un intervalo de tiempo de simulación.

Ajuste de la fórmula de vertedero para un intervalo de tiempo de simulación Δt

Suponiendo que la carga hidráulica H varía linealmente en el tiempo, durante el intervalo de tiempo de simulación Δt, considerando un ancho unitario para la cresta del vertedero, se realiza el siguiente análisis:

Flujo libre. En la Figura 21 se muestra el flujo libre sobre el vertedero, con carga hidráulica H, durante el intervalo de tiempo de simulación

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Δt. Si se discretiza H en n capas iguales, la primera capa superior descargará en un tiempo $\Delta t/n$ y las siguientes capas lo harán en el mismo tiempo.

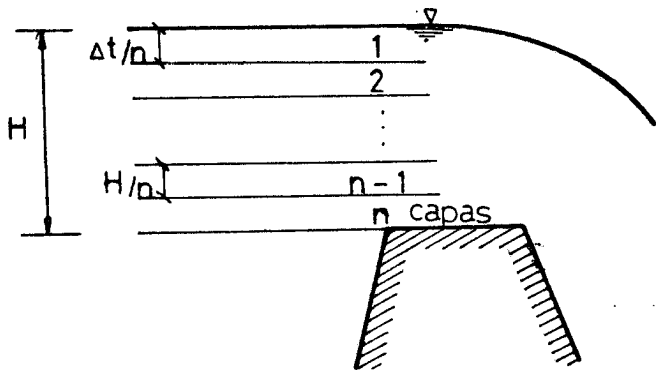


Figura 21. Esquema para analizar la relación de la descarga en un vertedero con el intervalo de tiempo de simulación Δt en condiciones de flujo libre.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

El volumen de agua descargado para n igual a 1, es:

$$V_{n=1} = \emptyset_L . H^{1.5} , \Delta t \qquad (3.43)$$

El volumen de agua descargado para n igual a N, es:

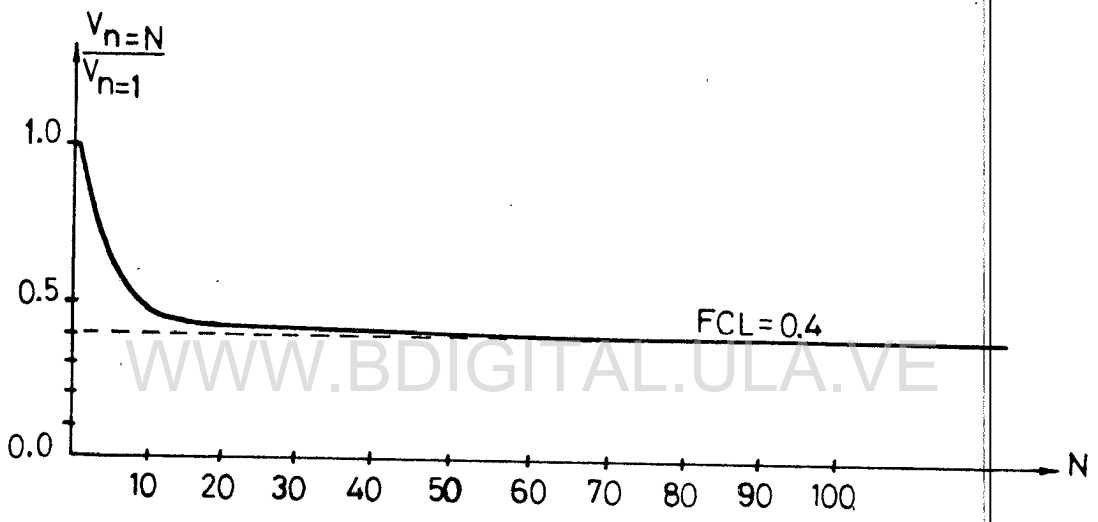
$$V_{n=N} = \emptyset_L \cdot \frac{\Delta t}{N} \left\{ \left[1x \frac{H}{N}\right]^{1.5} + \left[2x \frac{H}{N}\right]^{1.5} + \ldots + \left[(N-1) . \frac{H}{N}\right]^{1.5} + \left[N . \frac{H}{N}\right]^{1.5} \right\} \qquad (3.44)$$

Si N tiende hacia ∞ capas, luego dividiendo (3.44) entre (3.43) y tomando límite se obtiene el factor de corrección FCL para flujo libre:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$FCL = \lim_{N \to \infty} \frac{V_{n=N}}{V_{n=1}} = 0.4 \qquad (3.45)$$

Aplicando las ecuaciones (3.43), (3.44) y (3.45) para los siguientes casos: Δt, $\Delta t/10$, $\Delta t/100$, $\Delta t/1000$, ..., $\Delta t/N$, es decir para valores de n igual a 1, 10, 100, 1000, ..., ∞; y luego graficando $\frac{V_{n=N}}{V_{n=1}}$ versus n, se obtiene el gráfico que se muestra en la Figura 22.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 22. Determinación gráfica del factor de corrección FCL.

Se encuentra que para intervalos de tiempo Δt mayores, la fórmula de vertedero es independiente de Δt y es necesario ajustarlo con el factor de corrección para flujo libre FCL igual a 0.4.

Flujo sumergido. Procediendo similarmente al caso de flujo libre, y con la siguiente Figura 23 se tiene:

El volumen de agua descargado para n igual a 1, es:

$$V_{n=1} = \phi_S . h . H^{0.5} . \Delta t \qquad (3.46)$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

El volumen descargado para n igual a N, será:

$$V_{n=N} = \phi_S . h . \frac{\Delta t}{N} \left\{ \left[1x \frac{H}{N} \right]^{0.5} + \left[2 . \frac{H}{N} \right]^{0.5} + \ldots + \left[(N-1) . \frac{H}{N} \right]^{0.5} \left[N . \frac{H}{N} \right]^{0.5} \right\} \quad (3.47)$$

entonces el factor de corrección para flujo sumergido FCS será:

$$FCS = \lim_{N \to \infty} \frac{V_{n=N}}{V_{n=1}} = 0.66 \quad (3.48)$$

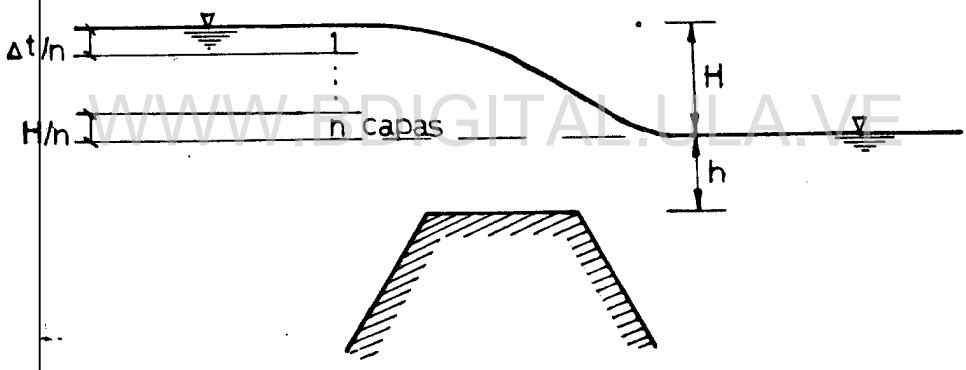


Figura 23. Esquema de análisis de la relación descarga con Δt para condiciones de flujo sumergido en el vertedero.

Ploteando los puntos de la relación de volúmenes versus el número de capas, para los mismos casos, de la Figura 22, se obtiene la curva de la Figura 24.

Para flujo sumergido también se comprueba que para intervalos de tiempo de simulación Δt mayores, la fórmula de vertedero es independiente de Δt y se debe ajustar con el factor de corrección para flujo sumergido FCS igual a 0.66.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

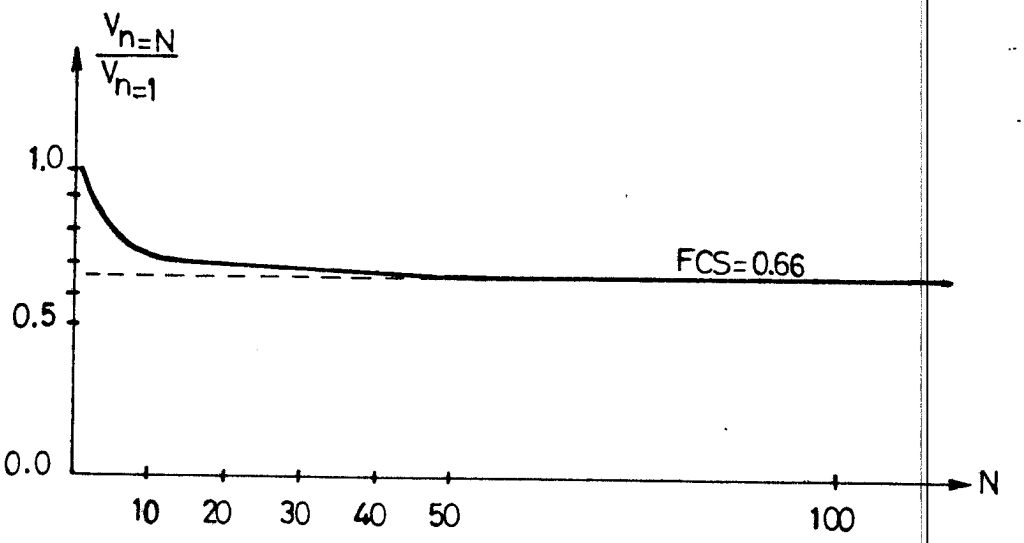


Figura 24. Determinación gráfica del factor de corrección FCS.

Ajuste de la fórmula de vertedero en función del ancho de la cresta:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Aun introduciendo los factores de corrección FCL o FCS, según sea el flujo que se presente en el vertedero, la ecuación de continuidad es violada. Para controlar que sólo se transmitan los volúmenes disponibles, se introduce un factor de corrección del ancho de la cresta FCB, para asegurar el cumplimiento de la ecuación de continuidad. De acuerdo a la Figura 20, se tiene:

$$V_1 = H \times A \qquad (3.49)$$

donde:

V_1 es el volumen disponible a transmitirse a la celda de la planicie, está representado por la área rayada.

H es la carga hidráulica sobre la cresta del vertedero.

A es el área superficial de la celda del cauce en el tiempo TT_{i+1}

y

$$V_2 = q.\ B.\ \Delta t \qquad (3.50)$$

donde:

V_2 es el volumen descargado en el vertedero durante el tiempo Δt

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

q es el caudal unitario, calculado por la fórmula de vertedero ajustada con el factor de corrección FCL o FCS, según sea el tipo de flujo.

B es el ancho de la cresta del vertedero.

Δt es el intervalo de tiempo de simulación.

Para que el volumen de agua disponible a transmitirse sea igual al volumen descargado en el vertedero durante el intervalo de tiempo Δt, es necesario introducir un factor de corrección del ancho de la cresta FCB en la ecuación (3.50), para que sea igual a la ecuación (3.49).

$$H.A = FCB.\ q.\ B.\ \Delta t$$

despejando:

$$FCB = \frac{H.A}{q.B.\Delta t} \qquad (3.51)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

El factor de corrección FCB está involucrado en el concepto de ancho ficticio de la cresta B* del vertedero, la cual se muestra en la Figura 25 y se expresa de la siguiente manera:

$$B^* = FCB.B = \frac{H.A}{q.\Delta t} \qquad (3.52)$$

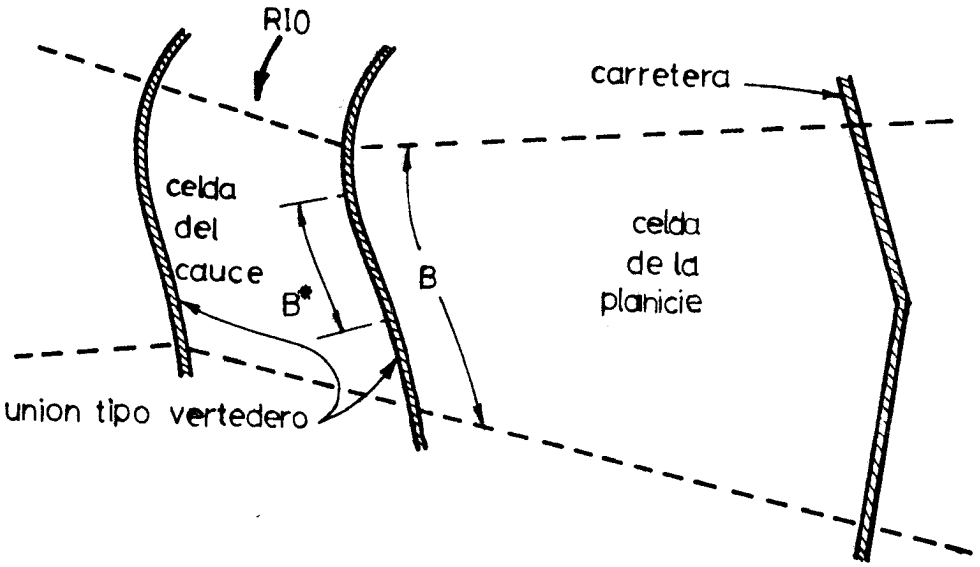
Introduciendo estos factores de corrección FCL, FCS y FCB en la fórmula de vertedero, se asegura que la ecuación de continuidad no sea violada.

Solución numérica de las ecuaciones diferenciales

Si se desea usar métodos clásicos para resolver el sistema de ecuaciones lineales (3.34), será necesario una considerable cantidad de tiempo de computación, así pues, se elige el método implícito, porque es flexible en cuanto a la selección libre al intervalo de tiempo Δt. Es usual que se tenga varios cientos de celdas en un modelo y algunas veces podrían llegar hasta miles de

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

celdas. Consecuentemente debería resolverse un sistema algebraico de miles de ecuaciones para cada intervalo de tiempo Δt.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 25. Definición del ancho ficticio de la cresta del vertedero B*

Afortunadamente las variables ΔZ_i y ΔZ_k están involucradas realmente en una sóla ecuación (3.34), que concierne sólo a la celda en estudio y a sus celdas adyacentes. En consecuencia la matriz de coeficiente de las variables ΔZ_i es esparcida, es decir, contiene muchos ceros, puesto que no todas las celdas son vecinas unas a otras. Tomando en cuenta la ventaja de este hecho, el algoritmo siguiente ha sido programado de tal manera que permite hallar los valores de ΔZ_i sin necesidad de invertir la totalidad de la matriz por algún método usual.

Principios generales

Las celdas que forman el modelo están arregladas en un cierto número de grupos o mallas numeradas, de tal manera que una celda perteneciente a un grupo j pueda ser solamente vinculada a celdas pertenecientes al mismo grupo j, o al grupo precedente j - 1, ó al grupo siguiente j + 1. Este arreglo es ilustrado en la Figura 26.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

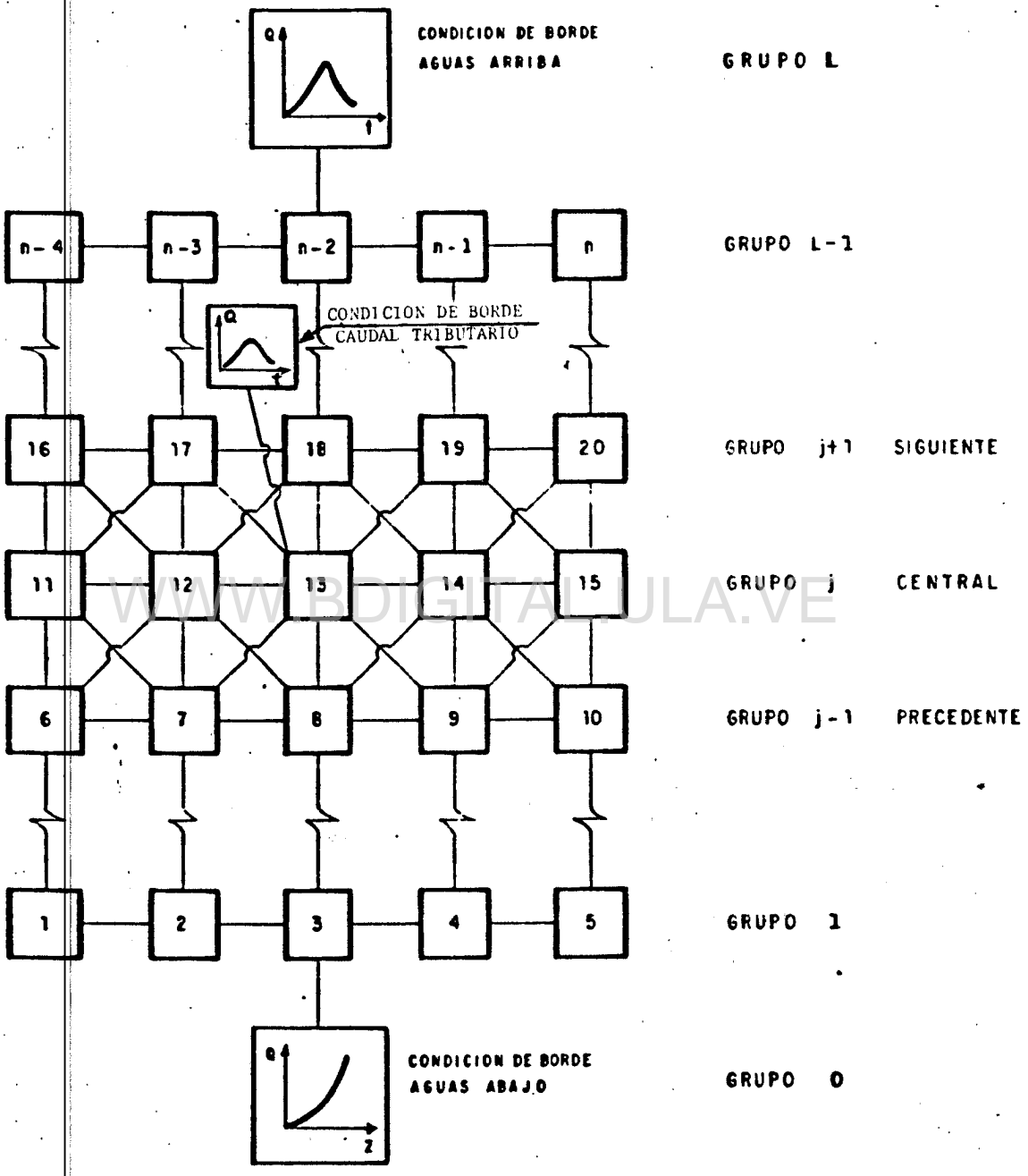


Figura 26. División del área en estudio en celdas

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Arreglando la ecuación (3.34) de la siguiente manera:

$$\Delta Z_i . \{ - \frac{A_i}{\Delta t} + \sum_k \frac{\partial Q^n_{i,k}}{\partial Z_i} \} + \sum_k \frac{\partial Q^n_{i,k}}{\partial Z_k} \cdot \Delta Z_k + Li = 0 \qquad (3.53)$$

donde:

$$Li = Pi + \sum_k Q^n_{i,k} \qquad (3.54)$$

la cual es escrita para todas las celdas del grupo central j, de un grupo precedente j-1 y de un grupo siguiente j+1 del esquema anterior. La Figura 27 presenta los coeficientes de las matrices central, siguiente y precedente generados de la aplicación de la ecuación (3.53) a todas las celdas del grupo central j. Los coeficientes $\alpha_{i,i}$ que aparecen en la matriz del grupo central son iguales a:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$\alpha_{11,11} = \left[- \frac{A_{11}}{\Delta t} + \frac{\partial Q^n_{11,16}}{\partial Z_{11}} + \frac{\partial Q^n_{11,17}}{\partial Z_{11}} + \frac{\partial Q^n_{11,12}}{\partial Z_{11}} + \frac{\partial Q^n_{11,7}}{\partial Z_{11}} + \frac{\partial Q^n_{11,6}}{\partial Z_{11}} \right]$$

$$\alpha_{12,12} = \left[- \frac{A_{12}}{\Delta t} + \frac{\partial Q^n_{12,17}}{\partial Z_{12}} + \frac{\partial Q^n_{12,18}}{\partial Z_{12}} + \frac{\partial Q^n_{12,13}}{\partial Z_{12}} + \frac{\partial Q^n_{12,8}}{\partial Z_{12}} + \frac{\partial Q^n_{12,7}}{\partial Z_{12}} + \right.$$

$$\left. + \frac{\partial Q^n_{12,6}}{\partial Z_{12}} + \frac{\partial Q^n_{12,11}}{\partial Z_{12}} + \frac{\partial Q^n_{12,16}}{\partial Z_{12}} \right]$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\alpha_{13,13} = \left[- \frac{A_{13}}{\Delta t} + \frac{\partial Q^n_{13,t}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,18}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,19}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,14}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,9}}{\partial Z_{13}} + \right.$$

$$\left. \frac{\partial Q^n_{13,8}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,7}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,12}}{\partial Z_{13}} + \frac{\partial Q^n_{13,17}}{\partial Z_{13}} + \right]$$

$$\alpha_{14,14} = \left[- \frac{A_{14}}{\Delta t} + \frac{\partial Q^n_{14,19}}{\partial Z_{14}} + \frac{\partial Q^n_{14,20}}{\partial Z_{14}} + \frac{\partial Q^n_{14,15}}{\partial Z_{14}} + \frac{\partial Q^n_{14,10}}{\partial Z_{14}} + \right.$$

$$\left. \frac{\partial Q^n_{14,9}}{\partial Z_{14}} + \frac{\partial Q^n_{14,8}}{\partial Z_{14}} + \frac{\partial Q^n_{14,13}}{\partial Z_{14}} + \frac{\partial Q^n_{14,18}}{\partial Z_{14}} \right]$$

$$\alpha_{15,15} = \left[- \frac{A_{15}}{\Delta t} + \frac{\partial Q^n_{15,10}}{\partial Z_{15}} + \frac{\partial Q^n_{15,9}}{\partial Z_{15}} + \frac{\partial Q^n_{15,14}}{\partial Z_{15}} \quad \frac{\partial Q^n_{15,19}}{\partial Z_{15}} \quad \frac{\partial Q^n_{15,2}}{\partial Z_{15}} \right]$$

Usando la notación matricial, la ecuación de continuidad (3.34) para las celdas del grupo central j, se podría escribir como:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\Delta Z_{11}\left\{-\frac{A_{11}}{\Delta t}+\frac{\partial Q^{n}_{11,16}}{\partial Z_{11}}+\frac{\partial Q^{n}_{11,12}}{\partial Z_{11}}+\frac{\partial Q^{n}_{11,12}}{\partial Z_{11}}+\frac{\partial Q^{n}_{11,7}}{\partial Z_{11}}+\frac{\partial Q^{n}_{11,6}}{\partial Z_{11}}\right\}+\frac{\partial Q^{n}_{11,16}}{\partial Z_{16}}\cdot\Delta Z_{16}+\frac{\partial Q^{n}_{11,17}}{\partial Z_{17}}\cdot\Delta Z_{17}+\frac{\partial Q^{n}_{11,12}}{\partial Z_{12}}\cdot\Delta Z_{12}+\frac{\partial Q^{n}_{11,7}}{\partial Z_{7}}\cdot\Delta Z_{7}+\frac{\partial Q^{n}_{11,6}}{\partial Z_{6}}\cdot\Delta Z_{6}+$$

$$Q^{n}_{11,16}+Q^{n}_{11,17}+Q^{n}_{11,12}+Q^{n}_{11,7}+Q^{n}_{11,6}+P_{11}=0$$

$$\Delta Z_{12}\left\{-\frac{A_{12}}{\Delta t}+\frac{\partial Q^{n}_{12,17}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,16}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,13}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,8}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,7}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,6}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,11}}{\partial Z_{12}}+\frac{\partial Q^{n}_{12,16}}{\partial Z_{12}}\right\}+\frac{\partial Q^{n}_{12,17}}{\partial Z_{17}}\cdot\Delta Z_{17}+\frac{\partial Q^{n}_{12,16}}{\partial Z_{16}}\cdot\Delta Z_{16}+\frac{\partial Q^{n}_{12,13}}{\partial Z_{13}}\cdot\Delta Z_{13}+\frac{\partial Q^{n}_{12,8}}{\partial Z_{8}}\cdot\Delta Z_{8}+$$

$$\frac{\partial Q^{n}_{12,7}}{\partial Z_{7}}\cdot\Delta Z_{7}+\frac{\partial Q^{n}_{12,6}}{\partial Z_{6}}\cdot\Delta Z_{6}+\frac{\partial Q^{n}_{12,11}}{\partial Z_{11}}\cdot\Delta Z_{11}+\frac{\partial Q^{n}_{12,16}}{\partial Z_{16}}\cdot\Delta Z_{16}+Q^{n}_{12,17}+Q^{n}_{12,16}+Q^{n}_{12,13}+Q^{n}_{12,8}+Q^{n}_{12,7}+Q^{n}_{12,6}+Q^{n}_{12,11}+Q^{n}_{12,16}+P_{12}=0$$

$$\Delta Z_{13}\left\{-\frac{A_{13}}{\Delta t}+\frac{\partial Q_{13,t}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,18}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,19}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,14}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,9}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,8}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,7}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,12}}{\partial Z_{13}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,17}}{\partial Z_{13}}\right\}+\frac{\partial Q^{n}_{13,t}}{\partial Z_{t}}+\frac{\partial Q^{n}_{13,18}}{\partial Z_{18}}\cdot\Delta Z_{18}+\frac{\partial Q^{n}_{13,19}}{\partial Z_{19}}\cdot\Delta Z_{19}+$$

$$\frac{\partial Q^{n}_{13,14}}{\partial Z_{14}}\cdot\Delta Z_{14}+\frac{\partial Q^{n}_{13,9}}{\partial Z_{9}}\cdot\Delta Z_{9}+\frac{\partial Q^{n}_{13,8}}{\partial Z_{8}}\cdot\Delta Z_{8}+\frac{\partial Q^{n}_{13,7}}{\partial Z_{7}}\cdot\Delta Z_{7}+\frac{\partial Q^{n}_{13,12}}{\partial Z_{12}}\cdot\Delta Z_{12}+\frac{\partial Q^{n}_{13,17}}{\partial Z_{17}}\cdot\Delta Z_{17}+Q^{n}_{13,18}+Q^{n}_{13,19}+Q^{n}_{13,14}+Q^{n}_{13,9}+Q^{n}_{13,8}+Q^{n}_{13,7}+Q^{n}_{13,12}+$$

$$Q^{n}_{13,17}+Q^{n}_{13,t}+P_{13}=0$$

$$\Delta Z_{14}\left\{-\frac{A_{14}}{\Delta t}+\frac{\partial Q^{n}_{14,19}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,20}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,15}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,10}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,9}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,8}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,13}}{\partial Z_{14}}+\frac{\partial Q^{n}_{14,18}}{\partial Z_{14}}\right\}+\frac{\partial Q^{n}_{14,19}}{\partial Z_{19}}\cdot\Delta Z_{19}+\frac{\partial Q^{n}_{14,20}}{\partial Z_{20}}\cdot\Delta Z_{20}+\frac{\partial Q^{n}_{14,15}}{\partial Z_{15}}\cdot\Delta Z_{15}+$$

$$\frac{\partial Q^{n}_{14,10}}{\partial Z_{10}}\cdot\Delta Z_{10}+\frac{\partial Q^{n}_{14,9}}{\partial Z_{9}}\cdot\Delta Z_{9}+\frac{\partial Q^{n}_{14,8}}{\partial Z_{8}}\cdot\Delta Z_{8}+\frac{\partial Q^{n}_{14,13}}{\partial Z_{13}}\cdot\Delta Z_{13}+\frac{\partial Q^{n}_{14,18}}{\partial Z_{18}}\cdot\Delta Z_{18}+Q^{n}_{14,19}+Q^{n}_{14,20}+Q^{n}_{14,15}+Q^{n}_{14,10}+Q^{n}_{14,9}+Q^{n}_{14,8}+Q^{n}_{14,13}+Q^{n}_{14,18}+P_{14}=0$$

$$\Delta Z_{15}\left\{-\frac{A_{15}}{\Delta t}+\frac{\partial Q^{n}_{15,10}}{\partial Z_{15}}+\frac{\partial Q^{n}_{15,9}}{\partial Z_{15}}+\frac{\partial Q^{n}_{15,14}}{\partial Z_{15}}+\frac{\partial Q^{n}_{15,19}}{\partial Z_{15}}+\frac{\partial Q^{n}_{15,20}}{\partial Z_{15}}\right\}+\frac{\partial Q^{n}_{15,10}}{\partial Z_{10}}\cdot\Delta Z_{10}+\frac{\partial Q^{n}_{15,9}}{\partial Z_{9}}\cdot\Delta Z_{9}+\frac{\partial Q^{n}_{15,14}}{\partial Z_{14}}\cdot\Delta Z_{14}+\frac{\partial Q^{n}_{15,19}}{\partial Z_{19}}\cdot\Delta Z_{19}+\frac{\partial Q^{n}_{15,20}}{\partial Z_{20}}\cdot\Delta Z_{20}+Q^{n}_{15,10}+$$

$$Q^{n}_{15,9}+Q^{n}_{15,14}+Q^{n}_{15,19}+Q^{n}_{15,20}+P_{15}=0$$

Figura 27. Aplicación de la ecuación (3.53) a todas las celdas del grupo central j. Coeficientes de las matrices central, siguiente y precedente.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

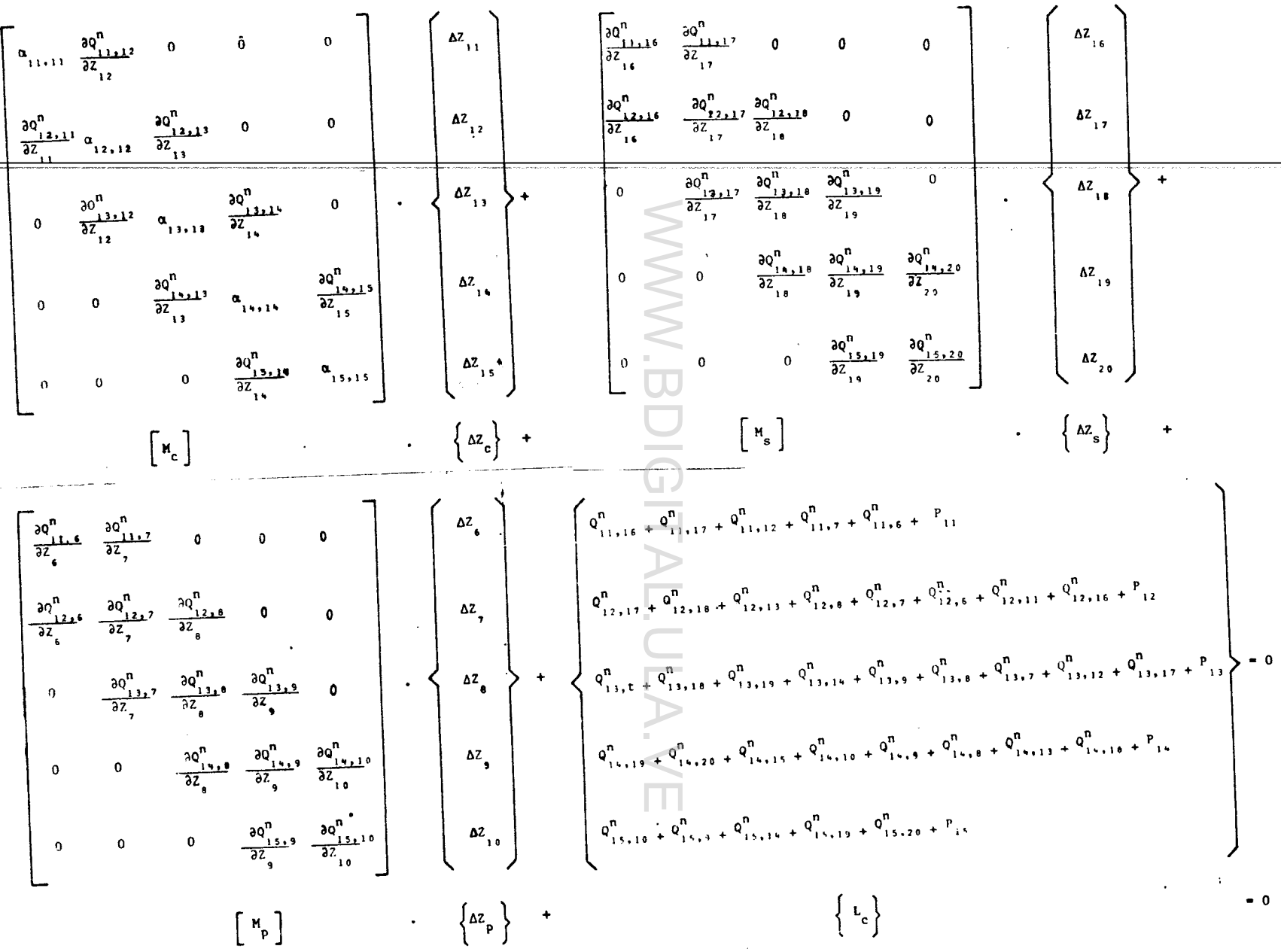


Figura 27. (Continuación).

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$[M_c] \cdot \{\Delta Z_c\} + [M_s] \cdot \{\Delta Z_s\} + [M_p] \cdot \{\Delta Z_p\} + \{L_c\} = 0 \qquad (3.55)$$

donde

$[M_c]$ es la matriz del grupo central, de orden mj x mj

$[M_s]$ es la matriz del grupo siguiente, de orden mj_{+1} x mJ

$[M_p]$ es la matriz del grupo precedente, de orden mj_{-1} x mj

$\{L_c\}$ es el vector libre central, de orden 1 x mj.

Los vectores $\{\Delta Z_c\}$, $\{\Delta Z_s\}$ y $\{\Delta Z_p\}$ son los vectores correspondientes a los incrementos de nivel èn las celdas, los cuales son las incógnitas.

La ecuación (3.55) es en consecuencia escrita para cada grupo de cel - das incluyendo el grupo N° 1, donde:

$$[M_1] \cdot \{\Delta Z_1\} + [M_2] \cdot \{\Delta Z_2\} + [M_0] \{\Delta Z_0\} + \{L_1\} = 0 \qquad (3.56)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Existen por lo tanto L-1 ecuaciones de este tipo y L+1 vectores incóg- nitas $\{\Delta Z_i\}$, completando el sistema de ecuaciones con dos condiciones de borde, una aguas arriba, grupo L,y otra aguas abajo, grupo 0.

Condiciones aguas abajo

Los componentes del vector $\{\Delta Z_0\}$ siempre pueden ser expresados con la ayuda de las condiciones de borde aguas abajo, grupo 0, como una función de los componentes del vector $\{\Delta Z_1\}$ de acuerdo a la siguiente relación:

$$\{\Delta Z_0\} = [E_0] \cdot \{\Delta Z_1\} + \{F_0\} \qquad (3.57)$$

cualquiera que fueran las condiciones de borde físicamente aceptables, se puede siempre encontrar los elementos de la matriz $[E_0]$ y el vector $\{F_0\}$ mediante la linealización de estas condiciones. Entonces sustituyendo la ecuación (3.57) en la ecuación (3.56) se obtiene:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$[M_1].\{\Delta Z_1\} + [M_2].\{\Delta Z_2\} + [M_0].[E_0].\{\Delta Z_1\} + [M_0].\{F_0\} + \{L_1\} = 0$$

por cuanto

$$\{\Delta Z_1\} = -\left[[M_1]+[M_0].[E_0]\right]^{-1}.[M_2].\{\Delta Z_2\} - \left[[M_1]+[M_0].[E_0]\right]^{-1}. \{[M_0].\{F_0\} + \{L_1\}\} \quad (3.58)$$

La ecuación (3.58) toma la forma recurrente del tipo de la ecuación (3.57), es decir:

$$\{\Delta Z_1\} = [E_1].\{\Delta Z_2\} + \{F_1\} \quad (3.59)$$

donde

$$[E_1] = -\left[[M_1] + [M_0].[E_0]\right]^{-1}.[M_2] \quad (3.60)$$

y

$$\{F_1\} = -\left[[M_1] + [M_0].[E_0]\right]^{-1}.\{[M_0].\{F_0\} + \{L_1\}\} \quad (3.61)$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

y generalizando las relaciones expresadas en (3.60) y (3.61), para un grupo central j se tiene que:

$$\{\Delta Z_j\} = [E_j].\{\Delta Z_{J+1}\} + \{F_j\} \quad (3.62)$$

$$[E_j] = -\left[[M_j] + [M_{j-1}].[E_{j-1}]\right]^{-1}.[M_{j+1}] \quad (3.63)$$

$$\{F_j\} = -\left[[M_j] + [M_{j-1}].[E_{j-1}]\right]^{-1}.\{[M_{j-1}].\{F_{j-1}\} + \{L_j\}\} \quad (3.64)$$

Por lo tanto, con ayuda de las ecuaciones (3.63) y (3.64), se puede calcular en un proceso aguas arriba, las matrices $[E_j]$ y los vectores $\{F_j\}$, desde el grupo 1 hasta el grupo L-1.

Para el grupo 1 la matriz $[E_0]$ y el vector $\{F_0\}$ son evaluados de la condición de borde aguas abajo. Para el grupo L-1, $[E_{L-1}]$ y $\{F_{L-1}\}$ son calculados en la forma ya descrita, la condición de borde aguas arriba L provee el vector $\{\Delta Z_1\}$.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Entonces, en una nueva fase del cálculo, mediante un proceso inverso, o sea, hacia aguas abajo se podrá determinar los vectores de incrementos de nivel para los demás grupos de la siguiente manera:

$$\{\Delta Z_{j-1}\} = [E_{j-1}] \cdot \{\Delta Z_j\} + \{F_{j-1}\} \qquad (3.65)$$

Los valores calculados de ΔZ_j tienen sólamente que ser adicionados a los niveles Z_j^n conocidos en el tiempo $n.\Delta t$, encontrándose así el estado del modelo para el tiempo $(n + 1)\Delta t$. El proceso es entonces repetido para el siguiente intervalo de tiempo.

Este método de cálculo es en realidad un método para invertir una matriz bandeada extremadamente esparcida y representa una extensión del llamado método de DOBLE BARRIDO, Este método es usado comúnmente para resolver una ecuación parabólica en derivadas parciales en un espacio unidimensional. A pesar de su obvia complejidad, este método requiere mucho menos tiempo de computación que un método convencional de inversión de matrices.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Condiciones de borde

Dado que el sistema de ecuaciones diferenciales parciales lineales para ΔZ_i es parabólico, ecuación (3.34), cuya solución existe y es única, es neeesario y suficiente definir los niveles Z(t) en las fronteras geográficas del área en estudio, es decir, las condiciones de borde y las condiciones iniciales que son los niveles en las celdas y el caudal en el tiempo cero. Esto no siempre es posible en la vida real, pudiendo ocurrir tres tipos de condiciones:

1. Un limnigrama, es decir, niveles dados como una función del tiempo.

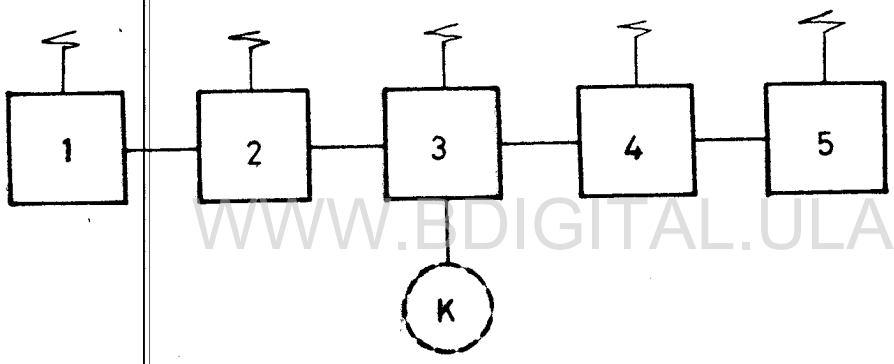
2. Un hidrograma, es decir, descargas dadas como una función del tiempo.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

3. Una curva de gasto, es decir, una relación entre el nivel y el caudal.

Las tres condiciones de borde podrían ser expresadas en la forma de la ecuación (3.62).

Para la condición de un limnigrama es decir, un nivel en función del tiempo, se introduce en el modelo una celda imaginaria k, en donde el nivel Z_k es conocido en el tiempo (n + 1). Figura 28.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 28. Limnigrama como condición de borde.

Al dividir el modelo en celdas y grupos de celdas, se supone que la celda k está situada en el grupo j-1, precedente a un grupo central j y aplicando la ecuación (3.62) a la celda k en estudio se tiene:

$$\{\Delta Z_k\} = [E_k] \cdot \{\Delta Z_j\} + \{F_k\} \tag{3.66}$$

entonces

$$\{\Delta Z_k\} = \{F_k\} \tag{3.67}$$

ya que

$$[E_{k,1}] = [E_{k,2}] = [E_{k,3}] = [E_{k,4}] = [E_{k,5}] = 0$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

lo cual indica que el nivel en la celda k en un tiempo $n.\Delta t$ es independiente del nivel en el grupo j.

Para la condición de un hidrograma, es suficiente sumar el incremento de caudal del hidrograma $(Q^{n+1} - Q^n)$ al vector libre {L} en el grupo donde se impone la condición.

Para la condición de curva de gasto, se introduce nuevamente una celda imaginaria k, Figura 31, entonces:

$$Q^n_{i,k} = f\ (Z^n_i) \tag{3.68}$$

por lo tanto

$$\frac{\partial Q^n_{i,k}}{\partial Z_i} = \frac{df(Z_i)}{dZ_i} \tag{3.69}$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

y, puesto que $Q_{i,k}$ no depende de Z_k, siendo el flujo de i a k:

$$\frac{\partial Q^n_{i,k}}{\partial Z_k} = 0 \tag{3.70}$$

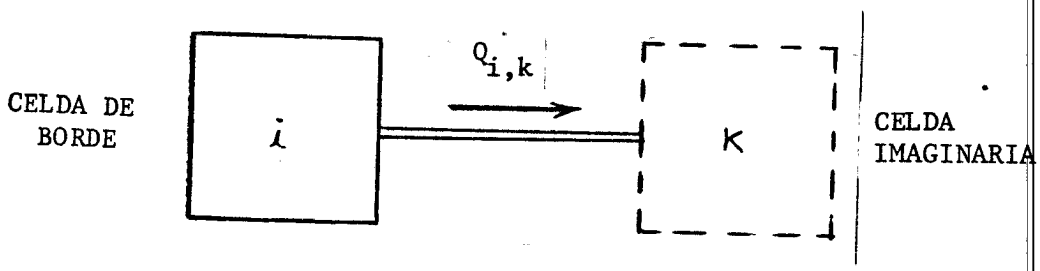
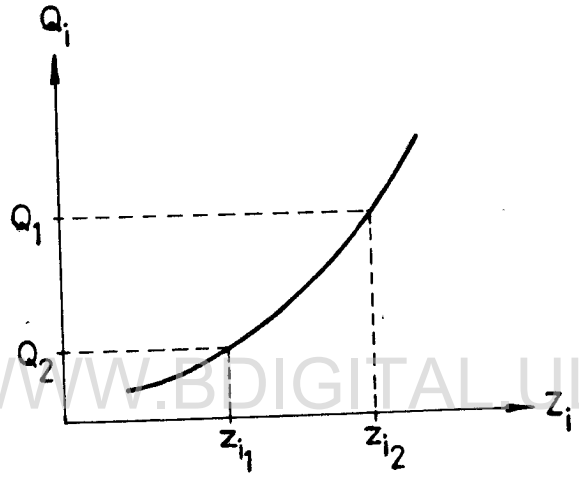


Figura 29. Curva de gasto como condición de borde.

Sin embargo, cuando el flujo es de la celda k a la celda i, esta condición de borde no puede ser usada.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

En la Figura 30 se observa una gráfica de la función $Q_{i,k}(Z_i)$. Para un nivel de agua dado en la celda i, igual a Z_{i1}, se encuentra que Q_1 está llenando la celda i. En consecuencia, después del intervalo de tiempo Δt, la nueva altura Z_i será igual a Z_{i2} que es mayor a Z_{i1}, lo cual haría que la descarga Q_2 sea mayor que Q_1 y también dirigido hacia la celda i. Esto es una situación imposible, ya que para un nivel de agua mayor en la celda i, el caudal hacia la misma disminuirá.



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 30. Relación del nivel-caudal para la celda i.

En el presente trabajo se utiliza como condiciones de borde en aguas arriba un hidrograma, en aguas abajo una curva de gasto y para la condición de borde de un río tributario se ha considerado un hidrograma, ya que para estas condiciones es más factible encontrar registros y datos hidrológicos.

Entonces para el grupo 1:

$$\left[E_1\right] = \left[M_{c1}\right]^{-1} \cdot \left[M_{s1}\right] \quad \text{y} \quad \{F_1\} = \left[M_{c1}\right]^{-1} \cdot \{L_1\} \tag{3.71}$$

para el grupo L-1

$$\left[E_{L-1}\right] = 0 \tag{3.72}$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

y

$$\{F_{L-1}\} = -\left[\left[M_{c_{L-1}}\right] + \left[M_{P_{L-2}}\right]\cdot\left[E_{L-2}\right]\right]^{-1}\cdot\left\{\left[M_{P_{L-2}}\right]\cdot\{F_{L-2}\} + \{L_{L-1}\}\right\} \tag{3.73}$$

Sea i la celda del cauce, del grupo j, donde descarga el río tributario T, según se muestra en la Figura 31. Entonces es suficiente adicionar el caudal del río tributario $Q^n_{i,T}$, al término correspondiente a la celda i en el vector libre $\{F_j\}$ del grupo donde se imponga dicha condición, en el tiempo $n.\Delta t$.

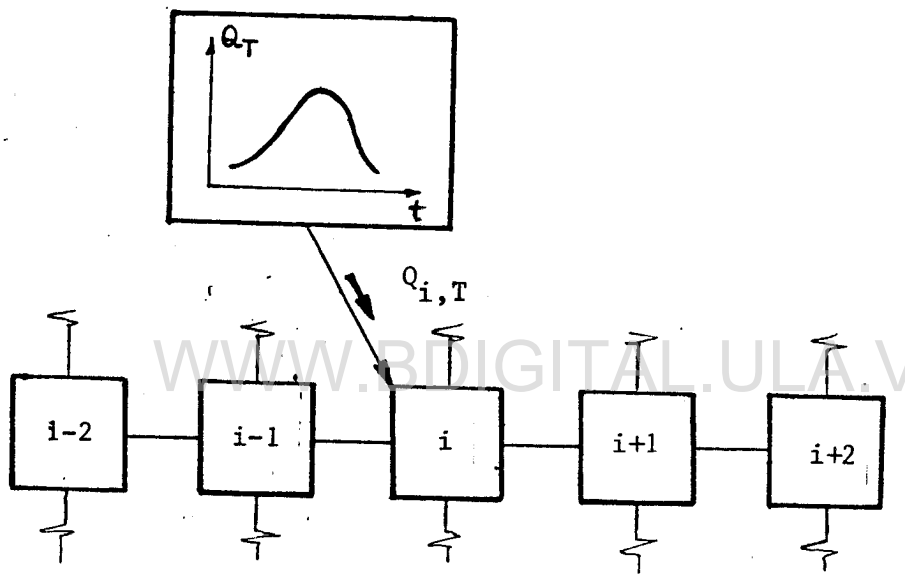


Figura 31. Río tributario como condición de borde.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Evaluación de los coeficientes

Se procede a evaluar los coeficientes que conforman las matrices central, siguiente y precedente. En la unión tipo río se comparan los niveles de agua en las celdas Z_i y Z_k, si Z_k es mayor que Z_i, entonces el flujo es de k a i. Los coeficientes tendrán signo contrario si el flujo es de i a k, siempre que no presente el problema de la pequeña profundidad como se verá.

$$Q_{i,k} = \text{SIGNO}(Z_k - Z_i).\phi(Z_{i,k}).\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]} \tag{3.74}$$

donde el sentido del flujo lo dará el valor del signo de la diferencia de niveles entre las celdas k e i y el valor absoluto dentro del radical prevé que

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

el nivel Z_i sea mayor que Z_k.

Las derivadas parciales de la función anterior (3.74) son:

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = (1-\alpha)\,\frac{d\,\phi\,(Z_{i,k})}{dZ_i}\cdot\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]}\quad\frac{\phi\,(Z_{i,k})}{2\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]}} \tag{3.75}$$

y con respecto a k

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \alpha\,\frac{d\,\phi\,(\bar{Z}_{i,k}}{dZ_k}\cdot\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]} + \frac{\phi\,(Z_{i,k})}{2\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]}} \tag{3.76}$$

Si se presenta el problema de la pequeña profundidad, entonces, el coeficiente de ponderación α es igual a uno. Las ecuaciones anteriores resultan:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$Q_{i,k} = \phi\,(Z_k)\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]} \tag{3.77}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = -\frac{\phi\,(Z_k)}{2\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]}} \tag{3.78}$$

$$\frac{\partial Z_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{d\,\phi\,(Z_k)}{dZ_k}\cdot\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]} + \frac{\phi\,(Z_k)}{2\sqrt{\left[Z_k - Z_i\right]}} \tag{3.79}$$

Si al comparar niveles Z_i es mayor que Z_k, se probará el signo de $\frac{\partial Q_{k,i}}{\partial Z_k}$, si el signo de esta derivada no es positivo, es decir que no se ha presentado el problema de la pequeña profundidad, entonces se procede de la manera anterior y las ecuaciones (3.74), (3.75) y (3.76) son válidas.

De presentarse el problema de la pequeña profundidad, esto es $\frac{\partial Q_{k,i}}{\partial Z_k}$ es positivo, las ecuaciones a usar son las siguientes:

$$Q_{i,k} = -\left[\phi\,(Z_i)\cdot\sqrt{Z_i - Z_k}\right] \tag{3.80}$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = - \left[\frac{d\,\phi(Z_i)}{dZ_k} \cdot \sqrt{Z_i - Z_k} + \frac{\phi(Z_i)}{2.\sqrt{Z_i - Z_k}} \right] \tag{3.81}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = - \left[- \frac{\phi(Z_i)}{2.\sqrt{Z_i - Z_k}} \right] \tag{3.82}$$

Analizando la relación de intercambio tipo vertedero, con dirección de flujo de la celda k a la celda i, se tiene:

1. Flujo libre

$$Q_{i,k} = FCL.FCB.\ \phi_L .\ B.\ (Z_k - Z_v)^{3/2} \tag{3.83}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = 0 \tag{3.84}$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{3}{2}\ FCL.FCB.\ \phi_L .\ B.\ (Z_k - Z_v)^{1/2} \tag{3.85}$$

2. Flujo sumergido

$$Q_{i,k} = FCS.FCB.\ \phi_s .\ B.\ (Z_i - Z_v)\ (Z_k - Z_i)^{1/2} \tag{3.86}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = FCS.FCB.\ \phi_s .\ B. \left[\sqrt{Z_k - Z_i} - \frac{(Z_i - Z_v)}{2.\sqrt{Z_k - Z_i}} \right] \tag{3.87}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{1}{2}\ FCS.FCB.\ \phi_s .\ B.\ \frac{(Z_i - Z_v)}{\sqrt{Z_k - Z_i}} \tag{3.88}$$

Cuando la dirección de flujo es de la celda i a la celda k, la relación de intercambio de flujo tipo vertedero será:

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1. Flujo libre

$$Q_{i,k} = - FCL.FCB.\phi_L.B.(Z_i - Z_v)^{3/2} \tag{3.89}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = - \frac{3}{2} .FCL.FCB.\phi_L.B.(Z_i - Z_v)^{1/2} \tag{3.90}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = 0 \tag{3.91}$$

2. Flujo sumergido

$$Q_{i.k} = - FCS.FCB.\phi_s.B.(Z_k - Z_v)(Z_i - Z_k)^{1/2} \tag{3.92}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = - \frac{1}{2} FCS.FCB.\phi_s.B. \frac{(Z_k - Z_v)}{\sqrt{Z_i - Z_k}} \tag{3.93}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = - FCS.FCB.\phi_s.B.\left[\sqrt{Z_i - Z_k} - \frac{(Z_k - Z_v)}{\sqrt{Z_i - Z_k}}\right] \tag{3.94}$$

Para la unión tipo alcantarilla, considerando la dirección del flujo de la celda k a la celda i, se tiene:

1. Flujo tipo I

$$Q_{i,k} = SIGNO\ (Z_k - Z_i).K_s.\sqrt{[Z_k - Z_i]} \tag{3.95}$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = - \frac{SIGNO(Z_k - Z_i).K_s}{2\sqrt{[Z_k - Z_i]}} \tag{3.96}$$

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{SIGNO(Z_k - Z_i).K_s}{2\sqrt{[Z_k - Z_i]}} \qquad (3.97)$$

Si la dirección del flujo es de i a k, entonces el signo de la diferencia de niveles será negativo.

2. Flujo tipo III

$$Q_{i,k} = \theta_{or}.\ A.\ (Z_k - ZF_k)^{1/2} \qquad (3.98)$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = 0 \qquad (3.99)$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{\theta_{or}.A}{2.\sqrt{Z_k - ZF_k}} \qquad (3.100)$$

WWW.SDIGITAL.ULA.VE

Si la dirección del flujo es de la celda i a la celda k:

$$Q_{i,k} = -\theta_{or}.A.(Z_i - ZF_i)^{1/2} \qquad (3.101)$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = -\frac{\theta_{or}.A}{2\sqrt{Z_i - ZF_i}} \qquad (3.102)$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = 0 \qquad (3.103)$$

3. Flujo tipo IV y V

$$Q_{i,k} = SIGNO(Z_k - Z_i).\theta_{ve}.\ A_M.\ \sqrt{[Z_k - Z_i]} \qquad (3.104)$$

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i} = - \frac{SIGNO(Z_k - Z_i).\theta_{ve}.A_M}{2.\sqrt{[Z_k - Z_i]}} \qquad (3.105)$$

$$\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k} = \frac{SIGNO(Z_k - Z_i).\theta_{ve}.A_M}{2.\sqrt{[Z_k - Z_i]}} \qquad (3.106)$$

si la dirección del flujo es de la celda i a la celda k, entonces el signo de la diferencia de niveles será negativo.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO IV

ALGORITMO DEL MODELO BIDIM

En el presente capítulo se hará una descripción detallada de la estructura del programa; se presenta el flujograma general del modelo y las equivalencias de las variables utilizadas en el lenguaje FORTRAN.

Algoritmo general

En la Figura 32 se muestra el flujograma general del modelo BIDIM. La estructura del programa escrita en lenguaje FORTRAN se detalla de la siguiente forma:

1. Lectura de los datos que definen la configuración física del modelo: número de grupos, número de celdas, número de filas, número de ríos tributarios y número de uniones tipo alcantarilla; y los datos que definen la configuración de los datos tabulares.

2. Lectura de los datos que definen el intervalo de tiempo de simulación y el tiempo máximo de simulación.

3. Lectura de los datos tabulares que conforman las condiciones de borde: aguas arriba mediante un hidrograma, aguas abajo por una curva de gasto, precipitación mediante un hietograma y la del río tributario por un hidrograma.

4. Lectura de datos correspondiente a la unión tipo alcantarilla.

5. Lectura de las tablas de elevación versus área superficial para cada celda.

6. Lectura de las condiciones iniciales: niveles de agua, cota de fondo en cada celda referidas a un datum y la correspondiente profundidad de agua.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

7. Contador de tiempo de simulación.

8. Inicialización de las matrices central, precedente, siguiente y del vector de términos libre asignando valor de cero a todos sus coeficientes para todos los grupos.

9. Cálculo de coeficientes de las condiciones de borde en aguas arriba, en aguas abajo, de la precipitación y del río tributario, para luego ser almacenados.

10. Se interpola para todas las celdas el área de las mismas, para las condiciones iniciales, almacenando en la matriz central los coeficientes $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ para todos los grupos.

11. Se calculan los coeficientes $\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_i}$, $\frac{\partial Q_{i,k}}{\partial Z_k}$ y $Q_{i,k}$ para las uniones tipo río, tipo vertedero y tipo alcantarilla, para luego almacenarlos en los vectores y matrices correspondientes.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

12. Las matrices y vectores de coeficientes [E] y {F} son calculados para todos los grupos,desde aguas abajo hacia aguas arriba, es decir el primer barrido.

13. En el segundo barrido, se calculan los incrementos de nivel ΔZ_i en las celdas para todos los grupos desde aguas arriba hacia aguas abajo.

14. Se adicionan los incrementos de nivel calculados en el paso 13 a los niveles correspondientes al intervalo de tiempo anterior.

15. Se escriben los niveles finales calculados en un intervalo de tiempo.

16. Se calcula otro intervalo de tiempo y se repite todo el procedimiento desde el paso 8.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

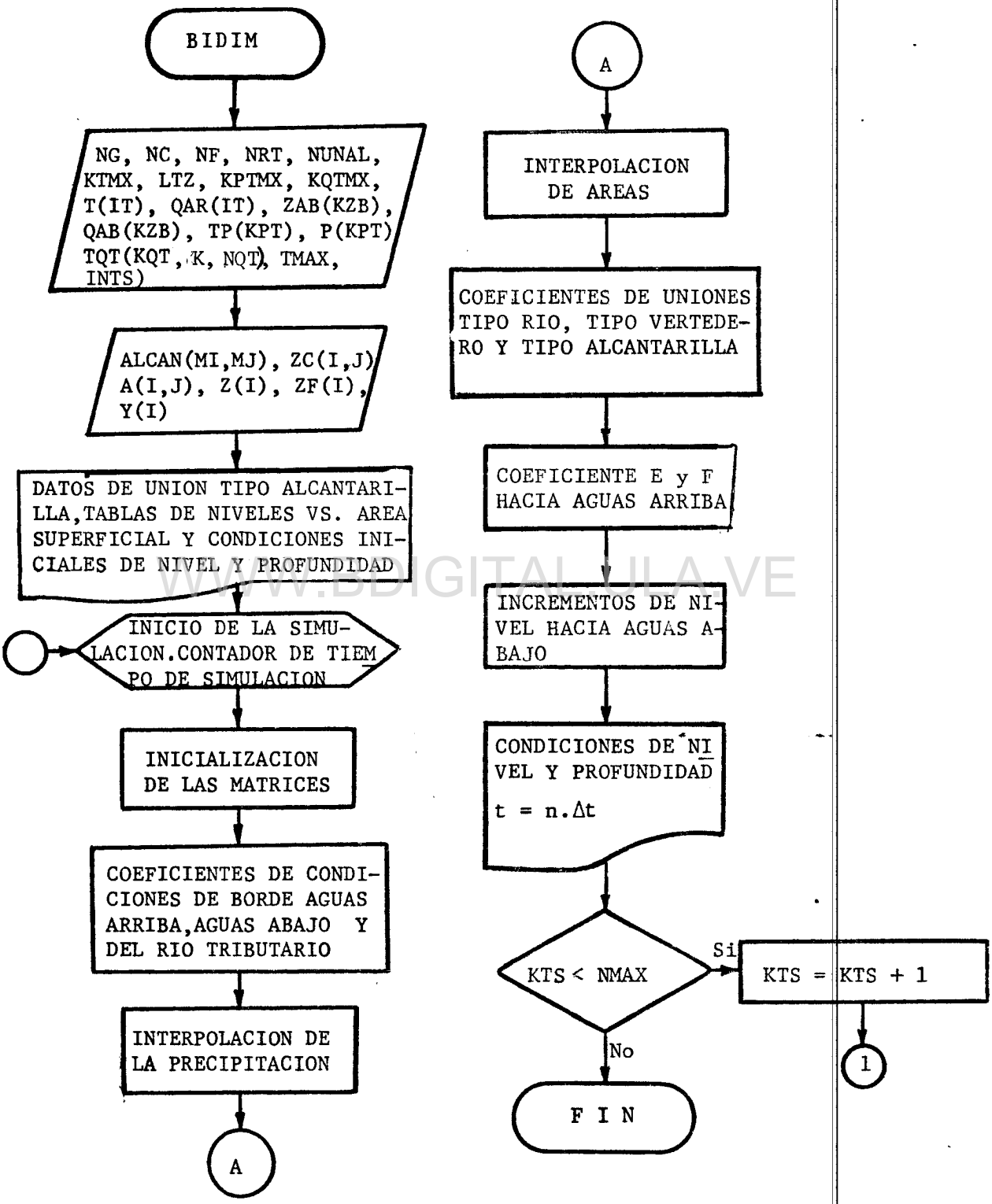


Figura 32. Flujograma general del modelo BIDIM

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Variables utilizadas por el programa

Para facilitar una mejor interpretación del programa de computación del modelo BIDIM se da la equivalencia de las variables utilizadas en la Tabla III.15 del Apéndice III. En los Apéndices se muestra el listado del modelo, el flujograma detallado del modelo, el instructivo del modelo y los archivos de entrada al modelo BIDIM con su correspondiente ejemplo de salida.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO V

APLICACION DEL MODELO MODIFICADO

En el desarrollo del presente capítulo, se utilizaron los datos del río Guanare para realizar el análisis de sensibilidad de los factores de descarga de la alcantarilla COR y CVE, y para la introducción de ríos tributarios al modelo. Los datos del río Escalante fueron empleados en la introducción de la precipitación al modelo, en la comparación de resultados obtenidos por Espinosa (1985) y por el presente trabajo, y finalmente en el análisis de sensibilidad al intervalo de tiempo de simulación.

Alcantarilla

Prueba de sensibilidad de los factores de descarga

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

La prueba de sensibilidad de los factores de descarga del modelo se realizó efectuando corridas en las que se varió uno de los factores de descarga manteniendo el otro factor constante y viceversa.

Factor de descarga del flujo tipo 3 COR

Tabla 1. Variación del factor de descarga COR

$COR = \theta_{or}\sqrt{2g}$	$CVE = \theta_{ve}\sqrt{2g}$	ANM	INTS
2,00	3,76	0,013	1200 s
2,65	3,76	0,013	1200 s
3,32	3,76	0,013	1200 s

En la Figura 33 se observa que al variar el factor COR se produce una leve variación de los niveles de agua en el tiempo que no da indicios de propiciar inestabilidad en el modelo.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Factor de descarga de los flujos tipo 4 y tipo 5 CVE

Se varía el factor CVE conforme se presenta en la Tabla 2.

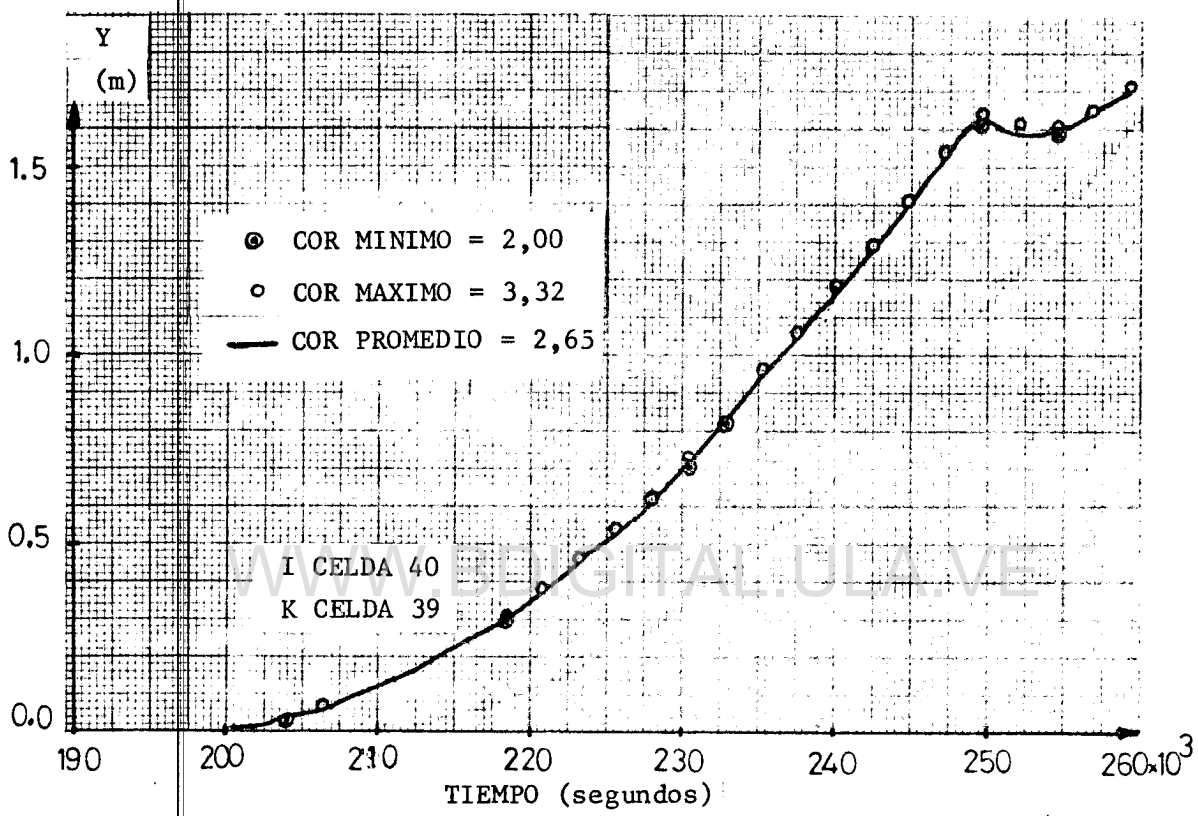


Figura 33. Variación del factor de descarga COR

Tabla 2. Variación del factor de descarga CVE

CVE	COR	ANM	INTS
3,32	2,65	0,013	1200 s
3,76	2,65	0,013	1200 s
4,20	2,65	0.013	1200 s

Al observar la Figura 34 se ve que al variar el factor CVE, los niveles de agua en el tiempo casi no varían, por lo que se puede afirmar que dicho factor tiene influencia casi nula en la inestabilidad del modelo.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

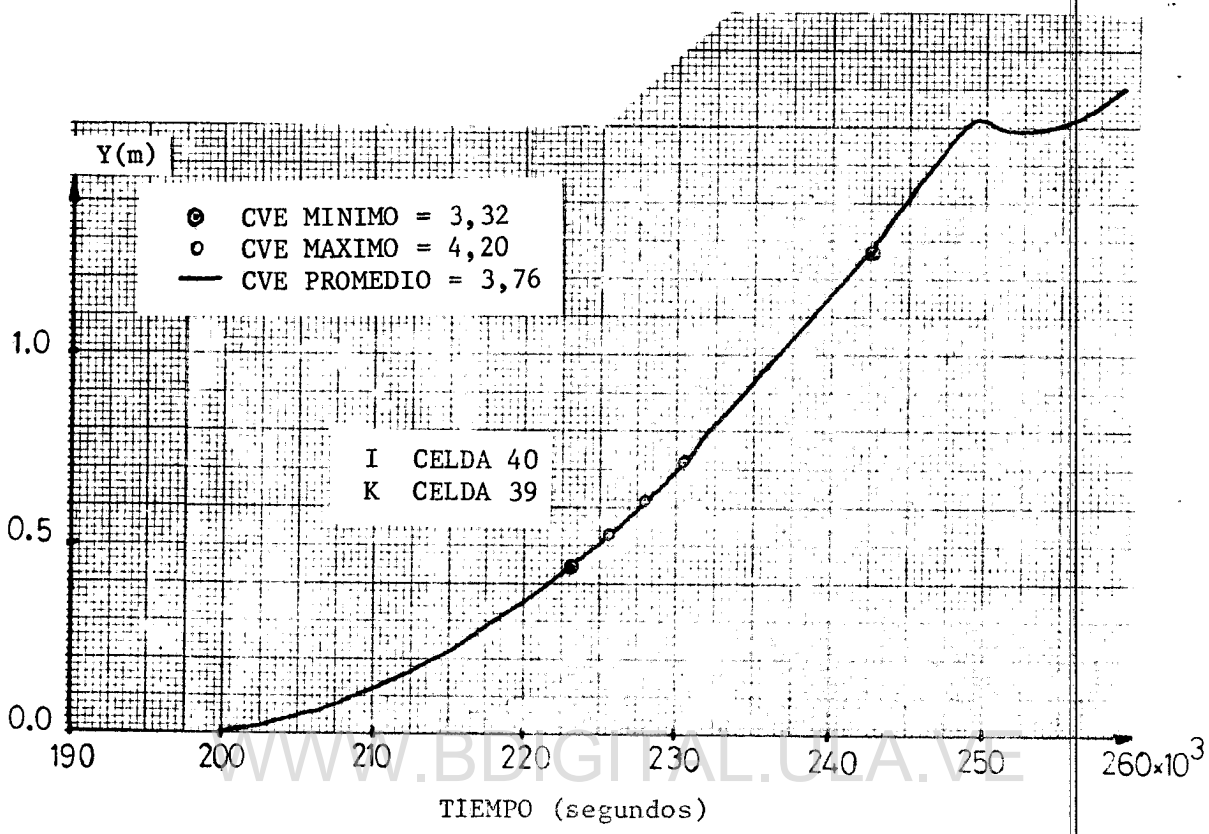


Figura 34. Variación del factor de descarga CVE.

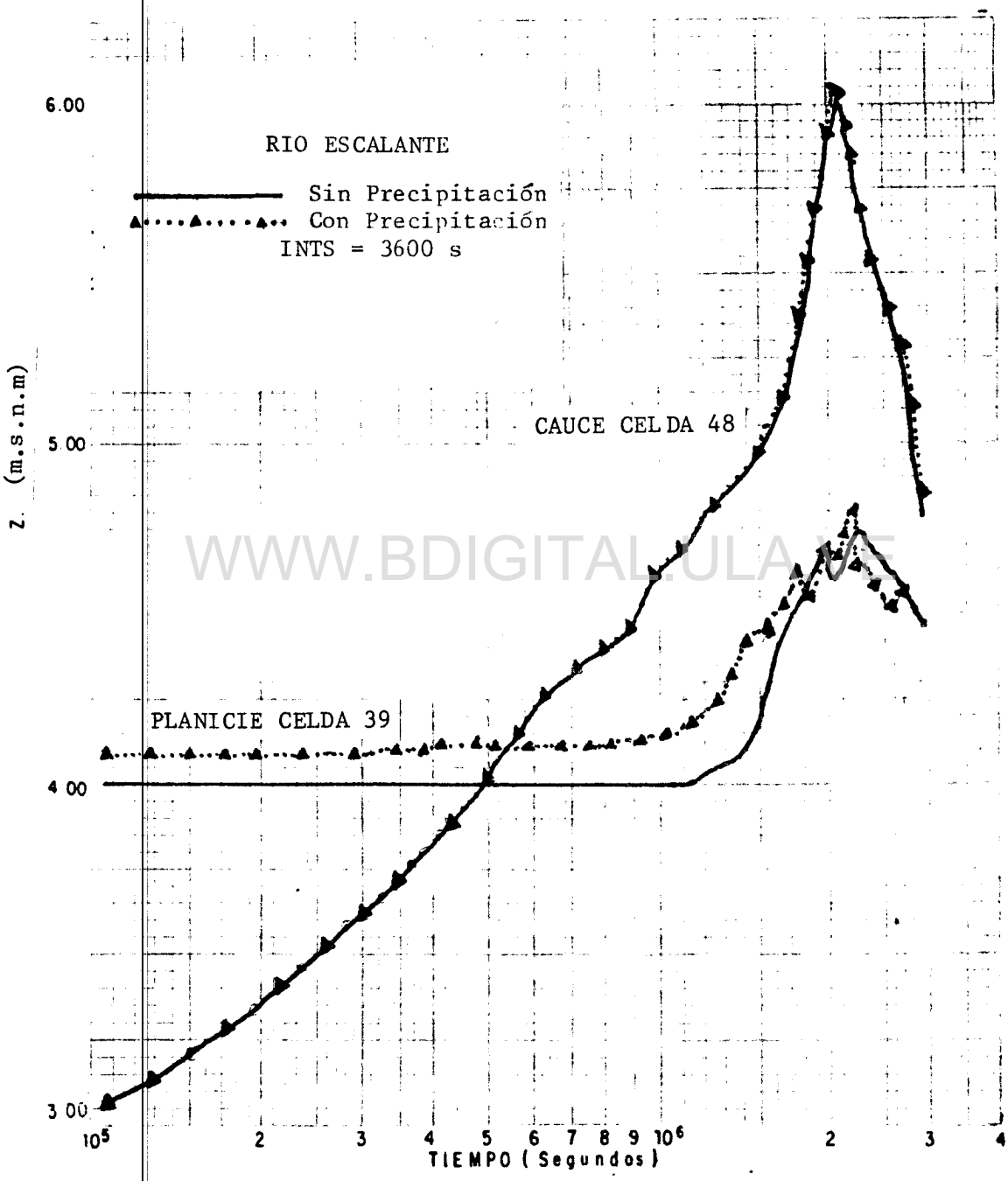
Precipitación

La introducción de la precipitación en el modelo modificado BIDIM, tuvo como finalidad considerar el volumen de agua, nada despreciable, que produce la precipitación en la zona de inundación estudiada y en consecuencia hacer que el modelo pueda simular el fenómeno del tránsito de una creciente con mayor realidad. También se estudió su influencia en el modelo, tal como se encuentra estructurado. Se utilizaron los registros de precipitación mensual del 25/11/75 al 29/12/75 de la Estación Santa Bárbara del Zulia.

En la Figura 35 se observa que la influencia de la precipitación en los niveles de agua de una celda del cauce es insignificante comparado a la influencia que se presenta en una celda de planicie.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Figura 35. Comparación de niveles de agua considerando la precipitación y sin considerarla.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Es necesario acotar que los resultados de las corridas del modelo, considerando la precipitación y sin considerarla, mostraron que la inestabilidad en las celdas de la planicie se acelera al tomarse en cuenta la precipitación, es decir, las pequeñas láminas de agua en las celdas de la planicie que se transmiten de una celda a otra mediante la unión tipo río, generan profundidades de agua negativas. Para evitar la inestabilidad del modelo por el problema anteriormente expuesto y utilizar el mayor intervalo de simulación, es recomendable prescindir de la precipitación en el modelo, tal como se encuentra estructurado.

La sobreestimación de los volúmenes de agua transmitidos entre dos celdas con pequeñas láminas de agua unidas mediante una unión tipo río, podría ser causada por la utilización de un coeficiente de rugosidad inapropiado, es decir, a menor coeficiente de rugosidad, mayor será el factor de conducción de la unión tipo río. Este problema es mayor cuanto menores sean las láminas de agua en las celdas. Esto se explica en la Figura 36; si la altura de la rugosidad es mayor o de igual magnitud que la lámina de agua, entonces no hay flujo de agua de una celda a otra. En otras palabras, el coeficiente de rugosidad es mayor para las pequeñas profundidades y debe variar con respecto a la profundidad de agua. En un futuro, es necesario estudiar el intercambio de flujo de la unión tipo río entre dos celdas de planicie que tengan ambas pequeñas profundidades e introducir en el modelo las modificaciones correspondientes que consideren rugosidades variables con la profundidad de agua.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

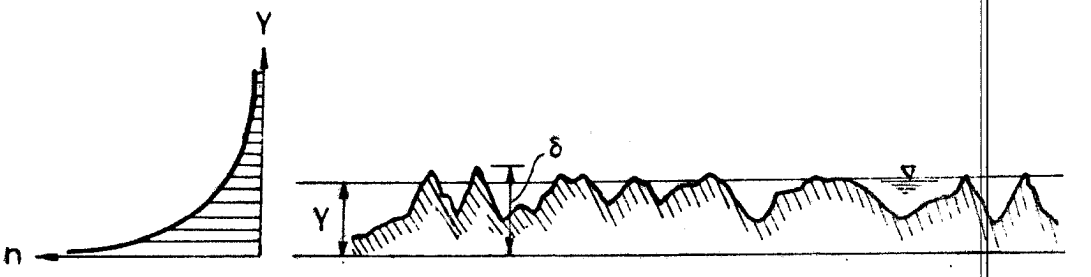


Figura 36. Influencia de la rugosidad en pequeñas láminas de agua en celdas de la unión tipo río.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Río tributario

La introducción de ríos tributarios da mayor flexibilidad al modelo con respecto a la configuración física que pueda presentarse en la zona en estudio. El modelo permite hasta cinco ríos tributarios.

En la Figura 37 se muestran las variaciones de los niveles de agua en tres celdas del cauce del río Guanare, ubicadas aguas abajo de la celda a la cual tributa el río Tucupido. Se observará que al considerar el río tributario, los niveles de agua en las celdas se incrementan. En el caso particular del río Guanare, se ve que los incrementos de nivel se reflejan en los primeros períodos del tránsito de la creciente, puesto que los incrementos de caudales en el hidrograma son pequeños con respecto a la brusca rama ascendente del hidrograma, en la que los niveles de agua no son sensibles al aporte del caudal del río tributario, ya que dichos caudales son comparativamente despreciables con relación a los caudales del hidrograma de entrada en su rama ascendente.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Vertedero

Comparación con resultados obtenidos por Espinosa

Puesto que inicialmente se consideró que la principal fuente de inestabilidad radicaba en la unión tipo vertedero, se realizaron las modificaciones correspondientes en el modelo, a fin de controlar los volúmenes de agua transmitidos de una celda a otra por la unión tipo vertedero.

Espinosa (1985), al presentar los limnigramas de las celdas del cauce y la planicie, recomienda controlar los volúmenes de agua a transmitirse en este tipo de unión. Se comparó los limnigramas del cauce presentados por Espinosa y los obtenidos en el presente trabajo, respetando las etapas del tránsito del hidrograma y los intervalos de simulación utilizados en el primer trabajo, como se muestra en la Tabla 3. En la Figura 38 se puede observar que los niveles de agua en los limnigramas del cauce obtenidos son mayores, puesto

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

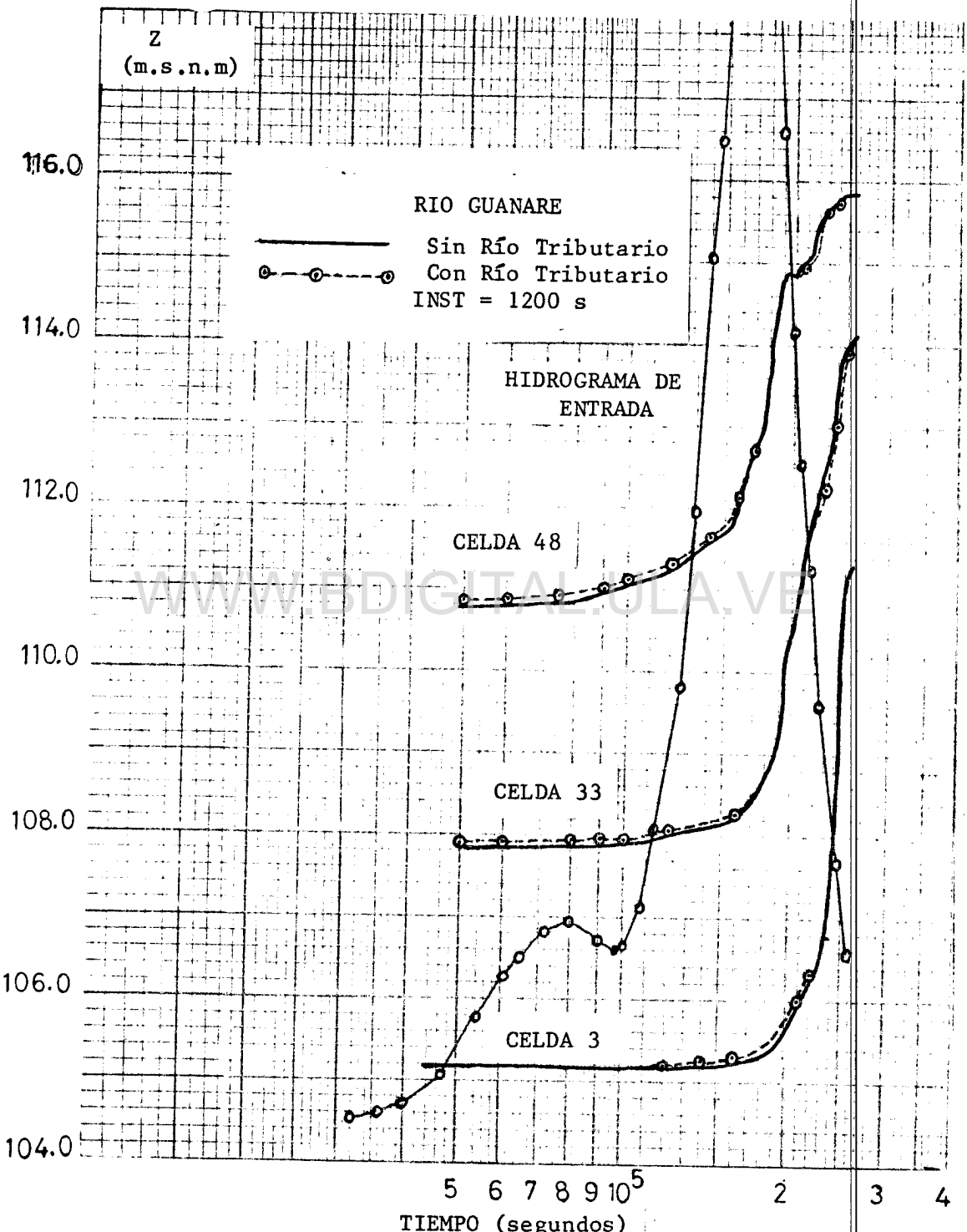


Figura 37. Variación de los niveles de agua en las celdas del cauce aguas abajo de la celda donde descarga el río tributario, con y sin presencia del río tributario.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Etapa	Mes	Día	Tiempo (seg.)	Caudal (m³/seg)	Intervalo de simulación
1ª	Noviembre	27	0.00	127.91	1200 seg.
		28	86.400	133.75	
		29	172.800	154.17	
		30	259.200	173.32	
		01	345.600	190.29	
2ª		29	345.600	190.29	600 seg.
		30	432.000	208.01	
	Diciembre	01	518.400	226.80	
3ª		01	518.400	226.80	300 seg.
		02	604.800	247.15	
4ª		02	604.800	247.15	300 seg.
		03	691.200	256.06	
		04	777.600	260.74	
5ª		04	777.600	260.74	300 seg.
		05	864.000	266.98	
		06	950.400	276.70	
6ª		06	950.400	276.70	300 seg.
		07	1.036.800	283.50	
		08	1.123.200	289.30	
7ª		08	1.123.200	289.30	300 seg.
		09	1.209.600	295.60	
		10	1.296.000	301.00	
8ª		10	1.296.000	301.00	300 seg.
		11	1.382.400	305.50	
		12	1.468.800	311.80	
9ª		12	1.468.800	311.80	300 seg.
		13	1.555.200	320.84	
		14	1.641.600	332.80	
		15	1.728.000	345.69	
10ª		15	1.728.000	345.69	300 seg.
		16	1.814.400	361.24	
		17	1.900.800	414.75	
		18	1.987.200	442.50	
		19	2.073.600	468.18	
11ª		19	2.073.600	468.18	200 seg.
		20	2.160.000	430.00	
12ª		20	2.160.000	430.60	200 seg.
		21	2.246.400	377.71	
13ª		21	2.246.400	377.71	200 seg.
		22	2.332.800	363.80	
		23	2.419.200	356.80	
14ª		23	2.419.200	356.80	300 seg.
		24	2.505.600	347.80	
		25	2.592.000	336.20	
		26	2.678.400	323.33	
		27	2.764.800	304.71	
15ª		27	2.764.800	304.71	300 seg.
		28	2.851.200	279.28	
		29	2.937.600	247.43	

Tabla 3. Etapas del tránsito del hidrograma total y sus correspondientes intervalos de simulación utilizados por Espinosa (1985), para obtener sus resultados. (Tomada de Espinosa (1985)).

WWW.BDIGITAL.LA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

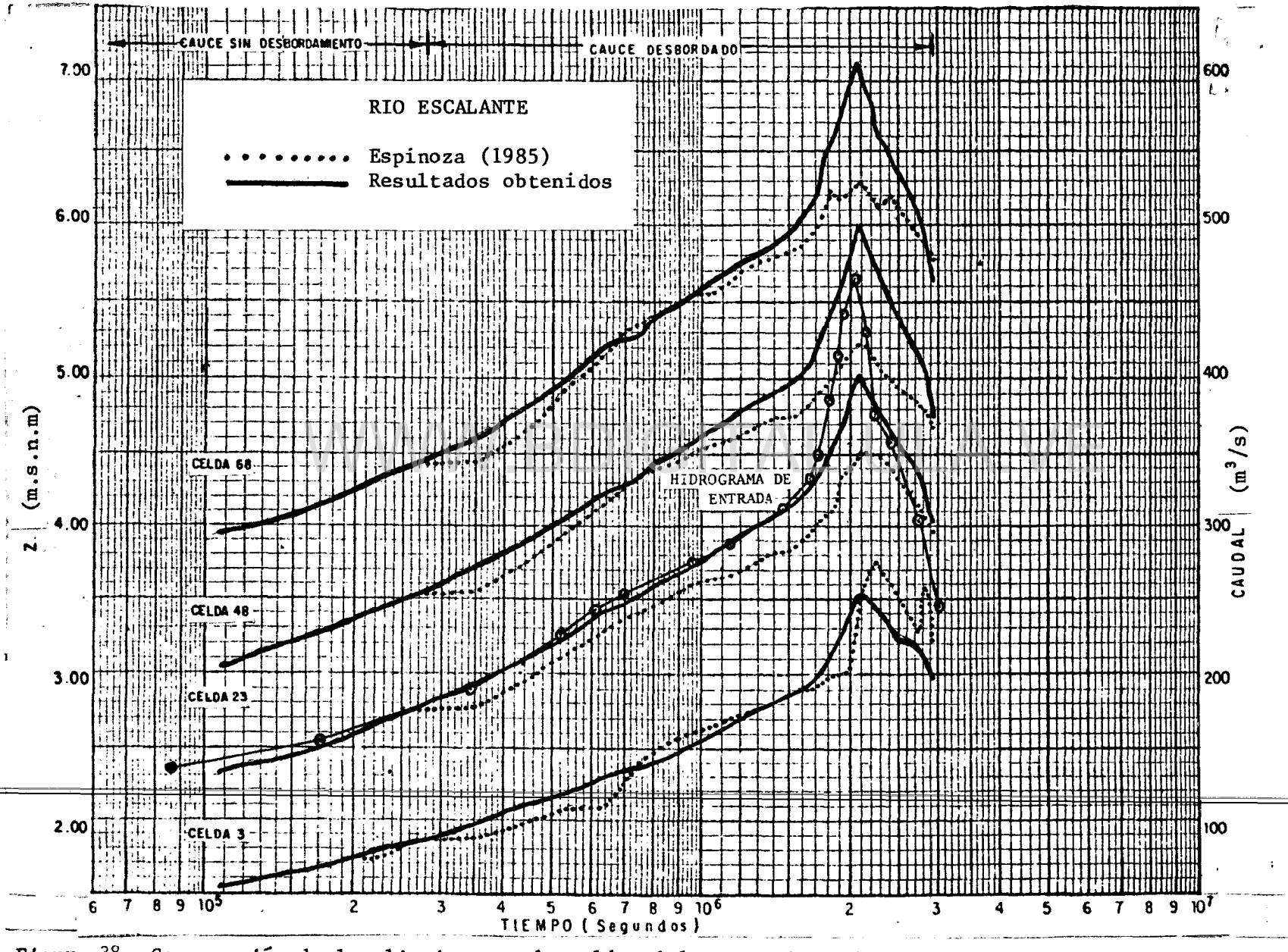


Figura 38. Comparación de los limnigramas de celdas del cauce obtenidos en el presente trabajo con los resultados de Espinosa (1985).

Atribución-No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

que la transmisión de flujo de la celda del cauce a la celda de la planicie ha sido controlada y la evolución de los limnigramas está en concordancia con la del hidrograma de la creciente y además no presenta inestabilidad. En la Figura 39, se comparan también los limnigramas de las planicies, las cuales muestran que los niveles del agua en la planicie son menores, ya que los volúmenes de agua que fluyen de la celda del cauce a la celda de la planicie después del desbordamiento ya han sido controlados.

Cabe acotar que sería conveniente comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con datos reales.

Sensibilidad al intervalo de tiempo de simulación

El intervalo de tiempo de la simulación tiene una gran influencia en la estabilidad del modelo BIDIM conforme fue estructurado; a esta conclusión llega Espinosa (1985), y recomienda introducir en el modelo controles que restrinjan los intercambios de agua entre las celdas a los volúmenes almacenados disponibles para ser transmitidos, para así evitar problemas de inestabilidad para intervalos de simulación mayores.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Realizadas las modificaciones pertinentes en el modelo, se efectuaron corridas para diferentes intervalos de tiempo de simulación, a fin de probar la variación de este parámetro. Se conoce que el intervalo de tiempo de simulación incide favorablemente en la estabilidad del modelo, cuando éste es pequeño; al observar la Figura 40, se ve claramente que en lo referente a las celdas del cauce, el modelo acepta intervalos de tiempo mucho mayores, puesto que la inestabilidad generada por las oscilaciones en el vertedero fueron controladas; referente a las celdas de la planicie, se ve que a mayor intervalo de simulación, mayor es la inestabilidad que se presenta, ya que los intercambios de agua entre las celdas con pequeñas profundidades y unidas mediante la unión tipo río no han sido controlados, lo que conlleva a una sobreestimación de los volúmenes transmitidos generando resultados irreales, como profundidades negativas de agua en las celdas.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

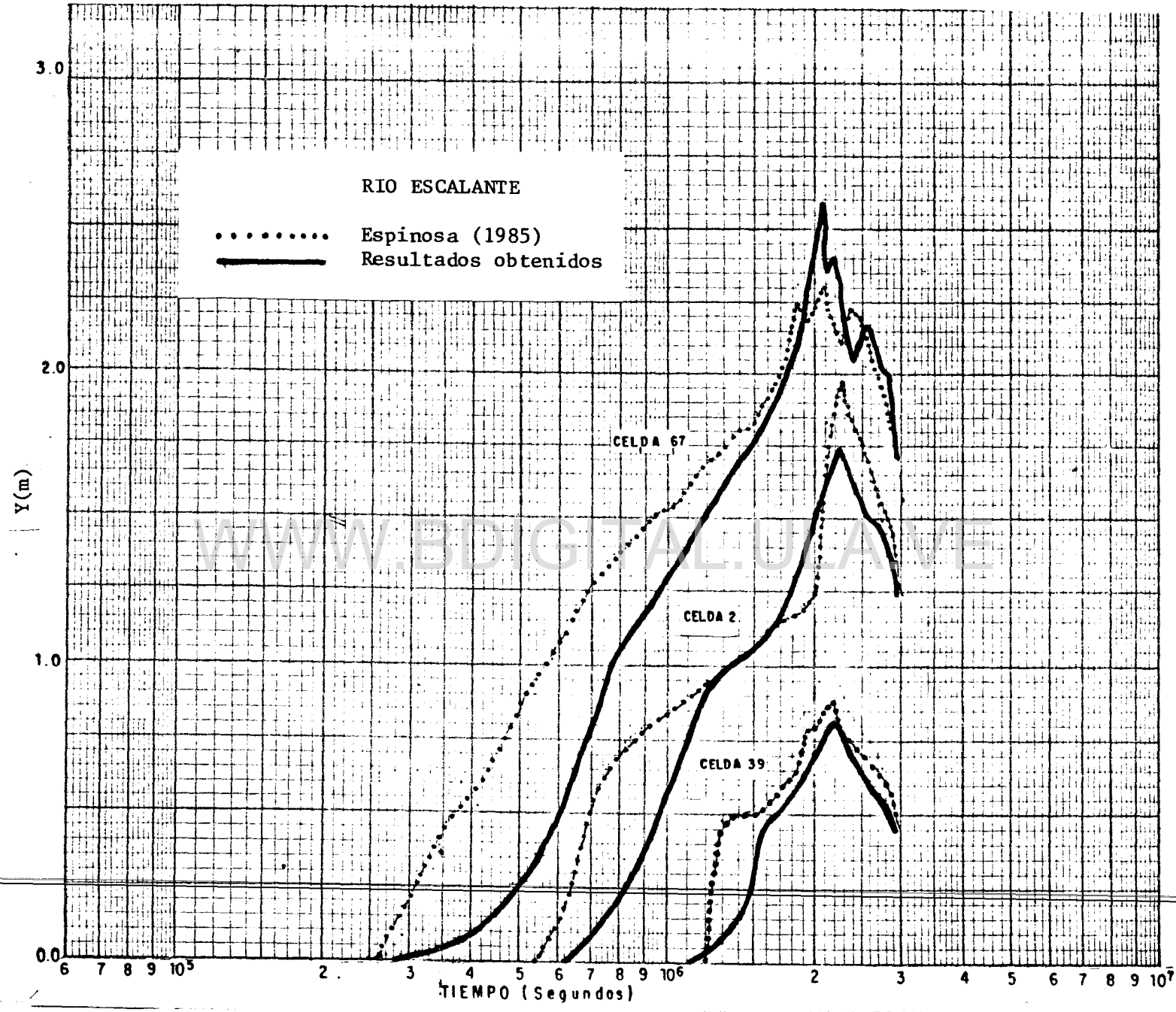


Figura 39. Comparación de los limnigramas de celdas de la planicie obtenidos con los resultados de Espinosa (1985).

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

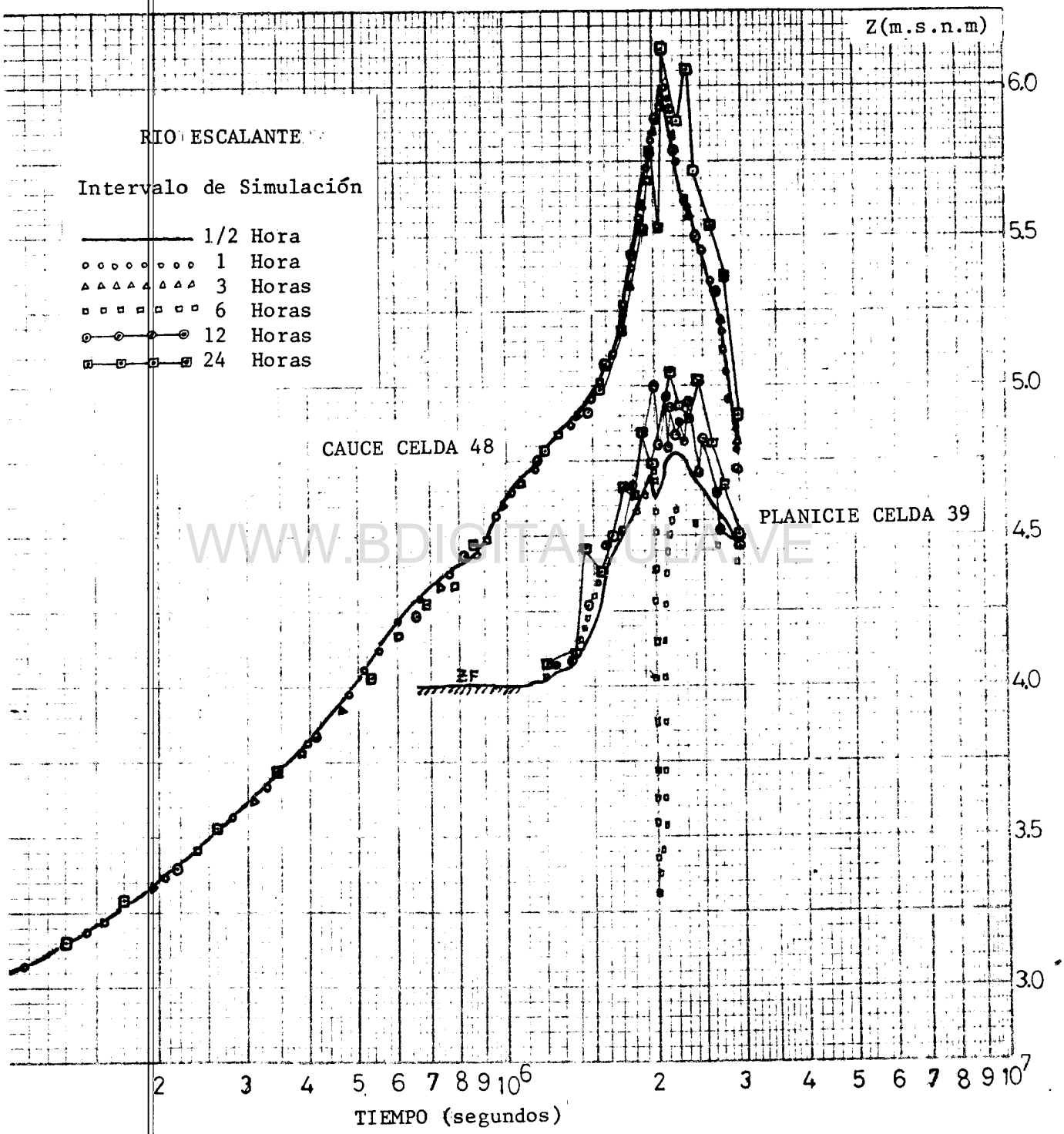


Figura 40. Variación del intervalo de tiempo de simulación.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO VI

APLICACION AL RIO GUANARE Y ANALISIS DE RESULTADOS

La zona del río Guanare elejida para aplicar el modelo BIDIM modificado está ubicada en la parte occidental de Venezuela, Estado Portuguesa. El tramo del río tomado limita desde puente Coromoto hasta las cercanías de la confluencia con el río Boconó; dentro del tramo en estudio se ubica la confluencia del río Tucupido.

Discretización topológica de la zona

La delimitación de la zona a estudiar se realizó en cartas a escala 1:25000. Para seleccionar y delimitar físicamente los elementos que utilizará el modelo para representar la realidad física se adoptaron los siguientes criterios:

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

- Tomar segmentos del cauce y la planicie que definan celdas contiguas formando grupos, para conformar así un mallado compatible con la estructura del modelo.

- La unión tipo río se consideró en aquellos casos donde no existían obstáculos en la zona común de interacción entre celdas, y por lo tanto el flujo podría calcularse mediante la Ecuación de Manning.

- La unión tipo vertedero se consideró en aquellos casos donde existían obstáculos en la zona común de interacción entre las celdas, tales como terraplenes de carreteras y vías de comunicación interparcelarias. Para definir la cota o elevación de estos terraplenes se observaron las elevaciones del terreno natural y se sobre-elevaron un metro en el caso de vías interparcelarias y un metro y medio para carreteras y caminos principales.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

- La unión tipo alcantarilla se consideró en aquellos casos donde existían carreteras y caminos principales.

La zona fue discretizada en veintiún grupos de cinco celdas cada grupo, con un total de ciento cinco celdas, ver Figura 41. El esquema topológico en el cual se discretizó la zona se presenta en dos planos en el Apéndice V.

Elaboración y obtención de la información como entrada al modelo BIDIM

Tablas de elevación en relación con el área con superficial para cada celda

Para la elaboración de estas tablas se hicieron cálculos sólo para las celdas del cauce, el área en las celdas de la planicie se consideró constante.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Tablas de elevación en relación con el factor de conducción en las uniones tipo río.

Estas tablas se elaboraron mediante el programa CONDU, Espinosa (1985). Se le suministró a este programa una secuencia de secciones transversales siguiendo el orden del índice de celda por grupo, UNCEL(II), lo cual se explica en el instructivo de uso del modelo BIDIM.

Elevación, ancho y coeficientes de descarga de los vertederos

La elevación de los vertederos fue fijada en un metro por encima de la elevación media del terreno natural en el caso de vías interparcelarias y metro y medio en el caso de carreteras y caminos principales. El ancho de los vertederos fue medido directamente a escala sobre las cartas. Los coeficientes de descarga libre y sumergido de los vertederos se fijaron en valores promedios de 1,45 y 1,10 respectivamente, que son valores típicos para vertederos frontales tipo creager.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

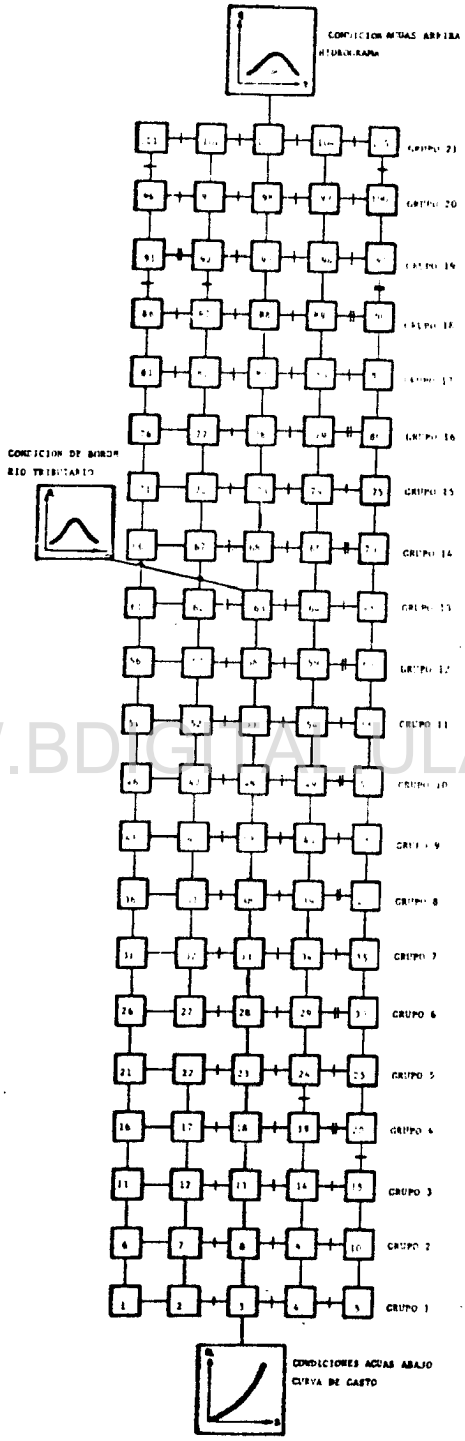


Figura 41. Esquema topológico de la zona en estudio.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Datos de las alcantarillas

El número de alcantarillas que contiene una unión tipo alcantarilla, las características de su sección transversal, su longitud y rugosidad se asumieron en concordancia a las alcantarillas que preponderan en la zona de estudio. Los coeficientes de descarga para flujo tipo 3 y flujos tipos 4 y 5 se fijaron en valores promedios de 2,65 y 3,76 respectivamente.

Distancia entre los centros de las celdas y coeficientes de ponderación α en las uniones tipo río.

Para el caso de la distancia entre los centros de las celdas, primero se estimó la posición de estos centros observando la geometría de cada celda y luego la distancia entre los centros fue medida a escala sobre las cartas. Para los coeficientes de ponderación α, se midió a escala sobre la carta, la distancia del centro de la celda I a su frontera con la celda K, y en la misma dirección de la línea que une sus respectivos centros para cada unión considerada en la secuencia del índice de celdas por grupo UNCEL(II). Esta distancia dividida por la distancia entre los centros de las celdas consideradas es el factor de ponderación α en cada caso.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Hidrograma de entrada: condición aguas arriba

El hidrograma a transitar es parte del que se registró en la estación Puente Coromoto, a partir del 2 de Julio de 1958, el cual se muestra en la Tabla 4. Este hidrograma es resultado de simular la crecida en la cuenca del río Guanare para una frecuencia de 100 años (Bandes y Duque, 1933); tienen una duración de 3 días y un caudal pico de 3402,3 m^3/s.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla 4. Hidrograma de entrada. Evento del 2-7-58 al 5-7-58. Río Guanare en Puente Coromoto.

MES	DIA	TIEMPO (s)	CAUDAL (m^3/s)
Julio	2	0,00	56,00
	2	3.600,00	56,00
	2	7.200,00	55,60
	2	10.800,00	55,20
	2	14.400,00	54,90
	2	18.000,00	55,80
	2	21.600,00	61,30
	2	25.200,00	73,10
	2	28.800,00	88,70
	2	32.400,00	105,20
	2	36.000,00	121,10
	2	39.600,00	142,80
	2	43.200,00	174,30
	2	46.800,00	220,70
	2	50.400,00	281,60
	2	54.000,00	349,50
	2	57.600,00	409,40
	2	61.200,00	460,20
	2	64.800,00	502,00
	2	68.400,00	535,40
	2	72.000,00	561,60
	2	75.600,00	581,20
	2	79.200,00	588,90
	2	82.800,00	584,70
	3	86.400,00	571,40
	3	90.000,00	554,10
	3	93.600,00	535,40
	3	97.200,00	526,00
	3	100.800,00	533,60
	3	104.400,00	569,70
	3	108.000,00	627,40
	3	111.000,00	713,00
	3	115.200,00	818,50
	3	118.800,00	925,90
	3	122.400,00	1.024,70
	3	126.000,00	1.161,90
	3	129.600,00	1.345,70
	3	133.200,00	1.590,30
	3	136.800,00	1.891,80
	3	140.400,00	2.222,40
	3	144.000,00	2.515,80
	3	147.600,00	2.767,30
	3	151.200,00	2.978,90
	3	154.800,00	3.147,20

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla 4. (Continuación).

MES	DIA	TIEMPO (s)	CAUDAL (m^3/s)
	3	158.400	3.276,20
	3	162,000	3.367,10
	3	165.600	3.402,30
	3	169.200	3.379,40
	4	172.800	3.305,80
	4	176.400	3.190,70
	4	180.000,00	3.045,70
	4	183.600,00	2.881,30
	4	187.200,00	2.706,10
	4	190.800,00	2.527,30
	4	194.400,00	2.351,00
	4	198.000,00	2.181,30
	4	201.600,00	2.019,30
	4	205.200,00	1.864,10
	4	208.800,00	1.714,20
	4	212.400,00	1.573,50
	4	216.000,00	1.442,90
	4	219.600,00	1.323,60
	4	223.200,00	1.216,30
	4	226.800,00	1.120,20
	4	230.400,00	1.031,40
	4	234.000,00	949,50
	4	237.600,00	874,30
	4	241.200,00	804.60
	4	244.800,00	740,50
	4	248.400,00	681,70
	4	252.000,00	627,50
	4	255.600,00	577,50
	5	259.200,00	531,50

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Curva de gasto: condición aguas abajo

La curva de gasto utilizada para representar la condición de borde aguas abajo se presenta en la Tabla 5.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla 5. Curva de gasto: condición de borde.

Z (m)	Caudal (m^3/s)
104,75	0,00
105,75	47,10
106,75	150,47
107,75	296,76
108,75	456,00
109,75	460,05
110,75	508,43
111,75	727,62
112,75	976,96
113,75	1.254,96
114,75	1.560,22
115,75	1.891,35
116,75	2.247,47

WWW.BDIGITAL.UNA.VE

Caudal tributario: condición de borde

El hidrograma del río Tucupido que se utilizó en el modelo, fue tomado de los registros existentes para la misma fecha del hidrograma de entrada, pero del año 1963, debido a que no se encontró información del año 1958; ver Tabla 6.

Precipitación

Los registros de precipitación son diarios, aunque el modelo acepta registros horarios y mensuales. La fecha de registros corresponde a los datos del hidrograma del río tributario. Ver Tabla 7.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla 6. Hidrograma del río Tributario.

Tiempo (s)	Caudal (m^3/s)
0,00	9,60
43.200,00	12,50
86.400,00	16,00
129.600,00	17,70
172.800,00	15.80
216.000,00	13,00
259.200,00	11,20

Tabla 7. Datos de precipitación en el puente Coromoto.

Tiempo (s)	Precipitación (mm)
86.400	4,1
172.800	22,4
259.200	0,0

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Condiciones iniciales

Para obtener las condiciones iniciales que representen un flujo uniforme en todo el cauce para el caudal base del hidrograma de entrada, se realizó una corrida del modelo BIDIM, con un hidrograma de entrada constante en el tiempo e igual valor del caudal base del hidrograma a transitar, y asumiendo condiciones iniciales con buen criterio. El caudal base transitado es de 56 m^3/s y en esta corrida se observó que los niveles de agua en las celdas del cauce se estabilizaron a medida que transcurrió el tiempo de simulación.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Análisis de resultados

Se realiza un análisis de resultados obtenidos al transitar el hidrograma por el cauce y su planicie de inundación a través del modelo BIDIM modificado. La crecida se transitó para un intervalo de simulación de 1200 segundos, considerando río tributario y sin tomar en cuenta la precipitación.

Cauce sin desbordamiento

Esta etapa de simulación ocurrió durante los 150.000 s transcurridos desde el inicio del tránsito de la crecida. En la Figura 42 se presentan los hidrogramas de cuatro celdas del cauce, específicamente de las celdas 3, 33, 48 y 68, una de ellas ubicadas entre la condición de borde aguas arriba y la confluencia del río Tucupido con el río Guanare, y las otras tres ubicadas entre la confluencia de los ríos Tucupido y Guanare y las condiciones de borde aguas abajo. Durante la simulación se observa que en la zona de cauce sin desbordamiento las celdas más cercanas a la condición aguas arriba incrementan su nivel más rápidamente que las más alejadas, debido a la mayor influencia de la onda de creciente del hidrograma de entrada.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Cauce desbordado

Producido el desbordamiento del cauce, se observa una pequeña disminución en la pendiente del limnigrama del nivel de agua de la celda 68, esto es debido al desbordamiento de la celda 68, la cual trasmite volúmenes de agua a la celda 67. Esto repercute en las celdas aguas abajo en especial a las celdas de planicie. Luego los niveles en las celdas del cauce comienzan a incrementarse hasta que se desbordan. En la Figura 43 se presenta la evolución de la profundidad en tres celdas de la planicie, específicamente las celdas 7, 39 y 67. Se puede notar que la celda 67 no llega a incrementar mayormente su nivel de agua porque a la vez que recibe volúmenes de agua por desbordamiento de la celda 68, también transmite agua hacia las celdas de planicie ubicada aguas abajo de ella. La celda 39 muestra un constante incremento de

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

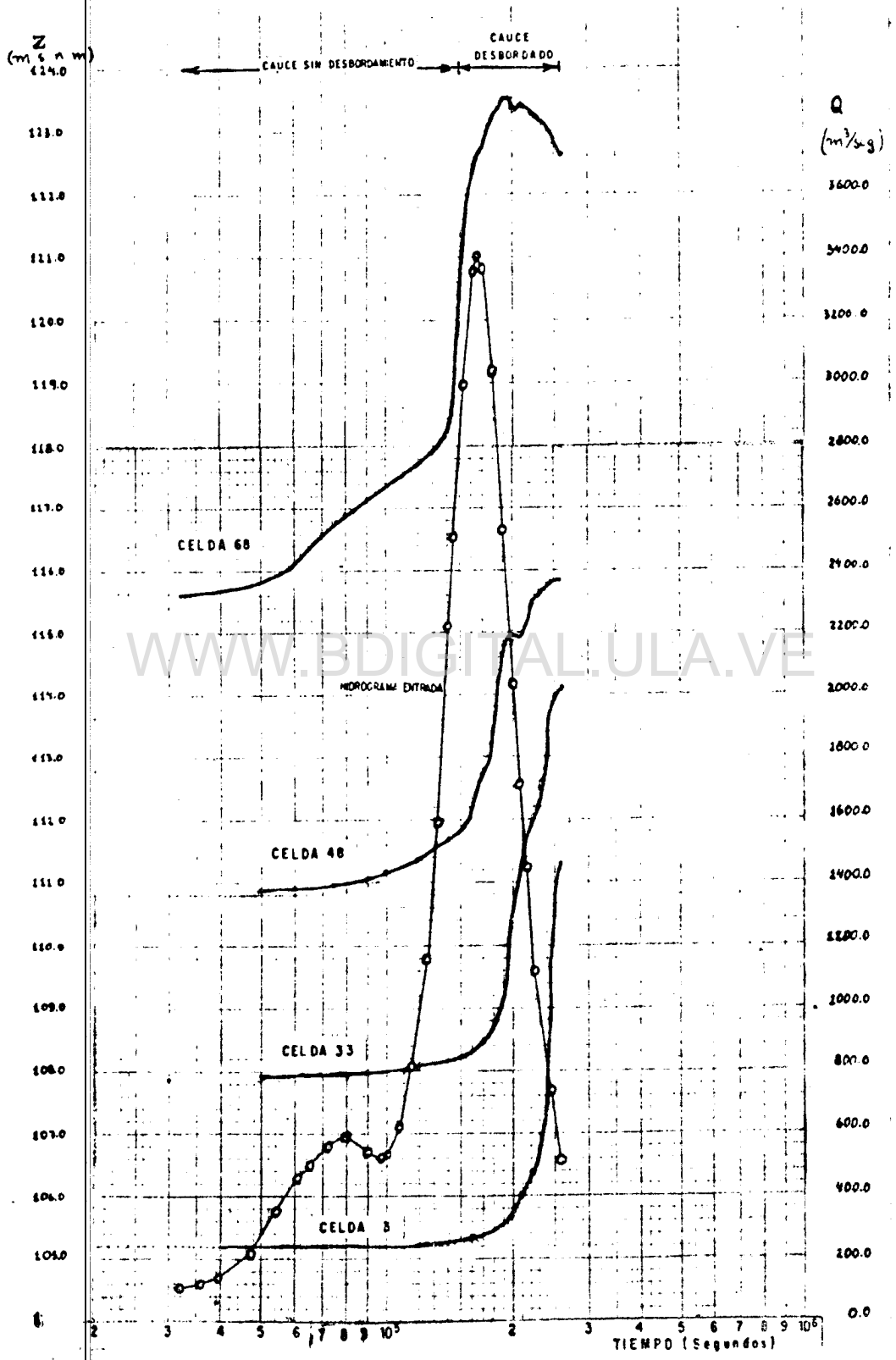


Figura 42. Limnigramas de celdas del cauce e hidrograma de entrada.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

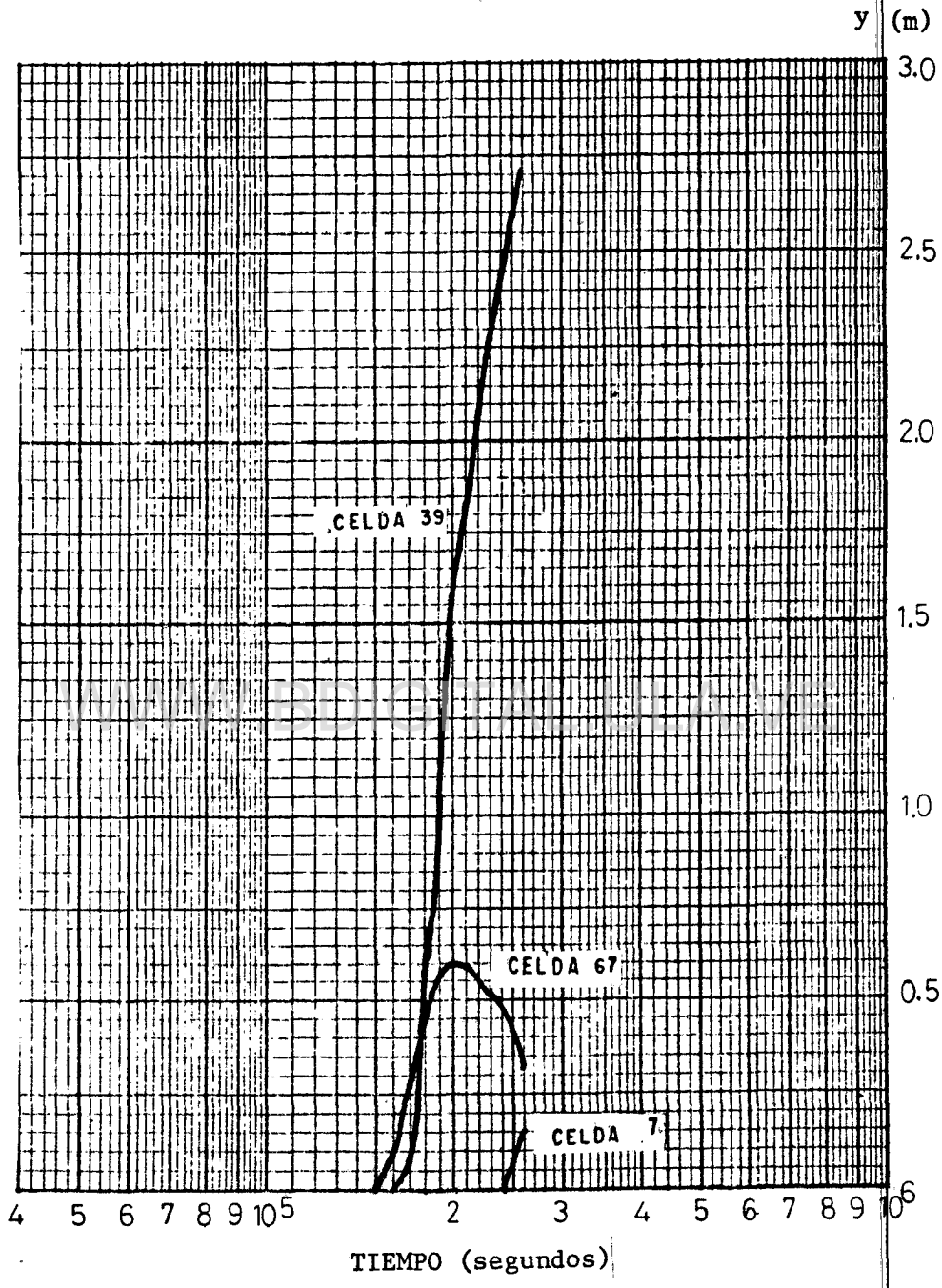


Figura 43. Limnigrama de las celdas de la planicie.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

nivel, debido a los volúmenes de agua que recibe de las celdas de planicie inundadas aguas arriba y por el desbordamiento de la celda del cauce adyacente. También se ve que la celda 7 comienza a recibir agua casi al finalizar el tránsito de la creciente e inicia su incremento continuando aún después de finalizar el tránsito de la creciente.

Para tiempos de simulación localizados en la zona de recesión del hidrograma, se observa que el limnigrama de la celda más cercana a las condiciones aguas arriba comienza a disminuir primero, lo que indica que la recesión del limnigrama se siente primero aguas arriba, mientras que a las celdas cercanas a las condiciones aguas abajo la recesión llega con posterioridad. En las Figuras 42 y 43 se observa que la recesión de los limnigramas de las celdas 3, 7, 33, 39 y 48 no se produce a pesar de haber finalizado el tránsito de la crecida; dichá recesión se producirá después de cierto tiempo, porque en este caso, las celdas cercanas a la condición aguas arriba amortiguan parcialmente la crecida y retardan el incremento de niveles de agua de las celdas cercanas a las condiciones aguas abajo.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Influencia del intervalo de tiempo de la simulación durante el flujo de unión tipo río entre celdas de la planicie

Puesto que persiste la inestabilidad para intervalos de tiempo de simulación grandes, debido a la sobreestimación de volúmenes de agua que se transmiten entre celdas con pequeñas profundidades de agua conectadas por la unión tipo río, la simulación se tuvo que realizar con un intervalo de tiempo de simulación igual a 1200 segundos. Cabe mencionar que inicialmente se consideró que la inestabilidad era debido principalmente a las anomalías que se presentaban en la unión tipo vertedero, y en menor grado a la unión tipo río.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Mancha de inundación producida

En las Figuras 44, 45 y 46 se presentan la evaluación de la mancha de inundación que se produjo al transitar la creciente. Se observa que algunas celdas permanecieron vacías, puesto que no se produjeron condiciones de nivel capaces de llenarlas.

Se observa en la Figura 44 que los primeros desbordamiento de las celdas del cauce se producen en zonas cercanas de la confluencia del río tributario con el cauce principal. En la Figura 45 se presenta la mancha de inundación para TT igual a 200400 s (2 días), se nota que los continuos desbordes del cauce y del escurrimiento de agua a través de las planicies hace que las celdas cercanas al punto de confluencia se inunden completamente. Posteriormente en el TT igual a 259200 s (3 días) las celdas de la margen izquierda ubicadas en la zona de aguas abajo se inundan debido a que reciben agua de las celdas ubicadas aguas arriba de ellas, producto del desbordamiento de las celdas del cauce; también se puede ver que las celdas ubicadas en el extremo derecho han sido inundadas, Figura 46.

Por los resultados obtenidos se puede manifestar la gran flexibilidad que posee el modelo de celdas de flujo y almacenamiento para simular inundaciones.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

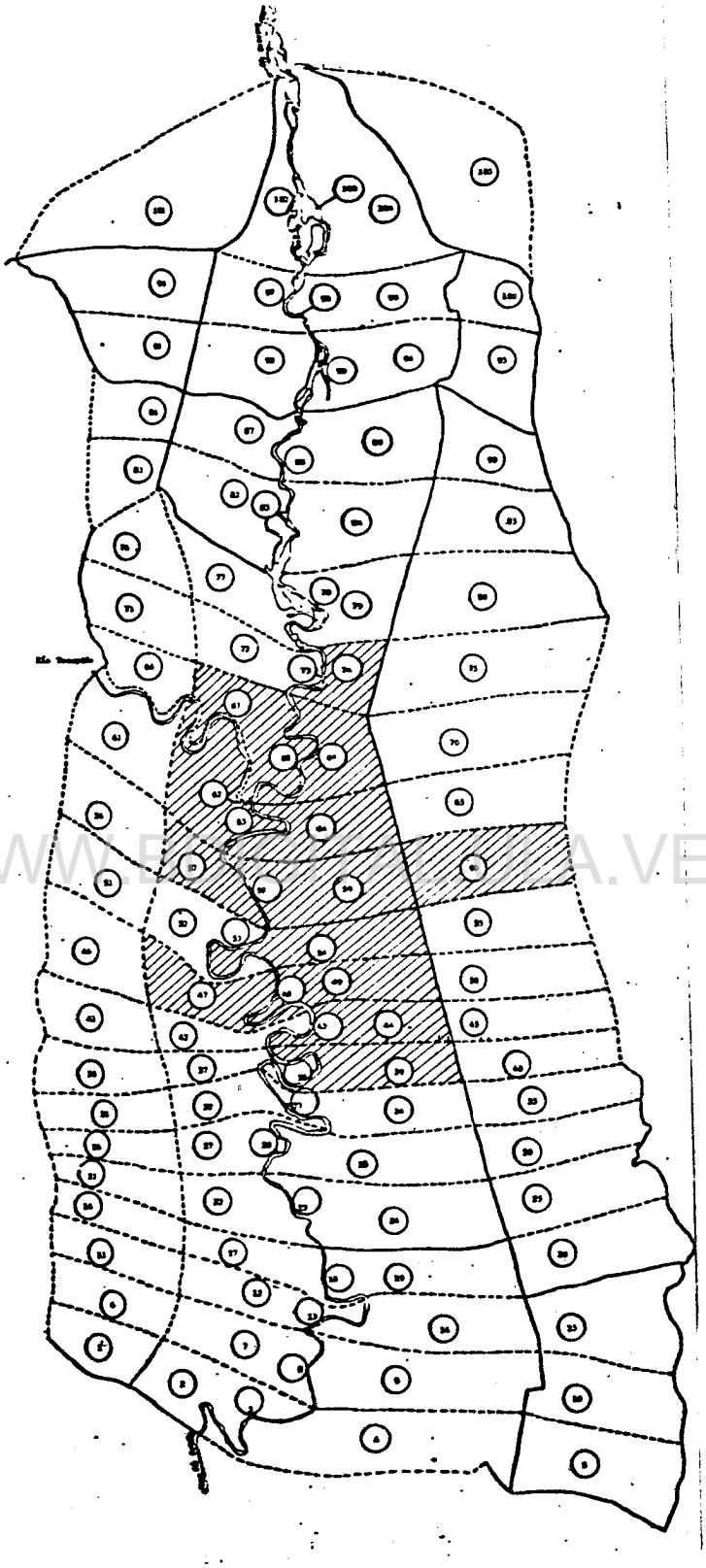


Figura 44. Evolución de la mancha de inundación TT = 172800 s.

WWW.BDIGITAL.UNA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

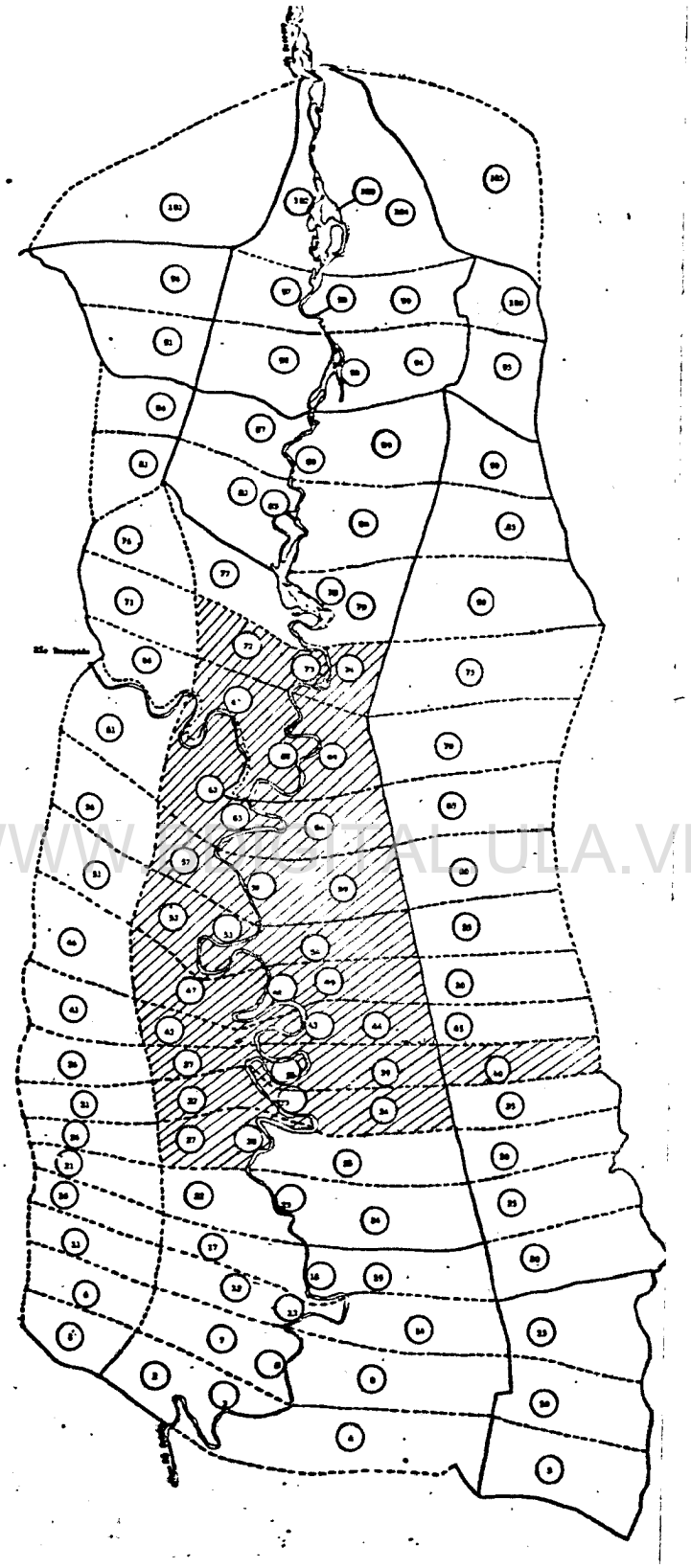


Figura 45. Evolución de la mancha de inundación TT = 20400 s.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

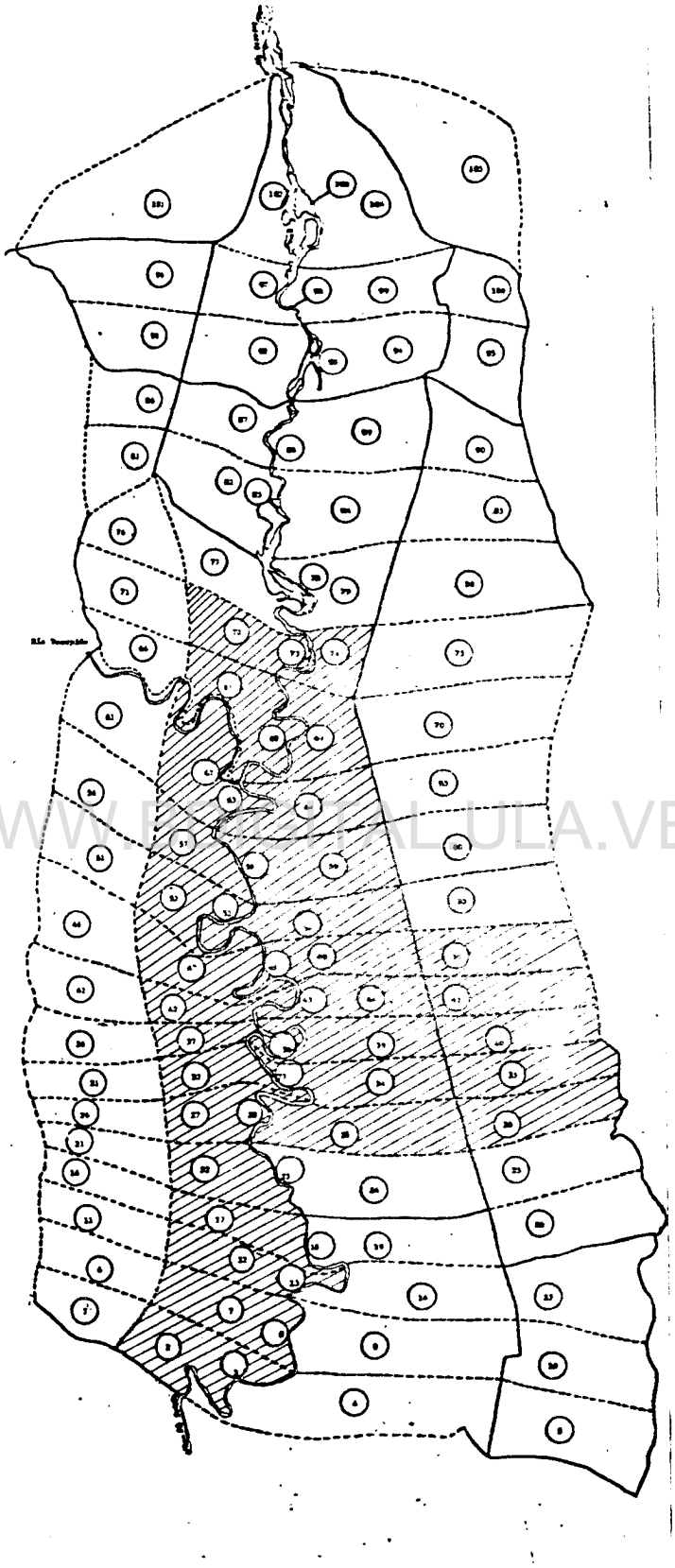


Figura 46. Evolución de la mancha de inundación TI = 2592200 s.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Siendo el objetivo principal del presente trabajo el ampliar, perfeccionar, aplicar y finalmente comparar resultados del modelo bidimensional de flujo BIDIM en planicies inundables, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye y recomienda lo siguiente:

Conclusiones

- Las modificaciones introducidas al modelo lo hacen más versátil para aplicarlo a casos reales y la flexibilidad que ofrecen las celdas para representar cualquier configuración física hacen del modelo una herramienta eficaz para el mapeo de manchas de inundación. Además el modelo representa una aproximación satisfactoria al fenómeno en referencia.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

- En el modelo, tal como se encuentra estructurado, la unión tipo vertedero no ejerce influencia en la estabilidad del modelo para intervalos de tiempo de simulación mayores.

- La unión tipo río se presenta como fuente generadora de inestabilidad en el modelo, para intervalos de tiempo de simulación mayores.

- La introducción de la precipitación en el modelo genera inestabilidad, debido a las pequeñas profundidades de agua que se presentan en las celdas conectadas mediante unión tipo río. Es necesario acotar que el origen de la inestabilidad en la unión tipo río que se presenta en este caso, es diferente de la que se produce para intervalos de tiempo de simulación mayores.

- La introducción de ríos tributarios capacita que el modelo simule el fenómeno de la inundación con mayor fidelidad, puesto que toma en consideración los volúmenes de agua que aportan los ríos tributarios.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

- Los factores de descarga COR y CVE no influyen en la estabilidad del modelo.

- La unión tipo alcantarilla tiene poca influencia en comparación con la unión tipo río en la estabilidad del modelo, debido a que los volúmenes de agua que se transmiten a través de las alcantarillas son pequeños en comparación a los volúmenes transmitidos por la unión tipo río.

- La aplicación del modelo BIDIM modificado al río Escalante, da resultados más aproximados a la realidad que los obtenidos por Espinosa, porque se han restringido los intercambios de agua entre las celdas a los volúmenes almacenados disponibles para ser transmitidos en la unión tipo vertedero.

- Los resultados obtenidos al aplicar el modelo BIDIM modificado al río Guanare es satisfactoria, si se considera la escasa información que presenta la zona estudiada.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Recomendaciones

- Introducir modificaciones en el modelo para que considere coeficientes de rugosidad variables con la altura de la lámina de agua, a fin de restringir los intercambios de agua entre las celdas con unión tipo río a los volúmenes almacenados disponibles a ser transmitidos, para así incrementar los intervalos de tiempo de simulación y tomar en cuenta la precipitación sin generar inestabilidad en el modelo.

- Incrementar el número de celdas por grupo, para así poder representar con mayor flexibilidad una configuración física.

- Comparar el modelo BIDIM con un modelo realmente bidimensional para establecer las ventajas que posee un modelo sobre la otra.

- Introducir la Evaporación y la Infiltración en el modelo, para reproducir fiablemente los procesos que ocurren en la realidad.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

- Conseguir y elaborar información fiable de datos pluviométricos, hidrométricos y topográficos de la zona estudiada del río Guanare, a fin de aplicar el modelo BIDIM modificado y obtener resultados más reales de las manchas de inundación.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

LITERATURA CITADA

Balloffet, A., Sahagun, V.A. (1976). Mathematical Model of the Bical River System. River's 76, ASCE, Vol. I. Fort Collins, Colorado. pp. 170-189.

Bandes, T. (1980). Estudio de la Planicie Inundable del Río Acarigua. Tesis para optar al grado de Mgister Scientiae en Desarrollo de Recursos Hidráulicos. CIDIAT. Mérida.

Bandes. T., Duque, R. (1983). Medidas Alternativas para Control de Crecientes del Río Guanare, Edo. Portuguesa. Segundo Informe para el MARNR. CIDIAT. Mérida.

Chandrashekar, M., Muir, L.R. y Unny, T.E. (1975). Numerical Two-Dimensional Flow Model for River System. ASCE. Symposium on Modelling Techniques. San Francisco, California. Vol. I. pp.407-425.

Chen, Y.H .(1979). Water and Sediment Routing in River. Editado por H. W. Shen, Iden Wiley and sons. New York. pp. 10-1097.

Chow, V.T. (1959). Open Channels Hydraulics. Mc Graw Hill Book Co. Tokyo, Japón. p. 680.

Cunge, J.A., Holly, F.M. y Verwey, A. (1980).Practical Aspects of Computacional River Hydraulics. Pitman Publishing Limited. Londres. p. 420.

Domínguez, R. (1982). Simulación del Flujo Bidimensional en Planicies Inundables. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Obras Hidráulicas. CIDIAT. Mérida. p. 202.

Espinosa, C.F. (1985). Estudio de la Planicie Inundable del Río Escalante a Travez de un Modelo Bidimensional. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Obras Hidráulicas. CIDIAT. Mérida. p. 108.

Fread, D.L. (1976) Flood Proceding in Meandering Rivers with Flood Plains and Water Diversions. Colorado State University. Fort Collins, Colorado. Vol. I. pp. 16-35.

Jégat, H. (1982). Análisis Comparativo de los Métodos de Resolución de las Ecuaciones del Flujo No-Permanente. CIDIAT. Mérida. 29 p.

King, H.W. (1939). Handbook of Hydraulics. 3a. Edición. Mc Graw Hill Book Co. New York.

Ligget, J.A. (1975) Basic Equations of Unsteady Flow. Unsteady Flow in Open Channels. Vol. I. Editado por K. Mahmood y V. Yevjevich. Water Resources Publications. Fort Collins. Colorado. pp. 29-62.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Ligget, J.A. y Cunge, J.A. (1970). Numerical Methods of Solutions of the Unsteady Flow Equations. Unsteady Flow in Open Channels. Vol. I. Editado por K. Mahmood y V. Yevjevich. Water REsources Publications. Fort Collins. Colorado. pp. 89-179.

Martínez, R.I. (1981). Simulación of Floods in Wide Flat Overbanks Areas. Disertación Doctoral. Stanford University. Stanford. 200 pp.

Mogollón, J.R. (1979) Simulación Hidrológica para el Estudio de Planicies Inundables. TEsis para optar al grado de Magister Scientiae en Obras Hidráulicas. CIDIAT. Mérida. 136 pp.

Servik, A.S. y Yen, B.C. (1979). Comparison of Four Approches in Routing Flood Wave Through. Procedings XV Congreso de IARH. Vol. 5. Turquía. pp.169-172.

Sogreah, Ingenieurs Conseils (1978). Le Systeme Carima Simulation des Ecoulements Nom Permanents Unidimensionnels Dans les Rivieres et leurs Champs d'Inundation. Grenoble Cédex. Francia.

Thirriot, C., Gaudu, R. (1971). Du Reseau Maillé de Conduites aux Ecoulements d'Inundation dans les Planicies. Proceedings, XV Congreso IARH. Vol. 5, Turquía. pp. 213-216.

Vincens, G.J., Harley, B.M. y Schaake, J.C. (1975). Flow 2d.Two Dimensional Flow Model for Flood Plains and Estuaries. ASCE. Symposium on Modeling Techniques. Vol. II. San Francisco. California. pp. 1487-1503.

Vreugdenhil, C.B. (1973). Computacional Methods for Channels Flow. Publicación 100. Delft Hydraulics Laboratory. Delft. pp. 38-77.

Weis, H.W. y Midgley, D.C. (1978). Suite of Matematical Flood Models. ASCE. Journal of Hydraulics Division. HY3, Vol. 104.

Yen, B.C. y Akan, A. (1976). Flood Routing Through River Juridictions. River's 76. ASCE, Vol. I. Fort Collins. Colorado. pp. 212-231

Yen, B.C. (1979). Unsteady Flow Mathematical Modeling Techniques, Modeling Rivers. Editado por H.W. Shen, John Wiley and Sons. N.Y. pp. 13-33.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

A P E N D I C E I

LISTADO DEL MODELO BIDIM MODIFICADO

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
&MERID T=00004 IS ON CR00012 USING 00174 BLKS R=0000

0001  FTN7X
0002  $FILES(0,11)
0003  $EMA /AA/,/BB/,/CC/
0004        PROGRAM MERID
0005        CHARACTER*13 NOM
0006        COMMON/AA/ZC(105,10),A(105,10)
0007        COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
0008        COMMON/CC/ZK,KWD
0009        REAL      MP(21,5,5),MC(21,5,5),MS(21,5,5),LI(21,5)
0010        REAL      MPAUX(5,5),MCAUX(5,5),MSAUX(5,5),LIAUX(5)
0011        REAL      INTS
0012        REAL      INFG(20)
0013        DIMENSION E(21,5,5),EAUX(5,5),EE(5,5),F(21,5),FAUX(5),FF(5)
0014        DIMENSION BB(5,5),C(5,5),D(5,5),H(5,5),G(5)
0015        DIMENSION TP(40),P(40),TQT(40,2,5)
0016        DIMENSION KQTMX(5),ICELT(5)
0017        DIMENSION QAR(80),T(80),QAB(40),ZAB(40)
0018        DIMENSION PRY(20),FCH(2)
0019        DIMENSION DZ(21,5),DZI(5),DZZ(5)
0020        DIMENSION DAAL(8),ALCAN(20,8)
0021        INTEGER UNCEL(30),TIEMPO(5)
0022        EMA MP,MC,MS,LI,E,F
0023        DATA      OPCN/2HSI/
0024  C
0025  C
0026  C
0027  C       "M O D E L O  DE  T R A N S I T O  B I D I M E N S I O N A L"
0028  C
0029  C
0030  C       DESCRIPCION:SE PRESENTA EL ESTUDIO DE TRANSITO DE AVENIDAS PARA
0031  C                   CAUCES NATURALES CON PLANICIE DE INUNDACION,MEDIAN-
0032  C                   TE UN MODELO BIDIMENSIONAL POR CELDAS,DE FLUJO Y AL-
0033  C                   MACENAMIENTO.
0034  C                   NO SE INCORPORAN A LA ECUACION DINAMICA LOS TERMINOS
0035  C                   DE INERCIA.
0036  C                   SE HAN DISCRETIZADO LAS ECUACIONES RESULTANTES EN UN
0037  C                   ESQUEMA DE DIFERENCIAS FINITAS TOTALMENTE IMPLICITO.
0038  C                   EL METODO NUMERICO DE SOLUCION DE LAS ECUACIONES ES
0039  C                   EL DE "DOBLE BARRIDO",(DOUBLE SWEEP).
0040  C                   EL PRESENTE MODELO LLAMADO "BIDIM" TRANSITA UNA AVE-
0041  C                   NIDA A TRAVEZ DE UN CAUCE QUE INCLUYE SU PLANICIE DE
0042  C                   INUNDACION , CONSIDERA LA PRESENCIA DE RIOS TRIBUTA-
0043  C                   RIOS Y TOMA EN CUENTA LA PRECIPITACION QUE SE PRESEN-
0044  C                   TO DURANTE LA CRECIDA  LA DISCRETIZACION TOPOLOGICA
0045  C                   DE LA REALIDAD FISICA SE REPRESENTA MEDIANTE CELDAS
0046  C                   DE FLUJO. LAS RELACIONES DE INTERCAMBIO DE FLUJO EN-
0047  C                   TRE CELDAS QUE SE CONSIDERAN EN ESTE TRABAJO; SON LA
0048  C                   TIPO RIO, CUANDO LA LEY DE MANNING PUEDE SER APLICADA,
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0049  C          LA UNION TIPO VERTEDERO, CUANDO EL INTERCAMBIO DE FLU-
0050  C          JO SUCEDE EN ESTRUCTURAS QUE HIDRAULICAMENTE TRABAJA
0051  C          COMO VERTEDERO Y LA UNION TIPO ALCANTARILLA.
0052  C
0053  C
0054  C     DESCRIPCION DE VARIABLES
0055  C     A=     DATOS TABULARES DEL AREA SUPERFICIAL PARA DIFERENTES NI-
0056  C            VELES EN CADA CELDA.
0057  C     AL=    LONGITUD DE LA ALCANTARILLA.
0058  C     ALCAN= MATRIZ DE DATOS DE LAS ALCANTARILLAS.
0059  C     ALFA=  COEFICIENTE DE PONDERACION ENTRE LOS NIVELES DE LAS CELDAS.
0060  C     ANM=   RUGOSIDAD DE LA ALCANTARILLA.
0061  C     B=     ANCHO LONGITUDINAL DEL VERTEDERO.
0062  C     BO=    ANCHO DE LA SECCION RECTANGULAR DE LA ALCANTARILLA.
0063  C     CPMV=  VARIABLE DE OPCION PARA LISTAR RESULTADOS DE CALCULOS INTER-
0064  C            MEDIOS.
0065  C     COR=   FACTOR DE DESCARGA EN LA ALCANTARILLA CUANDO TRABAJA HIDRAU-
0066  C            LICAMENTE COMO ORIFICIO O SEA  SE PRESENTA EL FLUJO TIPO 3.
0067  C     CVE=   FACTOR DE DESCARGA EN LA ALCANTARILLA CUANDO SE PRESENTA
0068  C            TANTO EL FLUJO TIPO 4 COMO EL TIPO 5.
0069  C     D=     DIAMETRO O ALTURA DE LA SECCION DE UNA ALCANTARILLA SEA
0070  C            ESTA CIRCULAR O RECTANGULAR.
0071  C     DAAL=  VECTOR DE DATOS CARACTERISTICOS DE UNA ALCANTARILLA.
0072  C     DELTAT=PERIODO DE TIEMPO DE LOS REGISTROS DE PRECIPITACION DISPO-
0073  C            NIBLE. COMO CASO PARTICULAR SE TIENEN DATOS DIARIOS O SEA
0074  C            DELTAT=86400 SEGUNDOS.
0075  C     DX=    DISTANCIAS ENTRE LOS CENTROS DE LAS CELDAS CON UNION TIPO
0076  C            RIO.
0077  C     FCR=   LONGITUD FICTICIA DEL VERTEDERO.
0078  C     FCL=   FACTOR DE CORRECCION DE LA FORMULA DE DESCARGA EN LA UNION
0079  C            TIPO VERTEDERO EN LA CONDICION DE FLUJO LIBRE.
0080  C     FCS=   FACTOR DE CORRECCION DE LA FORMULA DE DESCARGA EN LA UNION
0081  C            TIPO VERTEDERO EN LA CONDICION DE FLUJO SUMERGIDO.
0082  C     FIL=   COEFICIENTE DE DESCARGA LIBRE EN LA UNION TIPO VERTEDERO
0083  C     FIS=   COEFICIENTE DE DESCARGA SUMERGIDA EN LA UNION TIPO VERTEDE-
0084  C            RO.
0085  C     ICELT= NUMERO DE CELDA A LA CUAL DESCARGA EL RIO TRIBUTARIO.
0086  C     INFG=  VARIABLE DE INFORMACION GENERAL SUMINISTRADA AL PROGRAMA.
0087  C     INTS=  INTERVALO DE TIEMPO DE SIMULACION.
0088  C     IMP=   VARIABLE CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD DE SALIDA DE LOS RESUL-
0089  C            TADOS.
0090  C     KND=   DATOS TABULARES DEL FACTOR DE LA CONDUCCION PARA DIFERENTES
0091  C            NIVELES EN CADA CELDA.
0092  C     KPTMX= NUMERO DE PUNTOS DEL HIETOGRAMA DE PRECIPITACION.
0093  C     KQTMX= NUMERO DE PUNTOS DEL HIDROGRAMA DEL RIO TRIBUTARIO.
0094  C     KTMX=  NUMERO DE PUNTOS DEL HIDROGRAMA DE ENTRADA.
0095  C     LEC=   VARIABLE CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD DE ENTRADA DE LOS DATOS.
0096  C     NAL=   NUMERO DE ALCANTARILLAS QUE SE PRESENTA EN UNA UNION TIPO
0097  C            ALCANTARILLA
0098  C     NC=    NUMERO DE CELDAS DEL MODELO.
```

WWW.BIBLIOTECAVIRTUAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0099  C       NF=    NUMERO DE FILAS DEL MODELO.
0100  C       NFAL=  FORMA DE LA SECCION DE LA ALCANTARILLA. NFAL=0 SI ES CIRCULAR
0101  C              Y NFAL=1 SI ES RECTANGULAR.
0102  C       NG=    NUMERO DE GRUPOS DEL MODELO.
0103  C       NMAX=  NUMERO MAXIMO DE INTERVALOS DE TIEMPO DE SIMULACION.
0104  C       NUNAL= NUMERO DE UNIONES TIPO ALCANTARILLA QUE SE PRESENTAN.
0105  C       NRT=   NUMERO DE RIOS TRIBUTARIOS
0106  C       P=     VALOR TABULAR DE LA PRECIPITACION EN EL HIETOGRAMA
0107  C       PI=    VALOR INTERPOLADO DE LA PRECIPITACION.
0108  C       PP=    LA PRECIPITACION EN TERMINOS DE DESCARGA.
0109  C       PRY=   VARIABLE DE INFORMACION DEL PROYECTO A SIMULAR.
0110  C       QAB=   VALOR TABULAR DEL CAUDAL PARA LA CURVA DE GASTO DE LA CON-
0111  C              DICION DE BORDE AGUAS ABAJO.
0112  C       QAR=   VALOR TABULAR DEL CAUDAL DEL HIDROGRAMA EN LA CONDICION DE
0113  C              BORDE AGUAS ARRIBA.
0114  C       QRT=   VALOR INTERPOLADO DE LA DESCARGA DEL RIO TRIBUTARIO.
0115  C       RCA=   RUGOSIDAD EN EL CAUCE.
0116  C       RPL=   RUGOSIDAD EN LA PLANICIE.
0117  C       T=     VALORES TABULARES DEL TIEMPO A TRANSCURRIR DURANTE LA SIMU-
0118  C              LACION.
0119  C       TMAX=  TIEMPO MAXIMO DE SIMULACION.
0120  C       TP=    VALOR TABULAR DEL TIEMPO EN EL HIETOGRAMA.
0121  C       TQT=   VALORES TABULARES DEL TIEMPO VERSUS CAUDAL EN EL HIDROGRAMA
0122  C              DEL RIO TRIBUTARIO.
0123  C       TT=    VALORES TABULARES DEL TIEMPO TRANSCURRIDO DE SIMULACION.
0124  C       Z=     COTA DEL NIVEL DE AGUA EN LA CELDA REFERENCIADA A UN DATUM.
0125  C       ZAB=   VALOR TABULAR DEL NIVEL DE LA CURVA DE GASTO DE LA CONDICION
0126  C              DE BORDE AGUAS ABAJO.
0127  C       ZC=    VALOR TABULAR DEL NIVEL DE AGUA EN LAS CELDAS.
0128  C       ZF=    COTA DEL FONDO EN LA CELDA REFERENCIADA A UN DATUM.
0129  C       ZV     ELEVACION DE LA CRESTA DE LOS VERTEDEROS.
0130  C
0131  C
0132  C
0133  C
0134  C
0135  C
0136  C
0137  C     U N I D A D E S   D E   E N T R A D A   Y   S A L I D A
0138  C
0139  C
0140  C
0141        WRITE(1,'("DAR UNIDAD DE SALIDA")')
0142        READ(1,*)IMP
0143        OPEN(50,FILE='?ARGEG',STATUS='OLD')
0144        OPEN(51,FILE='?PREC*',STATUS='OLD')
0145        OPEN(53,FILE='?ARARG',STATUS='OLD')
0146        OPEN(54,FILE='?ARCOG',STATUS='OLD')
0147        OPEN(55,FILE='?ARIOG',STATUS='OLD')
0148        OPEN(56,FILE='?ARVEG',STATUS='OLD')
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
      OPEN(57,FILE='?ALCAG',STATUS='OLD')
      OPEN(58,FILE='?ARUNG',STATUS='OLD')
      OPEN(59,FILE='?CONIC',STATUS='NEW')
      IF(IMP.GT.10)THEN
      WRITE(1,'("NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA?")')
      READ (1,'(A)')NOM
      OPEN (IMP,FILE =NOM,STATUS='NEW')
      END IF
      WRITE(1,'("DESEA RESULTADOS INTERMEDIOS ?...SI,NO")')
      READ(1,900) CFKV
      CALL EXEC(11,TIEMPO)
      WRITE(1,'(" TIEMPO INICIAL ",5I5)')(TIEMPO(I),I=5,1,-1)
      READ(50,901) INFG
      WRITE(59,901) INFG
      READ(50,901) PRY
      WRITE(59,901) PRY
      READ(50,902) FCH
      WRITE(59,902) FCH
C     WRITE(IMP,910) INFG,PRY,FCH
C
C
C
C
C     C O N F I G U R A C I O N  F I S I C A  D E L  M O D E L O
C
C
C
      READ(50,1000)NG,NC,NF,NRT,NUNAL
      WRITE(59,1000)NG,NC,NF,NRT,NUNAL
C
C
C
C     C O N F I G U R A C I O N  D E  L O S  D A T O S  T A B U L A R E S
C
C
      READ(50,1010) KTMX,LTZ
      WRITE(59,1010) KTMX,LTZ
      READ(50,1015) KPTMX
      WRITE(59,1015) KPTMX
      IF(NRT.GT.0)THEN
      READ(50,1020)(KQTMX(NQT),NQT=1,NRT)
      WRITE(59,1020)(KQTMX(NQT),NQT=1,NRT)
      OPEN(52,FILE='?QTRIG',STATUS='OLD')
      ENDIF
      READ(50,1025) KPRINT
      WRITE(59,1025) KPRINT
C
C     DEFINICION DEL INTERVALO DE TIEMPO DE SIMULACION
C     DEFINICION DEL TIEMPO MAXIMO DE SIMULACION
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0199  C
0200        READ(50,950)INTS,TMAX
0201        WRITE(59,950)INTS,TMAX
0202  C     WRITE(1,950)INTS,TMAX
0203  C
0204  C
0205  C     C O D I C I O N E S  D E  B O R D E
0206  C
0207  C
0208  C
0209  C     LA CONDICION DE BORDE AGUAS ARRIBA ES UN HIDROGRAMA
0210  C     LA CONDICION DE BORDE AGUAS ABAJO ES UNA CURVA DE GASTO
0211  C
0212  C     WRITE(IMP,1029)
0213        READ(50,1030)(T(IT),QAR(IT),IT=1,KTMX)
0214  C     WRITE( 1 ,1031)(T(IT),QAR(IT),IT=1,KTMX)
0215  C     WRITE(IMP,1039)
0216        READ(50,1030)(ZAB(KZB),QAB(KZB),KZB=1,LTZ)
0217        WRITE(59,1030)(ZAB(KZB),QAB(KZB),KZB=1,LTZ)
0218  C
0219  C     EL HIETOGRAMA DE LA PRECIPITACION
0220  C     HIDROGRAMAS DE LOS RIOS TRIBUTARIOS
0221  C
0222  C     WRITE(IMP,1040)
0223        READ(51,1035)(TP(KPT),P(KPT),KPT=1,KPTMX)
0224  C     WRITE(1,1036)(TP(KPT),P(KPT),KPT=1,KPTMX)
0225        IF(NRT.GT.0)THEN
0226  C     WRITE(IMP,1045)
0227        DO NQT=1,NRT
0228        READ(52,1046)ICELT(NQT)
0229  C     WRITE(1,1048)ICELT(NQT)
0230        READ(52,1047)((TQT(KQT,K,NQT),K=1,2),KQT=1,KQTMX)
0231  C     WRITE(1,1049)((TQT(KQT,K,NQT),K=1,2),KQT=1,KQTMX)
0232        END DO
0233        END IF
0234  C
0235  C     D A T O S  DE  L A  U N I O N  T I P O  A L C A N T A R I L L A
0236  C
0237        DO MI=1,NUNAL
0238        READ(57,3333)(ALCAN(MI,MJ),MJ=1,8)
0239  C     WRITE(1,3333)(ALCAN(MI,MJ),MJ=1,6)
0240        END DO
0241   3333 FORMAT(2I5,3F10.2,F10.3,2F10.2)
0242  C
0243  C
0244  C     T A B L A S  D E  N I V E L E S  VS.  A R E A  S U P E R F I C I A L
0245  C
0246  C
0247  C
0248        DO I=1,NC
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0249        READ(53,349)(ZC(I,J),A(I,J),J=1,10)
0250        END DO
0251  C
0252  C     L E C T U R A   D E   L A S
0253  C     C O N D I C I O N E S   I N I C I A L E S
0254  C
0255        READ(50,1051)(Z(I),ZF(I),Y(I),I=1,NC)
0256  C
0257  C     C O N D I C I O N E S   I N I C I A L E S
0258  C
0259        KTS=0
0260        TT=T(1)
0261  C     WRITE(1,'("ENTRO A ESCRIT 1")')
0262        CALL ESCRIT(NC,KTS,IMP,CFMV,OPCN,INFG,PRY,FCH,NG,TT,NF,NRT)
0263  C     WRITE(1,'("SALI DE ESCRIT 1")')
0264  C
0265  C
0266  C
0267  C     C O M I E N Z O   D E   L A   S I M U L A C I O N
0268  C
0269  C
0270        TT=T(1)+INTS
0271  C     WRITE(1,*)'TT=',TT
0272        KPIMP=1
0273        WRITE(1,*) 'INTS=',INTS,'TMAX=',TMAX
0274        NMAX=INT((TMAX-T(1))/INTS)
0275        DO 200 KTS=1,NMAX
0276  C
0277  C     E N   A G U A S   A R R I B A
0278  C
0279  C     WRITE(1,'("ENTRO A INTHID 2 ")')
0280        CALL INTHID(T,QAR,QA,KTMX,KTS,TT)
0281  C     WRITE(1,'("SALI DE INTHID 2")')
0282        WRITE(IMP,951)QA
0283                                WRITE(1,1079) TT
0284  C
0285  C
0286  C
0287  C     I N I C I L I Z A C I O N   D E   L A S   M A T R I C E S
0288        DO  L=1,NG
0289            DO I=1,NF
0290            DO J=1,NF
0291                MS(L,I,J)=0.
0292                MC(L,I,J)=0.
0293                MP(L,I,J)=0.
0294                LI(L,J)=0.
0295        END DO
0296        END DO
0297        END DO
0298  C
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0299  C
0300  C
0301  C     C O E F I C I E N T E S  D E  L A S  C O N D I C I O N E S  D E  B O R D E
0302  C
0303  C     E N  A G U A S  A B A J O
0304                  I=3
0305  C     WRITE(1,'("ENTRO A INTCB 3")')
0306                  CALL INTCB(ZAB,QAB,I,LTZ,QB,QPB)
0307  C     WRITE(1,'("SALI DE INTCB 3")')
0308              IF(CFMV.EQ.OPCN) THEN
0309              WRITE(IMP,1081) Q4,QB,QPB
0310              ENDIF
0311        WRITE(IMP,*)'QB=',QB,'QPB=',QPB
0312        MC(1,3,3)=MC(1,3,3)-QPB
0313        LI(1,3)=-QB
0314        LI(NG,3)=QA
0315  C
0316  C     E N  R I O S  T R I B U T A R I O S
0317  C
0318        IF(NRT.GT.0)THEN
0319        DO NQT=1,NRT
0320        IQ=NQT
0321        JQ=KQTMX(IQ)
0322  C     WRITE(1,'("ENTRO A INTHQT")')
0323        CALL INTHQT(TQT,IQ,JQ,QRT,KTS,TT)
0324  C     WRITE(1,'("SALI DE INTHQT")')
0325        WRITE(IMP,1082)QRT
0326        JG=(ICELT(IQ)+2)/5
0327        LI(JG,3)=LI(JG,3)+QRT
0328        END DO
0329        END IF
0330  C
0331  C     D E  P R E C I P I T A C I O N
0332  C
0333  C     WRITE(1,'("ENTRO A PRECI")')
0334        CALL PRECI(TP,P,PI,KPTMX,KST,TT,INTS)
0335  C     WRITE(1,'("SALI DE PRECI")')
0336  C     WRITE(IMP,*)'PI=',PI
0337  C     WRITE(IMP,1083)
0338  C
0339  C
0340  C     I N T E R P O L A C I O N  D E  A R E A S .
0341  C
0342  C
0343  C
0344        I=0
0345        DO 1 L=1,NG
0346  C                             WRITE(1,1090) L
0347        DO  J=1,NF
0348            I=I+1
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0349            DT=INTS
0350  C     WRITE(1,'("ENTRO A INTAR 4 ")')
0351                  CALL INTAR(I)
0352  C     WRITE(1,'("SALI DE INTAR 4")')
0353        PP=(AR(I)*PI)/(1000.*DT)
0354  C     WRITE(IMP,*)'PP=',PP
0355        LI(L,J)=LI(L,J)+PP
0356        MC(L,J,J)=MC(L,J,J)-AR(I)/DT
0357            IF(I.EQ.NF*L) GO TO 1
0358        END DO
0359     1  CONTINUE
0360  C
0361  C
0362  C
0363  C     C O E F I C I E N T E S   D E   U N I O N
0364  C     T I P O   R I O ,
0365  C     T I P O   V E R T E D E R O   Y
0366  C     T I P O   A L C A N T A R I L L A
0367  C
0368  C
0369  C
0370  C     WRITE(1,'("ENTRO A EVALUAR COEFICIENTES")')
0371        MI=0
0372        DO 64 L=1,NG
0373  C     WRITE(1,*)'L=',L
0374  C     WRITE(1,'("LEO DEL ARCHIVO 58")')
0375        READ(58,111)(UNCEL(II),II=1,30)
0376        KCEL=(L*5)-4
0377        I=KCEL
0378        K=KCEL+3
0379  C     WRITE(1,111) UNCEL
0380    111 FORMAT(30I2)
0381         DO II=1,30
0382        IF(UNCEL(II).EQ.0.) GOTO 444
0383         IF(UNCEL(II).EQ.1.) THEN
0384  C      WRITE (1,'("ENTRO COERI")')
0385         CALL COERI(I,K,PQIIK,PQKIK,QIK,IMP)
0386  C      WRITE(1,'("SALI COERI")')
0387         ELSE
0388          READ(56,'(4F10.2)') ZV,B,FIL,FIS
0389  C       WRITE(1,'(4F10.2)') ZV,B,FIL,FIS
0390  C       WRITE(1,'("ENTRO VERT")')
0391          CALL VERT(INTS,ZV,B,FIL,FIS,J,K,PQIKV,PQKIKV,QIKV,IMP)
0392  C       WRITE(1,'("SALI VERT")')
0393          IF(UNCEL(II).EQ.3.)THEN
0394          MI=MI+1
0395          DO MJ=1,8
0396          DAAL(MJ)=ALCAN(MI,MJ)
0397          END DO
0398  C       WRITE(1,3333)(DAAL(MJ),MJ=1,8)
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0399  C        WRITE(1,'("ENTRO ALCANT")')
0400           CALL ALCANT(DAAL,I,K,PQIIKA,PQKIKA,QIKA,IMP)
0401  C        WRITE(1,'("SALI ALCANT")')
0402  C        WRITE(IMP,*)'QIKA=',QIKA,'PQIIKA=',PQIIKA,'PQKIKA=',PQKIKA
0403           ELSE
0404           PQIIKA=0.
0405           PQKIKA=0.
0406           QIKA=0.
0407           END IF
0408           PQIIK=PQIIKV+PQIIKA
0409           PQKIK=PQKIKV+PQKIKA
0410           QIK=QIKV+QIKA
0411  C        WRITE(IMP,*)'QIK=',QIK,'PQIIK=',PQIIK,'PQKIK=',PQKIK
0412          END IF
0413          GOTO(5,7,9,11,13,5,7,9,11,13,25,27,5,7,9,11,13,25,27,5,7,
0414         *9,11,13,25,27,13,25,27,5),II
0415
0416    5    IF(II.EQ.1)THEN $ JJ=1
0417          ELSEIF(II.EQ.6)THEN $ JJ=2
0418           ELSEIF(II.EQ.13)THEN $ JJ=3
0419            ELSEIF(II.EQ.20)THEN $ JJ=4
0420             ELSEIF(II.EQ.30)THEN $ JJ=5
0421          END IF
0422          MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQIIK
0423          MS(L,JJ,JJ)=PQKIK
0424          LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+QIK
0425          GOTO 444
0426    7     IF(I).EQ.2)THEN $ JJ=1
0427           ELSEIF(II.EQ.7)THEN $ JJ=2
0428            ELSEIF(II.EQ.14)THEN $ JJ=3
0429             ELSEIF(II.EQ.21)THEN $ JJ=4
0430          END IF
0431          MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQIIK
0432          MS(L,JJ,JJ+1)=PQKIK
0433          LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+QIK
0434          GOTO 444
0435   27     IF(II.EQ.12)THEN $ JJ=2
0436           ELSEIF(II.EQ.19)THEN $ JJ=3
0437            ELSEIF(II.EQ.26)THEN $ JJ=4
0438             ELSEIF(II.EQ.29)THEN $ JJ=5
0439          END IF
0440          MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQIIK
0441          MS(L,JJ,JJ-1)=PQKIK
0442          LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+QIK
0443          GOTO 444
0444   13     IF(II.EQ.5)THEN $ JJ=1
0445           ELSEIF(II.EQ.10)THEN $ JJ=2
0446            ELSEIF(II.EQ.17)THEN $ JJ=3
0447             ELSEIF(II.EQ.24)THEN $ JJ=4
0448              ELSEIF(II.EQ.27)THEN $ JJ=5
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0449         END IF
0450         MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQ11K
0451         MP(L,JJ,JJ)=PQKIK
0452         LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+Q1K
0453         GOTO 444
0454   11    IF(II.EQ.4)THEN $ JJ=1
0455          ELSEIF(II.EQ.9)THEN $ JJ=2
0456           ELSEIF(II.EQ.16)THEN $ JJ=3
0457            ELSEIF(II.EQ.23)THEN $ JJ=4
0458         END IF
0459         MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQ11K
0460         MP(L,JJ,JJ+1)=PQKIK
0461         LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+Q1K
0462         GOTO 444
0463   25    IF(II.EQ.11)THEN $ JJ=2
0464          ELSEIF(II.EQ.18)THEN $ JJ=3
0465           ELSEIF(II.EQ.25)THEN $ JJ=4
0466            ELSEIF(II.EQ.28)THEN $ JJ=5
0467         END IF
0468         MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQ11K
0469         MP(L,JJ,JJ-1)=PQKIK
0470         LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+Q1K
0471         GOTO 444
0472    9    IF(II.EQ.3)THEN $ JJ=1
0473          ELSEIF(II.EQ.8)THEN $ JJ=2
0474           ELSEIF(II.EQ.15)THEN $ JJ=3
0475            ELSEIF(II.EQ.22)THEN $ JJ=4
0476         END IF
0477         QKI=-Q1K
0478         PQ1K1=-PQ11K
0479         PQKKI=-PQKIK
0480         MC(L,JJ,JJ)=MC(L,JJ,JJ)+PQ11K
0481         MC(L,JJ,JJ+1)=PQKIK
0482         LI(L,JJ)=LI(L,JJ)+Q1K
0483         MC(L,JJ+1,JJ)=PQ1KI
0484         MC(L,JJ+1,JJ+1)=MC(L,JJ+1,JJ+1)+PQKK
0485         LI(L,JJ+1)=LI(L,JJ+1)+QKI
0486  444    CONTINUE
0487  C  SEGUNDO BLOQUE
0488  C      WRITE(1,'("ENTRO 2 BLOQUE")')
0489         GOTO(6,8,10,12,14,6,8,10,12,24,26,14,6,8,10,12,24,26,14,6,8,
0490        *10,12,24,26,56,24,26,62,555),II
0491       6 K=I+6
0492         GOTO 555
0493       8 K=I+1
0494         GOTO 555
0495      10 K=I-4.
0496         GOTO 555
0497      12 K=I-5
0498         GOTO 555
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0499     14 I=I+1
0500        K=I+5
0501        GOTO 555
0502     24 K=I-6
0503        GOTO 555
0504     26 K=I+4
0505        GOTO 555
0506     56 I=I+1
0507        K=I-5
0508        GOTO 555
0509     62 K=I+5
0510  C     WRITE(1,'("SALGO 2 BLOQUE")')
0511    555 END DO
0512     64 CONTINUE
0513        REWIND 54
0514        REWIND 55
0515        REWIND 56
0516        REWIND 58
0517  C     C A L C U L O  D E  L O S  C O E F I C I E N T E S  E  Y  F
0518        DO 100 L=1,NG
0519              IF((CFMV.EQ.OPCN).AND.(L.EQ.1)) THEN
0520                                                KEMV=5
0521              WRITE(IMP,2063) TT
0522              ENDIF
0523  C                           WRITE(1,2060) L
0524              IF(CFMV.EQ.OPCN) THEN
0525              WRITE(IMP,2062) L
0526              ENDIF
0527             DO 65 I=1,NF
0528             DO 65 J=1,NF
0529                  EAUX(I,J)=0.
0530                  FAUX(J)=0.
0531                  MPAUX(I,J)=0.
0532                  MCAUX(I,J)=0.
0533                  MSAUX(I,J)=0.
0534                  LIAUX(J)=0.
0535         IF(L.EQ.1) GO TO 66
0536                  EAUX(I,J)=E(L-1,I,J)
0537                  FAUX(J)=F(L-1,J)
0538                  MPAUX(I,J)=MP(L,I,J)
0539    66            MCAUX(I,J)=MC(L,I,J)
0540                  MSAUX(I,J)=MS(L,I,J)
0541                 LIAUX(J)=LI(L,J)
0542    65  CONTINUE
0543              IF(CFMV.EQ.OPCN) THEN
0544              DO I=1,NF
0545              WRITE(IMP,2061)((MPAUX(I,J),J=1,NF),(MCAUX(I,J),J=1,NF),
0546       1                      (MSAUX(I,J),J=1,NF),LIAUX(I))
0547        END DO
0548              ENDIF
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0549        IF(L.NE.1) GO TO 67
0550                   CALL INV(MCAUX,NF)
0551                   CALL MULTM(MCAUX,MSAUX,EE,NF,NF,NF)
0552                   CALL CHSMT(EE,NF,NF)
0553                   CALL MULTV(MCAUX,LIAUX,FF,NF)
0554                   CALL CHSV(FF,NF)
0555         GO TO 80
0556     67            CALL MULTM(MPAUX,EAUX,C,NF,NF,NF)
0557                   CALL SUMM(MCAUX,C,D,NF,NF)
0558                   CALL INV(D,NF)
0559        IF(L.EQ.NG) GO TO 70
0560                   CALL MULTM(D,MSAUX,EE,NF,NF,NF)
0561                   CALL CHSMT(EE,NF,NF)
0562     70            CALL MULTV(MPAUX,FAUX,BB,NF)
0563                   CALL SUMV(BB,LIAUX,H,NF)
0564                   CALL MULTV(D,H,FF,NF)
0565                   CALL CHSV(FF,NF)
0566                IF((CFMV.EQ.OPCN).AND.(L.EQ.KEMV).AND.(L.NE.NG)) THEN
0567                                WRITE(IMP,2063) TT
0568                                KEMV=KEMV+5
0569                                ENDIF
0570     80  IF(L.EQ.NG) GO TO 110
0571         DO 90 I=1,NF
0572         DO 96 J=1,NF
0573              E(L,I,J)=EE(I,J)
0574              F(L,J)=FF(J)
0575     90  CONTINUE
0576    100  CONTINUE
0577  C.     C A L C U L O  D E  L O S  I N C R E M E N T O S  D E  N I V E L
0578    110  DO 120 J=1,NF
0579              DZ(NG,J)=FF(J)
0580    120  CONTINUE
0581         DO 150 L=1,NG
0582              LL=NG-L
0583  C                           WRITE(1,2071) LL
0584              LDZ=LL+1
0585           DO 130 I=1,NF
0586           DO 130 J=1,NF
0587                EAUX(I,J)=E(LL,I,J)
0588                FAUX(J)=F(LL,J)
0589                DZ1(J)=DZ(LDZ,J)
0590    130     CONTINUE
0591                    CALL MULTV(EAUX,DZ1,G,NF)
0592                    CALL SUMV(G,FAUX,DZZ,NF)
0593           DO 140 J=1,NF
0594                DZ(LL,J)=DZZ(J)
0595    140     CONTINUE
0596         IF(LL.EQ.1) GO TO 160
0597    150  CONTINUE
0598    160  I=1
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0599          DO 180 L=1,NG
0600                DO 170 M=1,NF
0601                      Z(I)=Z(I)+DZ(L,M)
0602                      Y(I)=Z(I)-ZF(I)
0603                      I=I+1
0604   170          CONTINUE
0605   180    CONTINUE
0606          IF(KPRINT.EQ.KPIMP) THEN
0607    C     WRITE(1,'("ENTRO ESCRIT")')
0608          CALL ESCRIT(NC,KTS,INP,CFMV,OPCN,INFO,PRY,FCM,NG,TT,NF,NPT)
0609    C     WRITE(1,'("SALI ESCRIT")')
0610          KPIMP=0
0611          END IF
0612    C     IF(TT.EQ.403200) THEN
0613    C     INTS=3600
0614    C     KTS=1
0615    C     NMAX=600
0616    C     KPRINT=1
0617    C     KPIMP=0
0618    C     END IF
0619          TT=TT+INTS
0620          KPIMP=KPIMP+1
0621    200   CONTINUE
0622          WRITE(59,1051)(Z(I),ZF(I),Y(I),I=1,NC)
0623    C
0624    C
0625    C
0626    C     F O R M A T O S  D E  L E C T U R A
0627    C
0628    C
0629     347 FORMAT(2F10.2)
0630     348 FORMAT(4F10.2)
0631     349 FORMAT(3(2F10.2))
0632     900  FORMAT(A2)
0633     901  FORMAT(20A4)
0634     902  FORMAT(2A4)
0635     950  FORMAT(2F8.0)
0636    1009  FORMAT(5I3)
0637    1010  FORMAT(2I3)
0638    1015  FORMAT(I4)
0639    1020  FORMAT(20I4)
0640    1025  FORMAT(I5)
0641    1030  FORMAT(4(2F10.2))
0642    1035  FORMAT(5(F8.1,F8.3))
0643    1046  FORMAT(I5)
0644    1047  FORMAT(4(2F10.2))
0645    1051  FORMAT(3(2F10.2))
0646    1070  FORMAT(2(4F10.0))
0647    C
0648    C
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0649  C      F O R M A T O S  D E  I M P R E S I O N
0650  C
0651  C
0652  C
0653   910  FORMAT(1H1,/////,29X,"M O D E L O  D E  T R A N S I T O  B I D I
0654       1M E N S I O N A L",/////////,55X,"C I D I A T",/////
0655       2//////////,15X,"INFORMACION GENERAL:",2(A4///////,15X,"PROYECTO:",
0656       32(A4///////,35X,"FECHA:",2A4,/////////,55X,"M E R I D A")
0657   1029  FORMAT(1H1,45X,"C O N D I C I O N E S  D E  B O R D E",//,38X,
0658       1"H I D R O G R A M A  D E  A G U A S  A R R I B A",/,43X,
0659       2"TIEMPO",26X,"CAUDAL",/,41X,"SEGUNDOS",25X,"M3/SEG")
0660   1031  FORMAT(40X,F10.2,20X,F10.2)
0661   1036  FORMAT(40X,F8.1,20X,F8.3)
0662   1039  FORMAT(1H1,40X,"C U R V A  D E  G A S T O  A G U A S  A B A J O",
0663       1/,45X,"NIVEL",24X,"CAUDAL",/,45X,"METROS",20X,"M3/SEG")
0664   1040  FORMAT(1H1,35X,"H I E T O G R A M A  D E  P R E C I P I T A C
0665       1 I O N",/,41X,"TIEMPO",20X,"PRECIPITACION",/,44X,"SEGUNDOS",18X,"M
0666       2ILIMETROS")
0667   1045  FORMAT(1H1,35X,"H I D R O G R A M A  D E  R I O  T R I B U T
0668       1 A R I O",/,40X,"TIEMPO",20X,"CAUDAL",/,43X,"SEGUNDOS",24X,"M3/S
0669       2EG")
0670   1048  FORMAT(///,"OFERTA RECEPTORA (# DE TRIBUTARIO:",I5,
0671   1049  FORMAT(10X,F10.2,15X,F10.2)
0672   1050  FORMAT(1H1,3X,"T A B L A  D E  V A L E S  A R E A S  Y  C O N
0673       1 D U C C I O N E S",//,5X,"CELDA",I3,/,23X,"NUMERO DE",15X,
0674       2"NIVEL",19X,"AREA",18X,"CONDUCCION",/,30X,"ORIGEN",13X,"METROS",
0675       3 0X,"MTS-2")
0676   1052  FORMAT(31X,I3,27X,F10.2,13X,F10.2,15X,F10.2)
0677   1061  FORMAT(1H1,40X,"D A T O S  D E  C O N E X I O N  T I P O  R I O",
0678       1//,18X,"CELDA",11X,"DISTANCIA ENTRE CENTROS DE LAS CELDAS",10X,
0679       2"FACTOR DE PONDERACION",/,49X,"METROS")
0680   1062  FORMAT(19X,I3,25X,F10.2,25X,F10.2)
0681   1069  FORMAT(1H1,40X,"D A T O S  D E  C O N E X I O N  T I P O  V E R T E D E
0682       1R O",//,7X,"CELDA",8X,"ELEVACION VERTEDERO",8X,
0683       2"ANCHO VERTEDERO",8X,"COEFICIENTE DE",6X,"COEFICIENTE DE",/,
0684       327X,"METROS",13X,"METROS",11X,"DESCARGA LIBRE",8X,
0685       4"DESCARGA SUMERGIDO")
0686   1071  FORMAT(8X,I3,13X,F10.2,15X,F10.3,14X,F10.3,14X,F10.3)
0687   1079  FORMAT("INTERVALO DE SIMULACION=",F12.2)
0688   1081  FORMAT(/////,40X,"CAUDAL DE BORDE AGUAS ARRIBA=",F10.2,"M3/SEG",/,
0689       140X,"CAUDAL DE BORDE AGUAS ABAJO=",F10.2,"M3/SEG",/,
0690       240X,"DERIVADA PARCIAL DEL CAUDAL DE BORDE AGUAS ARRIBA=",F10.2)
0691   1082  FORMAT(/////,40X,"CAUDAL DEL RIO TRIBUTARIO=",F10.2,"M3/SEG")
0692   1083  FORMAT(/////,40X,"PRECIPITACION =",F6.3,"MILIMETROS")
0693   1090  FORMAT("INTERPOLACION DE LAS CELDAS ",I3," AL ",I3)
0694   2049  FORMAT(10X,"CAUDAL DE ENTRADA TIPO RIO")
0695   2050  FORMAT(1H1,50X,"COEFICIENTES DE EXCESO TIPO RIO",//,5X,"TIEMPO DE
0696       1SIMULACION=",F10.2,"SEG",//,6X,"CELDA",13X,"CELDA I",
0697       2,10X,"CAUDAL DE I A K",10X,"RESPECTO A I",10X,"RESPECTO A K",/,59X,
0698       3"M3/SEG",15X,"RESPECTO A I",10X,"RESPECTO A K")
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0699  2051  FORMAT(1H1,45X,"COEFICIENTES DE UNION TIPO VERTEDERO",//,47X,"TIEM
0700        1PO DE SIMULACION=",F10.2,"SEG",//,6X,"GRUPO",10X,"CELDA I",10X,"CE
0701        2LDA K",10X,"CAUDAL DE I A K",10X,"PARCIAL CON",12X,"PARCIAL CON",/
0702        3,59X,"M3/SEG",15X,"RESPECTO A I",10X,"RESPECTO A K")
0703  2052  FORMAT(7X,I3,13X,I3,14X,I3,13X,F10.2,13X,F10.2,12X,F10.2)
0704  2059  FORMAT(10X,"CALCULOS DE UNION TIPO VERTEDERO")
0705   2060 FORMAT(9X,"CALCULANDO LOS COEFICIENTES E Y F DEL GRUPO ",I3)
0706  2061  FORMAT(1X,5F7.2,5X,5F7.2,5X,5F7.2,5X,F7.2)
0707  2062  FORMAT(//,56X,"G R U P O =",I3,//)
0708   2071 FORMAT(2X,"CALCULANDO LOS INCREMENTOS DEL GRUPO ",I3)
0709  2063  FORMAT(1H1,30X,"M A T R I C E S  Y  V E C T O R  D E  C O E F I C I
0710        1 E N T E S",//,43X,"TIEMPO DE SIMULACION=",F10.2,"SEG",//,16X,"MATR
0711        2RIZ PRECEDENTE",16X,"MATRIZ CENTRAL",17X,"MATRIZ SIGUIENTE",10X,"V
0712        3ECTOR",/,106X,"LIBRE",/)
0713    951 FORMAT(1X,"Q4= ",F8.2)
0714    952 FORMAT(1X,"LI= ",F8.2)
0715  C
0716  C
0717  C
0718        CALL EXEC(11,TIEMPO)
0719        WRITE(1,'(" TIEMPO FINAL ",5I5)')(TIEMPO(I),I=5,1,-1)
0720        STOP
0721        END
0722  C
0723  C
0724  C
0725  $EMA /BB/
0726        SUBROUTINE INTOP(ZAB,QAB,I,LTZ,QB,QPB)
0727        COMMON/BB/Z(135),AR(105),ZF(105),Y(105)
0728        DIMENSION ZAB(40),QAB(40)
0729        IF(Z(I)-ZAB(1))10,10,20
0730    10  QB=QAB(1)
0731        QPB=(QAB(2)-QAB(1))/(ZAB(2)-ZAB(1))
0732        RETURN
0733    20  DO 30 J=2,LTZ
0734            IF(Z(I)-ZAB(J))60,50,30
0735    30  CONTINUE
0736    40  WRITE(1,41) I,Z(I)
0737    41  FORMAT("NIVEL DE AGUA EN LA CELDA",I3,"=",F8.3,"MTS",/,
0738       1"VALOR FUERA DE TABLA PARA INTERPOLAR LA CONDICION DE BORDE
0739       2 AGUAS ABAJO")
0740        STOP 5000
0741    50  QB=QAB(J)
0742        GO TO 70
0743    60  QB=QAB(J-1)+(QAB(J)-QAB(J-1))/(ZAB(J)-ZAB(J-1))*(Z(I)-ZAB(J-1))
0744    70  QPB=(QAB(J)-QAB(J-1))/(ZAB(J)-ZAB(J-1))
0745        RETURN
0746        END
0747  C
0748  C
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0749  C
0750        SUBROUTINE PRECI(TP,P,PI,KPTMX,NTS,TT,INTS)
0751        DIMENSION TP(40),P(40)
0752        REAL INTS
0753        DELTAT=86400.
0754  C     WRITE(1,*)'DELTAT=',DELTAT
0755  C     WRITE(1,*)'TT=',TT
0756  C     WRITE(1,*)'TP(1)=',TP(1),'P(1)=',P(1),'TP(2)=',TP(2),'P(2)=',P(2)
0757  C     WRITE(1,*)'TP(KPTMX)=',TP(KPTMX)
0758        IF(TT.GT.TP(KPTMX))THEN
0759        WRITE(1,10)
0760     10 FORMAT("TIEMPO FUERA DE LA TABLA PARA HALLAR PI")
0761        STOP 3500
0762        END IF
0763        IF(TT.GT.TP(1)) THEN
0764        DO 30 KPT=2,KPTMX
0765        IF(TT-TP(KPT)) 60,60,30
0766     30 CONTINUE
0767  C     WRITE(1,*)'P(KPT)=',P(KPT)
0768     60 PI=P(KPT)*(INTS/DELTAT)
0769        RETURN
0770        ENDIF
0771  C     WRITE(1,*)'P(1)=',P(1)
0772        PI=P(1)*(INTS/DELTAT)
0773        RETURN
0774        END
0775  C
0776  C
0777  C
0778  $EMA /AA/,/BB/
0779        SUBROUTINE INTAR(I)
0780        COMMON/AA/ZC(105,10),A(105,10)
0781        COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
0782        IF(Z(I).LE.ZC(I,1)) THEN
0783        AR(I)=A(I,1)
0784        RETURN
0785        END IF
0786        DO 30 J=2,10
0787             IF(Z(I).LT.ZC(I,J)) GOTO 50
0788             IF(Z(I).EQ.ZC(I,J)) GOTO 40
0789     30 CONTINUE
0790        WRITE(1,100) I,Z(I)
0791    100 FORMAT("NIVEL DE AGUA EN LA CELDA",I3,"=",F8.3,"MTS",/,
0792       1"VALOR FUERA DE TABLA PARA INTERPOLAR EL AREA EN LA CELDA")
0793        STOP 10000
0794     40 AR(I)=A(I,J)
0795        RETURN
0796     50 AR(I)=A(I,J-1)+(A(I,J)-A(I,J-1))/(ZC(I,J)-ZC(I,J-1))*
0797       1(Z(I)-ZC(I,J-1))
0798        RETURN
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
      END
C
C
C
$ENA /BB/,/CC/
      SUBROUTINE  INTKK(I,KK,KP)
      COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
      COMMON/CC/ZK,KND
      DIMENSION ZK(105,10)
      REAL KND(105,10)
      REAL KK(105),KP(105)
      IF(Z(I).LT.ZK(I,1)) THEN
       KK(I)=0.
       KP(I)=0.
       RETURN
      END IF
      IF(Z(I).EQ.ZK(I,1)) THEN
       IF(KND(I,1).EQ.0.) THEN
        KK(I)=0.
        KP(I)=0.
        RETURN
       ELSE
        KK(I)=KND(I,1)
        KP(I)=(KND(I,2)-KND(I,1))/(ZK(I,2)-ZK(I,1))
        RETURN
       END IF
      END IF
      DO 40 J=2,10
           IF(Z(I).LT.ZK(I,J)) GOTO 60
           IF(Z(I).EQ.ZK(I,J)) GOTO 50
 40   CONTINUE
      WRITE(1,100) I,Z(I)
100   FORMAT("NIVEL DE AGUA EN LA CELDA",I3,"=",F5.3,"MTS",/,
     1"VALOR FUERA DE TABLA PARA INTERPOLAR EL KK(I) EN LA CELDA")
      STOP 20000
 50   KK(I)=KND(I,J)
      GO TO 70
 60   KK(I)=KND(I,J-1)+(KND(I,J)-KND(I,J-1))/(ZK(I,J)-ZK(I,J-1))
     1*(Z(I)-ZK(I,J-1))
 70   KP(I)=(KND(I,J)-KND(I,J-1))/(ZK(I,J)-ZK(I,J-1))
      RETURN
      END
C
C
C
$ENA /AA/,/BB/,/CC/
      SUBROUTINE RIO(KK,KP,ALFA,DX,I,K,PQI(K),PQ(I,K),INF)
      COMMON/AA/ZC(105,10),A(105,10)
      COMMON/CC/ZK,KND
      REAL KND(105,13)
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0849        DIMENSION ZK(105,16)
0850        COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
0851        REAL KK(105),KP(105),KIK,KIKP
0852        IF(Z(I).EQ.Z(K)) GOTO 18
0853        IF(ZC(1,1).EQ.ZK(I,1).AND.ZC(K,1).EQ.ZK(K,1)) GOTO 20
0854        IF(ZC(I,1).GT.ZK(I,1).AND.ZC(K,1).GT.ZK(K,1)) GOTO 22
0855        IF(ZC(I,1).GT.ZK(I,1).AND.ZC(K,1).EQ.ZK(K,1)) GOTO 22
0856        IF(ZC(I,1).EQ.ZK(I,1).AND.ZC(K,1).GT.ZK(K,1)) GOTO 22
0857        IF(ZK(I,1).GT.ZC(I,1).AND.ZK(K,1).GT.ZC(K,1)) GOTO 24
0858        IF(ZK(I,1).GT.ZC(I,1).AND.ZC(K,1).EQ.ZK(K,1)) GOTO 24
0859        IF(ZK(I,1).EQ.ZC(I,1).AND.ZK(K,1).GT.ZC(K,1)) GOTO 24
0860        IF(ZC(I,1).GT.ZK(I,1).AND.ZK(K,1).GT.ZC(K,1)) GOTO 26
0861        IF(ZK(I,1).GT.ZC(I,1).AND.ZC(K,1).GT.ZK(K,1)) GOTO 28
0862        WRITE(1,*) 'OTRO CASO' ,'I=', I,'K=', K
0863        STOP 33333
0864     20 IF(ZC(1,1).LT.ZC(K,1)) GOTO 21
0865        IF(Z(K) LE.ZC(I,1).AND.Z(I).EQ.ZC(I,1)) GOTO 18
0866        IF(Z(I).EQ.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(I,1)) GOTO 15
0867        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 15
0868        IF(Z(I) GT.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0869        GOTO 18
0870     21 IF(Z(I).LE.ZC(K,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 18
0871        IF(Z(I) EQ.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0872        IF(Z(I).GT.ZC(K,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 15
0873        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0874        GOTO 18
0875     22 IF(ZC(K,1).LT.ZC(I,1)) GOTO 23
0876        IF(Z(I).LE.ZC(K,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 18
0877        IF(Z(I).GT.ZC(K,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 15
0878        IF(Z(I).EQ.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0879        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0880        GOTO 18
0881     23 IF(Z(K).LE.ZC(I,1).AND.Z(I).EQ.ZC(I,1)) GOTO 18
0882        IF(Z(I).EQ.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(I,1)) GOTO 15
0883        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).EQ.ZC(I,1)) GOTO 15
0884        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0885        GOTO 18
0886     24 IF(ZK(K,1).LT.ZK(1,1)) GOTO 25
0887        IF(Z(I).LE.ZK(K,1).AND.Z(K).EQ.ZK(K,1)) GOTO 18
0888        IF(Z(I).GT.ZK(K,1).AND.Z(K).EQ.ZK(K,1)) GOTO 15
0889        IF(Z(I).EQ.ZK(I,1).AND.Z(K).GT.ZK(K,1)) GOTO 15
0890        IF(Z(I).GT.ZK(I,1).AND.Z(K).GT.ZK(K,1)) GOTO 15
0891        GOTO 18
0892     25 IF(Z(K).LE.ZK(1,1).AND.Z(I).EQ.ZK(I,1)) GOTO 18
0893        IF(Z(I).GT.ZK(I,1).AND.Z(K).EQ.ZK(K,1)) GOTO 15
0894        IF(Z(K).GT.ZK(1,1).AND.Z(I).EQ.ZK(I,1)) GOTO 15
0895        IF(Z(I) GT.ZK(I,1).AND.Z(K).GT.ZK(K,1)) GOTO 15
0896        GOTO 18
0897     26 IF(ZK(K,1).LT.ZC(I,1)) GOTO 27
0898        IF(Z(I).LE.ZK(K,1).AND.Z(K).EQ.ZK(I,1)) GOTO 18
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0899        IF(Z(I).GT.ZK(K,1).AND.Z(K).EQ.ZK(K,1)) GOTO 15
0900        IF(Z(I).EQ.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZK(K,1)) GOTO 15
0901        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZK(K,1)) GOTO 15
0902        GOTO 18
0903     27 IF(Z(K).LE.ZC(1,1).AND.Z(I).EQ.ZC(I,1)) GOTO 18
0904        IF(Z(K).GT.ZC(I,1).AND.Z(I).EQ.ZC(I,1)) GOTO 15
0905        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).EQ.ZK(K,1)) GOTO 15
0906        IF(Z(I).GT.ZC(I,1).AND.Z(K).GT.ZK(K,1)) GOTO 15
0907        GOTO 18
0908     28 IF(ZC(K,1).LT.ZK(I,1)) GOTO 29
0909        IF(Z(I).LE.ZC(K,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 18
0910        IF(Z(I).GT.ZC(K,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 15
0911        IF(Z(I).EQ.ZK(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0912        IF(Z(I).GT.ZK(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0913        GOTO 18
0914     29 IF(Z(K).LE.ZK(I,1).AND.Z(I).EQ.ZK(I,1)) GOTO 18
0915        IF(Z(I).GT.ZK(I,1).AND.Z(K).EQ.ZC(K,1)) GOTO 15
0916        IF(Z(K).GT.ZK(I,1).AND.Z(I).EQ.ZK(K,1)) GOTO 15
0917        IF(Z(I).GT.ZK(I,1).AND.Z(K).GT.ZC(K,1)) GOTO 15
0918        GOTO 18
0919     18 PQIIK=0.
0920        PQKIK=0.
0921        QIK=0.
0922        RETURN
0923     15 IF(Z(K).LT.Z(I)) GOTO 11
0924     13 KIK=ALFA*KK(K)+(1.-ALFA)*KK(I)
0925        KIKP=ALFA*KP(K)+(1.-ALFA)*KP(I)
0926        FIR=KIK/SQRT(DX)
0927        FIRP=KIKP/SQRT(DX)
0928        SGN=ABS(Z(K)-Z(I))/(Z(K)-Z(I))
0929        PQIIK=SGN*(1.-ALFA)*FIRP*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))-FIR/
0930       1(2.*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I))))
0931        IF(PQIIK.GT.0.) GO TO 10
0932        PQKIK=SGN*ALFA*FIRP*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))+FIR/(2.*SQRT(ABS(Z(K)-
0933       1Z(I))))
0934        QIK=SGN*FIR*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))
0935  C     WRITE(IMP,*)'PQIIK=',PQIIK,'PQKIK=',PQKIK,'QIK=',QIK
0936  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
0937  C     WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
0938  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
0939        RETURN
0940     10 FIR=KK(K)/SQRT(DX)
0941        FIRP=KP(K)/SQRT(DX)
0942        PQIIK=SGN*(-FIR)/(2.*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I))))
0943        PQKIK=SGN*FIRP*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))+FIR/(2.*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I))))
0944        QIK=SGN*FIR*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))
0945  C     WRITE(IMP,*)'PQIIK=',PQIIK,'PQKIK=',PQKIK,'QIK=',QIK
0946  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
0947  C     WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
0948  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0949          RETURN
0950       11 KK1=(1.-ALFA)*KK(I)+ALFA*KK(K)
0951          KKIP=(1.-ALFA)*KP(I)+ALFA*KP(K)
0952          FIR=KK1/SQRT(DX)
0953          FIRP=KKIP/SQRT(DX)
0954          PQKKI=ALFA*FIRP*SQRT(Z(I)-Z(K))-FIR/
0955         1(2.*SQRT(Z(I)-Z(K)))
0956          IF(PQKKI.LE.0.) GOTO 13
0957          FIR=KK(I)/SQRT(DX)
0958          FIRP=KP(I)/SQRT(DX)
0959          PQKKI=(-FIR)/(2.*SQRT(Z(I)-Z(K)))
0960          PQIK1=FIRP*SQRT(Z(I)-Z(K))+FIR/(2.*SQRT(Z(I)-Z(K)))
0961          QK1=FIR*SQRT(Z(I)-Z(K))
0962          PQIIK=-PQIK1
0963          PQKIK=-PQKKI
0964          QIK=-QK1
0965  C       WRITE(IMP,*)'PQIIK=',PQIIK,'PQKIK=',PQKIK,'QIK=',QIK
0966  C       WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
0967  C       WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
0968  C       WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
0969          RETURN
0970          END
0971  C
0972  C
0973  C
0974  $ENA /BB/
0975          SUBROUTINE VERT(INTS,ZV,B,FIL,FIS,I,K,PQIIKV,PQKIKV,QIKV,IMP)
0976          COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
0977          FCL=0.40
0978          FCS=0.66
0979          IF(Z(K)-Z(I))20,10,70
0980       10 PQIIKV=0.
0981          PQKIKV=0.
0982          QIKV=0.
0983          RETURN
0984       20 IF(Z(I)-ZV)10,10,30
0985       30 IF((Z(K)-ZV)-(2./3.)*(Z(I)-ZV))50,40,60
0986       40 FIL=0.386*FIS
0987       50 QUNIT=FCL*FIL*(Z(I)-ZV)**1.5
0988          FCB=AR(I)*(Z(I)-ZV)/(QUNIT*B*INTS)
0989          QIKV=-FCL*FIL*FCB*B*(Z(I)-ZV)**1.5
0990          PQIIKV=-1.5*FCL*FIL*FCB*B*(Z(I)-ZV)**0.5
0991          PQKIKV=0.
0992  C       WRITE(IMP,*)'PQIIKV=',PQIIKV,'PQKIKV=',PQKIKV,'QIKV=',QIKV
0993  C       WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
0994  C       WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
0995  C       WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
0996          RETURN
0997       60 QUNIT=FCS*FIS*(Z(K)-ZV)*(Z(I)-Z(K))**0.5
0998          FCB=AR(I)*(Z(I)-Z(K))/(QUNIT*B*INTS)
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0999        QIKV=-FCS*FIS*FCB*B*(Z(K)-ZV)*(Z(I)-Z(K))**0.5
1000        PQIIKV=-0.5*FCS*FIS*FCB*B*(Z(K)-ZV)/((Z(I)-Z(K))**0.5)
1001        PQKIKV=-FCS*FIS*FCB*B*(((Z(I)-Z(K))**0.5)-0.5*(Z(K)-ZV)/((Z(
1002       1I)-Z(K))**0.5))
1003  C     WRITE(IMP,*)'PQIIKV=',PQIIKV,'PQKIKV=',PQKIKV,'QIKV=',QIKV
1004  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
1005  C     WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
1006  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
1007        RETURN
1008     70 IF(Z(K)-ZV)10,10,80
1009     80 IF((Z(I)-ZV)-(2./3.)*(Z(K)-ZV))100,90,110
1010     90 FIL=0.386*FIS
1011    100 QUNIT=FCL*FIL*(Z(K)-ZV)**1.5
1012        FCB=AR(K)*(Z(K)-ZV)/(QUNIT*B*INTS)
1013        QIKV=FCL*FIL*FCB*B*(Z(K)-ZV)**1.5
1014        PQIIKV=0.
1015        PQKIKV=1.5*FCL*FIL*FCB*B*(Z(K)-ZV)**0.5
1016  C     WRITE(IMP,*)'PQIIKV=',PQIIKV,'PQKIKV=',PQKIKV,'QIKV=',QIKV
1017  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
1018  C     WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
1019  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
1020        RETURN
1021    110 QUNIT=FCS*FIS*(Z(I)-ZV)*(Z(K)-Z(I))**0.5
1022        FCB=AR(K)*(Z(K)-Z(I))/(QUNIT*B*INTS)
1023        QIKV=FCS*FIS*FCB*B*(Z(I)-ZV)*(Z(K)-Z(I))**0.5
1024        PQIIKV=FCS*FIS*FCB*B*(((Z(K)-Z(I))**0.5)-0.5*(Z(I)-ZV)/((Z(K)-
1025       1Z(I))**0.5))
1026        PQKIKV=0.5*FCS*FIS*FCB*B*(Z(I)-ZV)/((Z(K)-Z(I))**0.5)
1027  C     WRITE(IMP,*)'PQIIKV=',PQIIKV,'PQKIKV=',PQKIKV,'QIKV=',QIKV
1028  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'I=',I,'K=',K
1029  C     WRITE(IMP,*)'K=',K,'I=',I,'K=',K
1030  C     WRITE(IMP,*)'I=',I,'K=',K
1031        RETURN
1032        END
1033  C
1034  C
1035  C
1036  $EMA /BB/
1037        SUBROUTINE ALCANT(DAAL,I,K,PQIIKA,PQKIKA,QIKA,IMP)
1038        COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
1039        DIMENSION DAAL(8)
1040        NAL=DAAL(1)
1041        NFAL=DAAL(2)
1042        D=DAAL(3)
1043        BO=DAAL(4)
1044        AL=DAAL(5)
1045        ANM=DAAL(6)
1046        COR=DAAL(7)
1047        CVE=DAAL(8)
1048        IF(Z(I).EQ.Z(K)) GOTO 50
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
      IF(Z(K).GT.Z(I)) GOTO 25
C     WRITE(1,'("NIVEL I )NIVEL K")')
      IF((Z(K)-ZF(I)).LT.0.) GOTO 48
      IF((Z(I)-ZF(I)).GT.D.AND.(Z(K)-ZF(I)).GT.D) GOTO 26
C     WRITE(1,'("NO VA A 26")')
      IF((Z(I)-ZF(I)).GE.(1.5*D).AND.(Z(K)-ZF(I)).LT.D) GOTO 27
C     WRITE(1,'("NO VA A 27")')
      WRITE(1,*)'Z(I)=',Z(I),'ZF(I)=',ZF(I),'Z(K)=',Z(K)
      IF((Z(I)-ZF(I)).LT.(1.5*D).AND.(Z(K)-ZF(I)).LT.D) GOTO 28
C     WRITE(1,'("NO VA A 28")')
      GOTO 27
   25 IF((Z(I)-ZF(K)).LT.0.) GOTO 49
      IF((Z(K)-ZF(K)).GT.D.AND.(Z(1)-ZF(K)).GT.D) GOTO 33
C     WRITE(1,'("NO VA A 33")')
      IF((Z(K)-ZF(K)).GE.(1.5*D).AND.(Z(I)-ZF(K)).LT.D) GOTO 34
C     WRITE(1,'("NO VA A 34")')
      IF((Z(K)-ZF(K)).LT.(1.5*D).AND.(Z(I)-ZF(K)).LT.D) GOTO 35
C     WRITE(1,'("NO VA A 35")')
      GOTO 34
   48 IF((Z(I)-ZF(I)).GT.(1.5*D)) GOTO 27
      GOTO 50
   49 IF((Z(K)-ZF(K)).GT.(1.5*D)) GOTO 34
      GOTO 50
   26 IF((Z(I)-ZF(I)-D).GE.0.00) GOTO 41
C     WRITE(1,'("PASE 26")')
      GOTO 27
   27 IF(NAL.EQ.0) THEN
C     WRITE(1,'("PASE 27")')
      A=0.7854*D**2
      ELSE
      A=BO*D
      END IF
      PQIIKA=-0.5*NAL*COR*A/SQRT(Z(I)-ZF(I))
      PQKIKA=0.
      QIKA=-NAL*COR*A*SQRT(Z(I)-ZF(I))
      RETURN
   28 IF(FAL.EQ.0) GOTO 29
C     WRITE(1,'("PASE 28")')
      AM=BO*(Z(K)-ZF(I))
C     WRITE(1,'("VOY A 45")')
      GOTO 45
   29 AN=(4/D**2)*(D-2*(Z(K)-ZF(I)))*SQRT((Z(K)-ZF(I))*(D-(Z(K)-ZF(I))))
C     WRITE(1,'("PASE 29")')
      IF((Z(K)-ZF(I)).LE.(0.1465*D)) GOTO 30
      IF((Z(K)-ZF(I)).LT.(0.8536*D)) GOTO 31
      THETA=6.2832+ASIN(AN)
      GOTO 39
   30 THETA=ASIN(AN)
      GOTO 39
   31 THETA=3.1416-ASIN(AN)
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
1099        GOTO 39
1100     33 IF((Z(K)-ZF(K)-D).GE.0.08) GOTO 40
1101        GOTO 34
1102     34 IF(NFAL.EQ.0) THEN
1103        A=0.7854*D**2
1104        ELSE
1105        A=BO*D
1106        END IF
1107        PQIIKA=0.
1108        PQKIKA=0.5*NAL*COR*A/SQRT(Z(K)-ZF(K))
1109        QIKA=NAL*COR*A*SQRT(Z(K)-ZF(K))
1110        RETURN
1111     35 IF(NFAL.EQ.0) GOTO 36
1112  C     WRITE(1,'("PASE 35")')
1113        AM=BO*(Z(I)-ZF(K))
1114        GOTO 45
1115     36 AN=(4/D**2)*(D-2*(Z(I)-ZF(I)))*SQRT((Z(I)-ZF(K))*(D-(Z(I)-ZF(K))))
1116  C     WRITE(1,'("PASE 36")')
1117        IF((Z(I)-ZF(K)).LE.(0.1465*D)) GOTO 37
1118        IF((Z(I)-ZF(K)).LT.(0.6536*D)) GOTO 38
1119        THETA=6.2832+ASIN(AN)
1120        GOTO 39
1121     37 THETA=ASIN(AN)
1122        GOTO 39
1123     38 THETA=3.1416-ASIN(AN)
1124        GOTO 39
1125     39 AM=((D**2)/8)*(THETA-AN)
1126        GOTO 45
1127     40 IF(NFAL.EQ.0) THEN
1128  C     WRITE(1,'("PASE 40")')
1129        AKS=0.3117*((D**(8./3.))/(ANM*SQRT(AL)))
1130        ELSE
1131        AKS=0.63*((BO*D)**(5./3.))/(ANM*SQRT(AL)*(BO+D)**(2./3.))
1132        END IF
1133        SGN=ABS(Z(K)-Z(I))/(Z(K)-Z(I))
1134        PQIIKA=SGN*(-0.5)*NAL*AKS/SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))
1135        PQKIKA=-PQIIK
1136        QIKA=SGN*NAL*AKS*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))
1137        RETURN
1138     45 SGN=ABS(Z(K)-Z(I))/(Z(K)-Z(I))
1139  C     WRITE(1,'("PASE 45")')
1140        PQIIKA=SGN*(-0.5)*NAL*CVE*AM/SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))
1141        PQKIKA=-PQIIK
1142        QIKA=SGN*NAL*CVE*AM*SQRT(ABS(Z(K)-Z(I)))
1143        RETURN
1144     50 PQIIKA=0.
1145  C     WRITE(1,'("PASE 50")')
1146        PQKIKA=0.
1147        QIKA=0.
1148        RETURN
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
      END
C
C
C
      SUBROUTINE MULTM(A,B,C,M,K,N)
      DIMENSION A(5,5),B(5,5),C(5,5)
      DO 30 I=1,M
      DO 30 J=1,N
      C(I,J)=0.
      DO 30 L=1,K
   30 C(I,J)=C(I,J)+A(I,L)*B(L,J)
      RETURN
      END
C
C
C
      SUBROUTINE SUMM(B,C,D,M,N)
      DIMENSION B(5,5),C(5,5),D(5,5)
      DO 30 I=1,M
      DO 30 J=1,N
   30 D(I,J)=B(I,J)+C(I,J)
      RETURN
      END
C
C
C
      SUBROUTINE CHSMT(A,M,N)
      DIMENSION A(5,5)
      DO 30 I=1,M
      DO 30 J=1,N
   30 A(I,J)=-A(I,J)
      RETURN
      END
C
C
C
      SUBROUTINE INV(A,N)
      DIMENSION A(5,5),MU(5)
      DO 1 I=1,N
    1 MU(I)=I
      DO 9 I=1,N
      IP1=I+1
      IF(IP1.GT.N) GO TO 4
      L=I
      AMAX=ABS(A(I,I))
      DO 2 K=IP1,N
      IF(AMAX.GE.ABS(A(K,I))) GO TO 2
      L=K
      AMAX=ABS(A(K,I))
    2 CONTINUE
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
      IF(L.EQ.I) GO TO 4
      K=MU(I)
      MU(I)=MU(L)
      MU(L)=K
      DO 3 J=1,N
      P=A(I,J)
      A(I,J)=A(L,J)
    3 A(L,J)=P
    4 P=A(I,I)
      IF(P.EQ.0.) GO TO 15
      DO 5 J=1,N
    5 A(I,J)=A(I,J)/P
      DO 7 K=1,N
      IF(K.EQ.I) GO TO 7
      DO 6 J=1,N
      IF(J.EQ.I) GO TO 6
      A(K,J)=A(K,J)-A(K,I)*A(I,J)
    6 CONTINUE
    7 CONTINUE
      DO 8 K=1,N
    8 A(K,I)=-A(K,I)/P
    9 A(I,I)=-A(I,I)
      DO 14 J=1,N
   10 DO 11 K=J,N
      IF(MU(K).EQ.J) GO TO 12
   11 CONTINUE
   12 IF(K.EQ.J) GO TO 14
      MU(K)=MU(J)
      DO 13 I=1,N
      P=A(I,K)
      A(I,K)=A(I,J)
   13 A(I,J)=P
   14 CONTINUE
      RETURN
   15 WRITE(1,100)
  100 FORMAT("LA MATRIZ NO TIENE SOLUCION")
      STOP 30000
      END
C
C
C
      SUBROUTINE MULTV(A,B,G,M)
      DIMENSION A(5,5),B(5),G(5)
      DO 10 I=1,M
      G(I)=0.
      DO 10 J=1,M
   10 G(I)=G(I)+A(I,J)*B(J)
      RETURN
      END
C
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
1249  C
1250  C
1251        SUBROUTINE SUMV(G,V,H,M)
1252        DIMENSION G(5),V(5),H(5)
1253        DO 10 I=1,M
1254     10 H(I)=G(I)+V(I)
1255        RETURN
1256        END
1257  C
1258  C
1259  C
1260        SUBROUTINE CHSV(F,M)
1261        DIMENSION F(5)
1262        DO 10 I=1,M
1263     10 F(I)=-F(I)
1264        RETURN
1265        END
1266  C
1267  C
1268  C
1269  $EPA /BB/
1270        SUBROUTINE ESCRIT(NC,NTS,IMP,CFMV,OPCN,INFG,PRY,FCH,NG,TT,NF,NRT)
1271        COMMON/BB/Z(105),AR(105),ZF(105),Y(105)
1272        DIMENSION PRY(20),FCH(2)
1273        REAL      INFG(20)
1274  C     WRITE(1,*) 'IMP =', IMP
1275        KEI=1
1276        KEF=10
1277        IF((NTS.EQ.0).OR.(CFMV.EQ.OPCN)) THEN
1278        WRITE(IMP,100) INFG,PRY,FCH,NG,NC,NF,NRT
1279        ENDIF
1280     10 WRITE(IMP,200)TT,(I,I=KEI,KEF)
1281        WRITE(IMP,300)(Z(I),I=KEI,KEF)
1282        WRITE(IMP,400)(Y(I),I=KEI,KEF)
1283        IF(KEF.EQ.NC) RETURN
1284        IF(KEF.GE.(NC-5)) GOTO 20
1285        KEF=KEF+10
1286        GOTO 30
1287     20 KEF=NC
1288     30 KEI=KEI+10
1289        GOTO 10
1290    100 FORMAT(1H1,////,29X,"M O D E L O  D E  T R A N S I T O  B I D I M
1291       1E N S I O N A L",//,55X,"CIDIAT",//,5X,"INFORMACION GENERAL:",
1292       2,20A4,/,5X,"PROYECTO:",20A4,/,5X,"FECHA:",2A4,/,20X,"NUMERO DE GRU
1293       3POS=",I3,25X,"NUMERO DE CELDAS=",I3,/,20X,"NUMERO DE FILAS=",I3,/,
1294       920X,"NUMERO DE PIOS TRIBUTARIOS=",I3,/,20X,"I=NUMRO DE CELDA",/,
1295       420X,"Z=COTA DEL NIVEL DE AGUA EN LA CELDA (MTS)",/,20X,
1296       5"Y=PROFUNDIDAD DE FLUJO EN LA CELDA (MTS)",/,2X,"TIEMPO(SEG)")
1297    200 FORMAT(/,1X,F10.2,2X,"I=",3X,I3,7X,9(I3,7X))
1298    300 FORMAT(13X,"Z=",1X,F7.2,3X,9(F7.2,3X))
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
  400  FORMAT(13X,"Y=",1X,F7.2,3X,9(F7.2,3X))
       END
C
C
       SUBROUTINE INTHID(T,QAR,QA,KTMX,KTS,TT)
       DIMENSION QAR(50),T(50)
       IF (TT.GT.T(KTMX)) THEN
       QA=QAR(KTMX)
       RETURN
       END IF
       IF(TT-T(1)) 40,10,20
   10  QA=QAR(1)
       RETURN
   40  WRITE(1,41)
   41  FORMAT("TIEMPO FUERA DE TABLA PARA INTERPOLAR")
       STOP 8000
   20  DO 30 J=2,KTMX
       IF(TT-T(J))60,50,30
   30  CONTINUE
   50  QA=QAR(J)
       RETURN
   60  QA=QAR(J-1)+(QAR(J)-QAR(J-1))/(T(J)-T(J-1))*(TT-T(J-1))
       RETURN
       END
C
C
C
       SUBROUTINE INTRQT(TQT,IQ,JQ,QRT,KTS,TT)
       DIMENSION TQT(40,2,5)
C      WRITE(1,*)'IQ=',IQ
C      WRITE(1,*)'JQ=',JQ
C      WRITE(1,*)'TQT(JQ,1,IQ)=',TQT(JQ,1,IQ)
       IF(TT.GT.TQT(JQ,1,IQ))THEN
       QRT=TQT(JQ,2,IQ)
       RETURN
       END IF
C      WRITE(1,*)'TQT(1,1,IQ)=',TQT(1,1,IQ)
       IF(TT-TQT(1,1,IQ))40,10,20
   10  QRT=TQT(1,1,IQ)
C      WRITE(1,*)'QRT=',QRT
       RETURN
   40  WRITE(1,41)
   41  FORMAT("TIEMPO FUERA DE TABLA PARA INTERPOLAR QRT")
       STOP4000
   20  DO 30 KQT=2,JQ
C      WRITE(1,*)'TQT(KQT,1,IQ)=',TQT(KQT,1,IQ)
       IF(TT-TQT(KQT,1,IQ))60,50,30
   30  CONTINUE
   50  QRT=TQT(KQT,2,IQ)
C      WRITE(1,*)'QRT=',QRT
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
1349          RETURN
1350       60 QRT=TQT((KQT-1),2,IQ)+((TQT(KQT,2,IQ)-TQT((KQT-1),2,IQ))/
1351         1(TQT(KQT,1,IQ)-TQT((KQT-1),1,IQ)))*(TT-TQT((KQT-1),1,IQ))
1352  C      WRITE(1,*)'QRT=',QRT
1353          RETURN
1354          END
1355  C
1356  C
1357  C
1358  $EMA/CC/
1359          SUBROUTINE CDERI(I,K,PQIIK,PQKIK,QIK,IMP)
1360          COMMON/CC/ZK,KND
1361          REAL KK(105),KP(105),KND(105,10)
1362          DIMENSION ZK(105,10)
1363          READ(54,348) (ZK(I,J),KND(I,J),J=1,10)
1364          READ(54,348) (ZK(K,J),KND(K,J),J=1,10)
1365       348 FORMAT(3(2F10.2))
1366          CALL INTKK(I,KK,KP)
1367          CALL INTKK(K,KK,KP)
1368          READ (55,347) DX,ALFA
1369       347 FORMAT(2F10.2)
1370          CALL FID(KK,KP,ALFA,DX,I,K,PQIIK,PQKIK,QIK,IMP)
1371          RETURN
1372          END
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

A P E N D I C E II

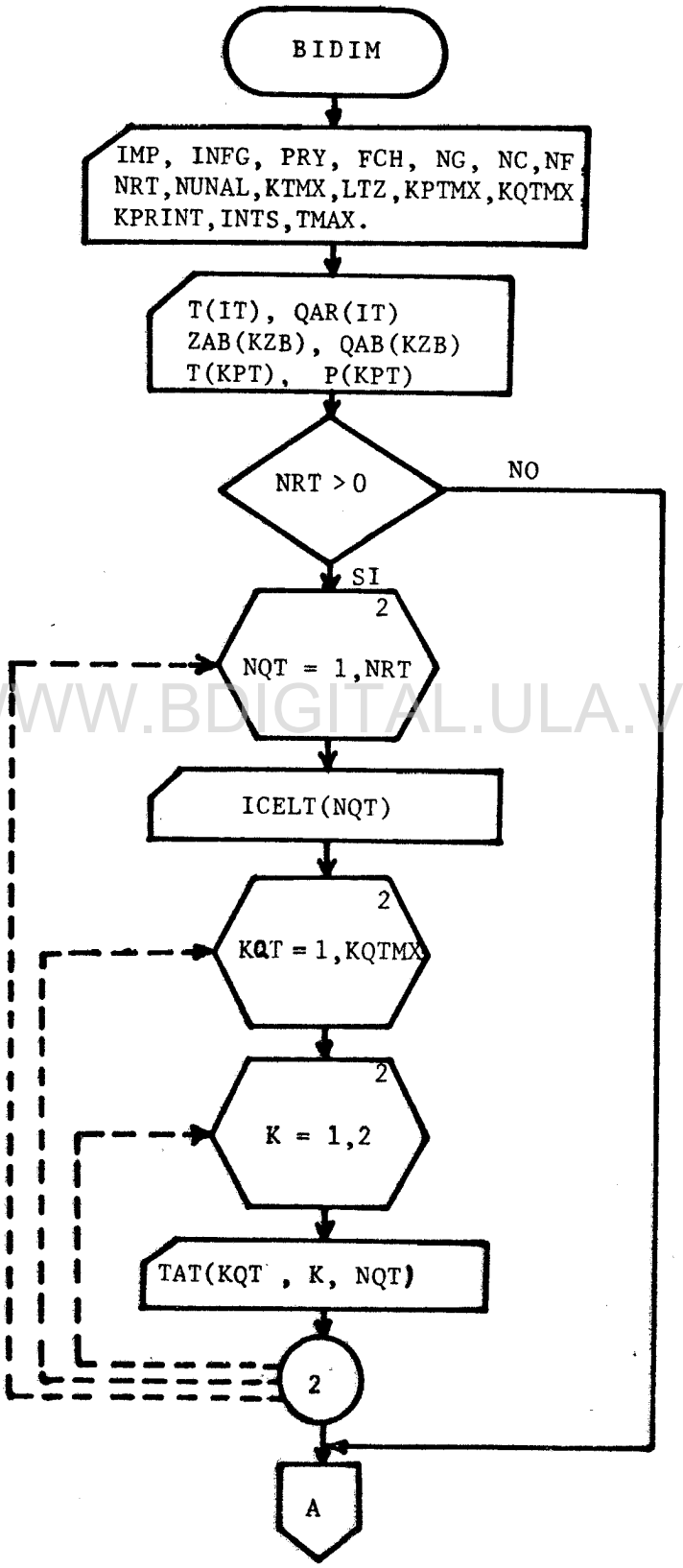
FLUJOGRAMA DETALLADO DEL MODELO BIDIM MODIFICADO

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

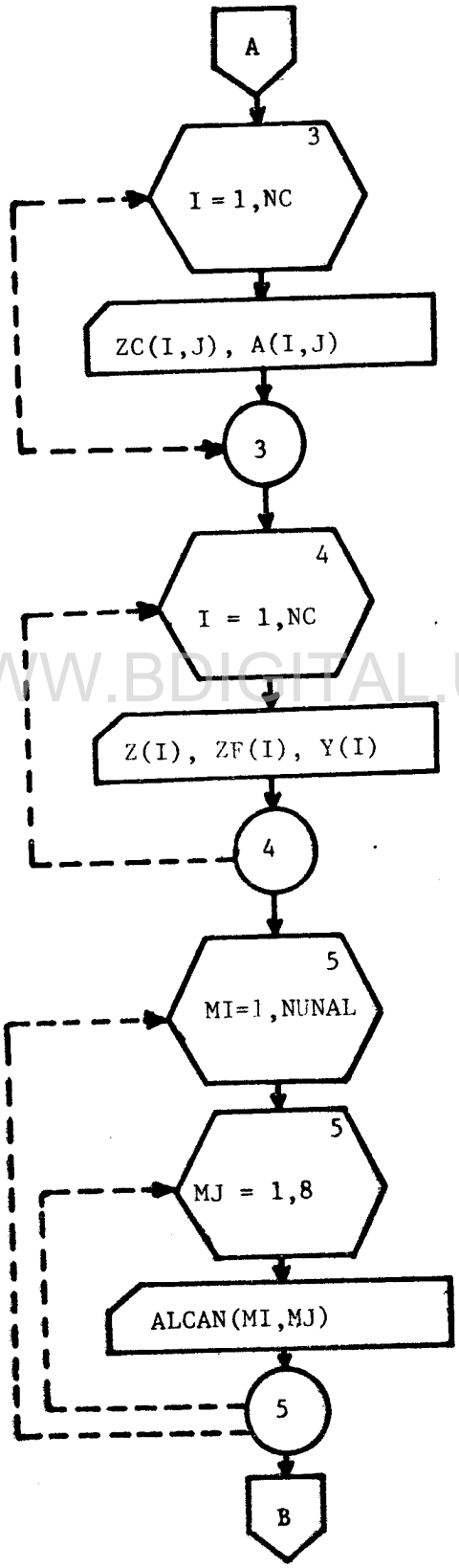
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



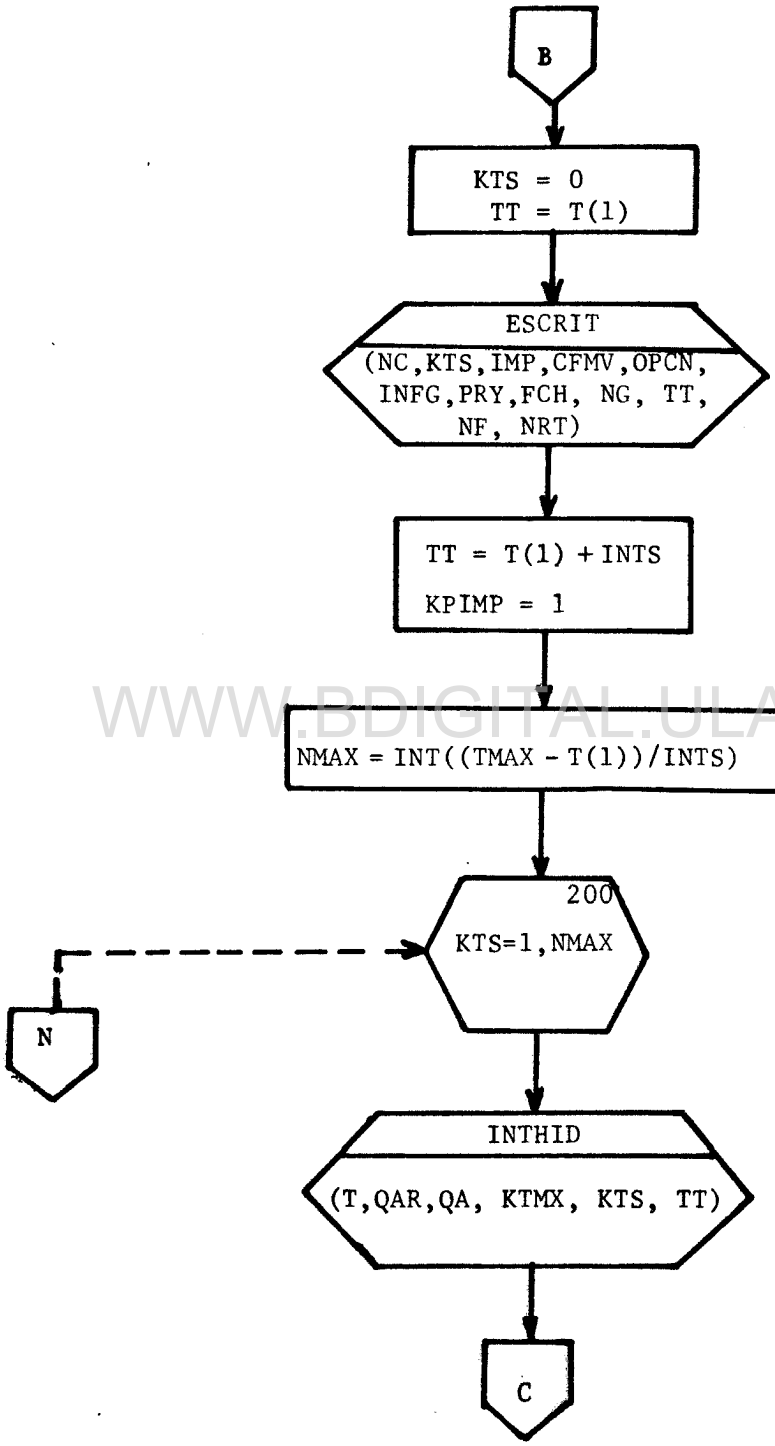
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



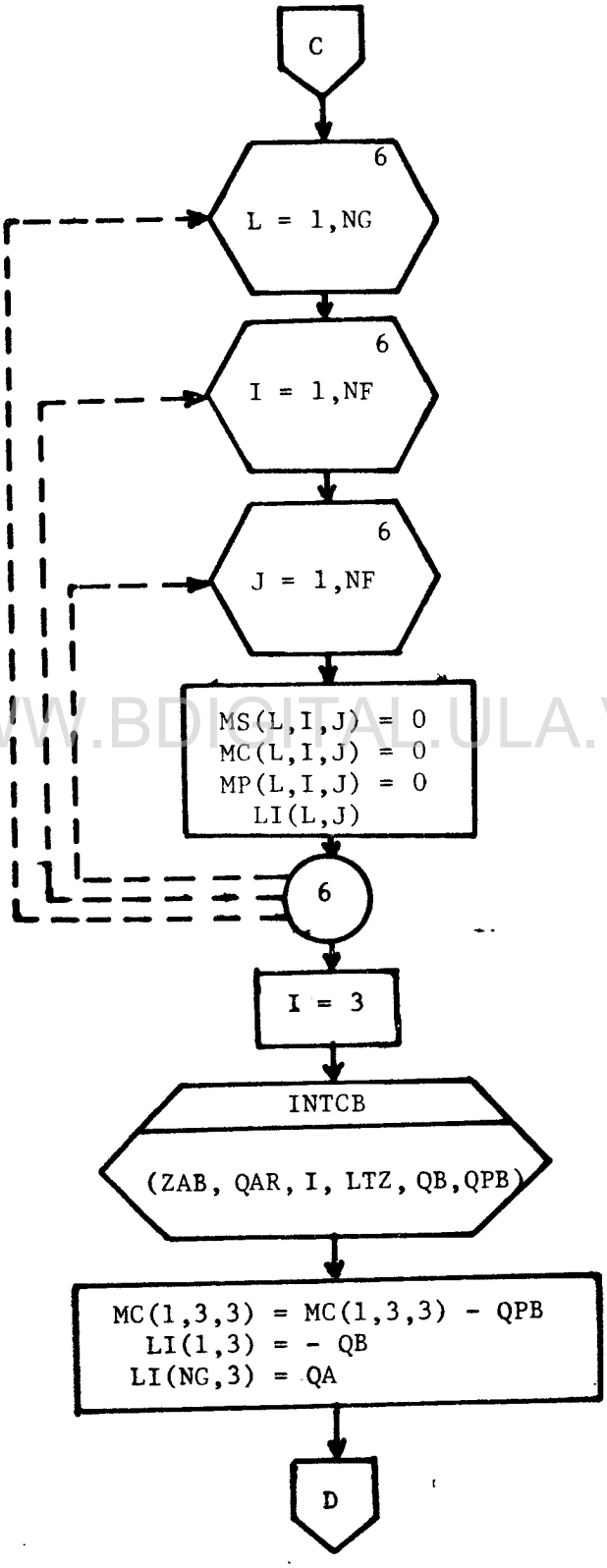
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



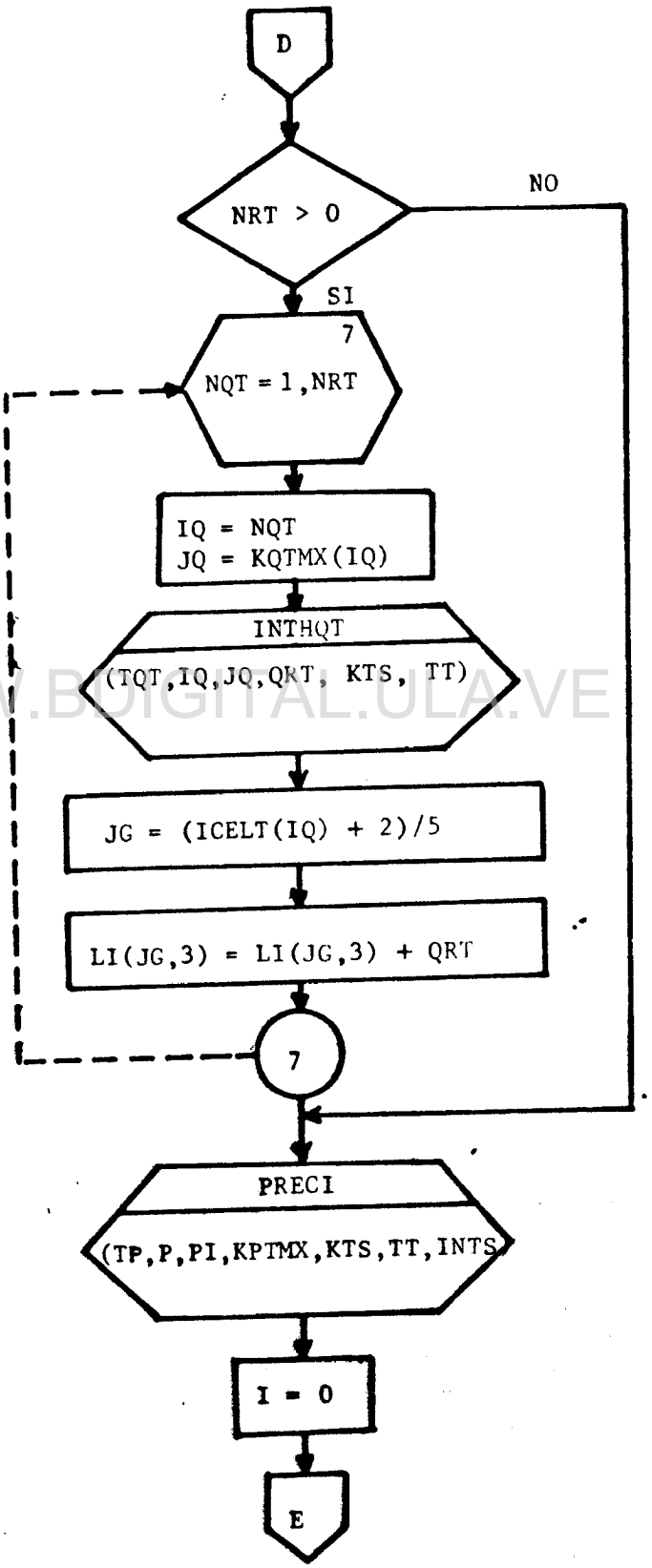
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



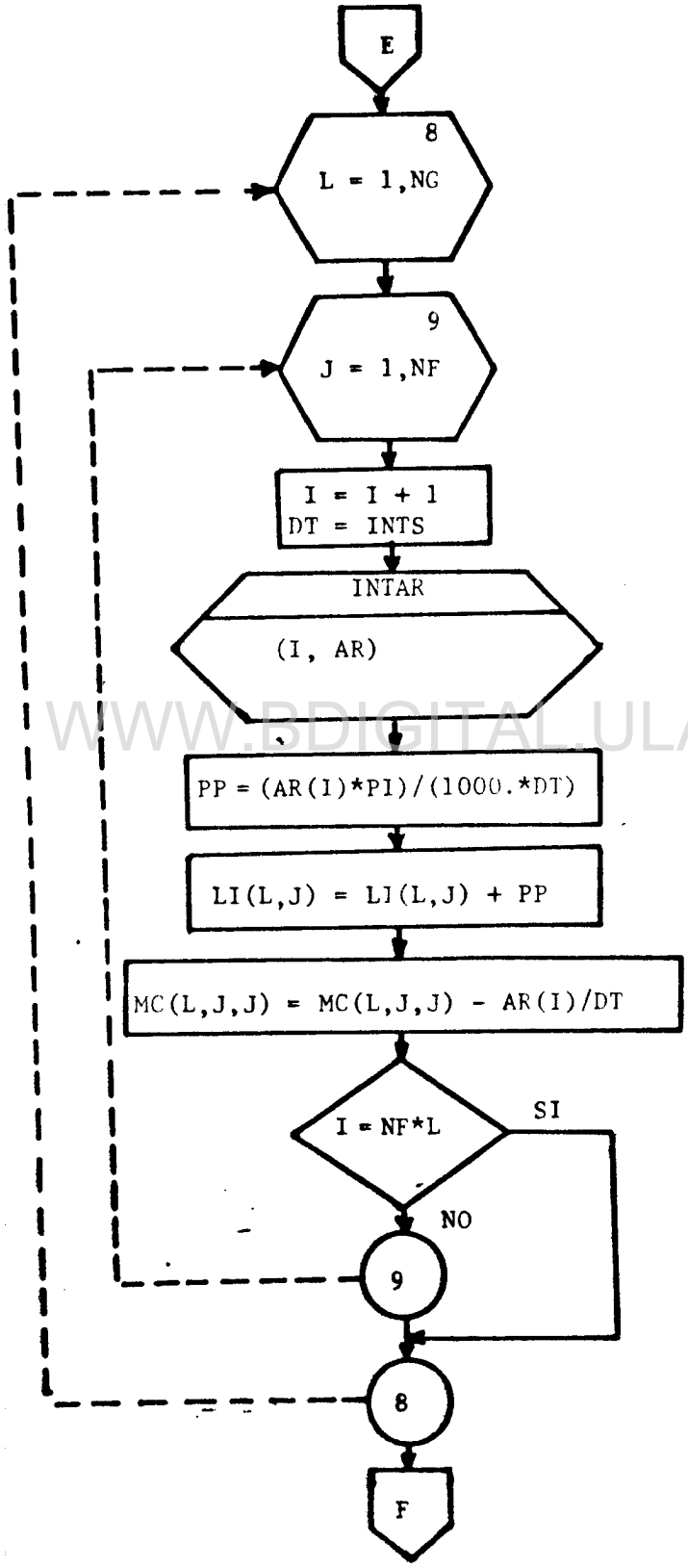
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



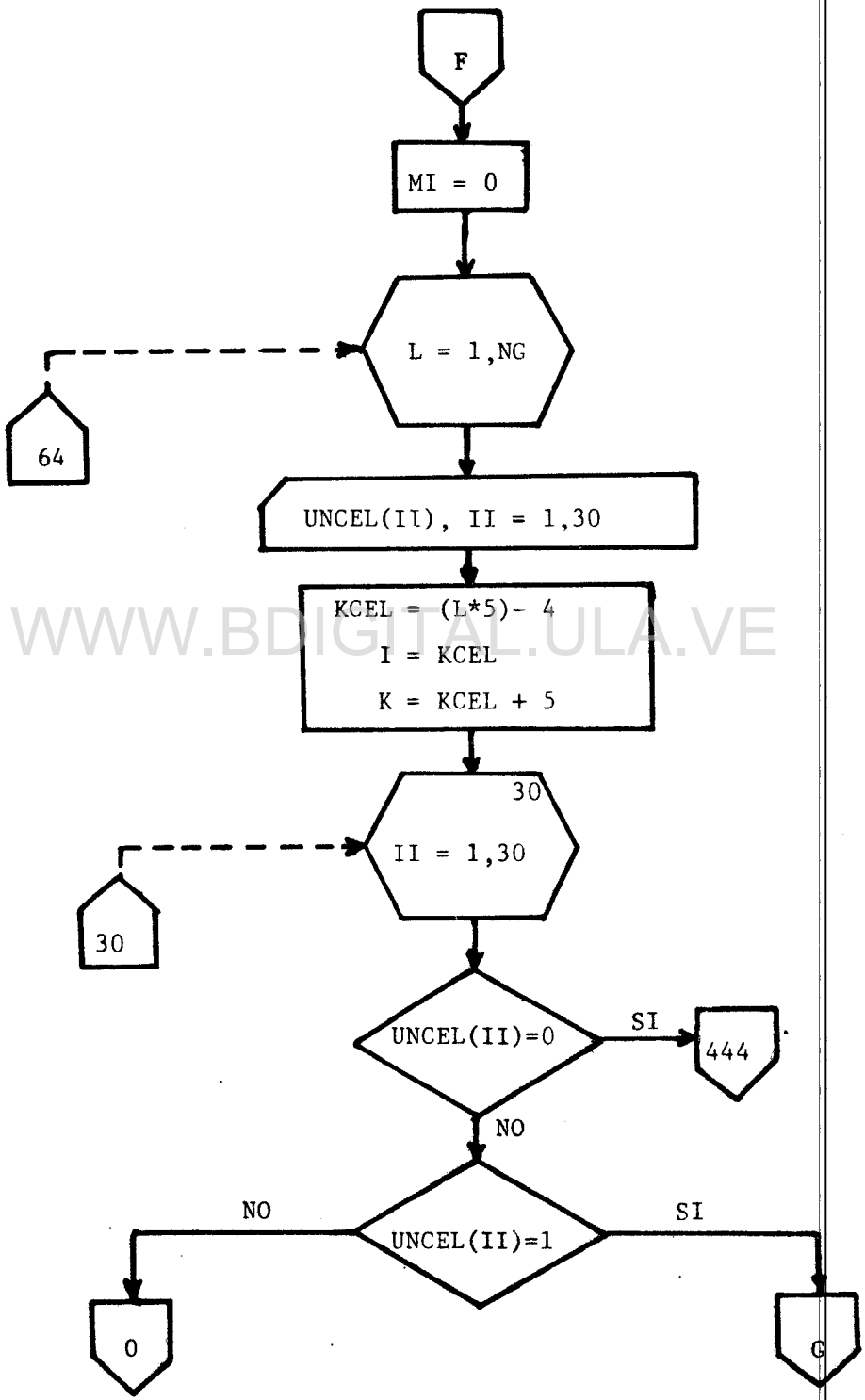
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



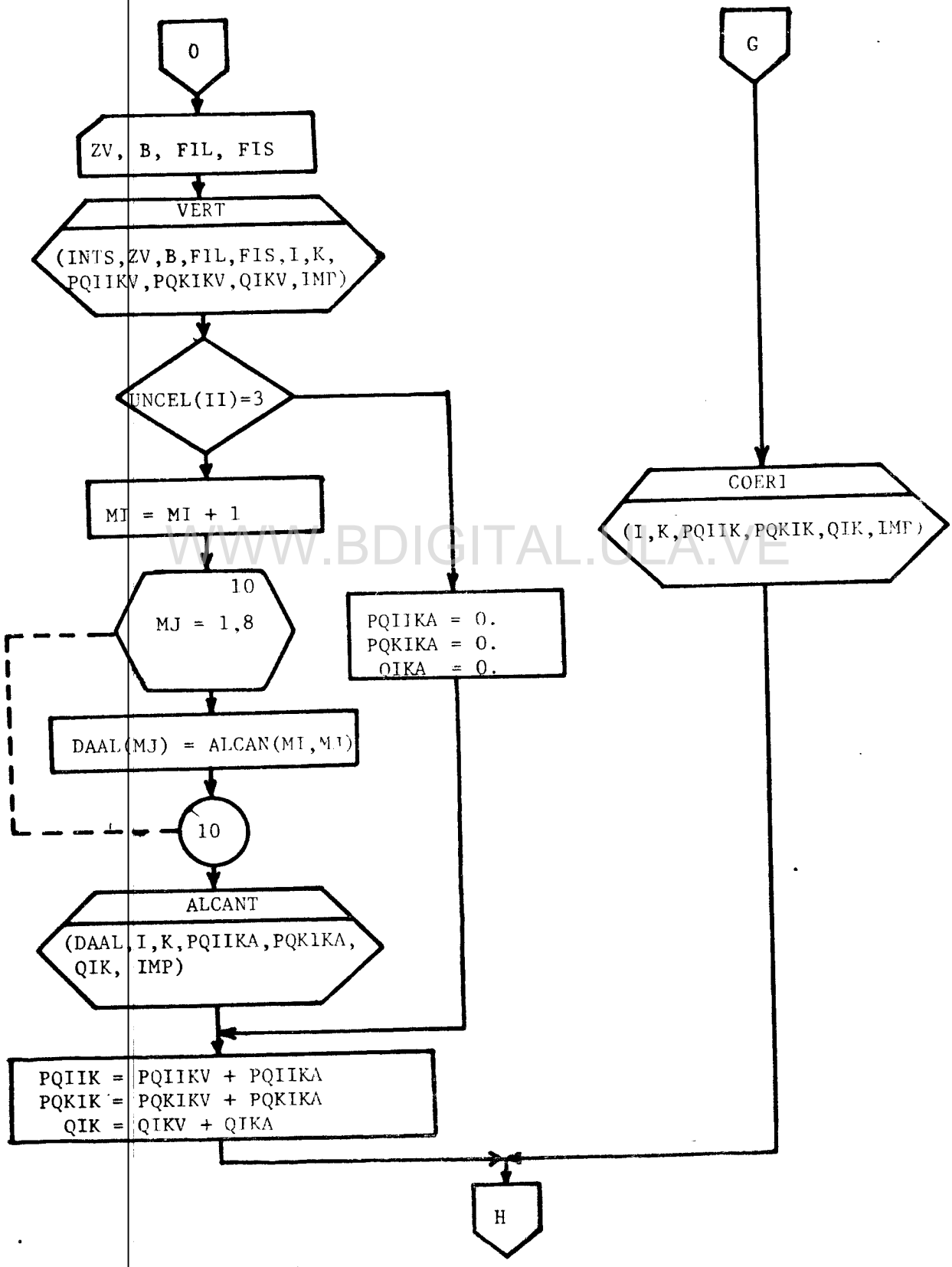
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



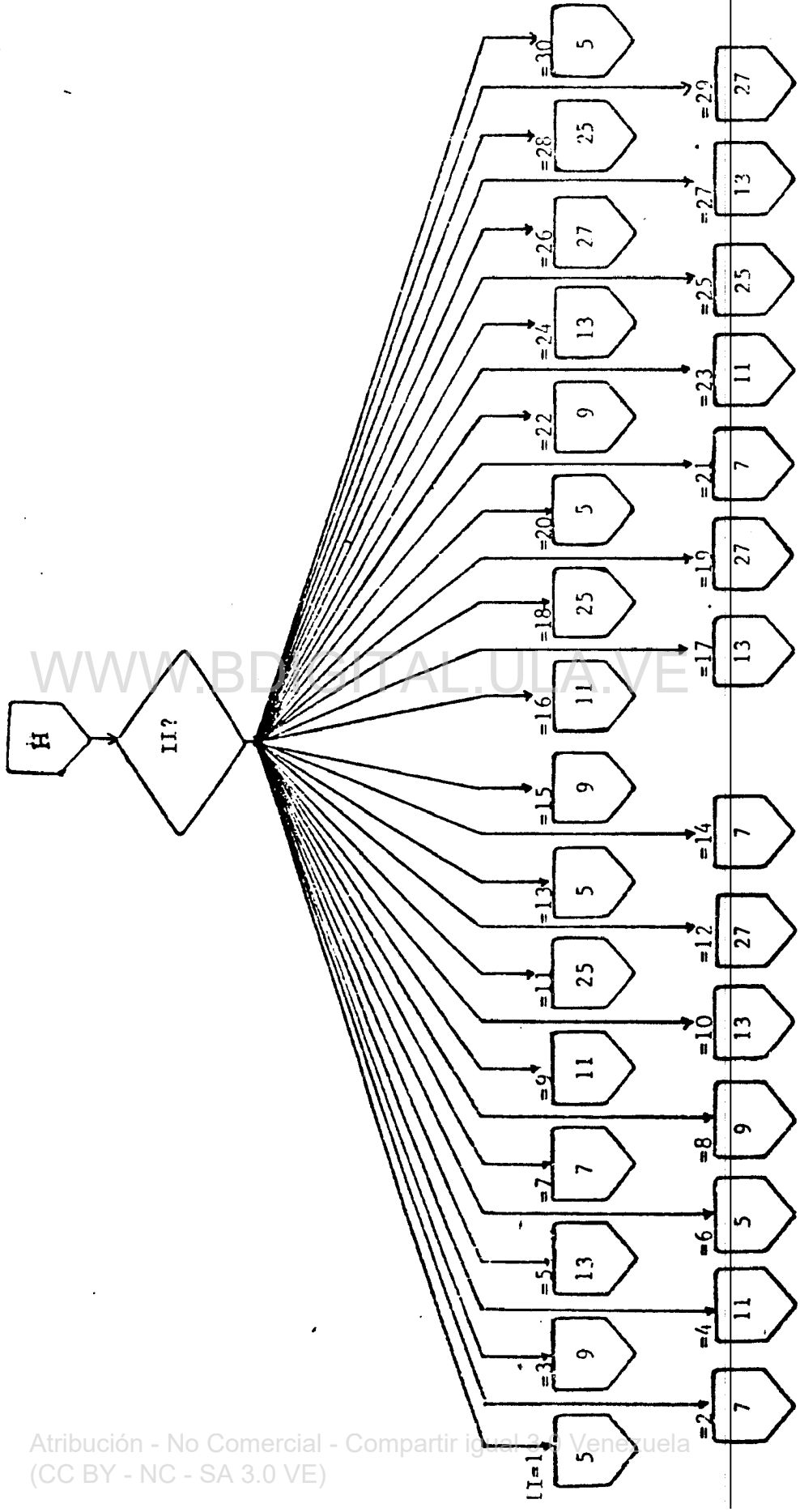
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



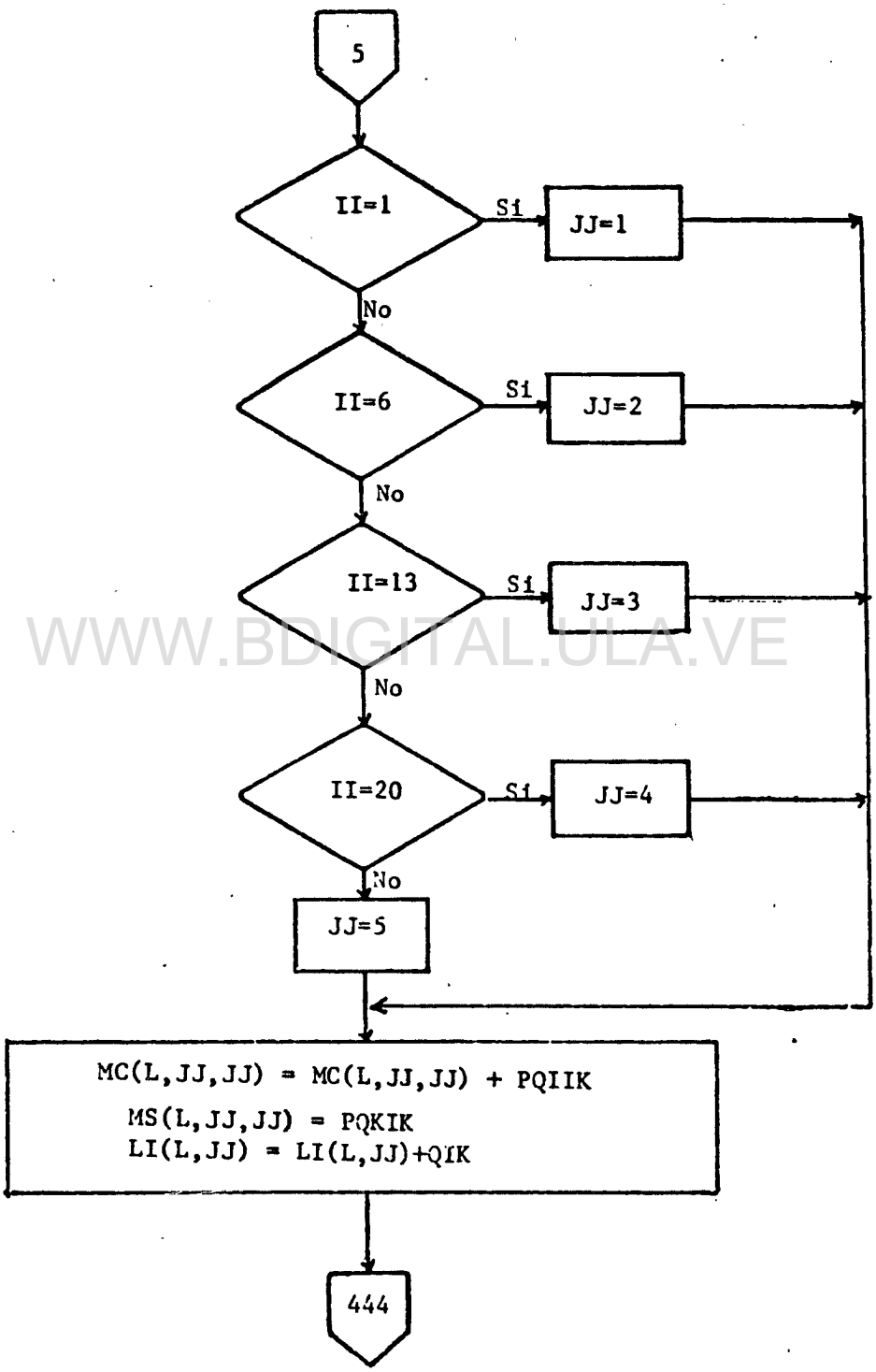
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



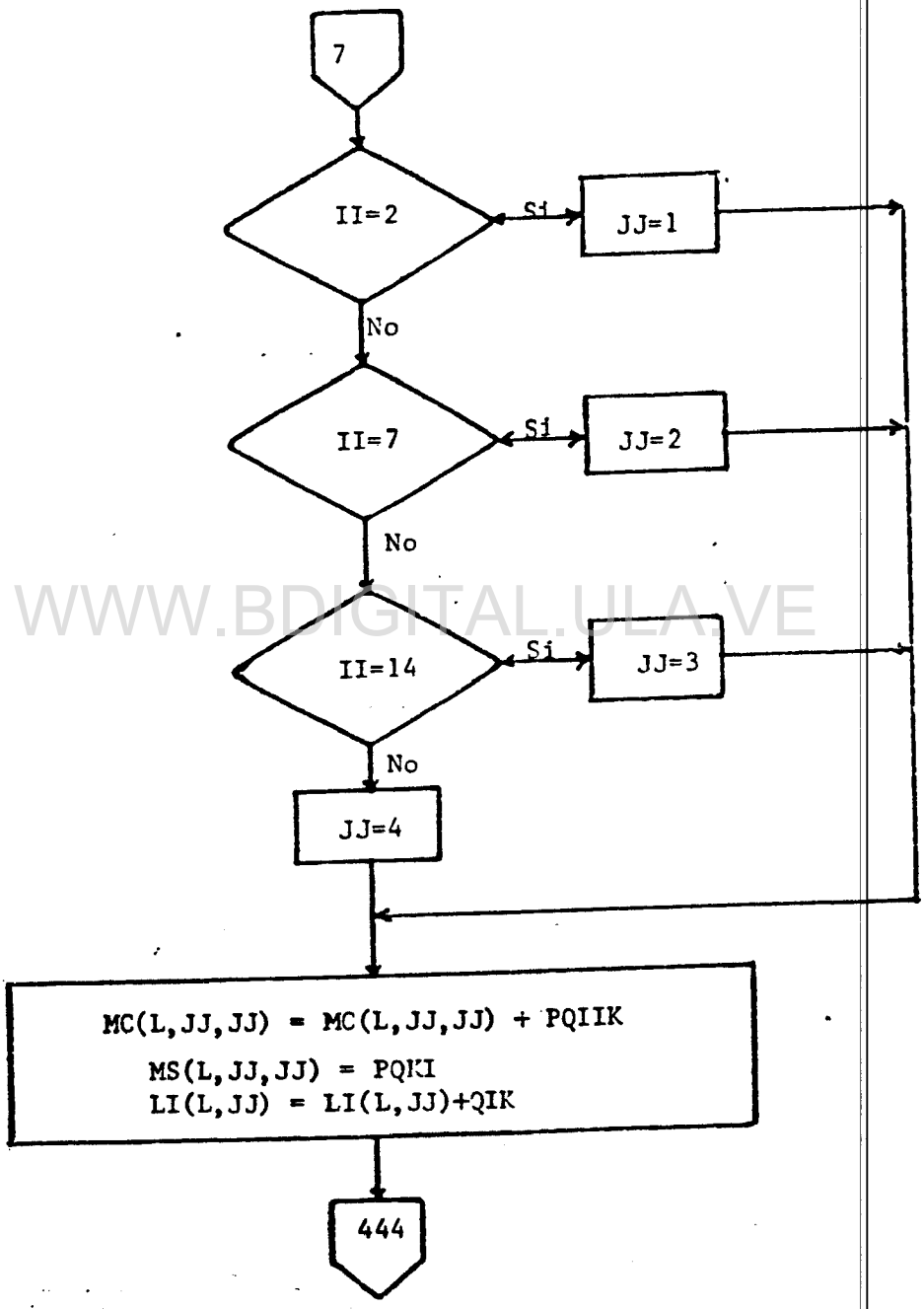
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



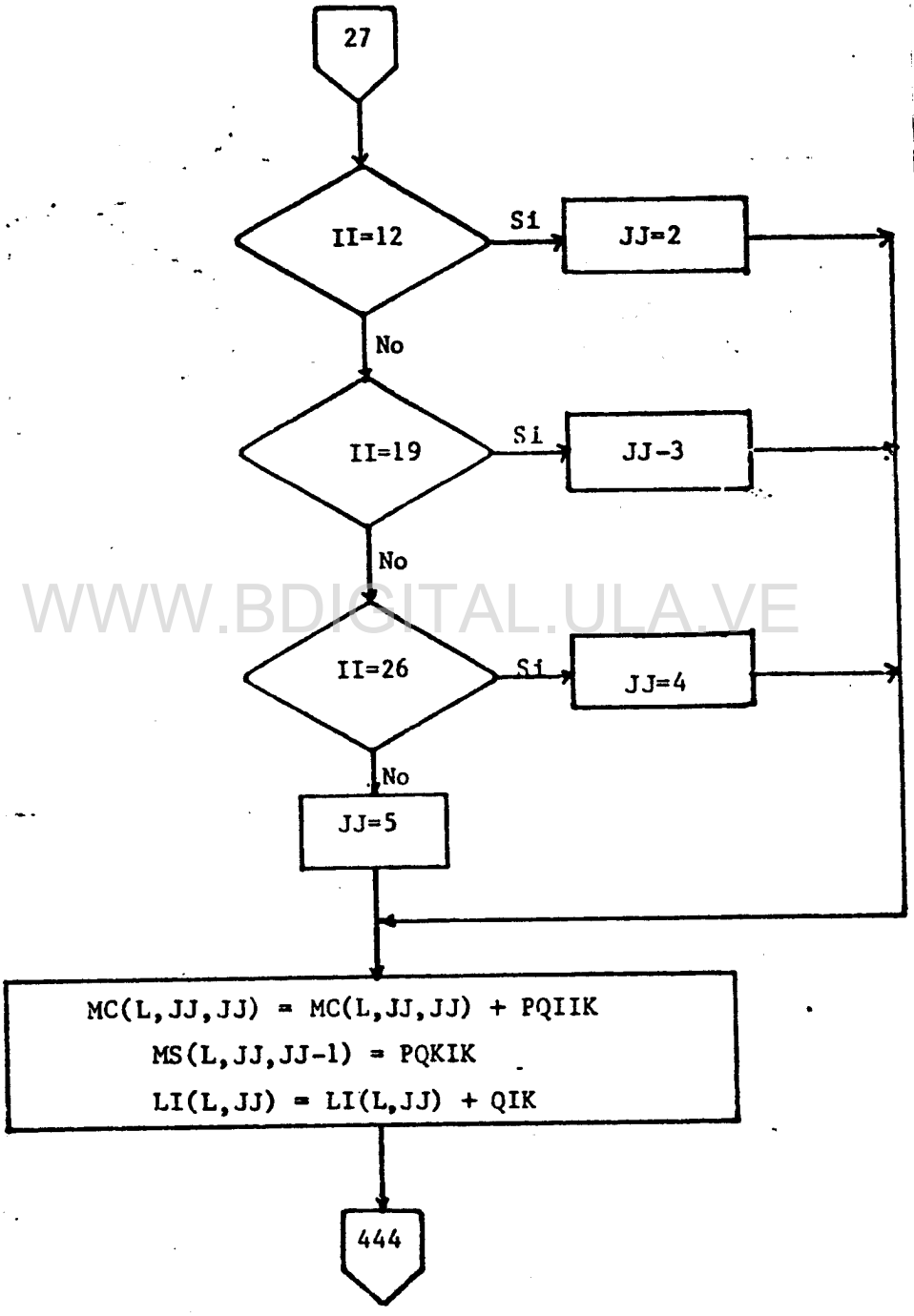
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



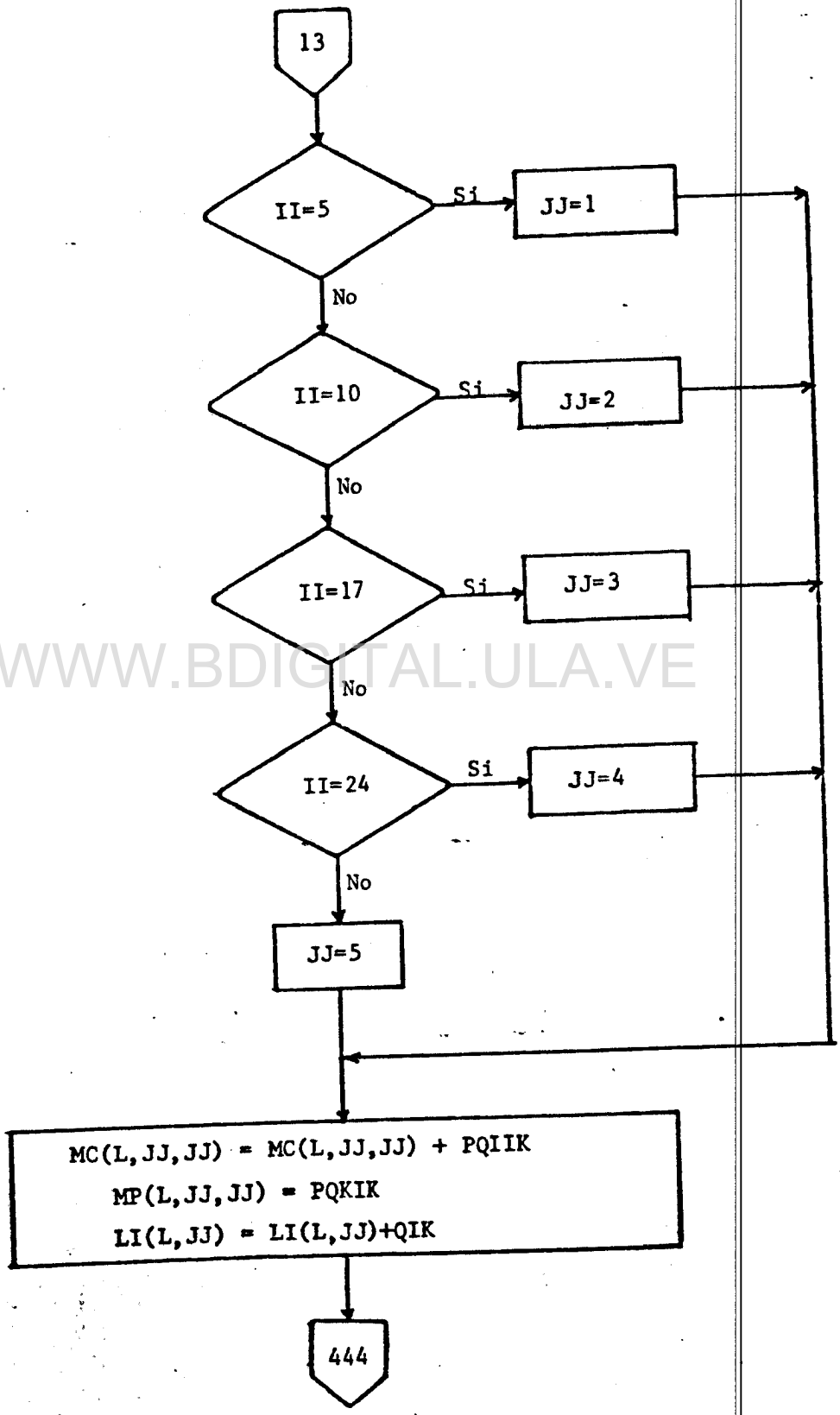
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



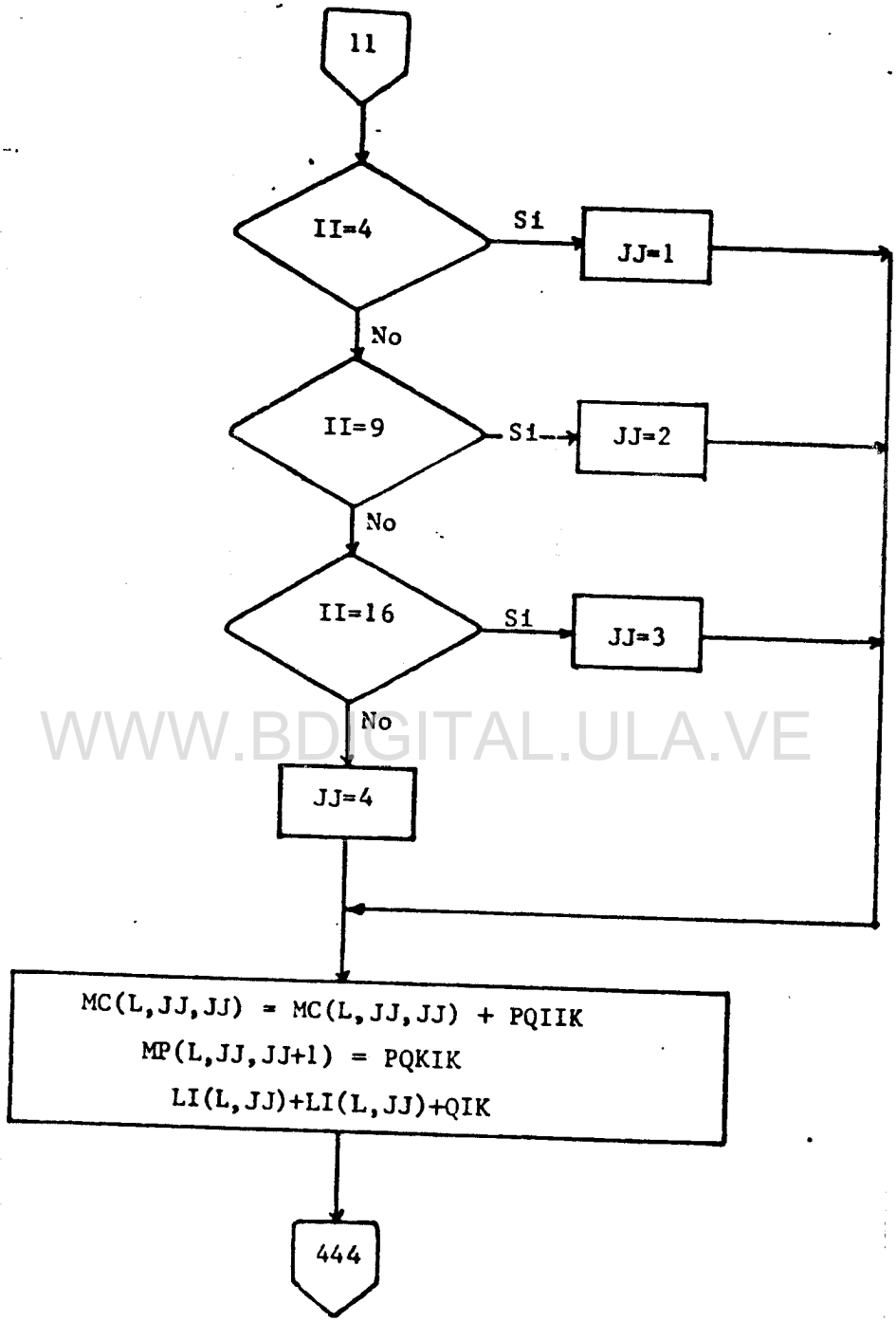
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



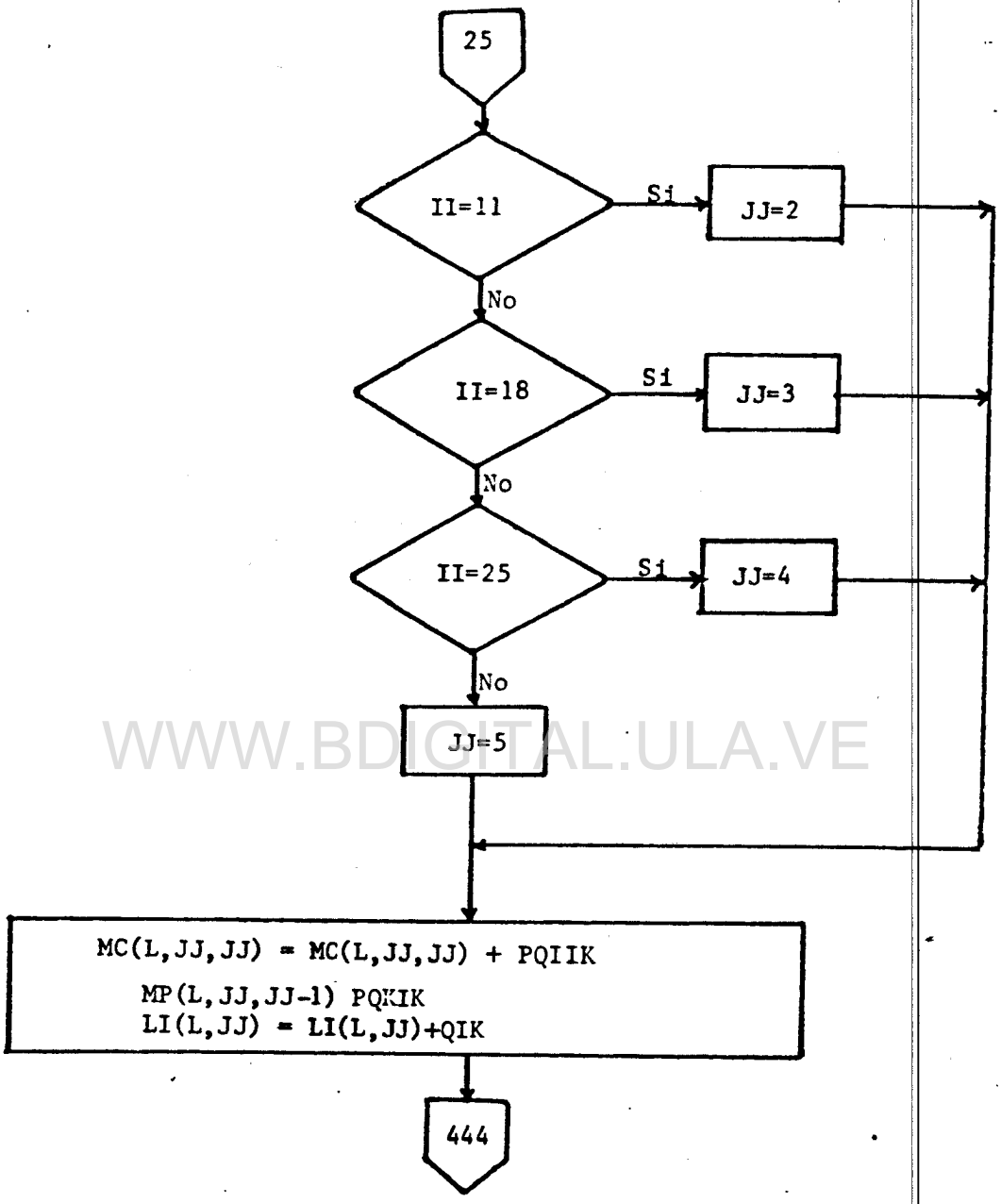
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



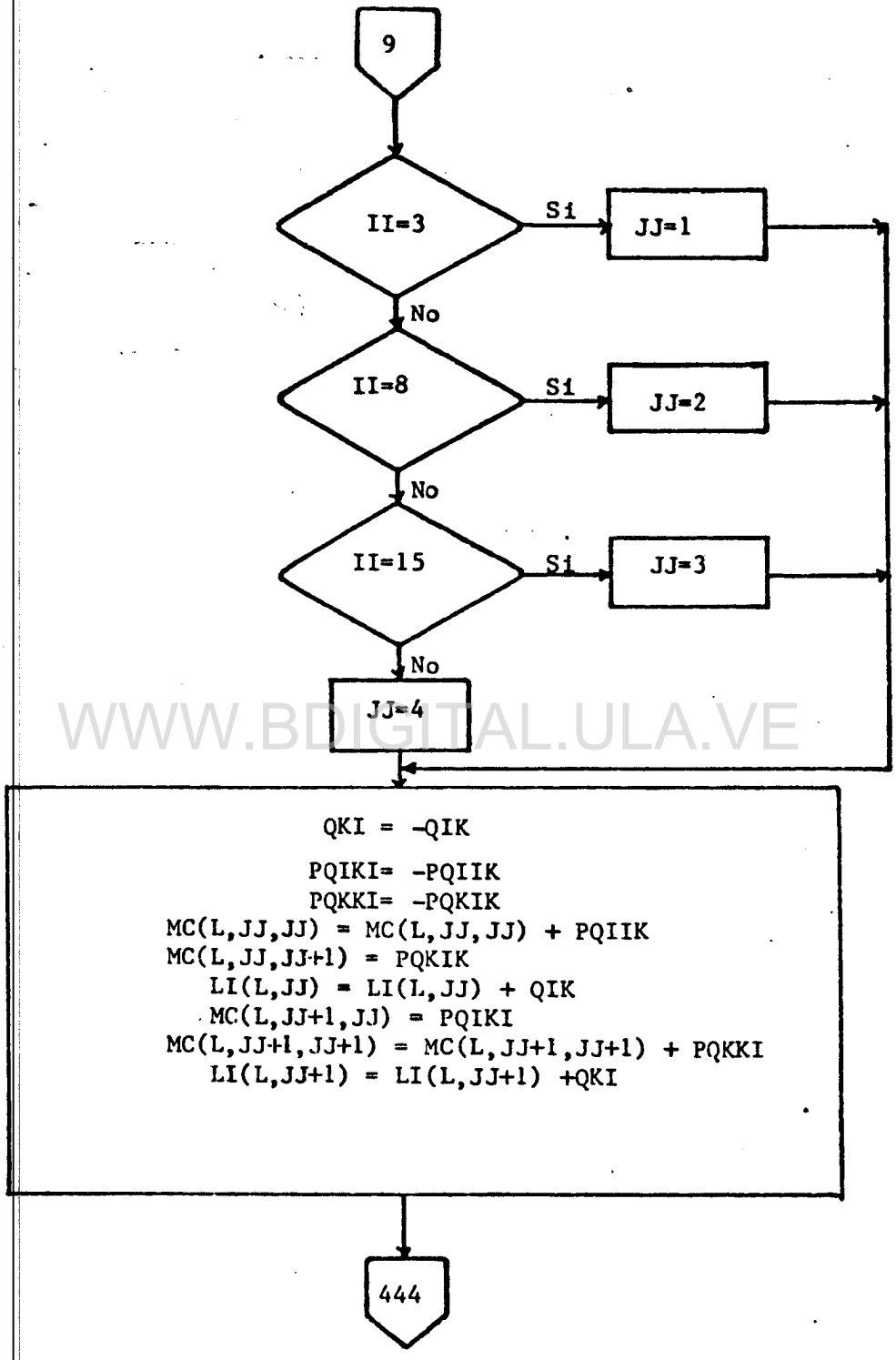
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



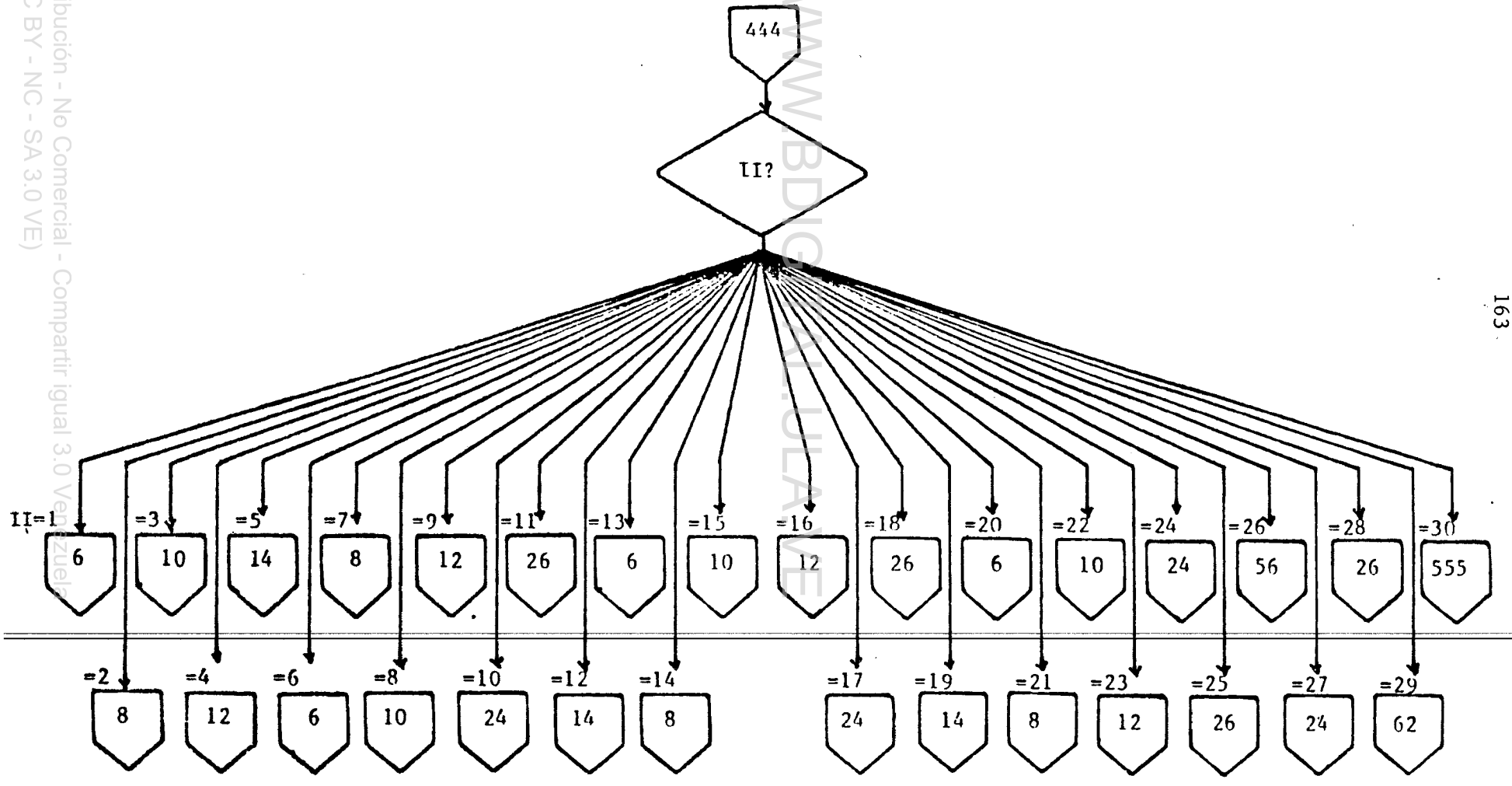
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

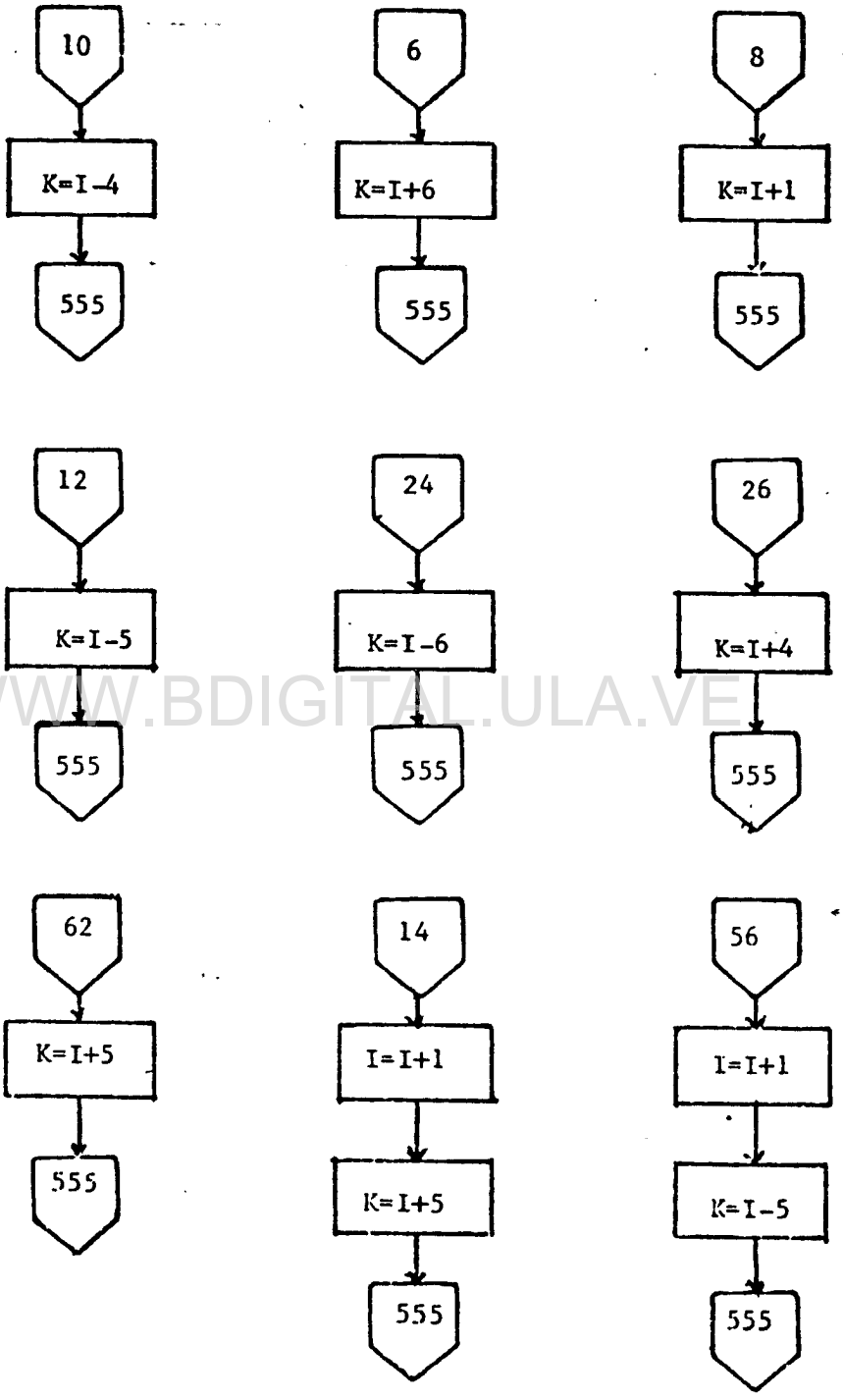


WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

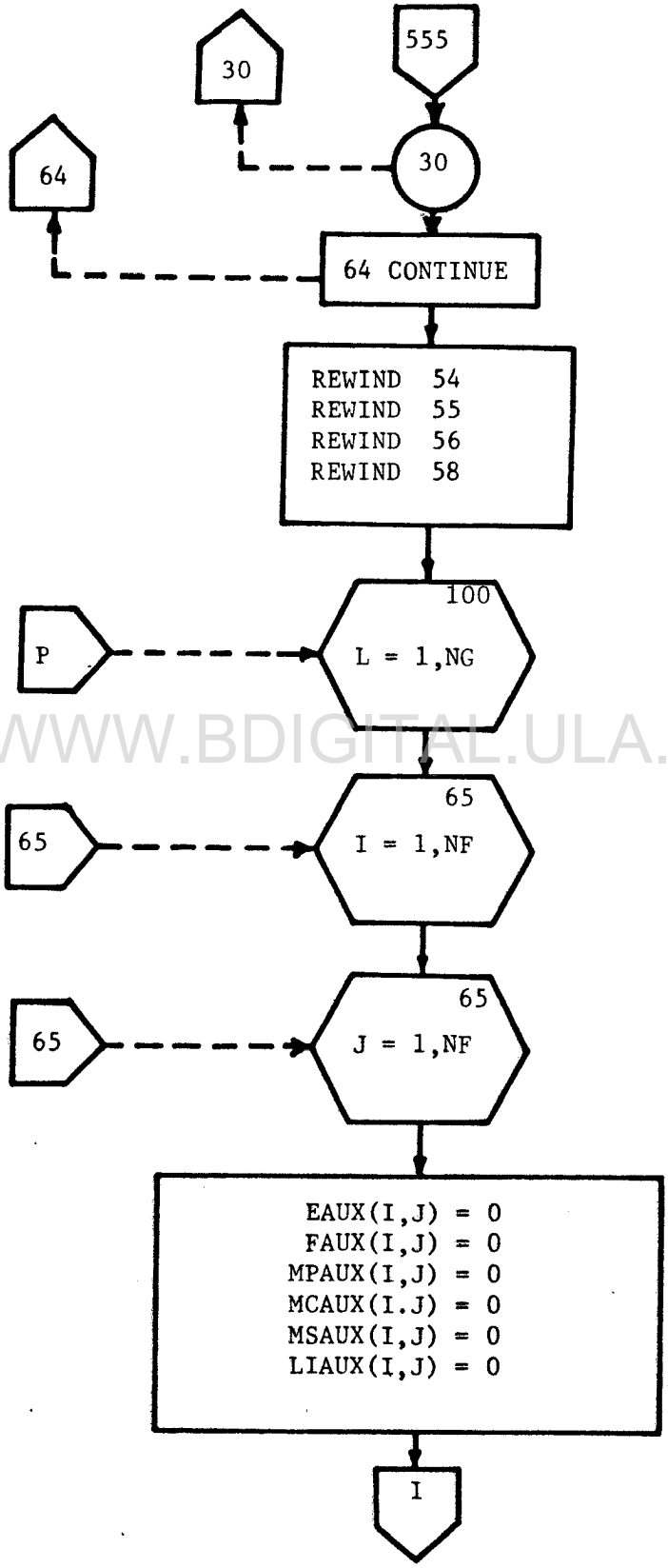


WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



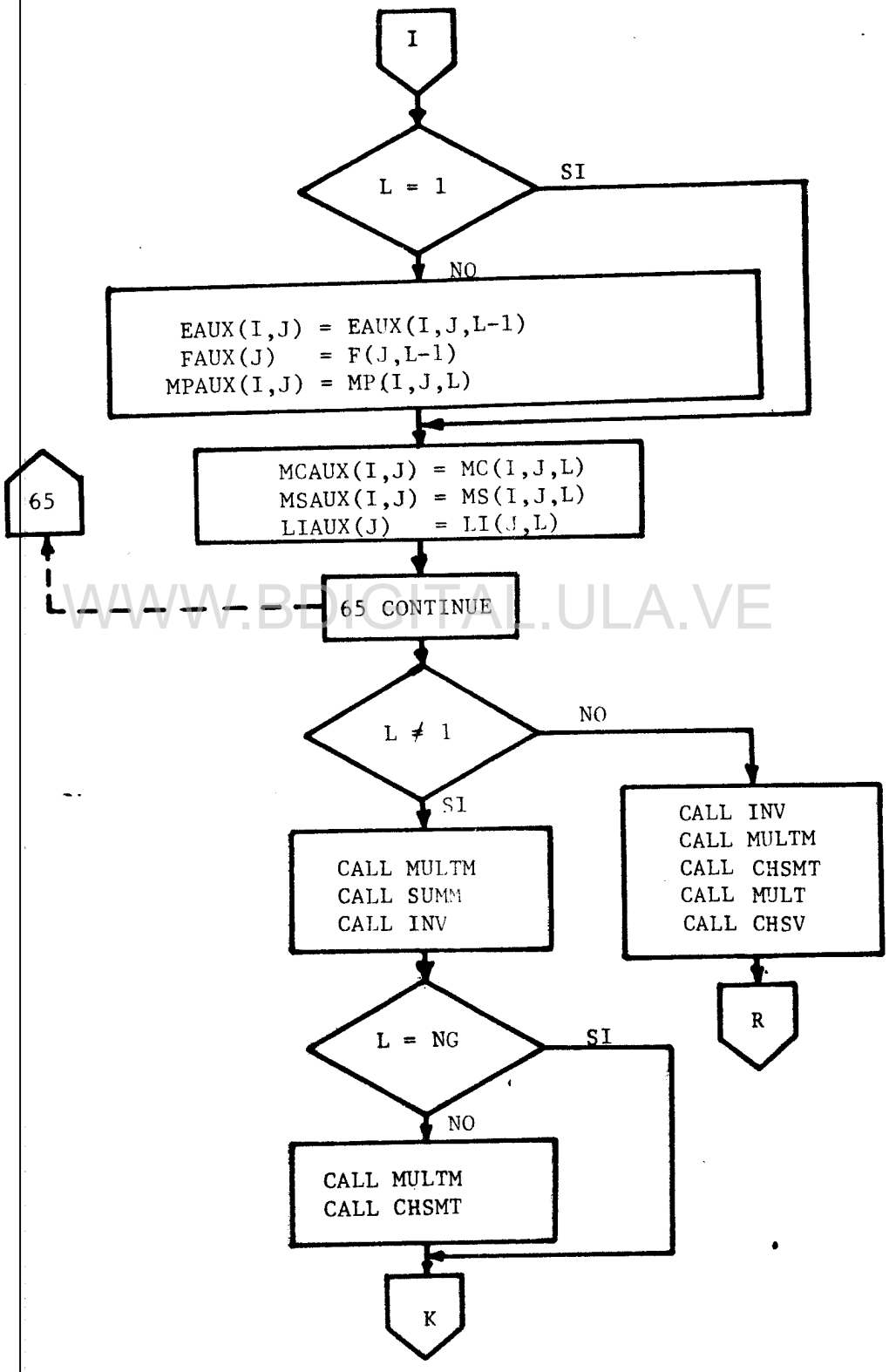
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



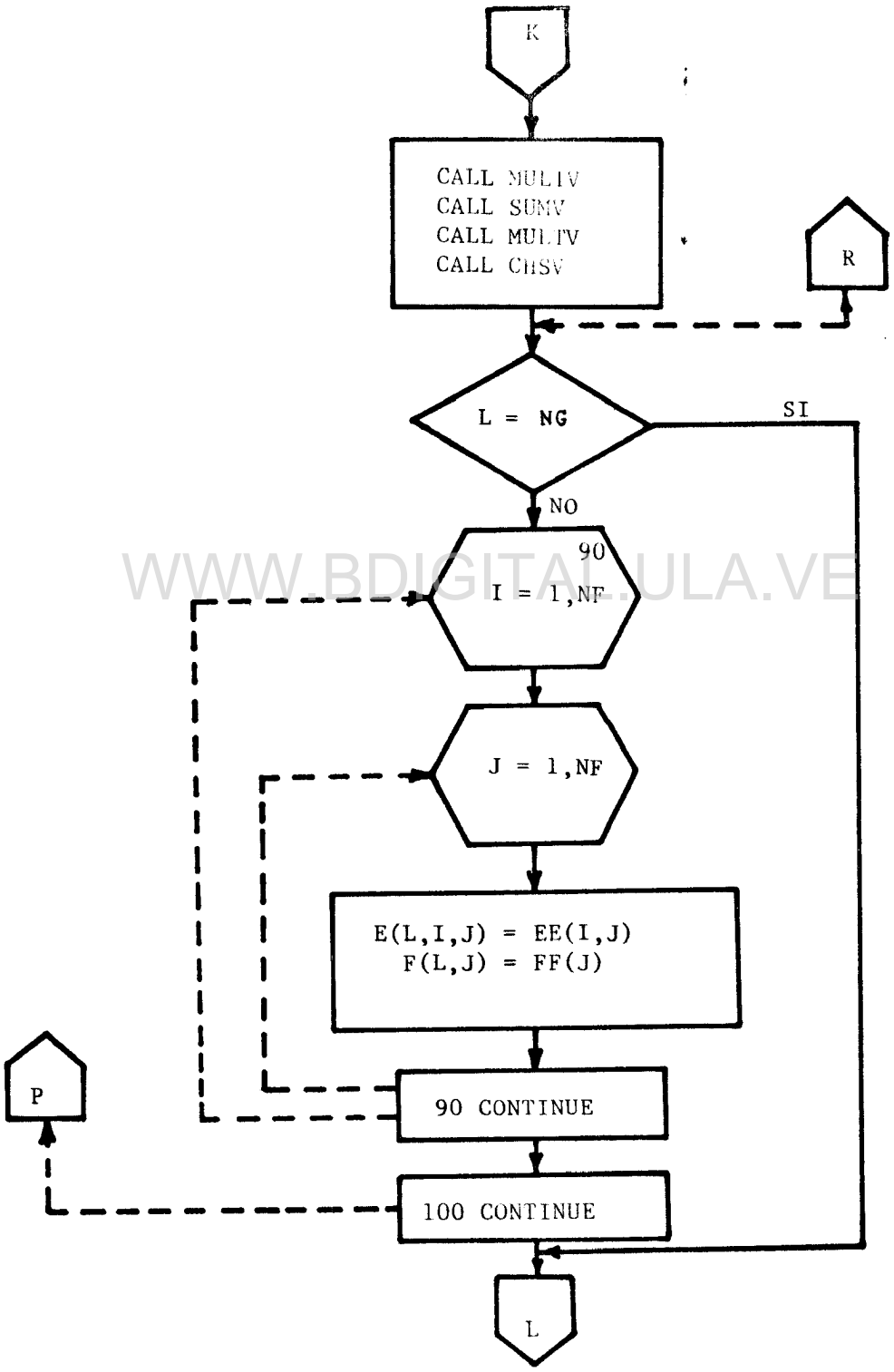
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



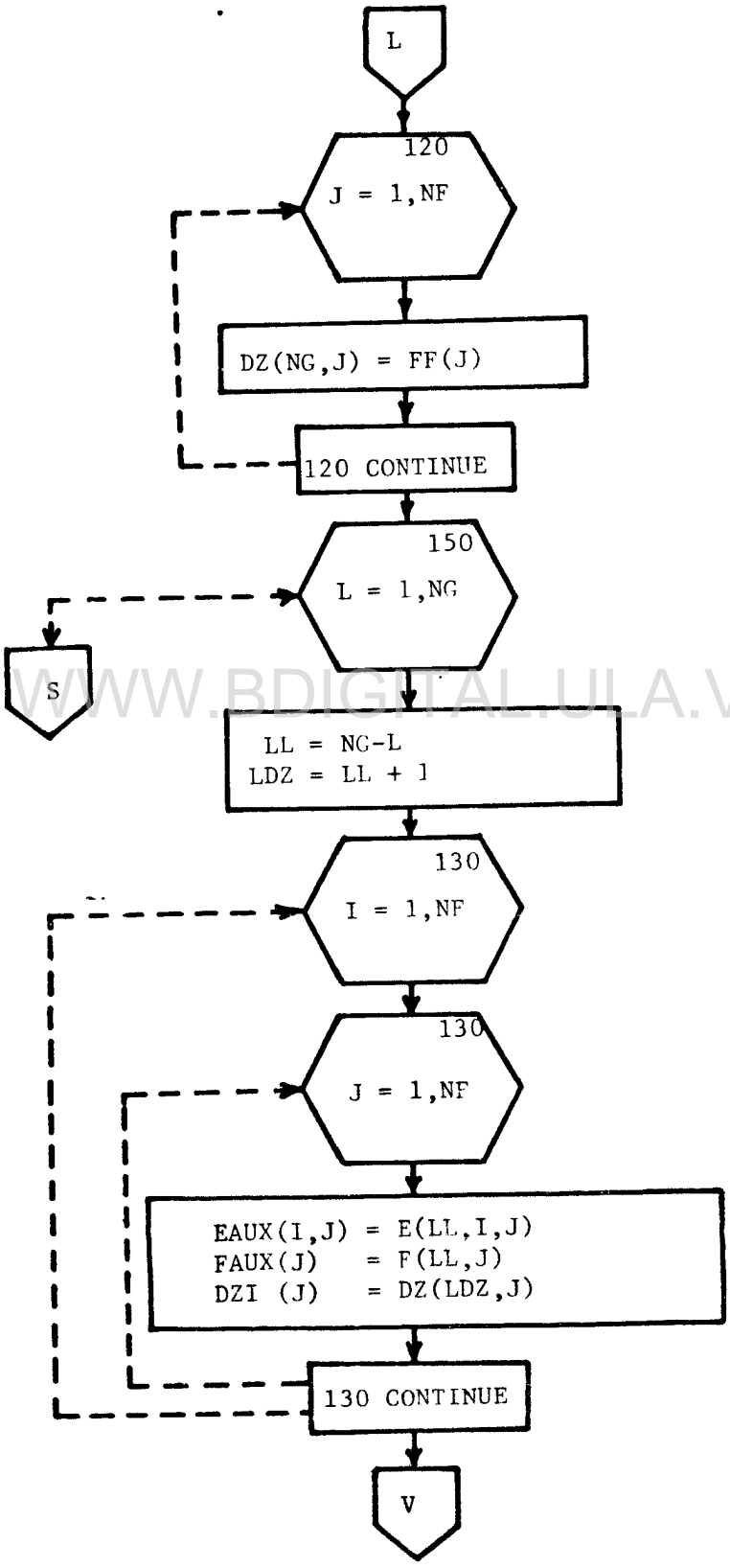
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



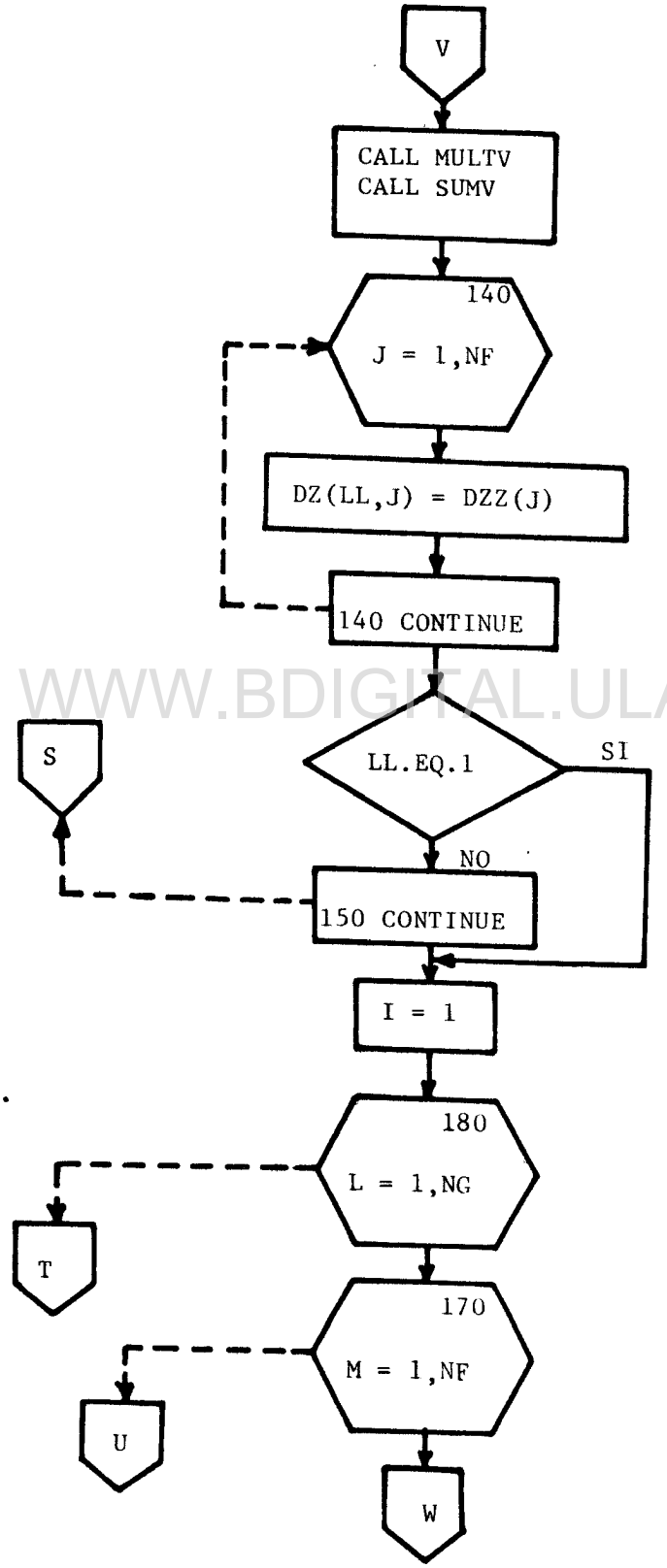
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



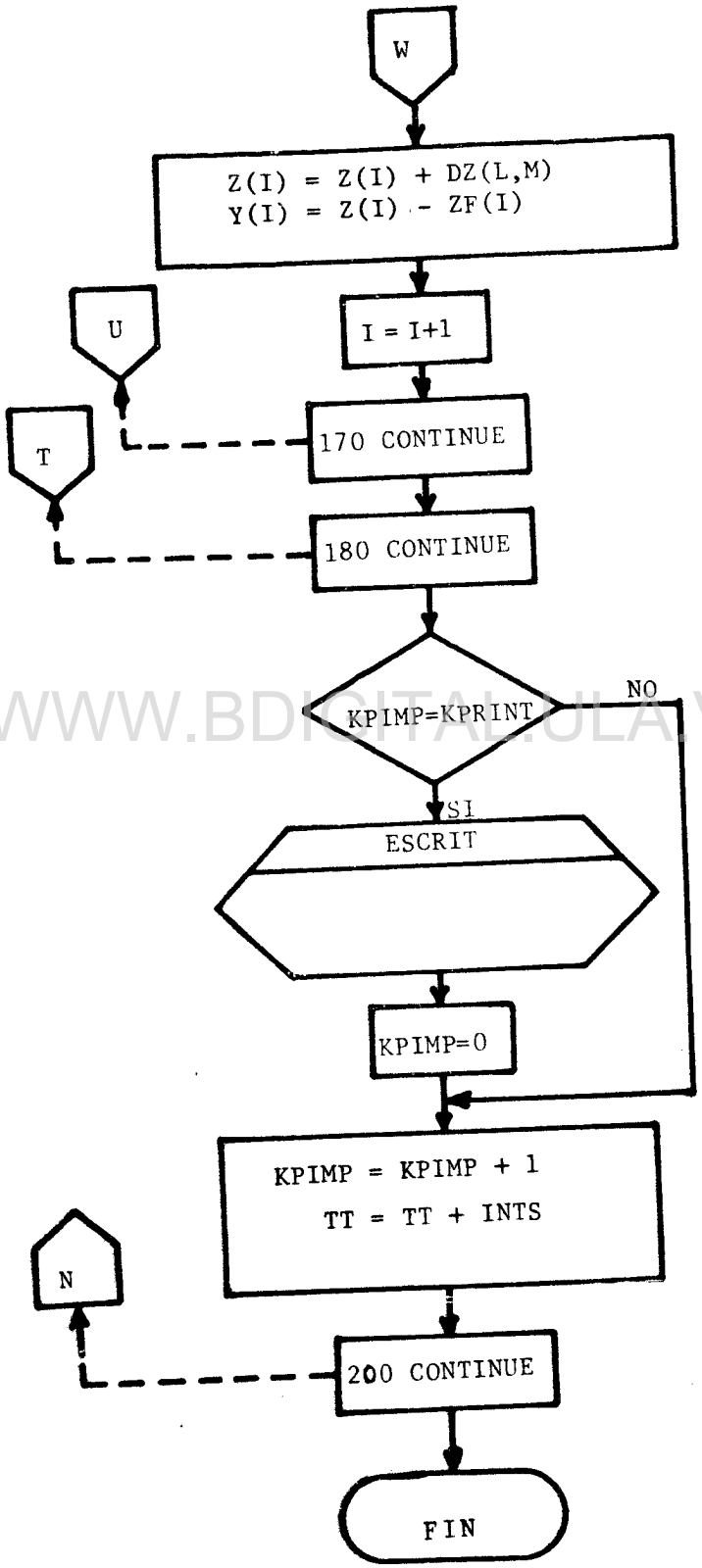
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



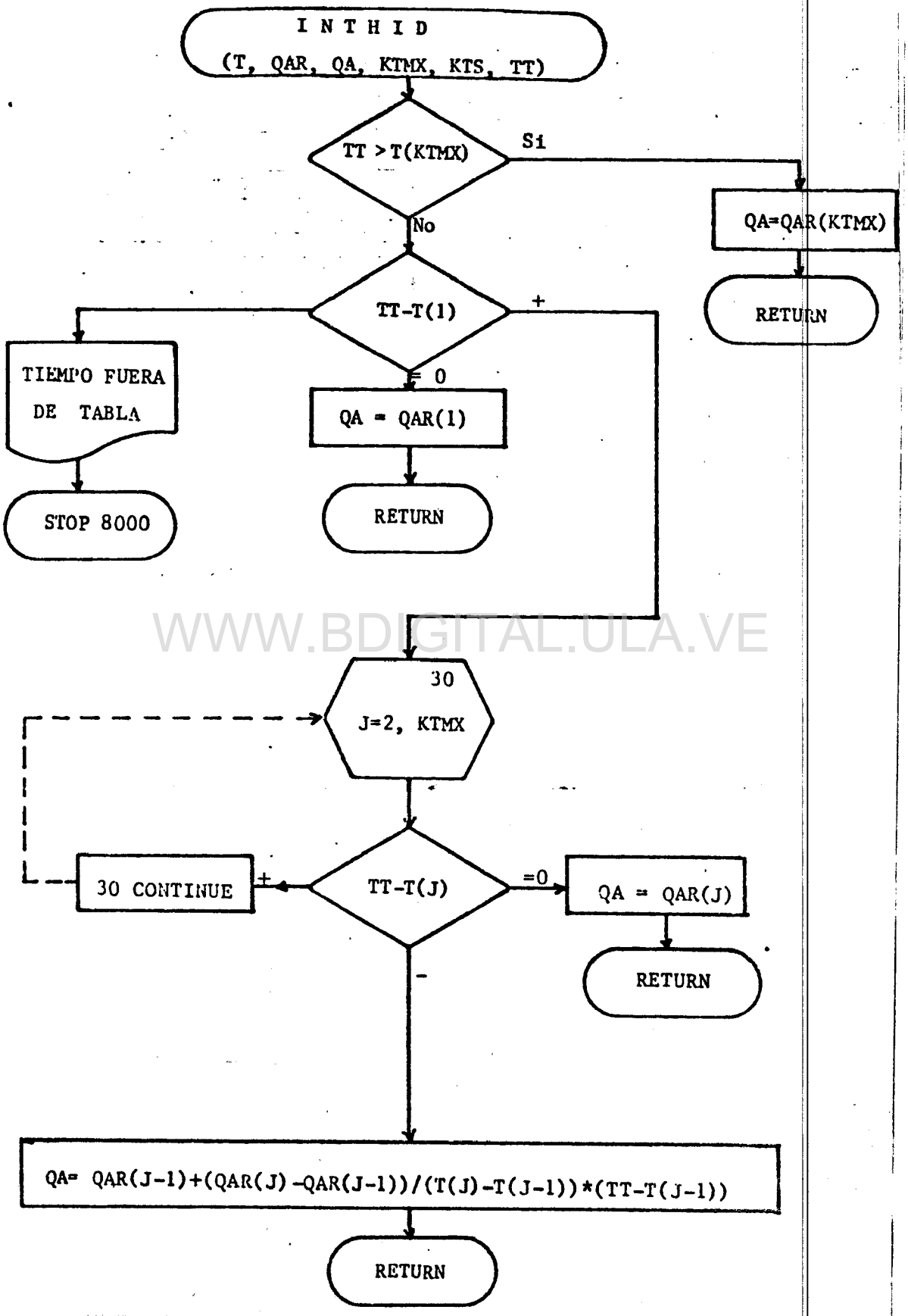
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



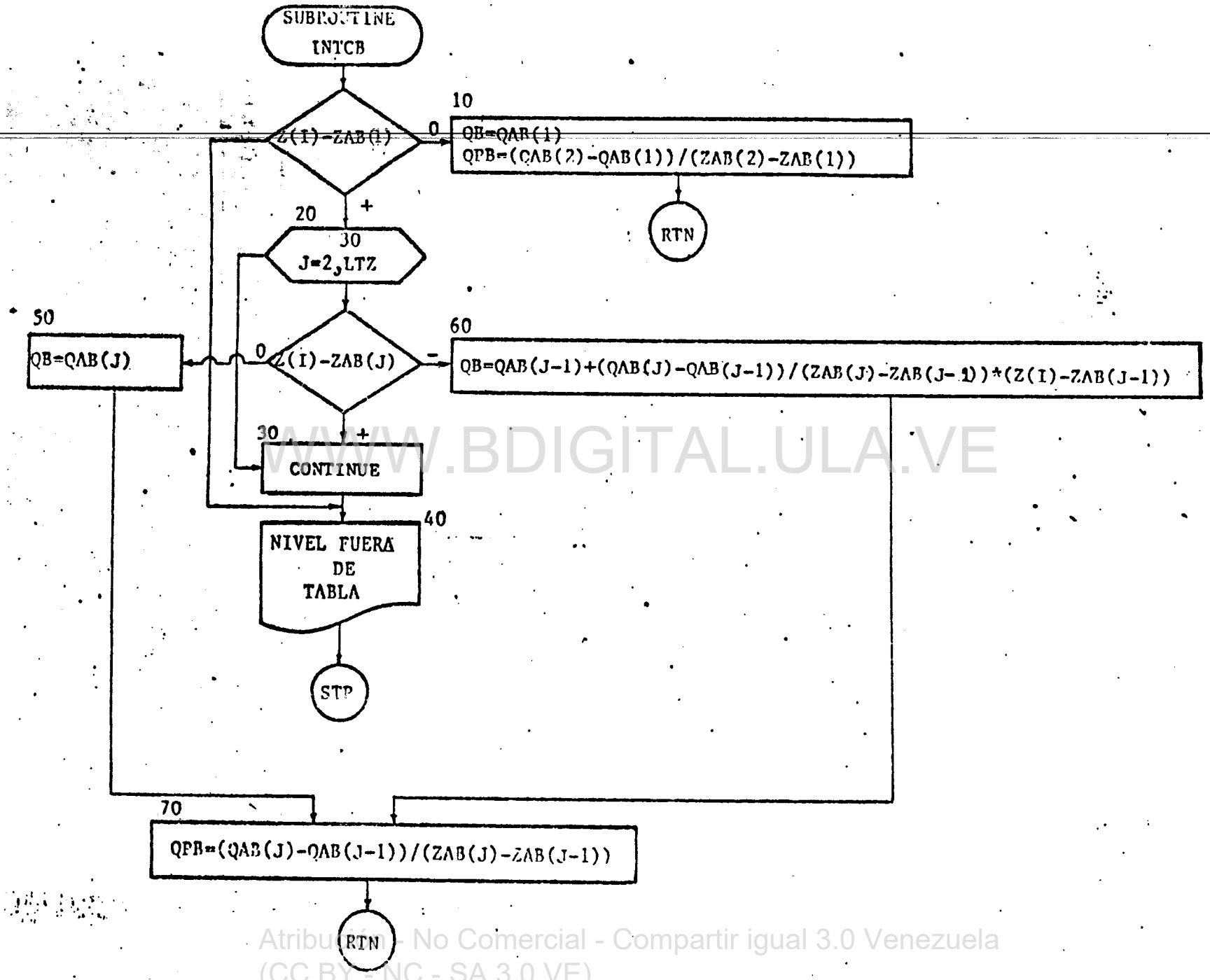
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



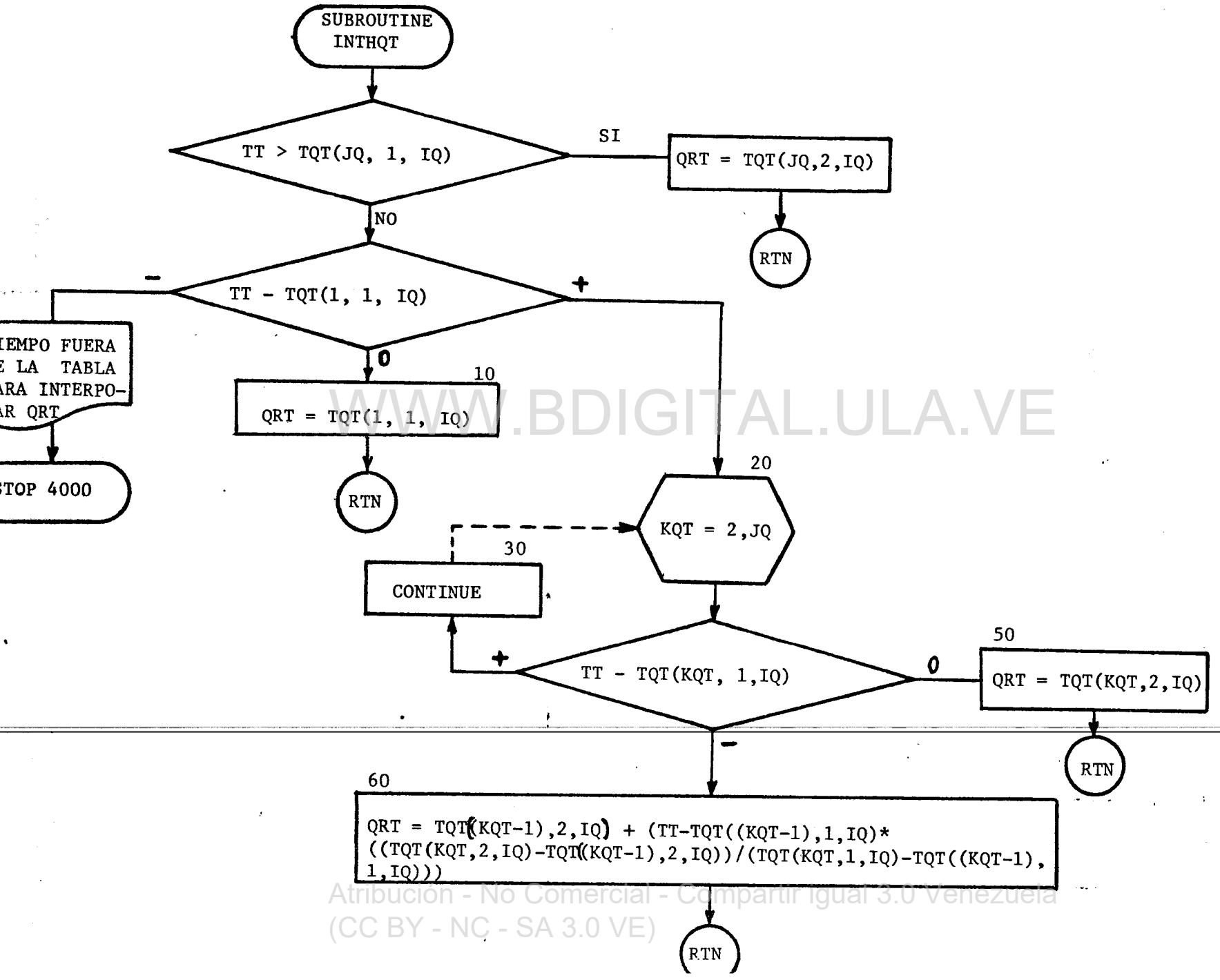
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



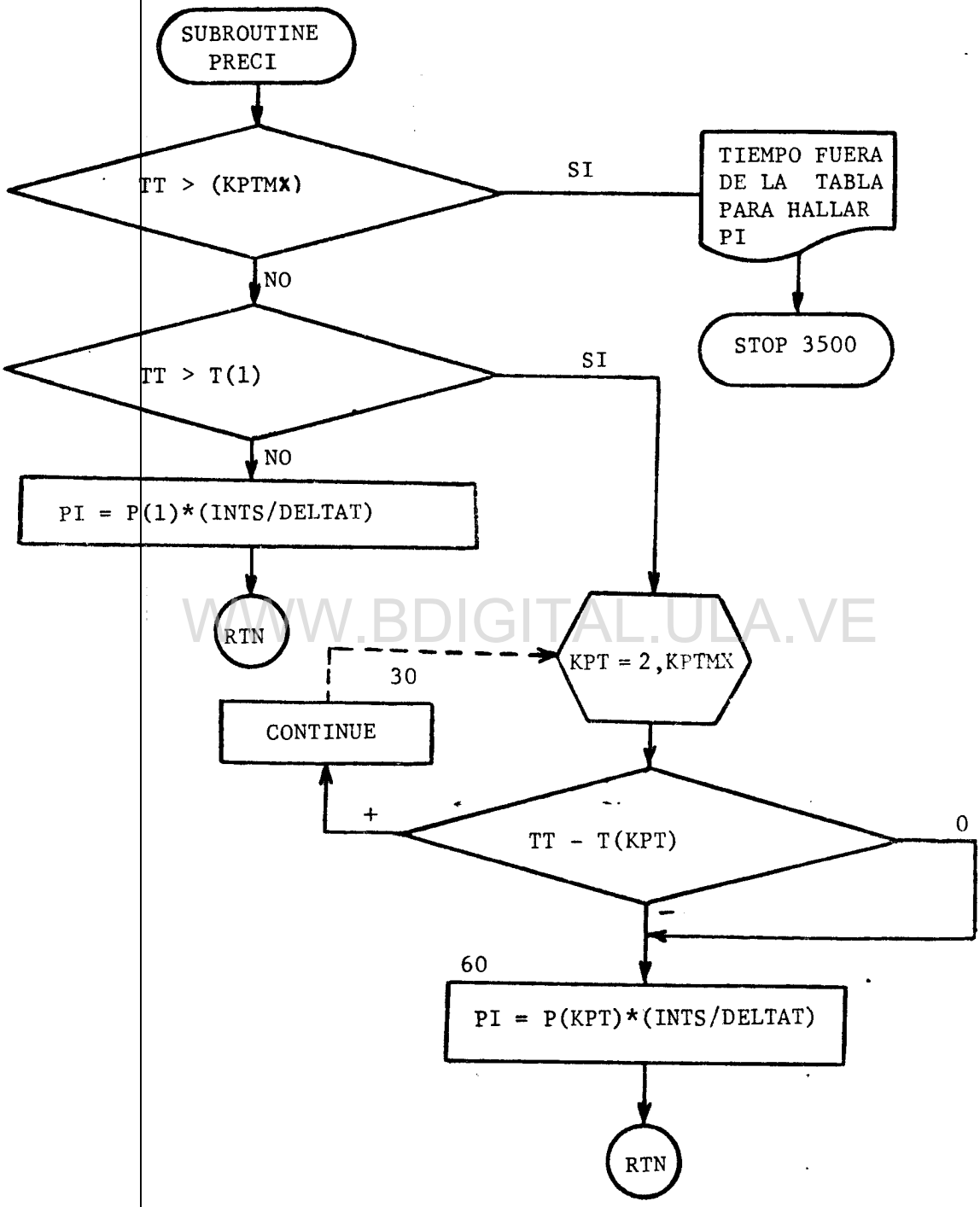
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



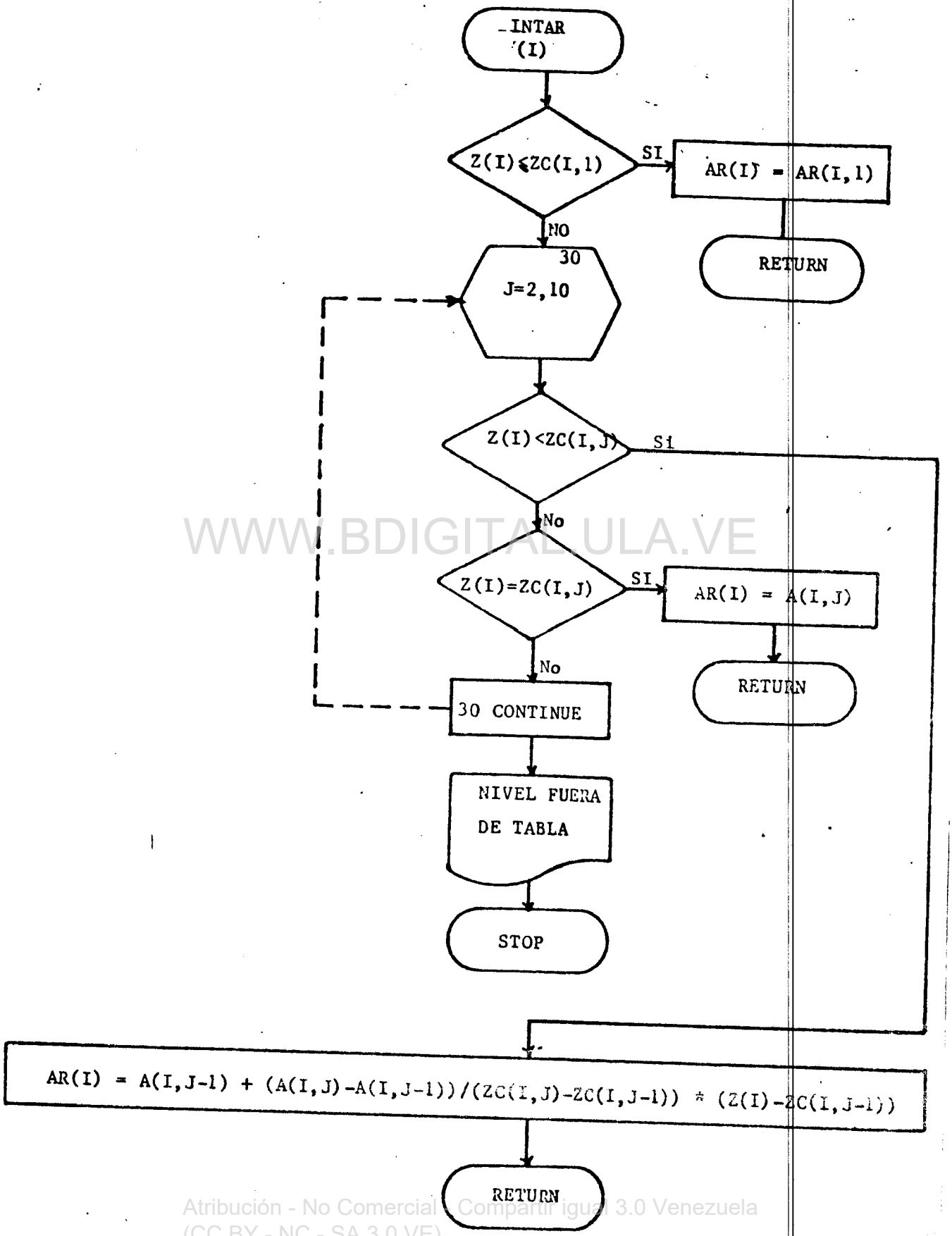
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



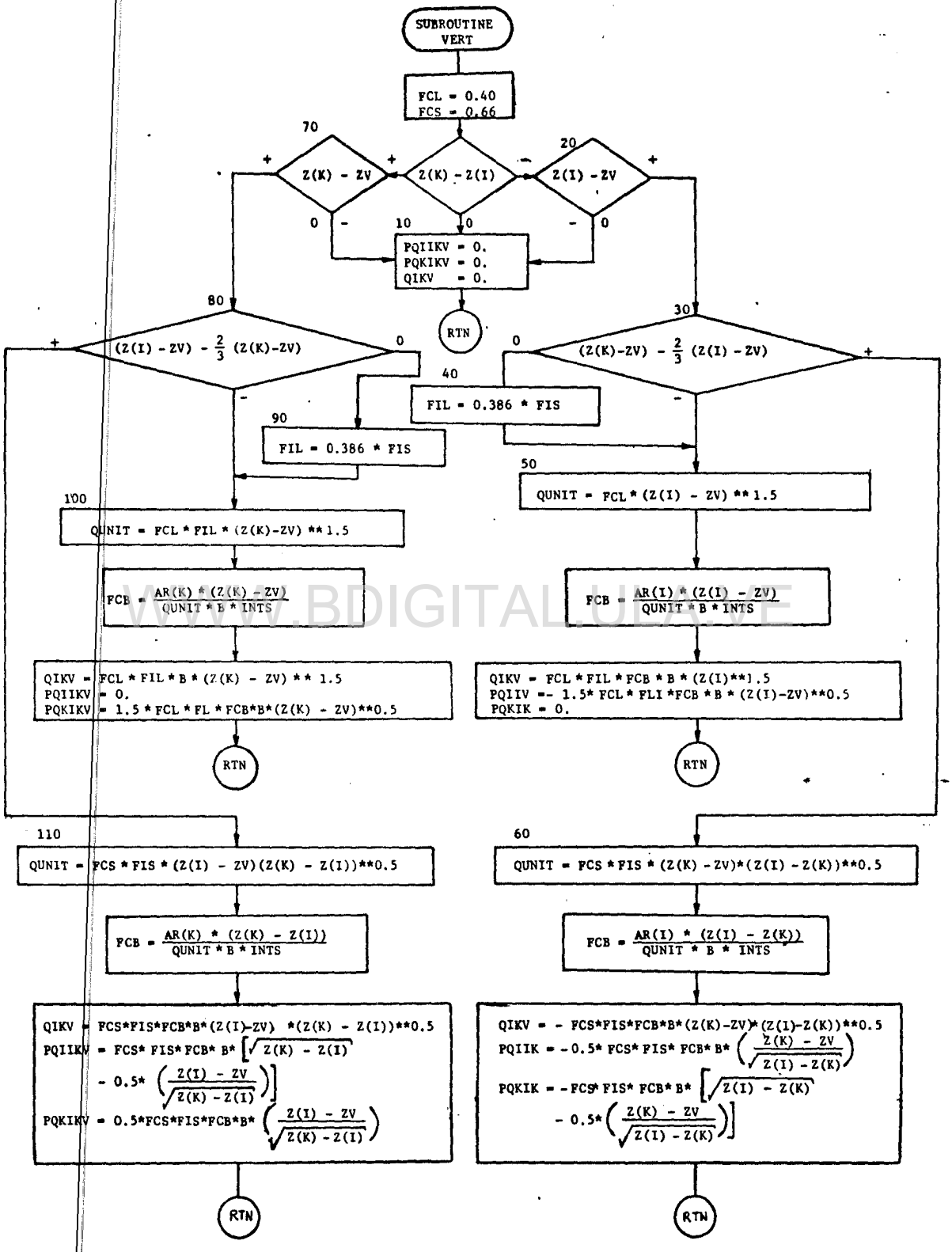
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



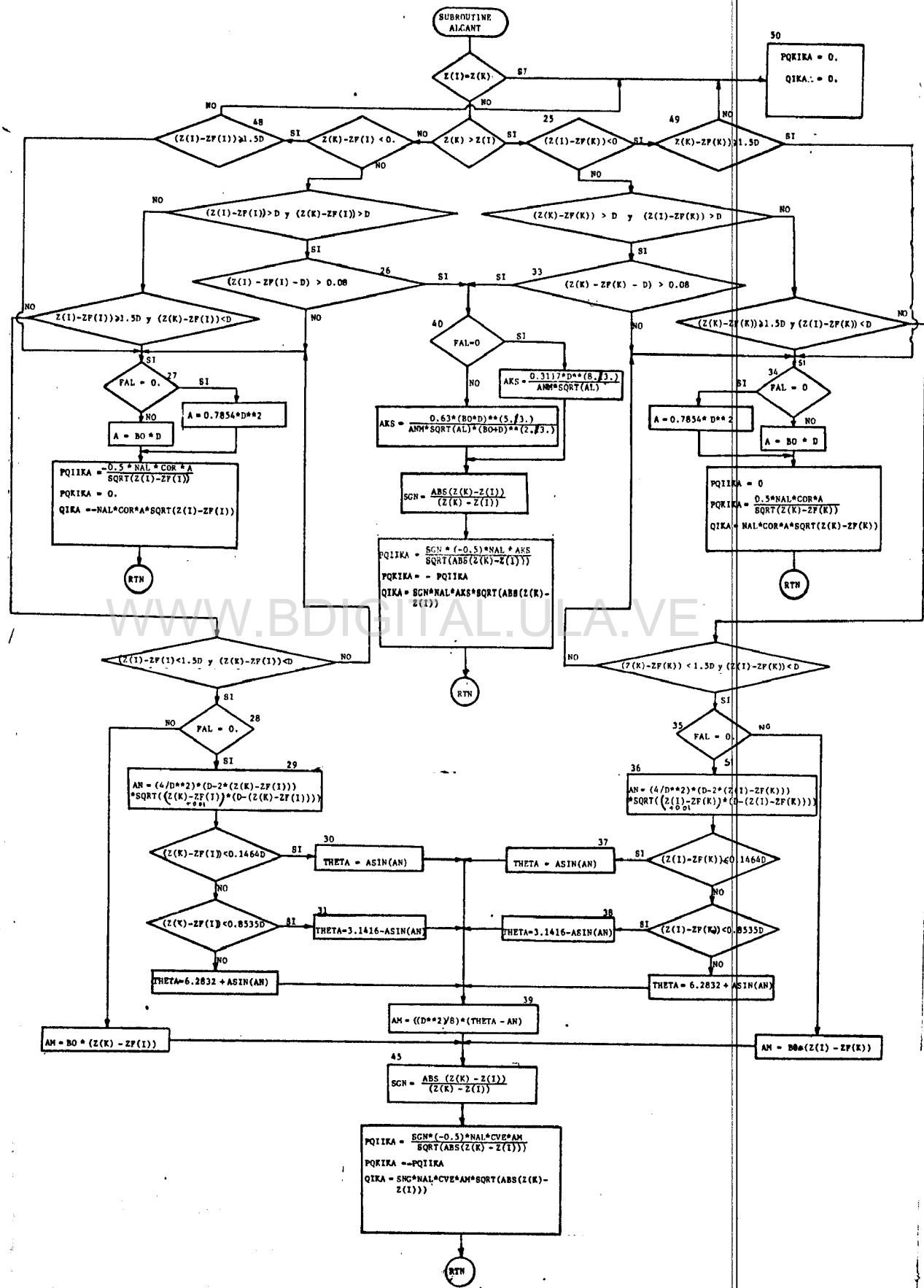
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



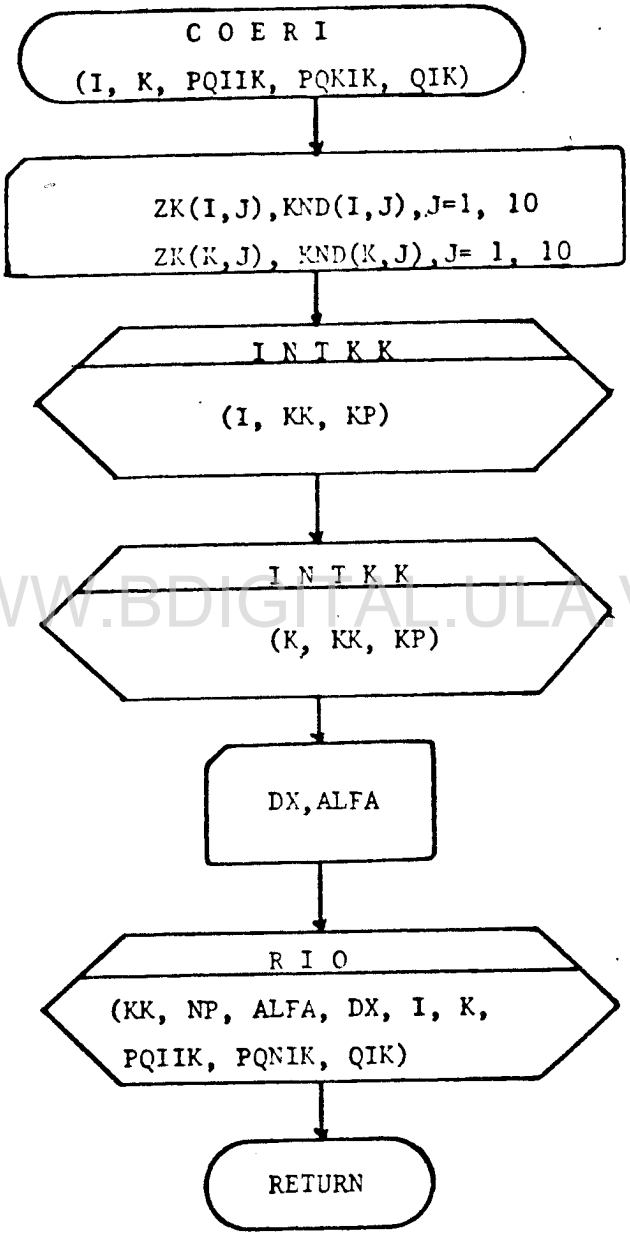
WWW.BDIGITAL.UBA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



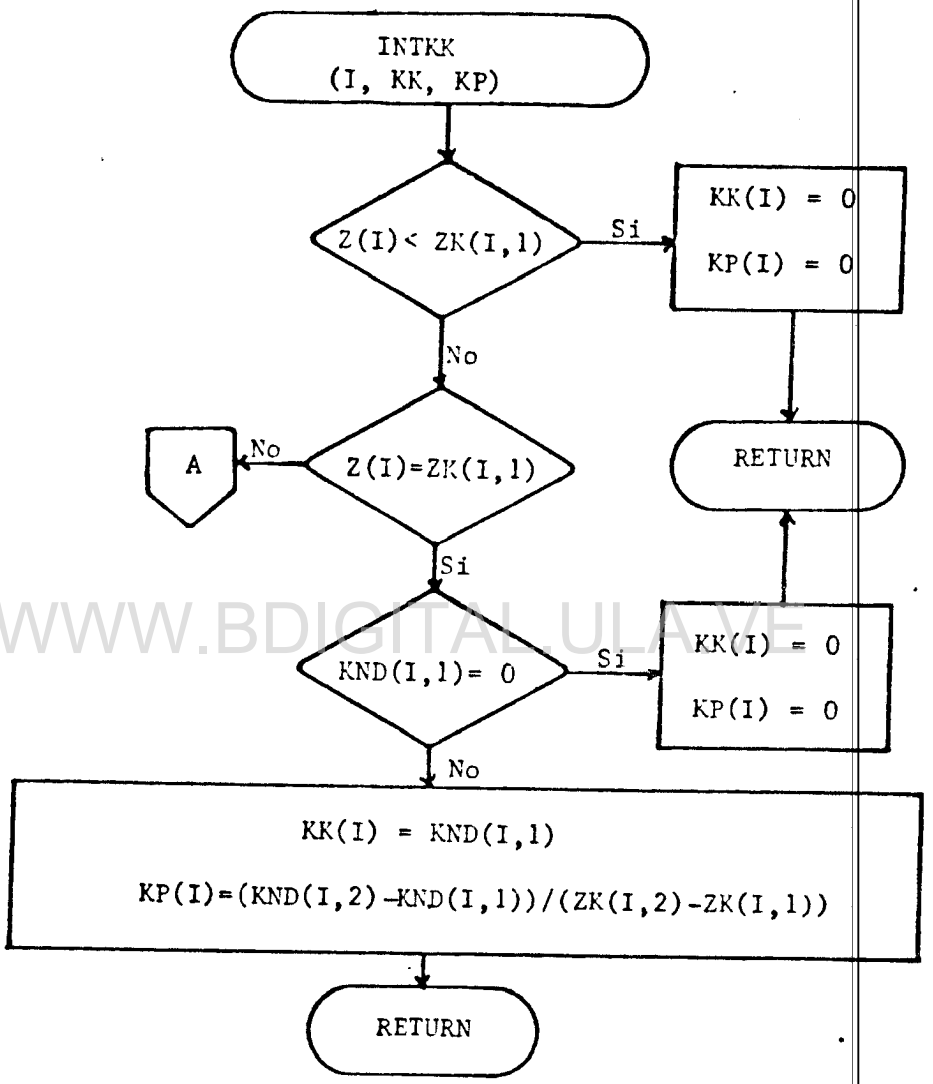
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



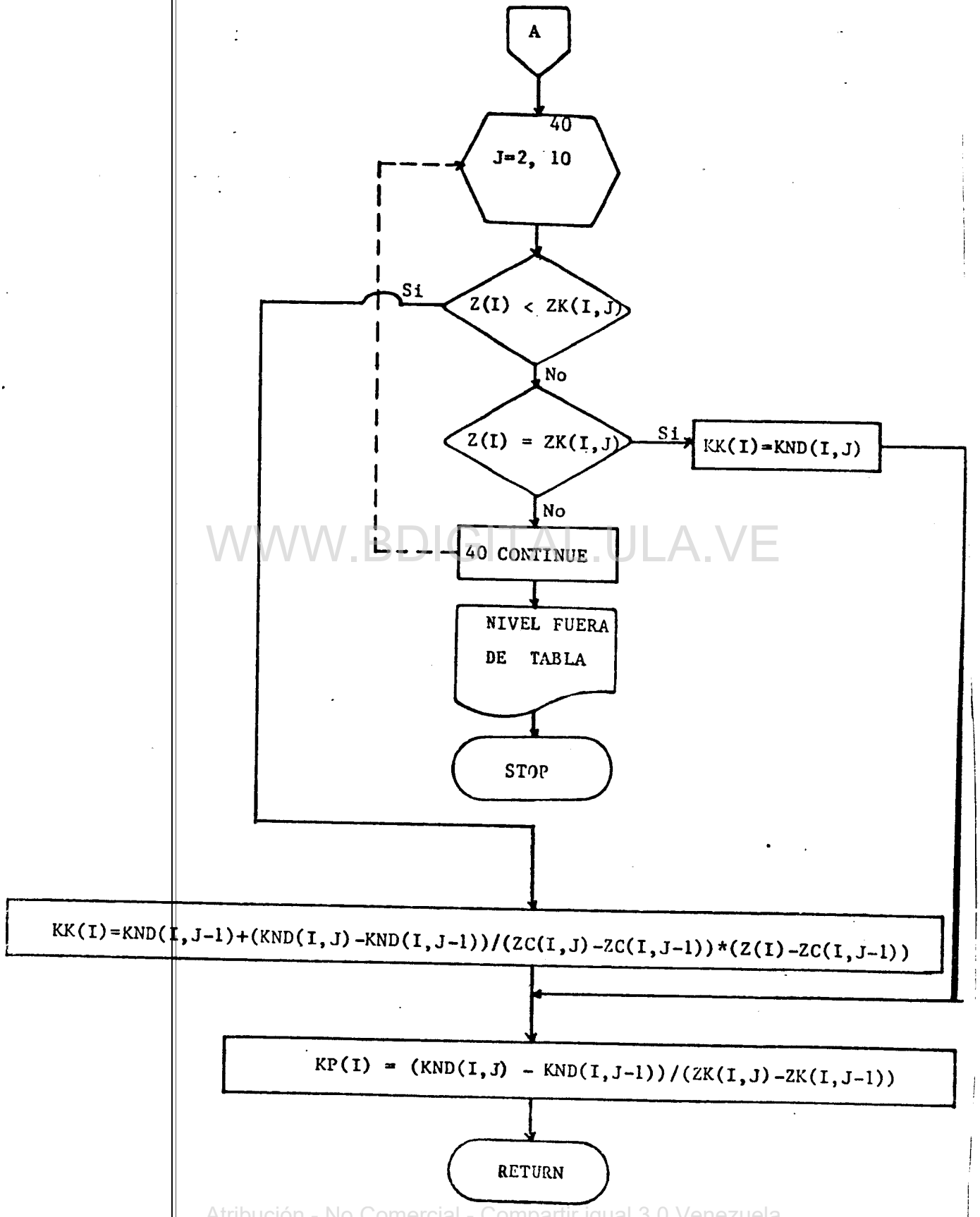
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



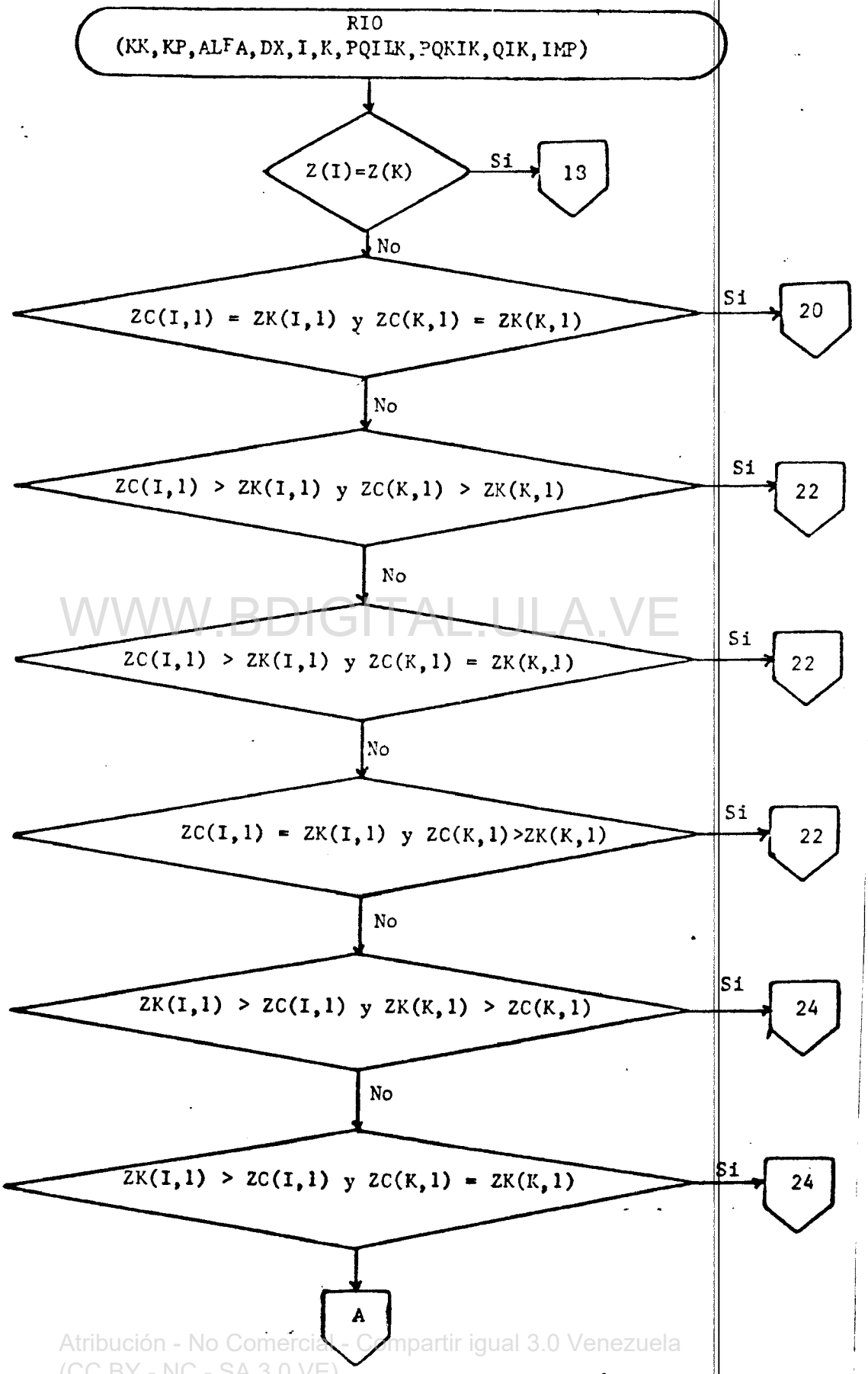
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



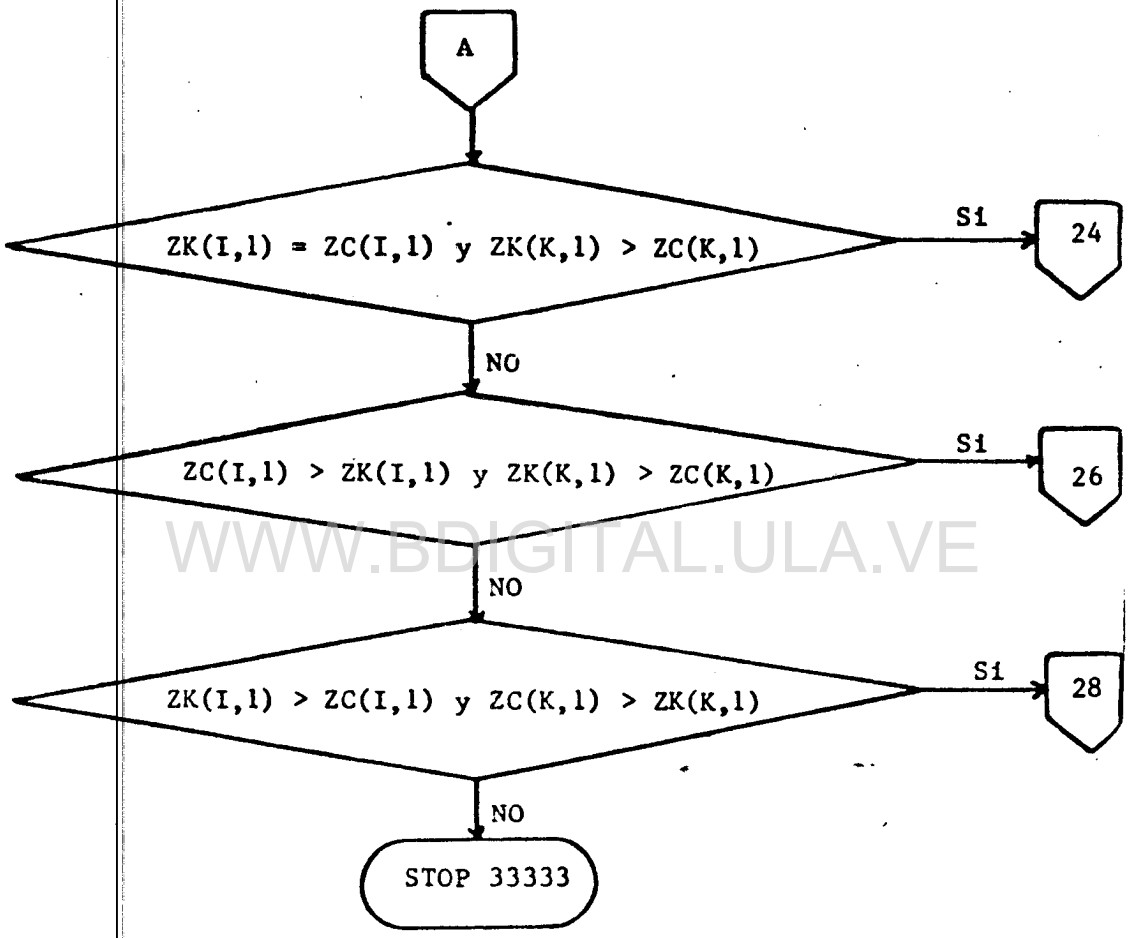
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



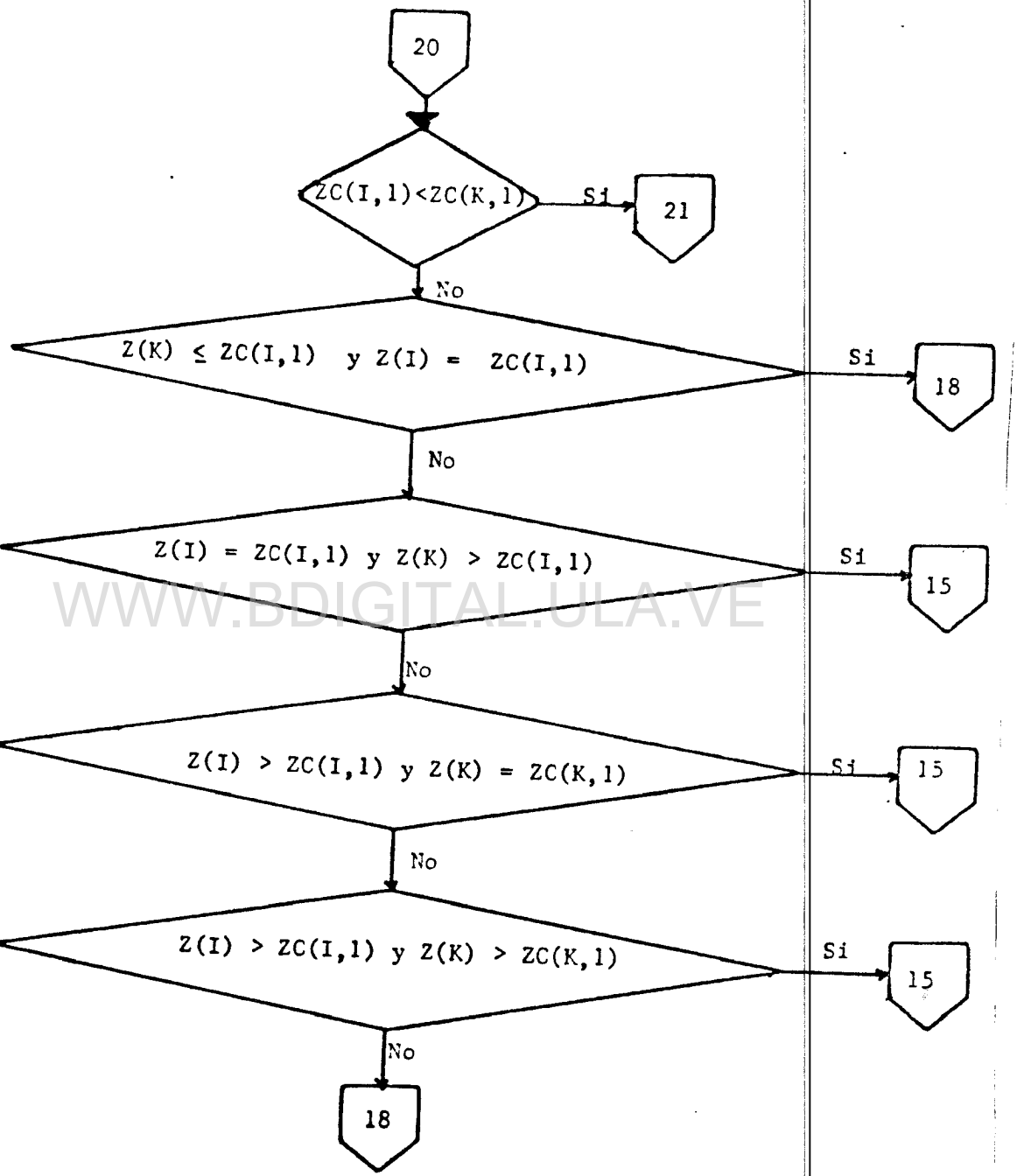
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



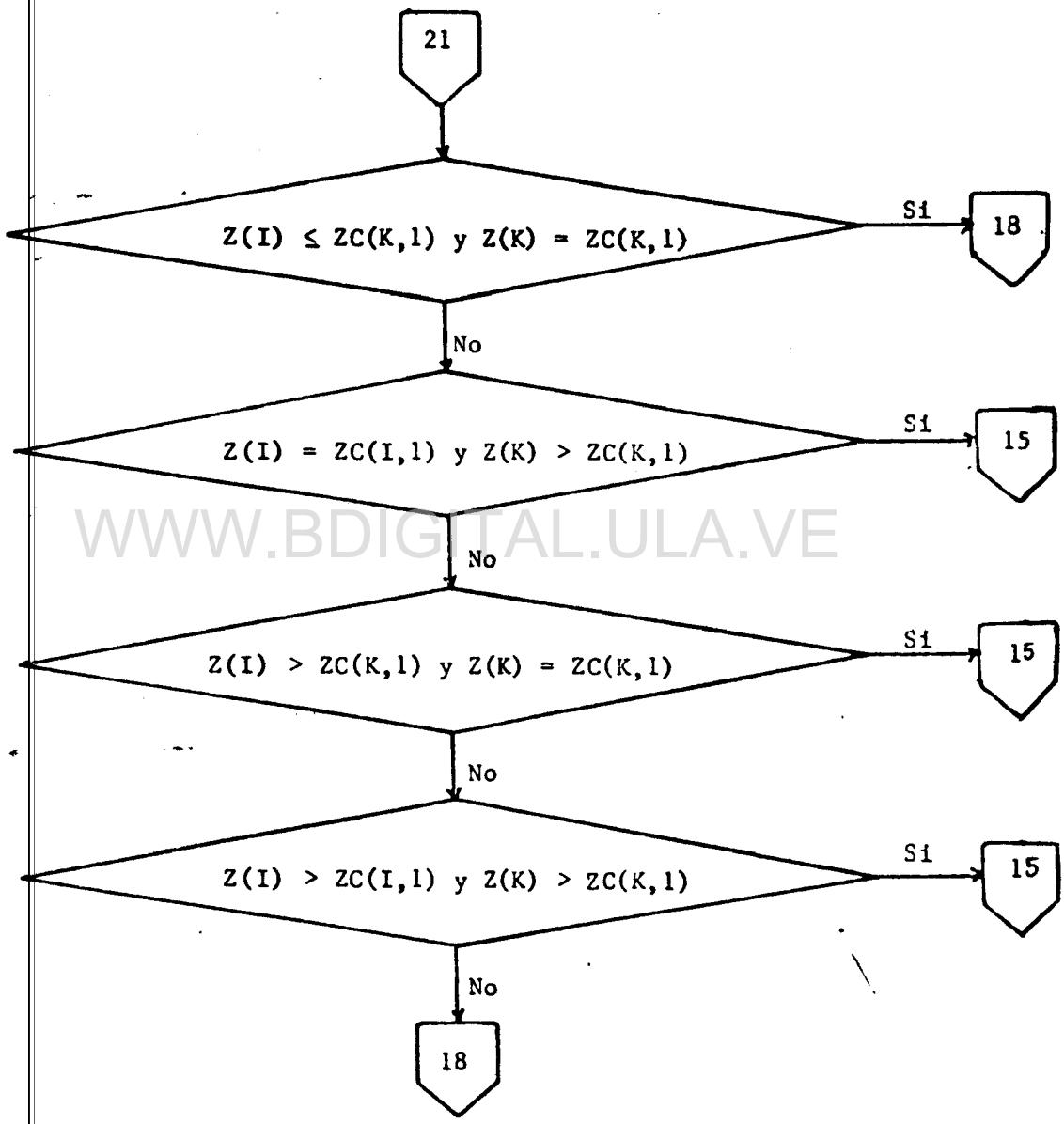
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



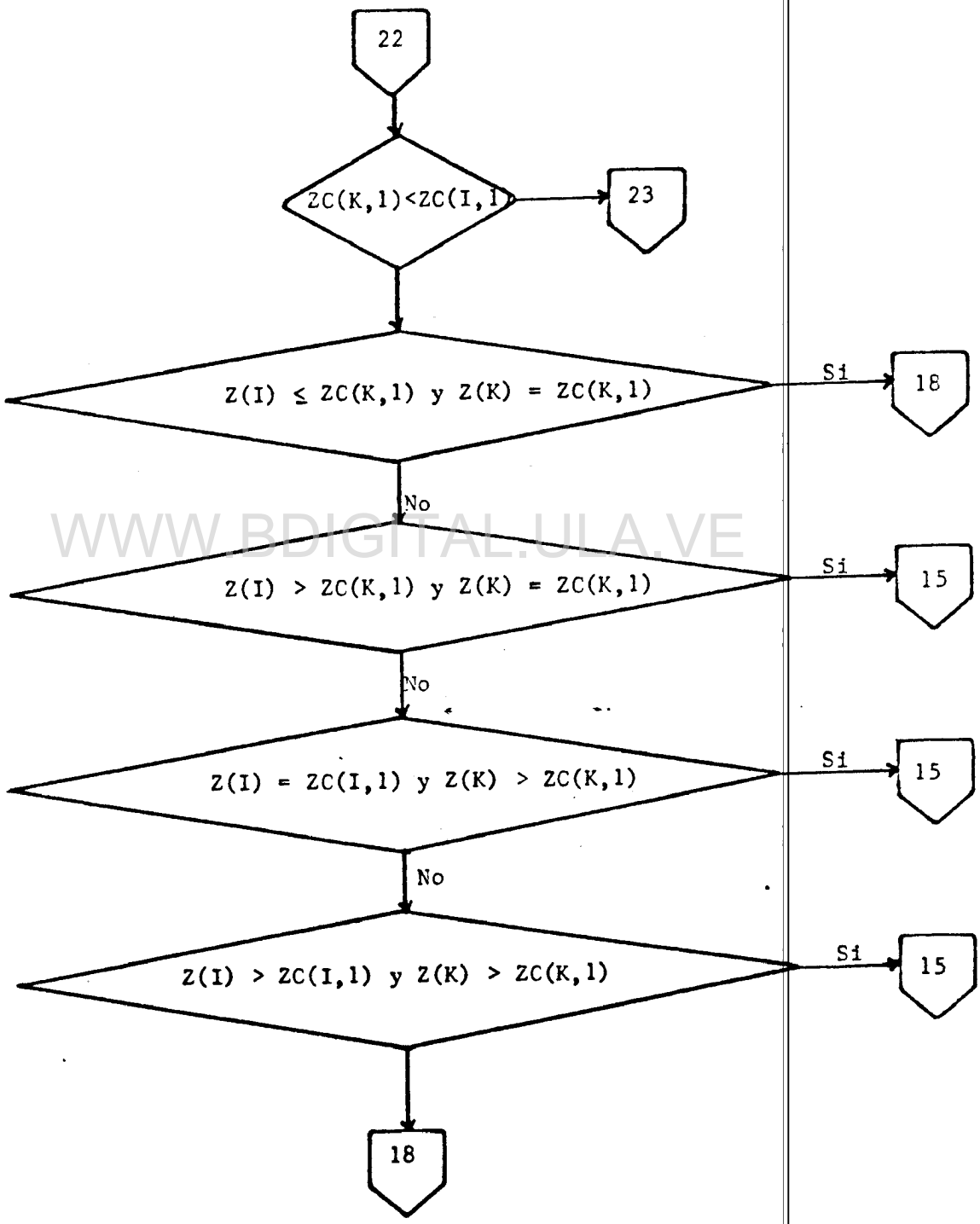
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



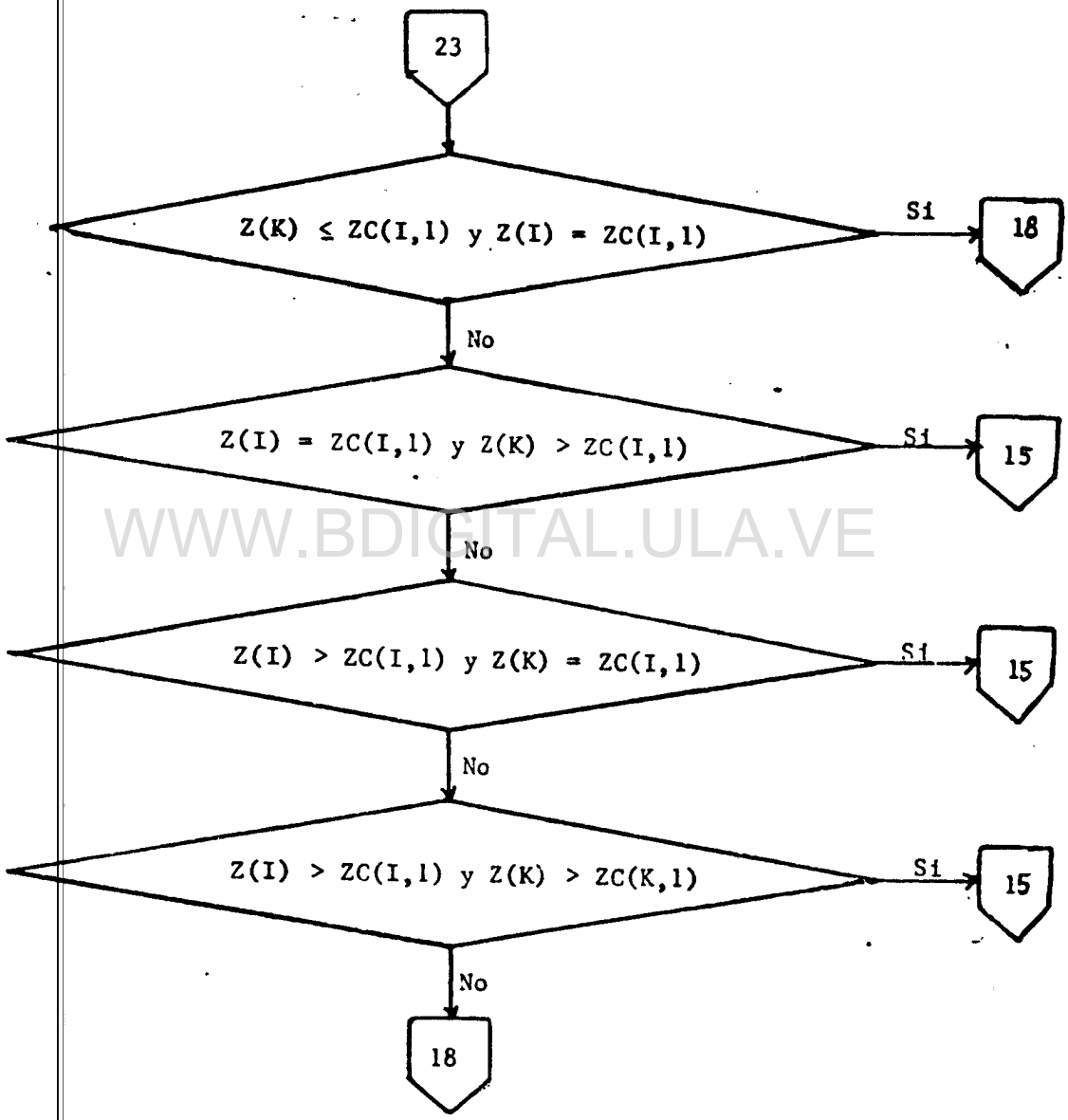
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



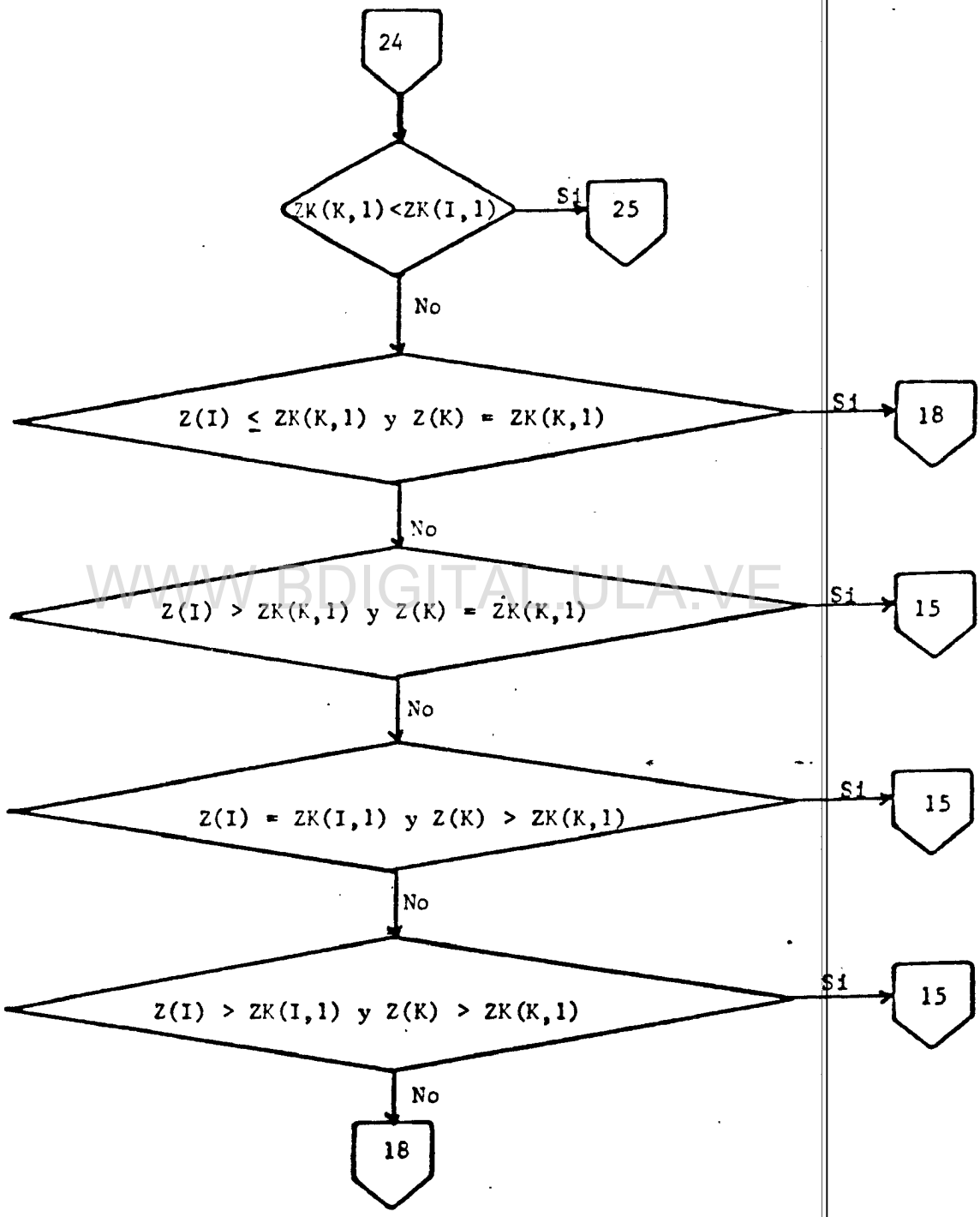
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



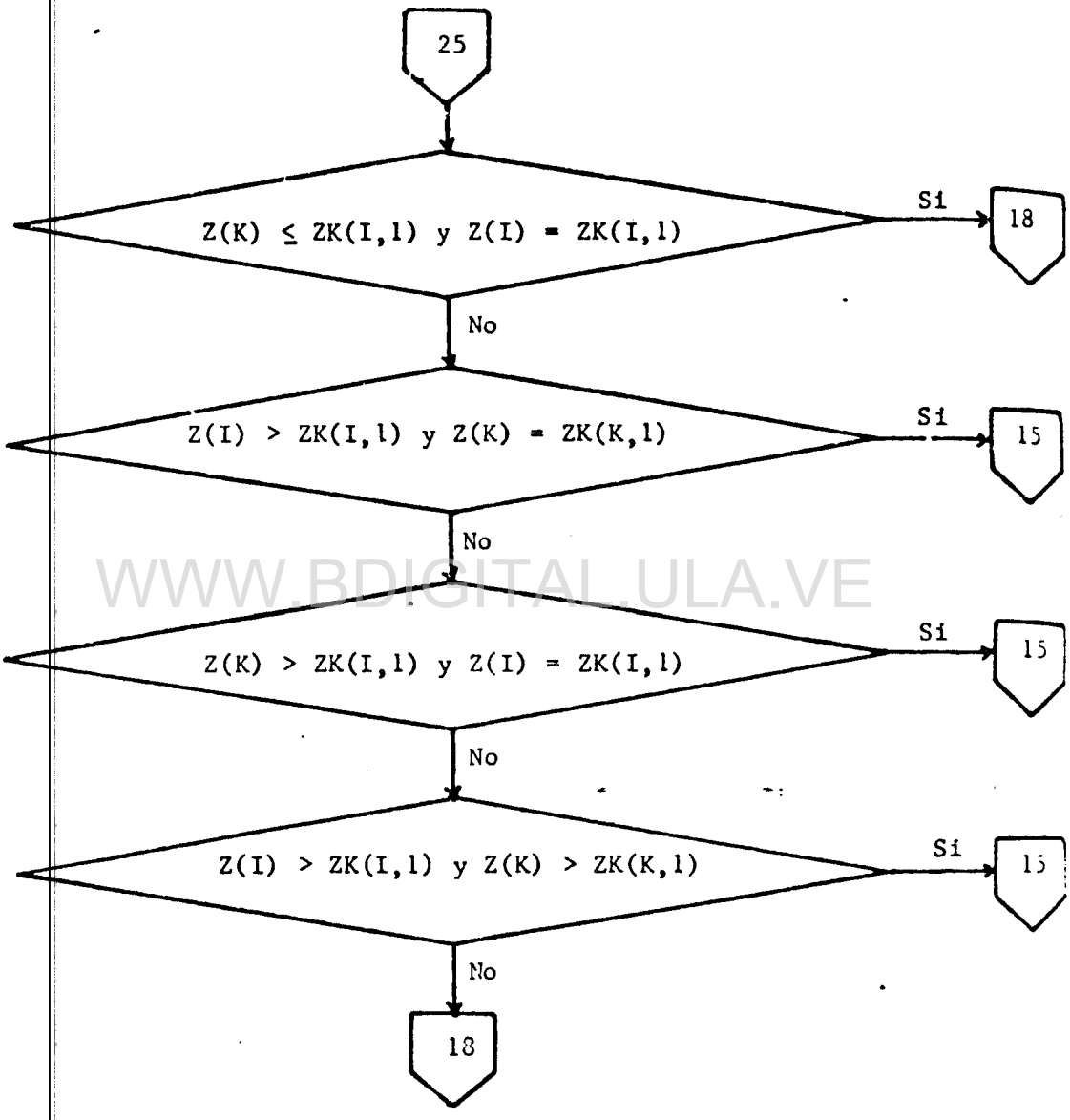
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



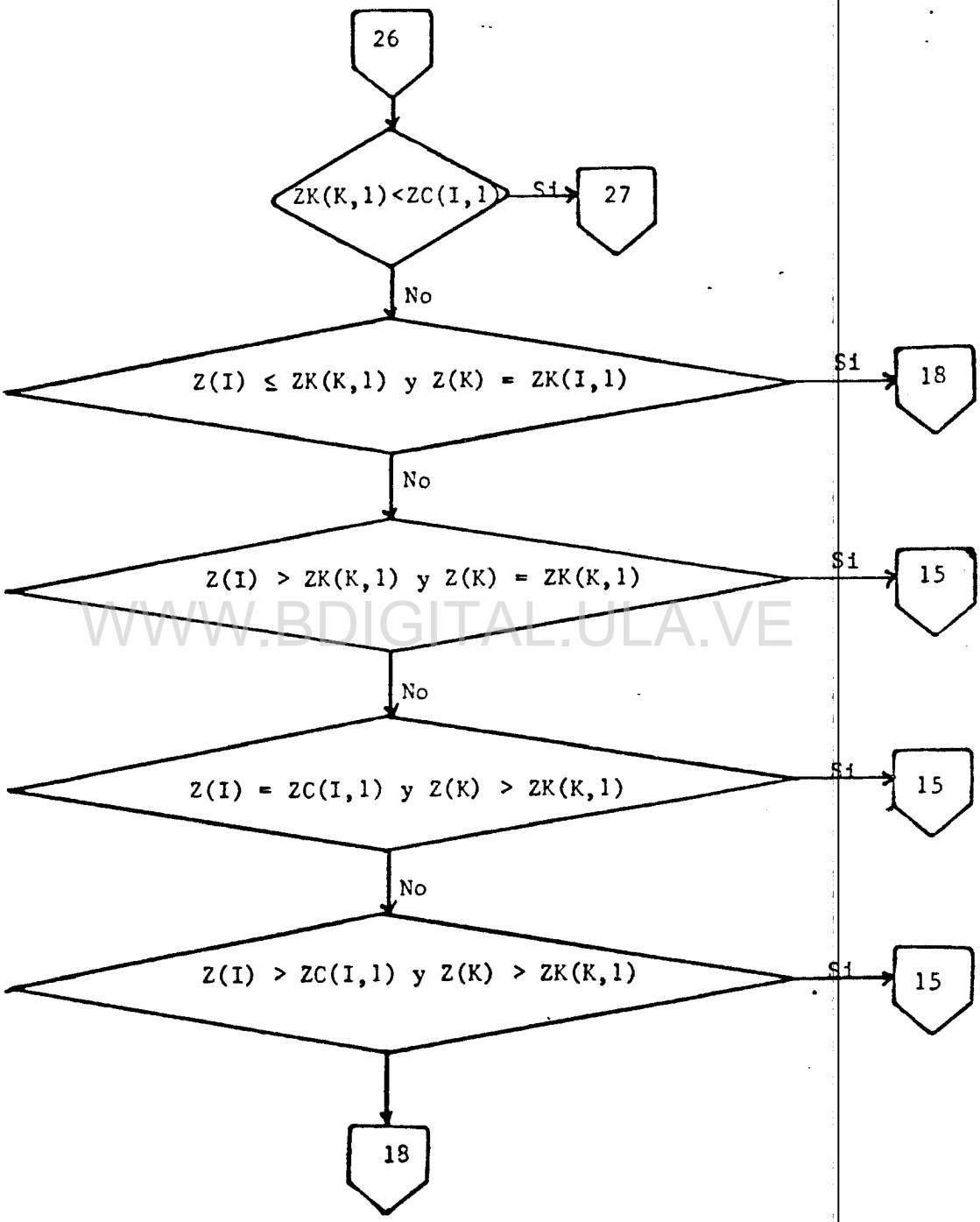
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



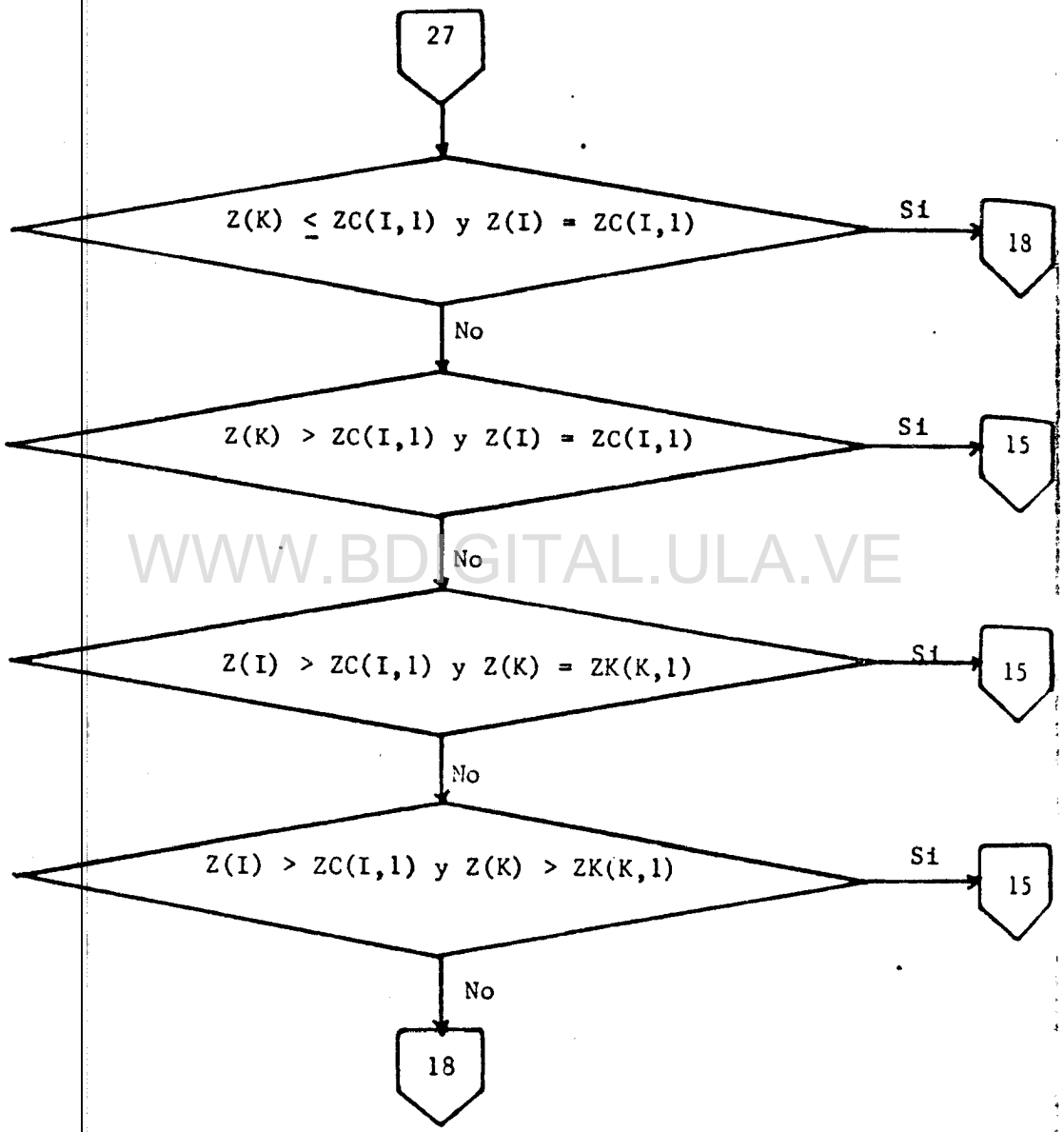
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



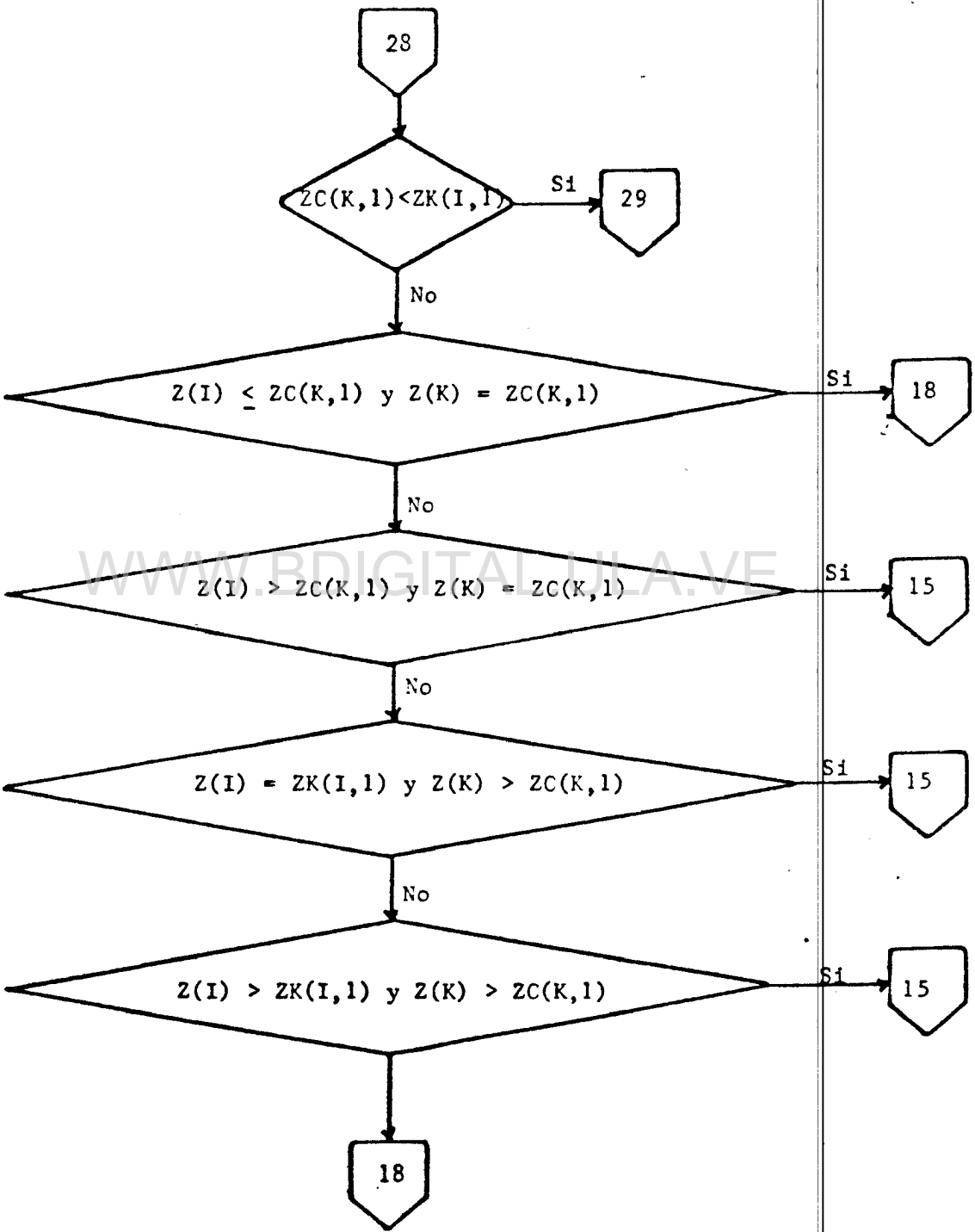
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



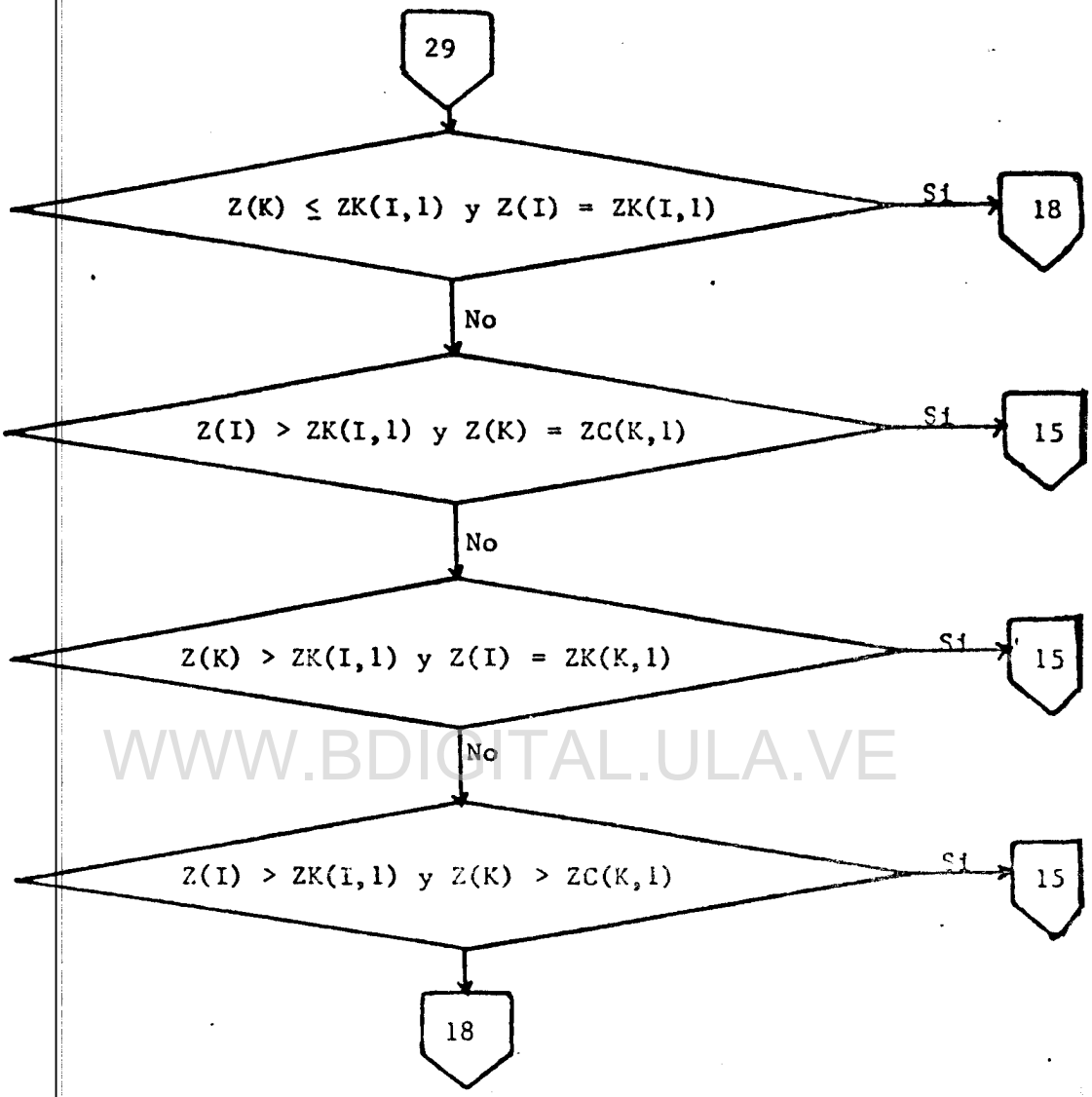
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

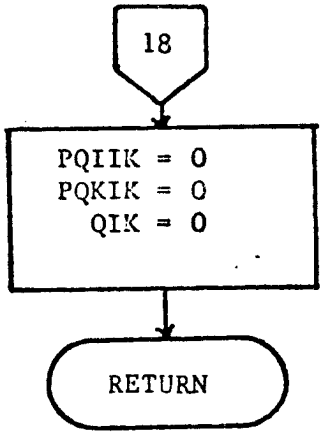
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

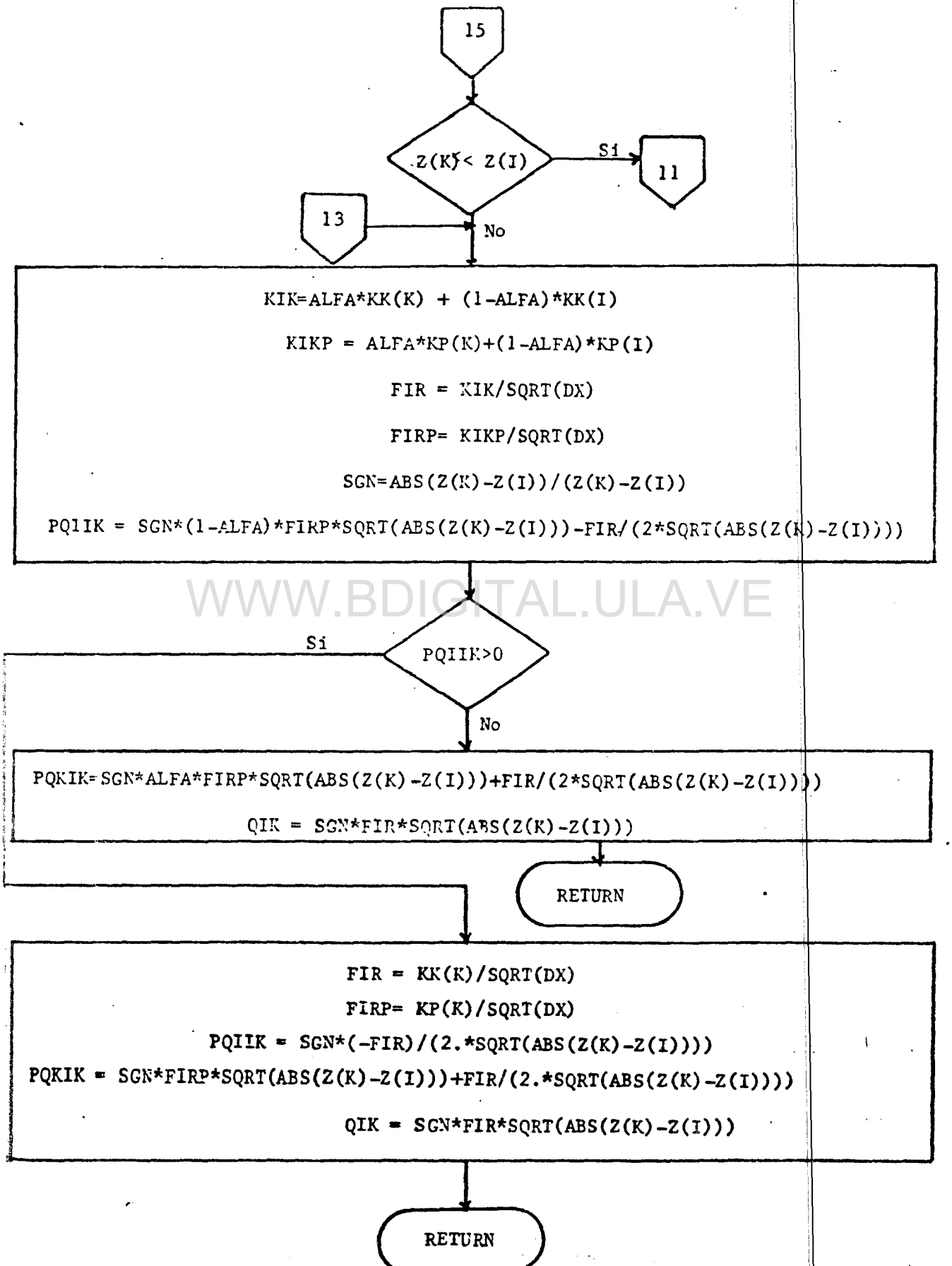
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)





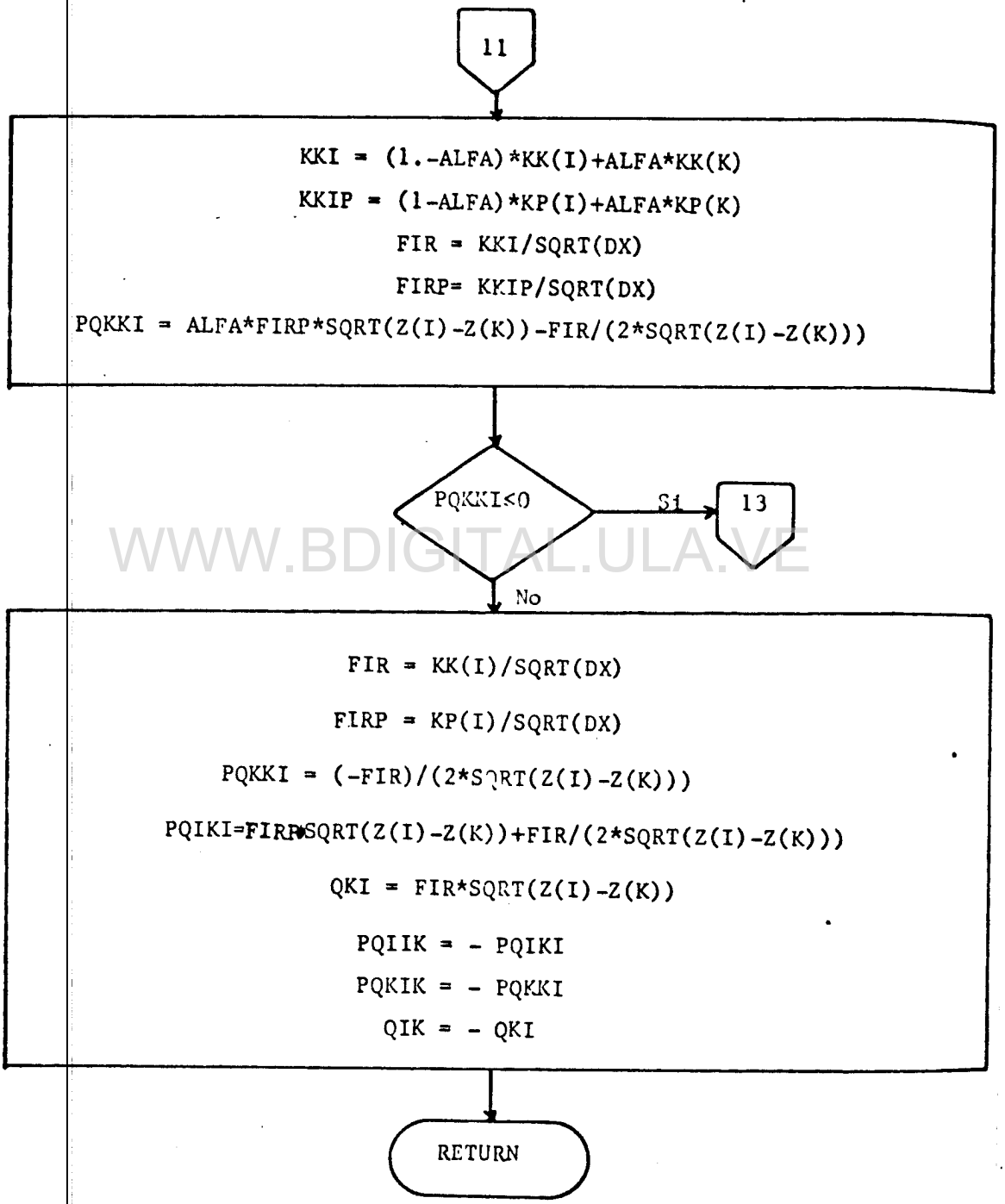
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



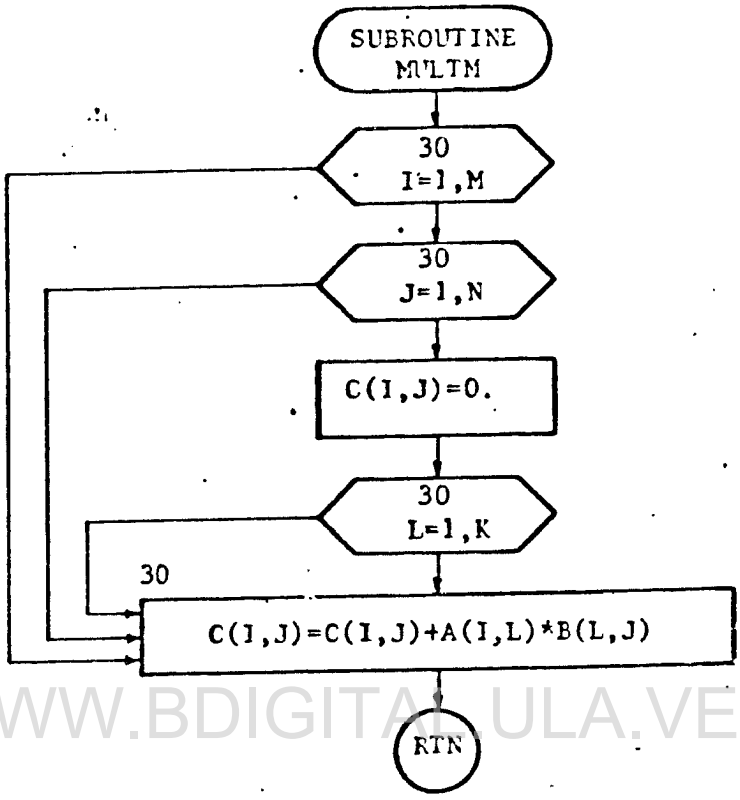
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

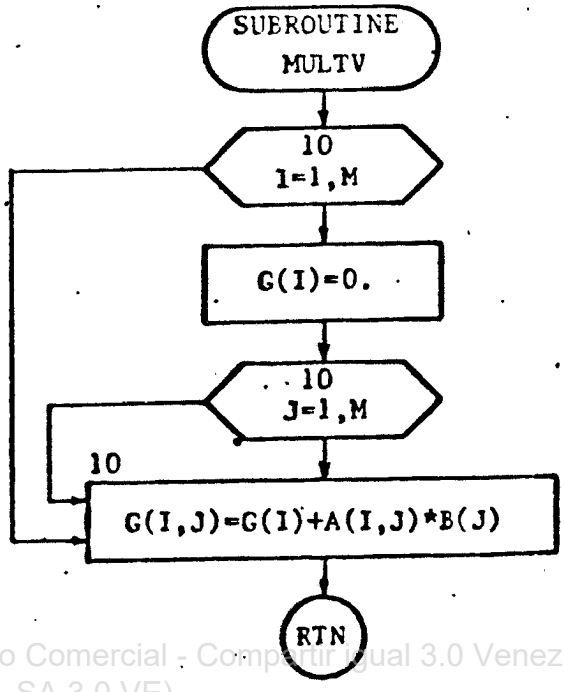


WWW.BDIGITAL.ULA.VE

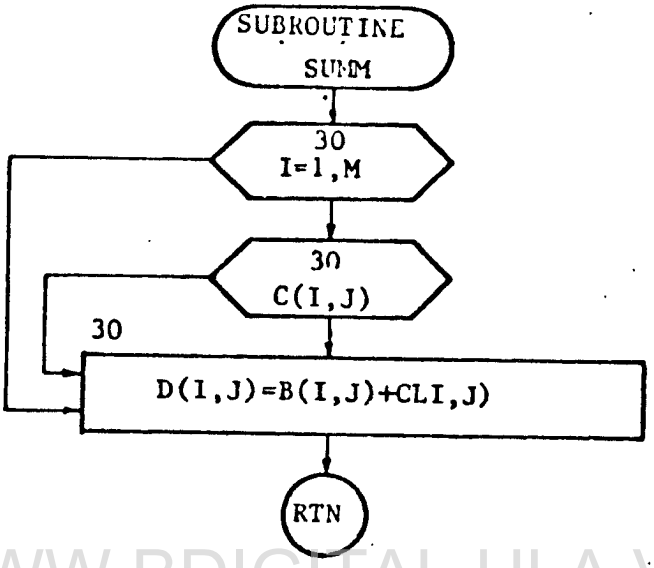
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



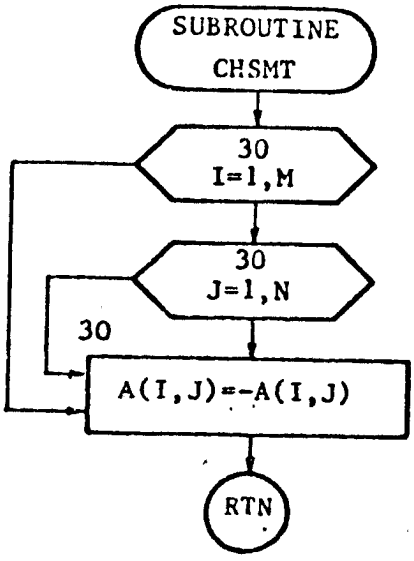
WWW.BDIGITAL.ULA.VE



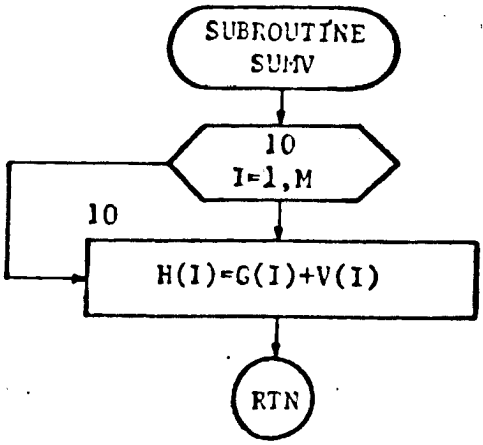
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



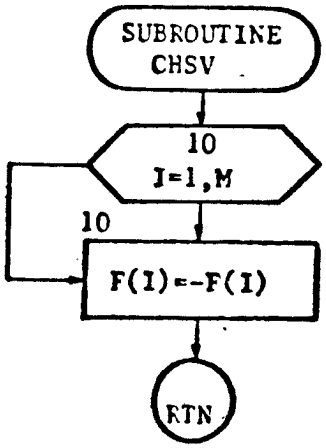
WWW.BDIGITAL.ULA.VE



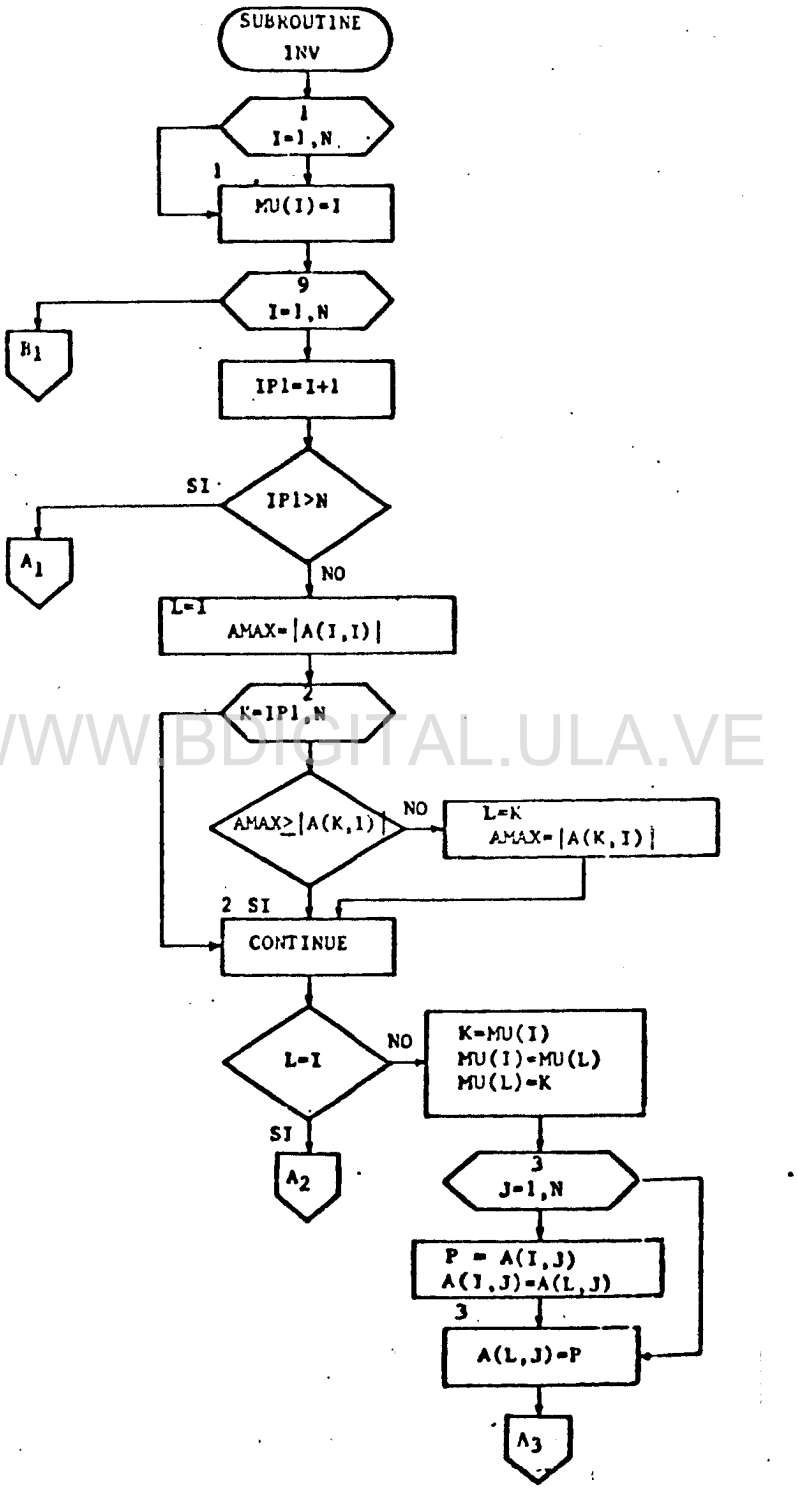
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

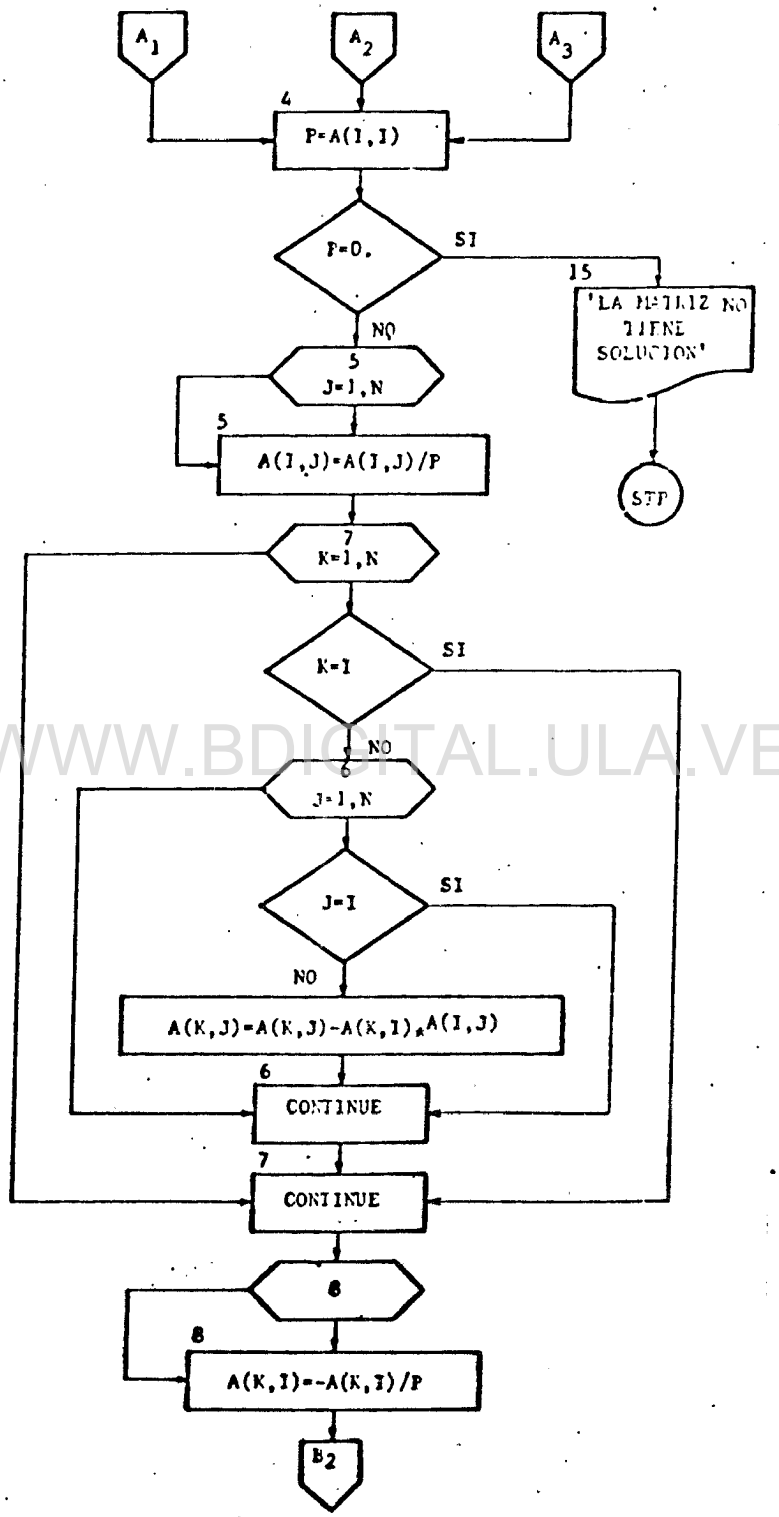


Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



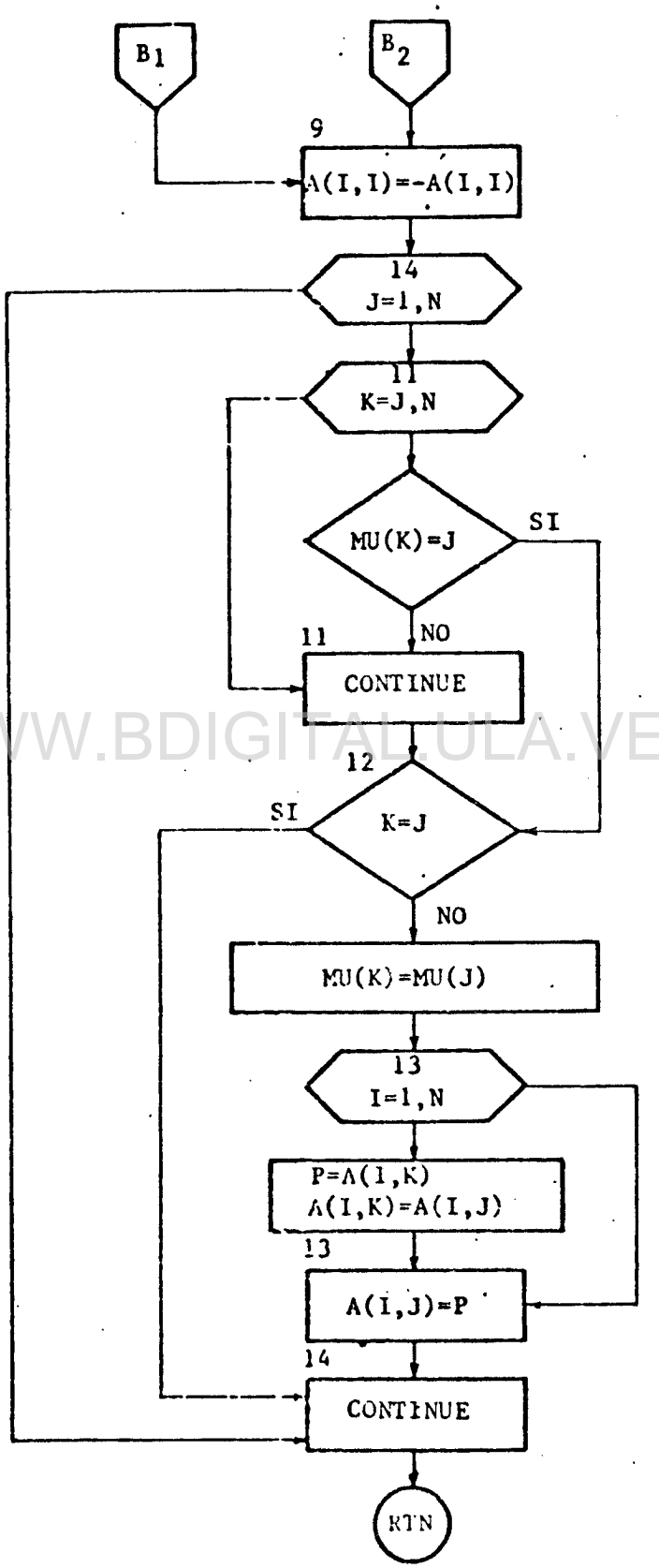
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



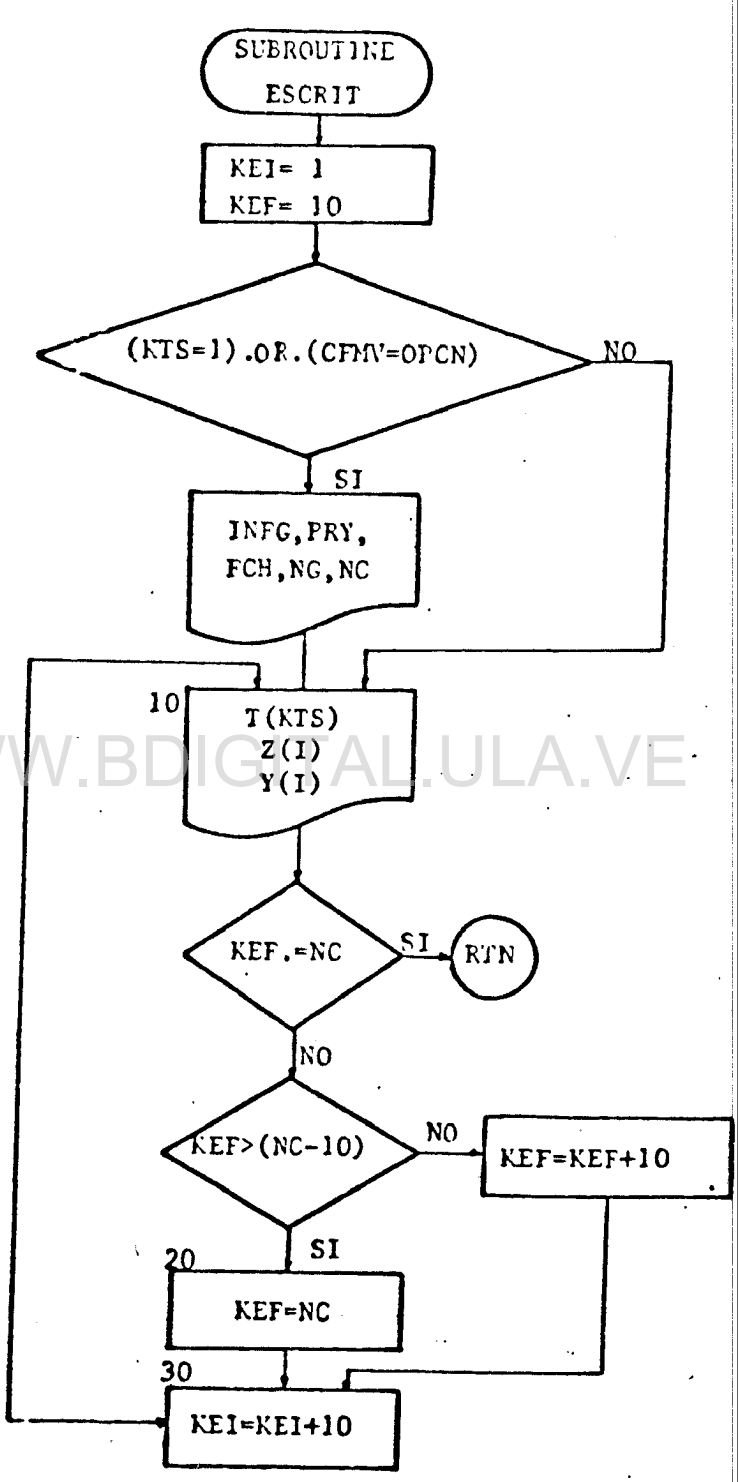
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

A P E N D I C E III

INSTRUCTIVO DEL MODELO BIDIM

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

INSTRUCTIVO DE USO DEL MODELO BIDIM

Generalidades sobre el programa

El programa estructurado para el modelo está escrito en lenguaje FORTRAN y actualmente está implementando para trabajar en un computador HP-1000, sistema RTE-VI.

El modelo consta de un programa principal y dieciocho (18) subrutinas. La función del programa principal es efectuar la lectura de datos que definen la configuración física del modelo, la configuración de los datos tabulados de las condiciones de borde, el intervalo de tiempo de simulación y el tiempo máximo de simulación, las condiciones de borde, los datos de la unión tipo alcantarilla, las tablas de niveles vs área superficial y las condiciones iniciales del modelo; además lee la definición de las opciones y controla el llamado de las subrutinas. A continuación se presenta una breve descripción de la función de cada una de las subrutinas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Subrutina INTCB

Esta subrutina calcula en función del nivel en la celda 3 el valor del caudal de la condición de borde aguas abajo y su variación con respecto al nivel.

Subrutina PRECI

Interpola linealmente la precipitación correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hietograma.

Subrutina INTAR

Interpola linealmente el área superficial correspondiente a un nivel dado en una celda i.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Subrutina INTKK

Interpola linealmente el factor de conducción en una celda i, para un nivel dado, y calcula la variación de la conducción con respecto al nivel.

Subrutina RIO

Calcula la función $\phi(\bar{Z}_{i,k})$ para su variación $\frac{\partial\phi(\bar{Z}_{i,k})}{\partial Z(\bar{Z}_{i,k})}$, entre dos celdas i y k adyacentes y luego calcula los coeficientes de intercambio de flujo respectivos en las uniones tipo río.

Subrutina VERT

Calcula los coeficientes de intercambio de flujo, entre dos celdas i y k adyacentes, en las uniones tipo vertedero.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Subrutina ALCANT

Calcula los coeficientes de intercambio de flujo, entre dos celdas i y k adyacentes, en las uniones tipo alcantarilla.

Subrutina MULTM

Calcula el produc to de dos matrices.

Subrutina SUMM

Calcula la suma de dos matrices.

Subrutina CHSMT

Esta subrutina cambia el signo de la matriz del coeficiente $[E]$.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Subrutina INV

Calcula la inversa de una matriz.

Subrutina MULTV

Calcula el producto de una matriz por un vector.

Subrutina SUMV

Calcula la suma de dos vectores.

Subrutina CHSV

Cambia el signo del vector del coeficiente { F }

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Subrutina ESCRIT

Imprime los resultados del programa BIDIM

Subrutina INTHID

Interpola linealmente el valor del caudal de borde aguas arriba para un tiempo durante la simulación.

Subrutina INTHQT

Interpola linealmente el caudal correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hidrograma del río tributario.

Subrutina COERI

Esta subrutina lee las tablas de elevación vs factor de conducción y controla el cálculo de los coeficientes en las uniones tipo río.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Entradas, opciones y salidas del modelo

En esta parte se hace una descripción de las diversas entradas y salidas del modelo, así como de las opciones de que se dispone.

Entradas

Las entradas al programa se efectúan mediante nueve archivos creados en disco cada uno de los cuales se describe a continuación:

Archivo ?ARGE

Contiene la información general de entrada al programa. En la Tabla III.1 se presenta el instructivo para su conformación.

Archivo ?PRECI

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Este archivo contiene los datos de tiempo vs precipitación para un período de registros variables, es decir datos horarios, diarios o mensuales. Para indicar el tipo de período de registro a utilizar, se le asigna a la variable DELTAT el tiempo de período de registro en términos de segundos. Por ejemplo, para registros diarios el valor de DELTAT = 86400 segundos. El instructivo de conformación se presenta en la Tabla III.2.

Archivo ?ARARE

Contiene las tablas de elevación vs área superficial para cada una de las celdas. Este archivo es conformado según instructivo que se presente en la Tabla III.3.

Archivo ?ARCON

Este archivo contiene las tablas de elevación vs factor de conducción para todas las celdas entre las cuales se plantea la unión tipo río. La secuen

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.1 Conformación del Archivo ?ARGE

TARJETA Nº

CIDIAT DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS

BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARGE

CODIGO: -

FECHA: Junio 1988

1	VARIABLE	INFG
	Formato	20A4
	Valor	
2	VARIABLE	PRY
	Formato	20A4
	Valor	
3	VARIABLE	FCH
	Formato	2A4
	Valor	
4	VARIABLE	NG CN NF NRT NUNAL
	Formato	I3 I3 I3 I3 I3
	Valor	*NRT = 0, en caso no existan ríos tributarios (En este caso se omitirá la tarjeta N° 7)
5	VARIABLE	KTMX LTZ
	Formato	I3 I3
	Valor	
6	VARIABLE	KPTMX
	Formato	I4
	Valor	
7	VARIABLE	KQTMX(1) KQTMX(2) → KQTMX(NQT),NQT=1,NRT → KQTMX(NQT)
	Formato	I4 I4 I4
	Valor	
8	VARIABLE	KPRINT
	Formato	I5
	Valor	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla [illegible].1 (Continuación)

TARJETA Nº

BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA &BIDIM: ARCHIVO ?ARGE

CODIGO | FECHA Junio 1988

9	VARIABLE	INTS	TMAX						
	Formato	F8.0	F8.0						
	Valor								
	VARIABLE	HIDROGRAMA AGUAS ARRIBA							
	Formato	4(2F10.2)							
	Valor								
	VARIABLE	T(1)	QAR(1)	T(2)	QAR(2)	T(IT), QAR(IT), IT = 1,KTMX			
	Formato								
	Valor								
	VARIABLE						T(KTMX)	QAR(KTMX)	
	Formato								
	Valor								
	VARIABLE	CURVA DE GASTO AGUAS ABAJO							
	Formato	4(2F10.2)							
	Valor								
	VARIABLE	ZAB(1)	QAB(1)	ZAB(1)	QAB(2)				
	Formato								
	Valor								
	VARIABLE						ZAB(LTS)	QAB(LTZ)	
	Formato								
	Valor								
	VARIABLE								
	Formato								
	Valor								

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Unported
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.1 (Continuación)

TARJETA Nº

CIDIAT — DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS

BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARGE

CODIGO:

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	Z(1)	ZF(L)	Y(1)	Z(I), ZF(I), Y(I), I = 1,NC
Formato				
Valor				
VARIABLE				Z(NC) / ZF(NC) / Y(NC)
Formato				F20.2 / F10.2 / F10.2
Valor				
VARIABLE				
Formato				
Valor				
VARIABLE				
Formato				
Valor				
VARIABLE				
Formato				
Valor				
VARIABLE				
Formato				
Valor				
VARIABLE				
Formato				
Valor				
VARIABLE				
Formato				
Valor				

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla 11.2 Conformación del Archivo ?PRECI

Nº

BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?PRECI

CODIGO

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	HIETOGRAMA DE PRECIPITACION
Formato	5(F8.1, F8.3)
Valor	
VARIABLE	TP(1) P(1) TP(2) P(2) TP(KPT), P(KPT), KPT = 1,KPTMX
Formato	
Valor	
VARIABLE	TP(KPTMX) P(KPTMX)
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Venezuela (CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.3 Conformación Archivo ?ARARE

TARJETA Nº

CIDIAT — BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARARE

CODIGO

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	PARA TODAS LAS CELDAS, I = 1,NC
Formato	3 (2F10.2)
Valor	
VARIABLE	ZC(I,1) A(I,1) ZC(I,J), A(I,J), J = 1,10
Formato	
Valor	
VARIABLE	ZC(I,10) A(I,10)
Formato	F10.2 F10.2
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

cia que debe regir estas tablas es según el índice de celda UNCEL(II). Este archivo es preparado por el programa &CONDU, Espinosa (1985). Su conformación se muestra en la Tabla III.4.

Archivo ?ARIO

Este archivo contiene las distancias entre los centros de las celdas DX, y los factores de ponderación ALFA, para todas las celdas entre los cuales se plantea una unión tipo río. La secuencia de estos datos es la misma seguida por el índice de unión entre celdas UNCEL(II). La conformación de este archivo se muestra en la Tabla III.5.

Archivo ?ARVER

Contiene los valores de los costos del vertedero ZV, la longitud de la cresta del vertedero B, y los coeficientes de descarga libre y sumergido multiplicado por $\sqrt{2g}$, FIL y FIS, de las uniones tipo vertedero planteados, en la misma secuencia del índice de unión de celdas UNCEL(II). Su conformación se muestra en la Tabla III.6

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Archivo ?ALCAN

Este archivo contiene los datos de cada unión tipo alcantarilla que se presenta, es decir el número de alcantarillas que contiene una unión, la forma de la sección transversal de la alcantarilla, su diámetro o altura, su ancho si tiene sección rectangular, longitud de la alcantarilla, la rugosidad y los coeficientes de descarga de la alcantarilla multiplicado por $\sqrt{2g}$. Esta información de todas las uniones tipo alcantarilla existentes, siguen la secuencia del índice UNCEL(II). Su conformación se indica en la Tabla III.7.

Archivo ?ARUN

Contiene los treinta (30) valores para cada grupo del índice de unión de celdas UNCEL(II). Este índice toma el valor de la unidad cuando la unión es

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.4 Conformación Archivo ?ARCON

TARJETA Nº

CIDIAT — BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARCON

CODIGO.

FECHA: Junio 1988

VARIABLE		PARA TODAS LAS CELDAS ENTRE LAS CUALES SE PLANTEA UNION TIPO RIO (I,K) SIGUIENDO LA SECUENCIA DEL INDICE DE UNION DE CELDAS UNCEL(II)
VARIABLE	ZK(I,1)	KND(I,1) ZK(I,J), KND(I,J), J = 1,10
VARIABLE		ZK(I,10) F10.2 KND(I,10) F10.2
VARIABLE	ZK(K,1)	KND(K,1) ZK(K,J), KND(K,J), J = 1,10
Formato	F10.2	F10.2
VARIABLE		ZK(K,10) F10.2 KND(K,10) F10.2
VARIABLE	NOTA: I CELDA EN ESTUDIO K CELDA ADYACENTE	} PARA CADA UNION PLANTEADA
VARIABLE		
VARIABLE		

Formato

Valor

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.5 Conformación Archivo ?ARIO

TARJETA Nº

CIDIAT — BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARIO

CODIGO:

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	PARA TODAS LAS UNIONES TIPO RIO PLANTEADAS SIGUIENDO LA SECUENCIA DEL INDICE DE UNION DE CELDAS UNCEL(II).
Formato	
Valor	2F10.2
VARIABLE	DX ALFA NOTA: DX Y ALFA CON RESPECTO A I
Formato	F10.2 F10.2
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	
VARIABLE	
Formato	
Valor	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.6 Conformación Archivo ?ARVER

TARJETA Nº

CIDIAT — BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARVER

CODIGO:

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	PARA TODAS LAS UNIONES TIPO VERTEDERO PLANTEADAS SIGUIENDO LA SECUENCIA DEL INDICE DE UNION DE CELDAS UNCEL(II).
Formato	4F10.2
Valor	

VARIABLE	ZV	B	FIL	FIS
Formato	F10.2	F10.2	F10.2	F10.2
Valor				

VARIABLE	
Formato	
Valor	

VARIABLE	
Formato	
Valor	

VARIABLE	
Formato	
Valor	

VARIABLE	
Formato	
Valor	

VARIABLE	
Formato	
Valor	

VARIABLE	
Formato	
Valor	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla [illegible] Conformacion Archivo ?ALCAN

TARJETA Nº

CIDIAT

BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ALCAN

CODIGO:

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	PARA TODAS LAS CELDAS ENTRE LAS CUALES SE PRESEMTA LA UNION TIPO ALCANTARILLA SIGUIENDO LA SECUENCIA DEL INDICE DE UNION DE CELDAS UNCEL(II).							
Formato								
Valor								
VARIABLE	NAL	FAL	D	BD	AL	ANM	COR	CVE
Formato	I5	I5	F10.2	F10.2	F10.2	F10.3	F10.2	F10.2
Valor								
VARIABLE								
Formato								
Valor								
VARIABLE	*NOTA: FAL = 0 sección circular de la alcantarilla							
Formato	FAL = 1 sección rectangular de la alcantarilla							
Valor								
VARIABLE								
Formato								
Valor								
VARIABLE								
Formato								
Valor								
VARIABLE								
Formato								
Valor								
VARIABLE								
Formato								
Valor								

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

tipo río, valor de dos cuando la unión es tipo vertedero, valor tres si además de presentar unión tipo vertedero presenta unión tipo alcantarilla y valor cero si no existe unión.

Con la finalidad de ilustrar la secuencia en que debe seguir el índice de celda, se desarrolla un ejemplo el cual corresponde a la Figura III.1

Considerando el Grupo 1 de esta figura y ubicándose en cada una de las celdas que lo conforman se identifica la existencia o no de uniones entre cada celda que conforma el grupo y las ocho posibles celdas adyacentes, desplazándose de izquierda a derecha. El resultado se presenta en la Tabla III.8. El resultado para los grupos 2, 3 y 4 se presentan en las Tablas III.9, III.10 y III.11. El Archivo ?ARUN correspondiente a la topología mostrada en la Figura III.1 se presenta en la Tabla III.12. El instructivo general del Archivo ?ARUN se presenta en la Tabla III.13.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Archivo ?QTRIB

Este archivo contiene los datos de los hidrogramas de los ríos tributarios que descargan sobre el río principal en estudio. Este archivo es opcional y depende si existe o no ríos tribulários. NRT = 0 si no existe ríos tributarios, NRT > 0 en caso de existir, las variables ICEL(NQT) indica a que celdas del cauce descargan los ríos tributarios. Su conformación se indica en la Tabla III.14.

Opciones

El usuario dispone en la utilización del modelo de la opción de listar o no las matrices y vectores de coeficientes para todos los grupos durante el doble barrido. Esta opción se elige manualmente contestando Si o No a la pregunta que aparece en pantalla.

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

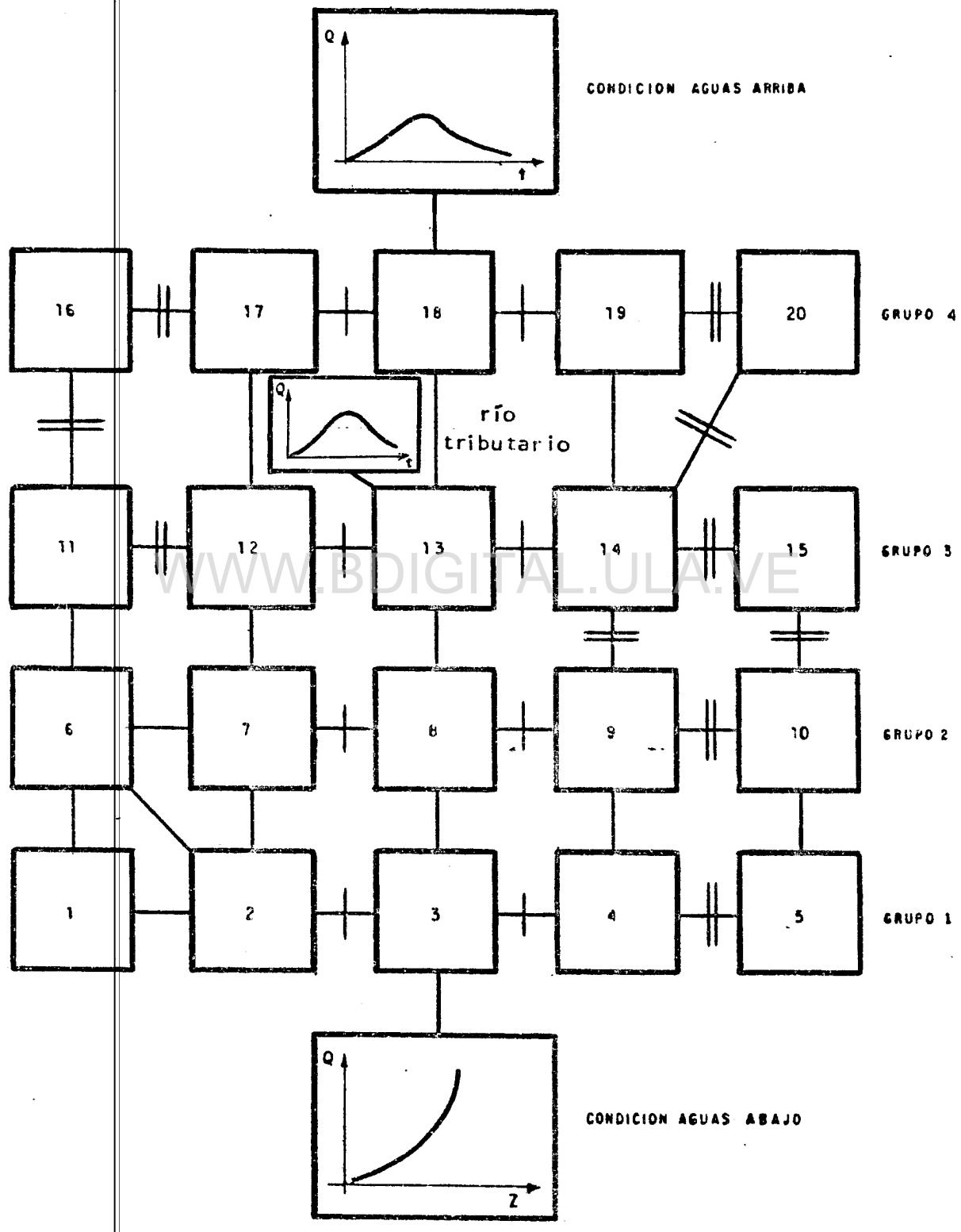


Figura III.1 . Topología propuesta para la conformación Archivo ?ARUN

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.8 Deducción del índice de unión de celda UNCEL(II) para el Grupo 1

Grupo	UNCEL(II)	Tipo de unión entre las celdas	Valor
1	1	1 y 6	1
	2	1 y 7	0
	3	1 y 2	1
	4		0
	5		0
	6	2 y 7	1
	7	2 y 8	0
	8	2 y 3	2
	9		0
	10		0
	11		0
	12	2 y 6	1
	13	3 y 8	1
	14	3 y 9	0
	15	3 y 4	2
	16		0
	17		0
	18		0
	19	3 y 7	0
	20	4 y 9	1
	21	4 y 10	0
	22	4 y 5	3
	23		0
	24		0
	25		0
	26	4 y 8	0
	27		0
	28		0
	29	5 y 9	0
	30	5 y 10	1

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.9 Deducción del índice de unión de celda UNCEL(II) para el Grupo 2

Grupo	UNCEL(II)	Tipo de unión entre celdas	Valor
2	1	6 y 11	1
	2	6 y 12	0
	3	6 y 7	1
	4	6 y 2	1
	5	6 y 1	1
	6	7 y 12	1
	7	7 y 13	0
	8	7 y 8	2
	9	7 y 3	0
	10	7 y 2	1
	11	7 y 1	0
	12	7 y 11	0
	13	8 y 13	1
	14	8 y 14	0
	15	8 y 9	2
	16	8 y 4	0
	17	8 y 3	1
	18	8 y 2	0
	19	8 y 12	0
	20	9 y 14	3
	21	9 y 15	0
	22	9 y 10	3
	23	9 y 5	0
	24	9 y 4	1
	25	9 y 3	0
	26	9 y 13	0
	27	10 y 5	1
	28	10 y 4	0
	29	10 y 14	0
	30	10 y 15	3

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.10 Deducción del índice de unión de celda UNCEL(II) para el Grupo 3

Grupo	UNCEL(II)	Tipo de unión entre las celdas	Valor
3	1	11 y 16	3
	2	11 y 17	0
	3	11 y 12	3
	4	11 y 7	0
	5	11 y 6	1
	6	12 y 17	1
	7	12 y 18	0
	8	12 y 13	2
	9	12 y 8	0
	10	12 y 7	1
	11	12 y 6	0
	12	12 y 16	0
	13	13 y 18	1
	14	13 y 19	0
	15	13 y 14	2
	16	13 y 9	0
	17	13 y 8	1
	18	13 y 7	0
	19	13 y 12	0
	20	14 y 19	1
	21	14 y 20	3
	22	14 y 15	3
	23	14 y 10	0
	24	14 y 9	3
	25	14 y 8	0
	26	13 y 18	0
	27	15 y 10	3
	28	15 y 9	0
	29	15 y 19	0
	30	15 y 20	0

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.11 Deducción del índice de unión del celda UNCEL(II) para el Grupo 4

Grupo	UNCEL(II)	Tipo de unión entre las celdas	Valor
4	1		0
	2		0
	3	16 y 17	3
	4	16 y 12	0
	5	16 y 11	3
	6		0
	7		0
	8	17 y 18	2
	9	17 y 13	0
	10	17 y 12	1
	11	17 y 11	0
	12		0
	13		0
	14		0
	15	18 y 19	2
	16	18 y 14	0
	17	18 y 13	1
	18	18 y 12	0
	19		0
	20		0
	21		0
	22	19 y 20	3
	23	19 y 15	0
	24	19 y 14	1
	25	19 y 13	0
	26		0
	27	20 y 15	0
	28	20 y 14	3
	29		0
	30		0

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.12 Archivo ?ARUN para la topología de la Figura III.1

TARJETA Nº

CIDIAT DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS

BANCO DE PROGRAMAS

&BIDIM: ARCHIVO ?ARUN

CODIGO:

FECHA: Junio 1988

VARIABLE	UNCEL(II), II = 1,30	PARA EL GRUPO a
Formato		
Valor	1 0 1 0 0 1 0 2 0 0 0 1 1 0 2 0 0 0 0 1 0 3 0 0 0 0 0 0 1	
VARIABLE	UNCEL(II), II = 1,30	PARA EL GRUPO 2
Formato		
Valor	1 0 1 1 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 3 0 3 0 1 0 1 0 0 3	
VARIABLE	UNCEL(II), II = 1,30	PARA EL GRUPO 3
Formato		
Valor	3 0 3 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 3 3 0 3 0 0 3 0 0 0	
VARIABLE	UNCEL(II), II = 1,30	PARA EL GRUPO 4
Formato		
Valor	0 0 3 0 3 0 0 2 0 1 0 0 0 0 2 0 1 0 0 0 0 3 0 1 0 0 0 3 0 0	
VARIABLE		
Formato		
Valor		
VARIABLE		
Formato		
Valor		
VARIABLE		
Formato		
Valor		
VARIABLE		
Formato		
Valor		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

PROGRAMA: &BIDIM: ARCHIVO ?ARUN

FECHA. Junio 1988

[illegible] LOS GRUPOS
[illegible] (I) I = 1,30

I2UNCEL(1)
I2UNCEL(2)

I2UNCEL(29)
I2UNCEL(30)

GRUPO 1

VARIABLE
Formato
Valor

VARIABLE
Formato
Valor

I2 UNCEL(1)
I2 UNCEL(2)

I2UNCEL(29)
I2UNCEL(30)

GRUPO NG

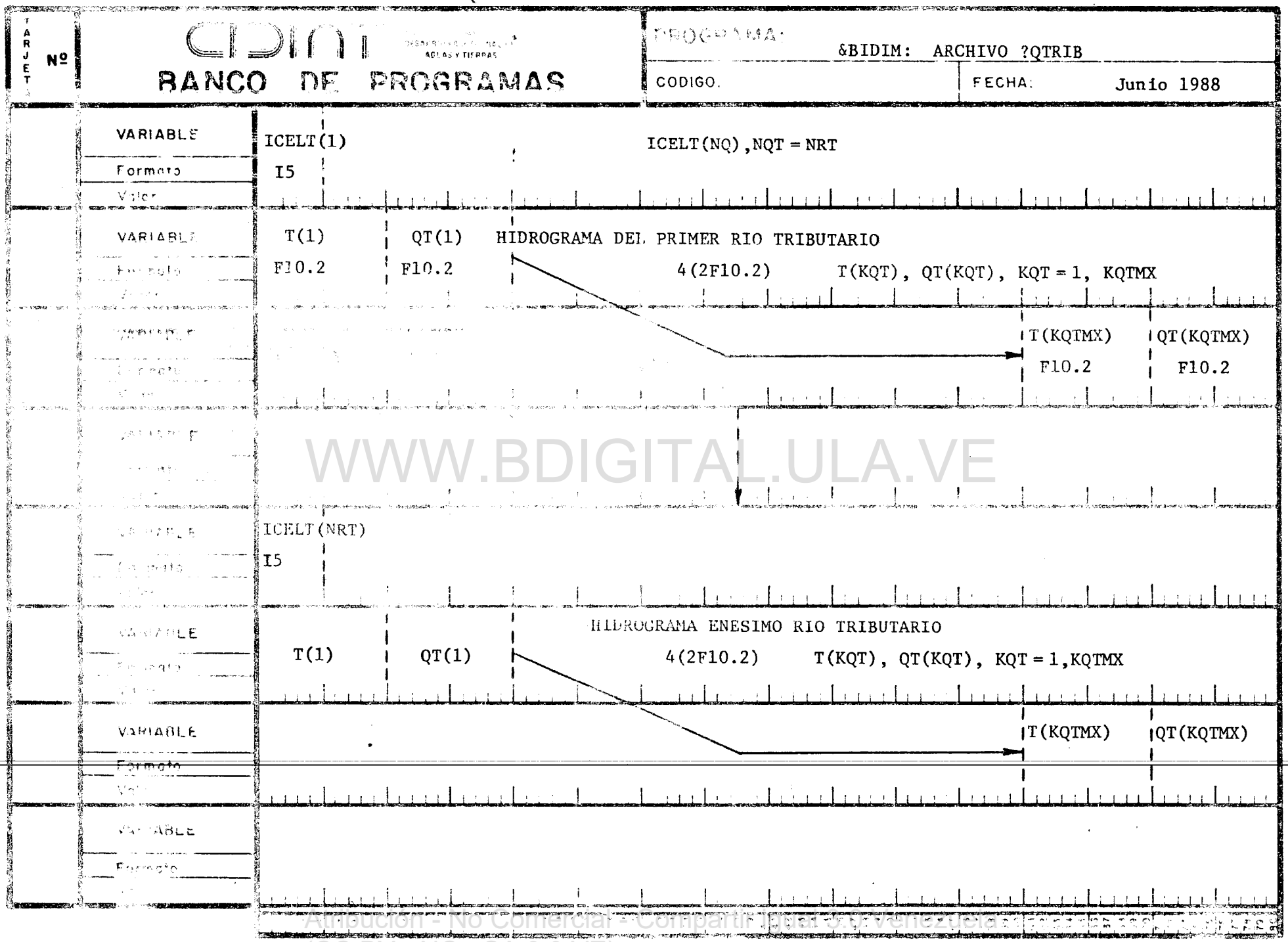
VARIABLE
Formato
Valor

VARIABLE
Formato
Valor

VARIABLE
Formato
Valor

WWW.BDIGITAL.ULAVE
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Venezuela (CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.14 Conformación del Archivo ?QTRIB



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Tabla III.15. Equivalencia de variables utilizadas en el modelo BIDIM modificado.

GIDIMT AGUAS Y TIERRAS
BANCO DE PROGRAMAS

PROGRAMA: &BIDIM
CODIGO:
LENGUAJE: FORTRAN
PAG. 1

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	A( )		Datos tabulares del área superficial para diferentes niveles en cada celda.	m^2	
	AKS		Factor de descarga para el cálculo de flujo tipo 1 en alcantarillas.		
	AL		Longitud de la alcantarilla.	m	
	ALCAN( )		Matriz de datos de las uniones tipo alcantarilla.		
	ALCANT		Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la unión tipo alcantarilla.		
	ALFA		Coeficientes de ponderación entre los niveles de las celdas i,k.		
	ANM		Rugosidad de la pared de las alcantarillas.		
	AR( )		Valor del área superficial en una celda i correspondiente a un nivel interpolado durante la simulación.		
	B		Ancho longitudinal del vertedero	m	
	BB( )		Vector correspondiente a la operación |MPAUX|. {FAUX} en el cálculo del coeficiente {F} del doble barrido.		
	BO		Ancho de la sección rectangular de la alcantarilla.	m	
	C( )		Matriz correspondiente a la operación		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	C( )		|MPAUX|. |EAUX| en el cálculo de los coeficientes |E| y {F} del doble barrido.		
	CFMV		Mariable que ofrece la opción de listar las matrices y vectores del doble barrido. Si su valor es SI listará lo anterior.		
	CHSMT		Subrutina utilizada para cambiar el signo al coeficiente |E| del doble barrido.		
	CHSV		Subrutina utilizada para cambiar el signo al coeficiente {F} del doble barrido.		
	COERI		Subrutina que controla el cálculo de los coeficientes PQIIK, PQKIK, QIK en las uniones tipo río.		
	COR		Factor de descarga en la alcantarilla para el flujo tipo 3.		
	CVE		Factor de descarga en la alcantarilla para flujos tipo 4 y tipo 5.		
	D		Diámetro o altura de la sección de una alcantarilla sea esta circular o rectangular		
	D( )		Matriz correspondiente a la operación |MCAUX| + |C| en el cálculo de los coeficientes |E| y {F} del doble barrido.		
	DAAL( )		Vector de datos característicos de una alcantarilla.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	DELTAT		Período de tiempo de los registros de precipitación.	s	
	DT		Incremento de tiempo durante la simulación	s	
	DZ( )		Vector correspondiente a los incrementos de nivel en las celdas para cada grupo durante la simulación.		
	DZI( )		Vector auxiliar correspondiente al cálculo de los incrementos de nivel en cada celda.		
	DZZ( )		Vector auxiliar de los incrementos de nivel en las celdas, calculado en la subrutina SUMV, igual a {G} + {FAUX}.		
	DX		Distancia entre los centros de las celdas en las uniones tipo río.		
	E( )		Matriz coeficiente del doble barrido.		
	EE( )		Matriz auxiliar del coeficiente |E| calculado en la subrutina MULTM.		
	EAUX( )		Matriz auxiliar del coeficiente |E| del doble barrido.		
	ESCRIT		Subrutina de escritura de los resultados.		
	F( )		Vector coeficiente del doble barrido.		
	FF( )		Vector auxiliar del coeficiente {F} calculado en la subrutina MULTV.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	FAUX( )		Vector auxiliar del coeficiente {F} del doble barrido.		
	FCB		Longitud ficticia del vertedero.	m	
	FCH		Variable de fecha de ejecución de la simulación, suministrada al programa.		
	FCL		Factor de corrección de la fórmula de descarga en unión tipo vertedero en condición de flujo libre.		
	FCS		Factor de corrección de la fórmula de descarga en la unión tipo vertedero en condición de flujo sumergido.		
	FIL		Coeficiente de descarga libre de la unión tipo vertedero.		
	FIR		Función ϕ en la unión tipo río calculada en la subrutina Río.		
	FIRP		Variación de la función ϕ con respecto a la profundidad $\bar{Z}_{i,k}$, en la unión tipo río calculada en la subrutina Río.		
	FIS		Coeficiente de descarga sumergida de la unión tipo vertedero.		
	G ( )		Vector correspondiente a la operación |EAUX|. {DZI}, en el cálculo de los incrementos de nivel en las celdas, calculado en la subrutina MULTV.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	H( )		Vector correspondiente a la operación {BB} + {LIAUX} en el cálculo del coeficiente {F}		
	I		Indice correspondiente a la celda en estudio.		
	ICELT		Número de la celda a la cual descarga el río tributario.		
	IMP		Variable correspondiente a la unidad de salida de los resultados.		
	INFG		Variable de información general suministrada al modelo.		
	INTAR		Subrutina utilizada para calcular el área superficial en una celda i para un nivel dado mediante interpolación lineal.		
	INTCB		Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la condición de borde aguas abajo, mediante interpolación lineal.		
	INTHID		Subrutina utilizada para interpolar linealmente el caudal correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hidrograma de entrada.		
	INTHQT		Subrutina utilizada para interpolar linealmente el caudal del río tributario correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hidrograma del río tributario.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	INTKK		Subrutina utilizada para calcular la con - ducción y la variación de la misma con respecto a la profundidad en la celda, mediante interpolación lineal.		
	INTS		Intervalo de tiempo de simulación.	s	
	INV		Subrutina utilizada para calcular la inversa de una matriz.		
	K		Indice correspondiente a una celda k adyacente a una celda I.		
	KK		Valor de la conducción en una celda I correspondiente al nivel en la misma calculado en la subrutina INTKK.		
	KEMV		Contador que controla el salto de página en la opción de escribir las matrices y vectores correspondientes a los grupos de celdas.		
	KEI		Contador que controla el inicio de la escritura de los resultados de cada celda i, por línea, en la subrutina ESCRIT.		
	KEF		Contador que controla el final de la escritura de los resultados de cada celda i, por línea, en la subrutina ESCRIT.		
	KIK		Valor de la conducción entre las celdas I y K, calculado en la subrutina RIO.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	KIKP		Variación del factor de conducción respecto a la profundidad $\bar{Z}_{i,k}$, calculado en la subrutina RIO.		
	KND( )		Datos tabulares del factor de conducción para diferentes niveles en cada celda.		
	KPIMP		Contador para impresión de resultados.		
	KPRINT		Variable que indica cada cuantos intervalos de simulación se imprimiran resultados		
	KPTMX		Número de puntos del hietograma de precipitación.		
	KQTMX		Número de puntos del hidrograma del río tributario.		
	KTMX		Variable que define el número de puntos del hidrograma de entrada.		
	KTS		Contador de los intervalos de simulación.		
	KZB		Indice de variación tabular de la curva de gasto aguas abajo.		
	L		Contador de cálculo de los grupos, para: Inicialización de las matrices, coeficientes |F| y {F} e incrementos de nivel.		
	LTZ		Variable que indica el número de puntos que definen la curva de gasto aguas abajo.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	LI( )		Vector del término libre eb la ecuación de continuidad.		
	LEC		Variable correspondiente a la unidad de entrada de los datos.		
	LIAUX( )		Vector auxiliar del término libre de la ecuación de continuidad.		
	MC( )		Matriz central de coeficientes.		
	MCAUX( )		Matriz central auxiliar de coeficientes		
	MP( )		Matriz precedente de coeficientes.		
	MPAUX( )		Matriz precedente auxiliar de coeficientes.		
	MS( )		Matriz siguiente de coeficientes.		
	MSAUX( )		Matriz siguiente auxiliar de coeficientes.		
	MULTM		Subrutina que calcula el producto de dos matrices.		
	MULTV		Subrutina que calcula el producto de una matriz por un vector.		
	NAL		Número de alcantarillas que se presenta en una unión tipo alcantarilla.		
	NC		Número de celdas del modelo.		
	NF		Número de filas del modelo.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	NFAL		Forma de la sección de la alcantarilla.		
	NG		Número de grupos del modelo.		
	NMAX		Número máximo de iteraciones a realizar durante la simulación.		
	NQT		Indice de la variación del número de orden de los ríos tributarios existentes.		
	NRT		Número de ríos tributarios existentes.		
	NUNAL		Número de uniones tipo alcantarilla que se presentan según la secuencia UNCEL(II).		
	OPCN		Variable de comparación en la opción de listar o no, durante la simulación, las matrices y vectores del doble barrido, su valor asignado es SI.		
	P		Valor tabular de la precipitación en el hietograma.	mm	
	PI		Valor interpolado de la precipitación en la subrutina PRECI.	mm	
	PP		Precipitación en términos de descarga.	m^3/s	
	PQIIK		Variación del caudal de la celda k a la celda i, con respecto al nivel en la celda i.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	PQKIK		Variación del caudal de la celda k a la celda i, con respecto al nivel en la celda k.		
	PQIKI		Variación del caudal de la celda i a la celda k, con respecto al nivel en la celda i.		
	PQKKI		Variación del caudal de la celda i a la celda k, con respecto al nivel en la celda k.		
	PRECI		Subrutina utilizada para interpolar linealmente la precipitación correspondiente a un tiempo cualquiera durante la simulación en el hietograma.		
	PRY		Variable de información del proyecto a realizar con el modelo BIDIM.	m^3/s	
	QA		Valor del caudal en el hidrograma de aguas arriba, interpolando linealmente para un tiempo dado durante la simulación, en la celda (NC-2), calculado en la subrutina INTHID.		
	QAB( )		Valor tabular del caudal en la curva de gasto aguas abajo.	m^3/s	
	QAR( )		Valor tabular del caudal del hidrograma en la condición de borde aguas arriba.	m^3/s	

WWW.BIGITALIA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	QB		Valor del caudal en la curva de gasto aguas abajo, interpolando linealmente para un nivel dado durante la simulación, en la celda 3, calculado en la subrutina INTCB.	m^3/s	
	QIK		Caudal que fluye de la celda k a la celda i.	m^3/s	
	QKI		Caudal que fluye de la celda i a la celda k.	m^3/s	
	QPB		Variación del caudal en la curva de gasto aguas abajo, con respecto a un nivel dado, durante la simulación.		
	QRT		Valor del caudal en el hidrograma del río tributario, interpolado linealmente para un tiempo dado durante la simulación, calculado en la subrutina INTHQT.	m^3/s	
	QUNIT		Caudal unitario que fluye por el vertedero	$m^3/s/m$	
	RIO		Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la unión RIO.		
	SGN		Variable que define el sentido del flujo en la unión tipo RIO.		
	SUMM		Subrutina que calcula la suma de dos matrices.		
	SUMV		Subrutina que calcula la suma de dos vectores.		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	T		Valores tabulares del tiempo en el hidrograma de entrada a transcurrir durante la simulación.	s	
	TMAX		Tiempo máximo de simulación.	s	
	TP		Valor tabular del tiempo en el hietograma de precipitación.	s	
	TQT( )		Arreglo tridimensional de valores tabulares del tiempo versus caudal de los hidrogramas de los ríos tributarios.		
	TT		Valor del tiempo transcurrido en la simulación.	s	
	UNCEL(II)		Indice de celda que indica eltipo de unión entre dos celdas.		
	VERT		Subrutina utilizada para calcular los coeficientes de la unión tipo vertedero.		
	Y( )		Profundidad del agua en una celda.	m	
	Z( )		Cota del nivel de agua en la celda.	m.s.n.m.	
	ZAB( )		Valor tabular del nivel de la curva de gasto aguas abajo.	m.s.n.m.	
	ZC( )		Valor tabular del nivel en las tablas de nivel vs área superficial	m.s.n.m.	
	ZF( )		Cota de fondo de las celdas referidas a un datum.	m.s.n.m.	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE
Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

TARJETA	VARIABLE	FORMATO	DESCRIPCION	UNIDADES	OBSERVACIONES
	ZK( )		Valores tabulares de los niveles en las tablas nivel versus conducción en las uniones tipo RIO.	m.s.n.m.	
	ZV		Elevación de la cresta de los vertederos en las uniones tipo vertedero.	m.s.n.m.	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Salidas

El programa imprime para cada intervalo de simulación seleccionado el valor del nivel del agua y su profundidad en cada celda, además las matrices y vectores de coeficientes del doble barrido, si la opción ha sido seleccionada. Existe un archivo de salida ?CONIC que se utiliza para transitar la creci da por etapas.

Capacidad

La versión presentada tiene capacidad para 21 grupos de celdas, cada grupo contiene 5 celdas, una central representando el cauce y dos a cada lado representando la planicie, haciendo un total máximo de 105 celdas.

Acepta un hidrograma de entrada de 80 intervalos, una curva de gasto de 40 valores, un hietograma de precipitación de 40 valores y un máximo de cinco ríos tributarios con sus correspondientes hidrogramas de hasta 40 valores.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Las tablas de áreas superficiales y factor de conducción aceptan un máximo de 10 datos tabulares cada una.

Mensajes de ejecución

Inicialmente el programa pide por el terminal el valor de la unidad de salida, el cual se da en formato libre.

Luego se pide la opción de listar o no las matrices y vectores de los coeficientes del doble barrido.

Los mensajes de ejecución de la salida, salen por pantalla y corresponden a las diferentes actividades que el programa va realizando; aparece en pantalla el tiempo inicial real en el cual comienza la simulación y el tiempo final real cuando se termina la simulación. Asimismo el intervalo de simulación que se esté ejecutando aparecerá en pantalla. Adicionalmente las subrutinas de

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

interpolación preveen que algún valor simulado de nivel esté fuera de los da - tos tabulares, por lo cual el programa detendrá su ejecución con el respectivo mensaje de aviso. Asimismo, si se calcula una matriz del doble barrido cuyo determinante es cero, la subrutina INV parará la ejecución del programa, con su respectivo mansaje.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

A P E N D I C E IV

ENTRADA Y SALIDAS DEL MODELO

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
?ARGEG T=00004 IS ON CR00012 USING 00018 BLKS R=0000

0001  TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE,OPCION "OBRAS HIDRAULICAS"
0002  RIO GUANARE
0003  JULIO '88
0004   21105  5  1 11
0005   73 13
0006     3
0007     7
0008      1
0009     1200. 259200.
0010        0.00     56.00   3600.00     56.00   7200.00     55.60  10800.00     55.20
0011    14400.00     54.90  18000.00     55.80  21600.00     61.30  25200.00     73.10
0012    28800.00     88.70  32400.00    105.20  36000.00    121.10  39600.00    142.80
0013    43200.00    174.30  46800.00    220.70  50400.00    281.60  54000.00    349.50
0014    57600.00    409.40  61200.00    460.20  64800.00    502.00  68400.00    535.40
0015    72000.00    561.60  75600.00    581.20  79200.00    588.90  82800.00    584.70
0016    86400.00    571.40  90000.00    554.10  93600.00    535.40  97200.00    526.00
0017   100800.00    533.6   104400.00   569.70 108000.00    627.40 111600.00    713.00
0018   115200.00    818.50 118800.00    925.90 122400.00   1024.70 126000.00   1161.90
0019   129600.00   1345.70 133200.00   1590.30 136800.00   1891.80 140400.00   2222.40
0020   144000.00   2515.80 147600.00   2767.30 151200.00   2978.90 154800.00   3147.20
0021   158400.00   3276.20 162000.00   3367.10 165600.00   3402.30 169200.00   3379.40
0022   172800.00   3305.80 176400.00   3190.70 180000.00   3045.70 183600.00   2881.30
0023   187200.00   2796.10 190800.00   2527.30 194400.00   2351.00 198000.00   2181.30
0024   201600.00   2019.30 205200.00   1864.10 208800.00   1714.20 212400.00   1573.50
0025   216000.00   1442.90 219600.00   1323.60 223200.00   1216.30 226800.00   1120.20
0026   230400.00   1031.40 234000.00    949.50 237600.00    874.30 241200.00    804.60
0027   244800.00    740.50 248400.00    681.70 252000.00    627.50 255600.00    577.50
0028   259200.00    531.50
0029      104.75      0.00    105.75     47.10    106.75    150.47     107.75    296.76
0030      108.75    456.00    109.75    460.05    110.75    508.43     111.75    727.62
0031      112.75    976.96    113.75   1254.96    114.75   1560.22     115.75   1891.35
0032      116.75   2247.47
0033      120.00    120.00      0.00    114.00    114.00      0.00
0034      105.20    104.75      0.45    113.00    113.00      0.00
0035      113.00    113.00      0.00    119.00    119.00      0.00
0036      114.00    114.00      0.00    105.80    104.78      1.02
0037      113.00    113.00      0.00    113.00    113.00      0.00
0038      118.00    118.00      0.00    113.80    113.80      0.00
0039      106.79    105.40      1.39    113.00    113.00      0.00
0040      113.00    113.00      0.00    117.00    117.00      0.00
0041      113.60    113.60      0.00    107.48    105.50      1.98
0042      112.80    112.80      0.00    112.80    112.80      0.00
0043      118.20    118.20      0.00    114.50    114.50      0.00
0044      107.55    105.75      1.80    114.80    114.80      0.00
0045      115.00    115.00      0.00    118.00    118.00      0.00
0046      114.00    114.00      0.00    107.66    105.97      1.69
0047      112.00    112.00      0.00    112.00    112.00      0.00
0048      118.00    118.00      0.00    114.00    114.00      0.00
```

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0049	107.89	106.50	1.39	111.00	111.00	0.00
0050	111.00	111.00	0.00	120.00	120.00	0.00
0051	114.50	114.50	0.00	108.67	107.38	1.29
0052	110.50	110.50	0.00	110.50	110.50	0.00
0053	120.00	120.00	0.00	114.00	114.00	0.00
0054	110.08	108.35	1.73	111.50	111.50	0.00
0055	111.50	111.50	0.00	119.00	119.00	0.00
0056	113.00	113.00	0.00	110.79	108.62	2.17
0057	111.80	111.80	0.00	112.00	112.00	0.00
0058	120.00	120.00	0.00	114.00	114.00	0.00
0059	111.58	110.12	1.46	114.00	114.00	0.00
0060	114.00	114.00	0.00	121.00	121.00	0.00
0061	115.00	115.00	0.00	113.38	111.19	2.19
0062	115.80	115.80	0.00	115.80	115.80	0.00
0063	122.00	122.00	0.00	120.00	120.00	0.00
0064	114.90	112.79	2.11	118.00	118.00	0.00
0065	118.00	118.00	0.00	123.00	123.00	0.00
0066	120.00	120.00	0.00	115.64	113.14	2.50
0067	121.00	121.00	0.00	121.00	121.00	0.00
0068	130.20	130.20	0.00	123.00	123.00	0.00
0069	116.30	114.33	1.97	123.00	123.00	0.00
0070	123.00	123.00	0.00	137.50	137.50	0.00
0071	136.00	136.00	0.00	118.39	116.44	1.95
0072	129.00	129.00	0.00	129.00	129.00	0.00
0073	140.00	140.00	0.00	141.00	141.00	0.00
0074	121.57	120.77	.80	134.00	134.00	0.00
0075	134.00	134.00	0.00	140.00	140.00	0.00
0076	139.00	139.00	0.00	123.42	122.02	1.40
0077	139.00	139.00	0.00	139.00	139.00	0.00
0078	140.00	140.00	0.00	142.00	142.00	0.00
0079	124.83	123.75	1.08	144.50	144.50	0.00
0080	144.50	144.50	0.00	142.00	142.00	0.00
0081	146.00	146.00	0.00	126.08	125.32	0.76
0082	154.00	154.00	0.00	154.00	154.00	0.00
0083	200.00	200.00	0.00	175.00	175.00	0.00
0084	128.07	127.00	1.07	170.00	170.00	0.00
0085	225.00	225.00	0.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
?ARGEG T=00004 IS ON CR00012 USING 00018 BLKS R=0000

0001  TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE,OPCION "OBRAS HIDRAULICAS"
0002  RIO GUANARE
0003  MAYO'88
0004   21105  5  0 11
0005   73 13
0006     3
0007      1
0008     1200. 259200.
0009        0.00     56.00   3600.00     56.00   7200.00     55.60  10800.00     55.20
0010    14400.00     54.90  18000.00     55.80  21600.00     61.30  25200.00     73.10
0011    28800.00     88.70  32400.00    105.20  36000.00    121.10  39600.00    142.80
0012    43200.00    174.30  46800.00    220.70  50400.00    281.60  54000.00    349.50
0013    57600.00    409.40  61200.00    460.20  64800.00    502.00  68400.00    535.40
0014    72000.00    561.60  75600.00    581.20  79200.00    568.90  82800.00    584.70
0015    86400.00    571.40  90000.00    554.10  93600.00    535.40  97200.00    526.00
0016   100800.00    533.6  104400.00    569.70 108000.00    627.40 111600.00    713.00
0017   115200.00    818.50 118800.00    925.90 122400.00   1024.70 126000.00   1161.90
0018   129600.00   1345.70 133200.00   1590.30 136800.00   1891.80 140400.00   2222.40
0019   144000.00   2515.80 147600.00   2767.30 151200.00   2978.90 154800.00   3147.20
0020   158400.00   3276.20 162000.00   3367.10 165600.00   3402.30 169200.00   3379.40
0021   172800.00   3305.80 176400.00   3190.70 180000.00   3045.70 183600.00   2891.30
0022   187200.00   2706.10 190800.00   2527.39 194400.00   2351.00 198000.00   2181.30
0023   201600.00   2019.30 205200.00   1864.10 208800.00   1714.20 212400.00   1573.50
0024   216000.00   1442.90 219600.00   1323.60 223200.00   1216.30 226800.00   1120.20
0025   230400.00   1031.40 234000.00    949.50 237600.00    874.30 241200.00    804.60
0026   244800.00    740.50 248400.00    681.70 252000.00    627.50 255600.00    577.50
0027   259200.00    531.50
0028      104.75      0.00    105.75     47.10    106.75     150.47    107.75    296.76
0029      108.75    456.90    109.75    460.95    110.75     508.43    111.75    727.62
0030      112.75    976.96    113.75   1254.96    114.75    1560.22    115.75   1891.35
0031      116.75   2247.47
0032      120.00    120.00      0.00    114.00    114.00       0.00
0033      105.20    104.75      0.45    113.00    113.00       0.00
0034      113.00    113.00      0.00    119.00    119.00       0.00
0035      114.00    114.00      0.00    105.80    104.78       1.02
0036      113.00    113.00      0.00    113.00    113.00       0.00
0037      118.00    118.00      0.00    113.80    113.80       0.00
0038      106.79    105.40      1.39    113.00    113.00       0.00
0039      113.00    113.00      0.00    117.00    117.00       0.00
0040      113.60    113.60      0.00    107.48    105.50       1.98
0041      112.80    112.80      0.00    112.80    112.80       0.00
0042      118.20    118.20      0.00    114.50    114.50       0.00
0043      107.55    105.75      1.80    114.80    114.80       0.00
0044      115.00    115.00      0.00    118.00    118.00       0.00
0045      114.00    114.00      0.00    107.66    105.97       1.69
0046      112.00    112.00      0.00    112.00    112.00       0.00
0047      118.00    118.00      0.00    114.00    114.00       0.00
0048      107.89    106.50      1.39    111.00    111.00       0.00
```

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0049	111.00	111.00	0.00	120.00	120.00	0.00
0050	114.50	114.50	0.00	108.67	107.38	1.29
0051	110.50	110.50	0.00	110.50	110.50	0.00
0052	120.00	120.00	0.00	114.00	114.00	0.00
0053	110.08	108.35	1.73	111.50	111.50	0.00
0054	111.50	111.50	0.00	119.00	119.00	0.00
0055	113.00	113.00	0.00	110.79	108.62	2.17
0056	111.80	111.80	0.00	112.00	112.00	0.00
0057	120.00	120.00	0.00	114.00	114.00	0.00
0058	111.58	110.12	1.46	114.00	114.00	0.00
0059	114.00	114.00	0.00	121.00	121.00	0.00
0060	115.00	115.00	0.00	113.38	111.19	2.19
0061	115.80	115.80	0.00	115.80	115.80	0.00
0062	122.00	122.00	0.00	120.00	120.00	0.00
0063	114.90	112.79	2.11	118.00	118.00	0.00
0064	118.00	118.00	0.00	123.00	123.00	0.00
0065	120.00	120.00	0.00	115.64	113.14	2.50
0066	121.00	121.00	0.00	121.00	121.00	0.00
0067	130.20	130.20	0.00	123.00	123.00	0.00
0068	116.30	114.33	1.97	123.00	123.00	0.00
0069	123.00	123.00	0.00	132.50	132.50	0.00
0070	136.00	136.00	0.00	118.72	115.44	3.28
0071	129.00	129.00	0.00	129.00	129.00	0.00
0072	140.00	140.00	0.00	140.00	140.00	0.00
0073	121.57	121.57	.00	134.00	134.00	0.00
0074	134.00	134.00	0.00	140.00	140.00	0.00
0075	139.00	139.00	0.00	123.42	122.12	1.42
0076	139.00	139.00	0.00	139.00	139.00	0.00
0077	140.00	140.00	0.00	142.00	142.00	0.00
0078	124.83	123.75	1.08	144.50	144.50	0.00
0079	144.50	144.50	0.00	142.00	142.00	0.00
0080	146.00	146.00	0.00	126.08	125.32	0.76
0081	154.00	154.00	0.00	154.00	154.00	0.00
0082	200.00	200.00	0.00	175.00	175.00	0.00
0083	128.07	127.00	1.07	170.00	170.00	0.00
0084	225.00	225.00	0.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

?ARVEG T=00004 IS ON CR00012 USING 00004 BLKS R=0000

0001	114.40	4540.00	1.45	1.10
0002	113.40	4640.00	1.45	1.10
0003	114.50	1940.00	1.45	1.10
0004	114.40	2140.00	1.45	1.10
0005	113.40	2140.00	1.45	1.10
0006	114.50	1700.00	1.45	1.10
0007	114.20	2020.00	1.45	1.10
0008	113.40	2020.00	1.45	1.10
0009	114.50	1400.00	1.45	1.10
0010	113.80	4000.00	1.45	1.10
0011	114.00	2090.00	1.45	1.10
0012	113.20	2090.00	1.45	1.10
0013	115.80	4400.00	1.45	1.10
0014	114.30	1460.00	1.45	1.10
0015	113.80	4000.00	1.45	1.10
0016	114.90	2500.00	1.45	1.10
0017	115.20	2500.00	1.45	1.10
0018	116.30	1520.00	1.45	1.10
0019	115.80	4400.00	1.45	1.10
0020	114.40	3100.00	1.45	1.10
0021	112.40	3100.00	1.45	1.10
0022	113.50	1340.00	1.45	1.10
0023	114.40	2250.00	1.45	1.10
0024	111.40	2250.00	1.45	1.10
0025	112.50	1100.00	1.45	1.10
0026	114.90	3620.00	1.45	1.10
0027	110.90	3620.00	1.45	1.10
0028	112.90	1060.00	1.45	1.10
0029	114.40	1840.00	1.45	1.10
0030	111.90	1840.00	1.45	1.10
0031	113.00	1020.00	1.45	1.10
0032	113.40	2960.00	1.45	1.10
0033	112.20	2960.00	1.45	1.10
0034	113.30	1120.00	1.45	1.10
0035	114.40	4350.00	1.45	1.10
0036	114.40	4350.00	1.45	1.10
0037	115.50	1200.00	1.45	1.10
0038	115.40	2230.00	1.45	1.10
0039	116.20	2230.00	1.45	1.10
0040	117.30	1540.00	1.45	1.10
0041	120.40	2900.00	1.45	1.10
0042	118.40	2900.00	1.45	1.10
0043	119.50	1500.00	1.45	1.10
0044	120.40	4860.00	1.45	1.10
0045	121.40	4860.00	1.45	1.10
0046	122.50	1700.00	1.45	1.10
0047	123.40	1680.00	1.45	1.10
0048	123.40	1680.00	1.45	1.10

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0049	124.50	1900.00	1.45	1.10
0050	142.00	3300.00	1.45	1.10
0051	136.40	3280.00	1.45	1.10
0052	129.40	3280.00	1.45	1.10
0053	138.50	2200.00	1.45	1.10
0054	142.00	1140.00	1.45	1.10
0055	141.40	2600.00	1.45	1.10
0056	142.00	3300.00	1.45	1.10
0057	134.40	2600.00	1.45	1.10
0058	135.50	1940.00	1.45	1.10
0059	141.00	2340.00	1.45	1.10
0060	141.00	1260.00	1.45	1.10
0061	143.00	2880.00	1.45	1.10
0062	139.40	2070.00	1.45	1.10
0063	139.40	2070.00	1.45	1.10
0064	140.50	2300.00	1.45	1.10
0065	145.50	2700.00	1.45	1.10
0066	143.00	1740.00	1.45	1.10
0067	141.00	2340.00	1.45	1.10
0068	142.40	2340.00	1.45	1.10
0069	143.00	2880.00	1.45	1.10
0070	144.90	2040.00	1.45	1.10
0071	146.00	1900.00	1.45	1.10
0072	145.50	2700.00	1.45	1.10
0073	201.50	5000.00	1.45	1.10
0074	147.00	1800.00	1.45	1.10
0075	146.50	1820.00	1.45	1.10
0076	154.50	1820.00	1.45	1.10
0077	155.50	2180.00	1.45	1.10
0078	226.00	1900.00	1.45	1.10
0079	201.50	4600.00	1.45	1.10
0080	201.50	5000.00	1.45	1.10
0081	175.40	4780.00	1.45	1.10
0082	170.40	4780.00	1.45	1.10
0083	226.50	6000.00	1.45	1.10
0084	226.50	1900.00	1.45	1.10

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
?QTRIG T=00004 IS ON CR00012 USING 00001 BLKS R=0000

0001     63
0002        0.00      9.60  43200.00     12.50  86400.00     16.00 129600.00     17.70
0003   172800.00     15.80 216000.00     13.09 259200.00     11.20
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
?APUNG T=0004 IS ON CR0012 USING 0006 BLKS W=0000

0001   1 0 1 0 0 1 0 2 0 0 0 1 0 2 0 0 0 1 0 2 0 0 0 0 0 0 1
0002   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0003   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 2
0004   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 2 0 3 0 1 0 0 2 0 0 1
0005   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 2 0 0 1 0 0 1
0006   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 1
0007   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0008   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 1
0009   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0010   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 1
0011   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0012   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 1
0013   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0014   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 1
0015   1 0 1 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0016   1 0 1 0 1 2 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 1
0017   1 0 2 0 1 1 0 2 0 2 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 1
0018   2 0 2 0 1 2 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 3 0 1 0 0 1 0 0 3
0019   1 0 3 0 2 1 0 2 0 2 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 3 0 0 1
0020   2 0 2 0 1 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 2 0 1 0 0 1 0 0 2
0021   0 0 2 0 2 0 0 2 0 1 0 0 0 0 2 0 1 0 0 0 0 2 0 1 0 0 2 0 0 0
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

?ARIOS T=00004 IS ON CR00012 USING 00024 BLKS R=0000

0001	1240.00	0.52
0002	2840.00	0.44
0003	1460.00	0.55
0004	3200.00	0.68
0005	1780.00	0.46
0006	1720.00	0.48
0007	1040.00	0.52
0008	3500.00	0.45
0009	1240.00	0.48
0010	1280.00	0.56
0011	1460.00	0.45
0012	2700.00	0.50
0013	3200.00	0.32
0014	1480.00	0.47
0015	1780.00	0.48
0016	1720.00	0.47
0017	1920.00	0.50
0018	920.00	0.57
0019	3540.00	0.48
0020	1040.00	0.48
0021	900.00	0.52
0022	1280.00	0.44
0023	2350.00	0.35
0024	2700.00	0.50
0025	1320.00	0.40
0026	1480.00	0.53
0027	1920.00	0.55
0028	830.00	0.55
0029	3700.00	0.46
0030	920.00	0.43
0031	1400.00	0.43
0032	980.00	0.47
0033	1860.00	0.30
0034	2350.00	0.65
0035	1320.00	0.60
0036	1500.00	0.51
0037	880.00	0.57
0038	2920.00	0.51
0039	830.00	0.45
0040	1540.00	0.52
0041	1400.00	0.57
0042	2400.00	0.50
0043	1860.00	0.70
0044	1420.00	0.54
0045	1500.00	0.49
0046	1280.00	0.59
0047	900.00	0.44
0048	2900.00	0.52

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0049	880.00	0.43
0050	1080.00	0.63
0051	1540.00	0.48
0052	3150.00	0.60
0053	2400.00	0.50
0054	1220.00	0.46
0055	1420.00	0.46
0056	1280.00	0.41
0057	1160.00	0.50
0058	1340.00	0.42
0059	3040.00	0.55
0060	900.00	0.56
0061	870.00	0.71
0062	1080.00	0.37
0063	2980.00	0.34
0064	3150.00	0.40
0065	1080.00	0.46
0066	1220.00	0.54
0067	1160.00	0.50
0068	1190.00	0.50
0069	1360.00	0.41
0070	3200.00	0.52
0071	1040.00	0.58
0072	880.00	0.43
0073	870.00	0.29
0074	2640.00	0.62
0075	2980.00	0.66
0076	1940.00	0.53
0077	1080.00	0.54
0078	1100.00	0.50
0079	1020.00	0.45
0080	1670.00	0.41
0081	3000.00	0.52
0082	1360.00	0.59
0083	1020.00	0.25
0084	880.00	0.57
0085	3040.00	0.28
0086	2640.00	0.38
0087	1080.00	0.58
0088	1040.00	0.47
0089	1020.00	0.55
0090	1060.00	0.43
0091	1840.00	0.54
0092	3000.00	0.45
0093	1670.00	0.59
0094	1520.00	0.16
0095	1020.00	0.75
0096	3480.00	0.31
0097	3040.00	0.72
0098	1160.00	0.55

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0099	1080.00	0.42
0100	1960.00	0.57
0101	1320.00	0.48
0102	1620.00	0.48
0103	2800.00	0.51
0104	1840.00	0.46
0105	1400.00	0.57
0106	1520.00	0.84
0107	3000.00	0.65
0108	3480.00	0.69
0109	1380.00	0.34
0110	1160.00	0.45
0111	1320.00	0.52
0112	1540.00	0.47
0113	1920.00	0.46
0114	2800.00	0.56
0115	1620.00	0.52
0116	3240.00	0.34
0117	1400.00	0.43
0118	2740.00	0.43
0119	3000.00	0.35
0120	1480.00	0.49
0121	1380.00	0.65
0122	1540.00	0.53
0123	1660.00	0.53
0124	1640.00	0.69
0125	2500.00	0.50
0126	1920.00	0.54
0127	1640.00	0.73
0128	3240.00	0.66
0129	4120.00	0.33
0130	2740.00	0.57
0131	1780.00	0.44
0132	1480.00	0.51
0133	1600.00	0.48
0134	1580.00	0.47
0135	1500.00	0.42
0136	2940.00	0.43
0137	1640.00	0.31
0138	1800.00	0.61
0139	1640.00	0.27
0140	3180.00	0.65
0141	4120.00	0.67
0142	2000.00	0.58
0143	1780.00	0.56
0144	1580.00	0.53
0145	1640.00	0.52
0146	1540.00	0.35
0147	2940.00	0.54
0148	1500.00	0.58

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0149	1700.00	0.47
0150	1800.00	0.39
0151	3000.00	0.21
0152	3180.00	0.35
0153	1820.00	0.43
0154	2100.00	0.42
0155	1640.00	0.48
0156	1700.00	0.49
0157	1850.00	0.54
0158	2340.00	0.53
0159	1540.00	0.47
0160	1700.00	0.53
0161	2400.00	0.46
0162	3300.00	0.79
0163	1830.00	0.44
0164	1820.00	0.57
0165	1700.00	0.51
0166	1960.00	0.55
0167	1630.00	0.56
0168	1950.00	0.46
0169	1700.00	0.59
0170	2440.00	0.53
0171	2400.00	0.54
0172	2300.00	0.49
0173	1800.00	0.56
0174	1960.00	0.45
0175	1700.00	0.49
0176	1630.00	0.44
0177	1720.00	0.51
0178	2370.00	0.45
0179	2440.00	0.47
0180	1980.00	0.53
0181	2000.00	0.51
0182	1700.00	0.51
0183	1660.00	0.48
0184	1770.00	0.55
0185	1900.00	0.47
0186	2070.00	0.55
0187	1580.00	0.58
0188	1980.00	0.47
0189	1940.00	0.58
0190	1660.00	0.52
0191	2130.00	0.37
0192	1770.00	0.45
0193	3160.00	0.26
0194	1900.00	0.53
0195	1680.00	0.39
0196	1580.00	0.42
0197	1840.00	0.42
0198	2130.00	0.63

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0199	3160.00	0.74
0200	1680.00	0.61

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

?ALCAS T=0004 IS ON CR(0012 USING 00003 BLKS P=0000

0001	1	1	1.00	1.00	10.00	0.013	2.65	3.76
0002	2	1	1.00	1.00	10.00	0.013	2.65	3.76
0003	1	1	1.00	1.20	10.00	0.013	2.65	3.76
0004	1	0	1.20	0.00	12.00	0.024	2.65	3.76
0005	2	1	0.80	1.00	10.00	0.013	2.65	3.76
0006	1	1	1.20	1.20	12.00	0.013	2.65	3.76
0007	1	0	1.00	0.00	10.00	0.024	2.65	3.76
0008	3	0	1.00	0.00	12.00	0.024	2.65	3.76
0009	1	1	1.20	1.20	12.00	0.013	2.65	3.76
0010	1	0	1.20	0.00	10.00	0.024	2.65	3.76
0011	1	0	1.20	0.00	10.00	0.024	2.65	3.76

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

?ARARG T=00004 IS ON CR00012 USING 00096 BLKS R=0000

0001	120.003325625.00	121.003325625.00	122.003325625.00
0002	123.003325625.00	124.003325625.00	125.003325625.00
0003	126.003325625.00	127.003325625.00	128.003325625.00
0004	129.003325625.00		
0005	114.005600000.00	115.005600000.00	116.005600000.00
0006	117.005600000.00	118.005600000.00	119.005600000.00
0007	120.005600000.00	121.005600000.00	122.005600000.00
0008	123.005600000.00		
0009	104.75 269120.00	106.75 300625.60	108.75 373241.60
0010	110.75 392358.40	112.75 392358.40	114.75 392358.40
0011	116.75 392358.40	120.75 392358.40	124.75 392358.40
0012	128.75 392358.40		
0013	113.009893750.00	114.009893750.00	115.009893750.00
0014	116.009893750.00	117.009893750.00	118.009893750.00
0015	119.009893750.00	120.009893750.00	121.009893750.00
0016	122.009893750.00		
0017	113.007362500.00	114.007362500.00	115.007362500.00
0018	116.007362500.00	117.007362500.00	118.007362500.00
0019	119.007362500.00	120.007362500.00	121.007362500.00
0020	122.007362500.00		
0021	119.003550000.00	120.003550000.00	121.003550000.00
0022	122.003550000.00	123.003550000.00	124.003550000.00
0023	125.003550000.00	126.003550000.00	127.003550000.00
0024	128.003550000.00		
0025	114.004550000.00	115.004550000.00	116.004550000.00
0026	117.004550000.00	118.004550000.00	119.004550000.00
0027	120.004550000.00	121.004550000.00	122.004550000.00
0028	123.004550000.00		
0029	104.78 85600.00	106.78 169274.00	108.78 180915.60
0030	110.78 181621.80	112.78 181621.80	114.78 181621.80
0031	116.78 181621.80	118.78 181621.80	120.78 181621.80
0032	122.78 181621.80		
0033	113.008125000.00	114.008125000.00	115.008125000.00
0034	116.008125000.00	117.008125000.00	118.008125000.00
0035	119.008125000.00	120.008125000.00	121.008125000.00
0036	122.008125000.00		
0037	113.005893750.00	114.005893750.00	115.005893750.00
0038	116.005893750.00	117.005893750.00	118.005893750.00
0039	119.005893750.00	120.005893750.00	121.005893750.00
0040	122.005893750.00		
0041	118.003331250.00	119.003331250.00	120.003331250.00
0042	121.003331250.00	122.003331250.00	123.003331250.00
0043	124.003331250.00	125.003331250.00	126.003331250.00
0044	127.003331250.00		
0045	113.803756250.00	114.803756250.00	115.803756250.00
0046	116.803756250.00	117.803756250.00	118.803756250.00
0047	119.803756250.00	120.803756250.00	121.803756250.00
0048	122.803756250.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0049	105.40 32320.00	107.40 104292.60	109.40 176305.60
0050	111.40 201515.20	113.40 201515.20	115.40 201515.20
0051	117.40 201515.20	119.40 201515.20	121.40 201515.20
0052	123.40 201515.20		
0053	113.005856250.00	114.005856250.00	115.005856250.00
0054	116.005856250.00	117.005856250.00	118.005856250.00
0055	119.005856250.00	120.005856250.00	121.005856250.00
0056	122.005856250.00		
0057	113.007287500.00	114.007287500.00	115.007287500.00
0058	116.007287500.00	117.007287500.00	118.007287500.00
0059	119.007287500.00	120.007287500.00	121.007287500.00
0060	122.007287500.00		
0061	117.002793750.00	118.002793750.00	119.002793750.00
0062	120.002793750.00	121.002793750.00	122.002793750.00
0063	123.002793750.00	124.002793750.00	125.002793750.00
0064	126.002793750.00		
0065	113.603068750.00	114.603068750.00	115.603068750.00
0066	116.603068750.00	117.603068750.00	118.603068750.00
0067	119.603068750.00	120.603068750.00	121.603068750.00
0068	122.603068750.00		
0069	105.50 43890.00	107.50 116057.70	109.50 157544.20
0070	111.50 219993.40	113.50 219993.40	115.50 219993.40
0071	117.50 219993.40	119.50 219993.40	121.50 219993.40
0072	123.50 219993.40		
0073	112.805225000.00	113.805225000.00	114.805225000.00
0074	115.805225000.00	116.805225000.00	117.805225000.00
0075	118.805225000.00	119.805225000.00	120.805225000.00
0076	121.805225000.00		
0077	112.806412500.00	113.806412500.00	114.806412500.00
0078	115.806412500.00	116.806412500.00	117.806412500.00
0079	118.806412500.00	119.806412500.00	120.806412500.00
0080	121.806412500.00		
0081	118.202731250.00	119.202731250.00	120.202731250.00
0082	121.202731250.00	122.202731250.00	123.202731250.00
0083	124.202731250.00	125.202731250.00	126.202731250.00
0084	127.202731250.00		
0085	114.503962500.00	115.503962500.00	116.503962500.00
0086	117.503962500.00	118.503962500.00	119.503962500.00
0087	120.503962500.00	121.503962500.00	122.503962500.00
0088	123.503962500.00		
0089	105.75 107500.00	107.75 207575.00	109.75 216175.00
0090	111.75 217125.00	113.75 217125.00	115.75 217125.00
0091	117.75 217125.00	119.75 217125.00	121.75 217125.00
0092	123.75 217125.00		
0093	114.807825000.00	115.807825000.00	116.807825000.00
0094	117.807825000.00	118.807825000.00	119.807825000.00
0095	120.807825000.00	121.807825000.00	122.807825000.00
0096	123.807825000.00		
0097	115.005812500.00	116.005812500.00	117.005812500.00
0098	118.005812500.00	119.005812500.00	120.005812500.00

WWW.BIGETULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0099	121.005812500.00	122.005812500.00	123.005812500.00
0100	124.005812500.00		
0101	118.002551250.00	119.002551250.00	120.002551250.00
0102	121.002551250.00	122.002551250.00	123.002551250.00
0103	124.002551250.00	125.002551250.00	126.002551250.00
0104	127.002551250.00		
0105	114.003068750.00	115.003068750.00	116.003068750.00
0106	117.003068750.00	118.003068750.00	119.003068750.00
0107	120.003068750.00	121.003068750.00	122.003068750.00
0108	123.003068750.00		
0109	105.97 93000.00	107.97 267437.00	109.97 386446.00
0110	111.97 514786.00	113.97 514786.00	115.97 514786.00
0111	117.97 514786.00	119.97 514786.00	121.97 514786.00
0112	123.97 514786.00		
0113	112.005881250.00	113.005881250.00	114.005881250.00
0114	115.005881250.00	116.005881250.00	117.005881250.00
0115	118.005881250.00	119.005881250.00	120.005881250.00
0116	121.005881250.00		
0117	112.004606250.00	113.004606250.00	114.004606250.00
0118	115.004606250.00	116.004606250.00	117.004606250.00
0119	118.004606250.00	119.004606250.00	120.004606250.00
0120	121.004606250.00		
0121	118.003175000.00	119.003175000.00	120.003175000.00
0122	121.003175000.00	122.003175000.00	123.003175000.00
0123	124.003175000.00	125.003175000.00	126.003175000.00
0124	127.003175000.00		
0125	114.002650000.00	115.002650000.00	116.002650000.00
0126	117.002650000.00	118.002650000.00	119.002650000.00
0127	120.002650000.00	121.002650000.00	122.002650000.00
0128	123.002650000.00		
0129	106.50 78750.00	108.50 279270.00	110.50 358740.00
0130	112.50 359617.50	114.50 359617.50	116.50 359617.50
0131	118.50 359617.50	120.50 359617.50	122.50 359617.50
0132	124.50 359617.50		
0133	111.004383500.00	112.004383500.00	113.004383500.00
0134	114.004383500.00	115.004383500.00	116.004383500.00
0135	117.004383500.00	118.004383500.00	119.004383500.00
0136	120.004383500.00		
0137	111.504431250.00	112.504431250.00	113.504431250.00
0138	114.504431250.00	115.504431250.00	116.504431250.00
0139	117.504431250.00	118.504431250.00	119.504431250.00
0140	120.504431250.00		
0141	120.003700000.00	121.003700000.00	122.003700000.00
0142	123.003700000.00	124.003700000.00	125.003700000.00
0143	126.003700000.00	127.003700000.00	128.003700000.00
0144	129.003700000.00		
0145	114.502156250.00	115.502156250.00	116.502156250.00
0146	117.502156250.00	118.502156250.00	119.502156250.00
0147	120.502156250.00	121.502156250.00	122.502156250.00
0148	123.502156250.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0149	107.38 108600.00	109.38 272839.40	111.38 302839.40
0150	113.38 307084.60	115.38 307084.60	117.38 307084.60
0151	119.38 307084.60	121.38 307084.60	123.38 307084.60
0152	125.38 307084.60		
0153	110.504218750.00	111.504218750.00	112.504218750.00
0154	113.504218750.00	114.504218750.00	115.504218750.00
0155	116.504218750.00	117.504218750.00	118.504218750.00
0156	119.504218750.00		
0157	110.504562500.00	111.504562500.00	112.504562500.00
0158	113.504562500.00	114.504562500.00	115.504562500.00
0159	116.504562500.00	117.504562500.00	118.504562500.00
0160	119.504562500.00		
0161	120.004143750.00	121.004143750.00	122.004143750.00
0162	123.004143750.00	124.004143750.00	125.004143750.00
0163	126.004143750.00	127.004143750.00	128.004143750.00
0164	129.004143750.00		
0165	114.002350000.00	115.002350000.00	116.002350000.00
0166	117.002350000.00	118.002350000 00	119.002350000.00
0167	120.002350000.00	121.002350000.00	122.002350000.00
0168	123.002350000.00		
0169	108.35 58880.00	110.35 151450.40	112.35 165011.20
0170	114.35 207381.60	116.35 207381.60	118.35 207381.60
0171	120.35 207381.60	122.35 207381.60	124.35 207381.60
0172	126.35 207381.60		
0173	111.503431250.00	112.503431250.00	113.503431250.00
0174	114.503431250.00	115.503431250.00	116.503431250.00
0175	117.503431250.00	118.503431250.00	119.503431250.00
0176	120.503431250.00		
0177	111.504050000.00	112.004050000.00	113.504050000.00
0178	114.504050000.00	115.504050000.00	116.504050000.00
0179	117.504050000.00	118.504050000.00	119.504050000.00
0180	120.504050000.00		
0181	119.005062500.00	120.005062500.00	121.005062500.00
0182	122.005062500.00	123.005062500.00	124.005062500.00
0183	125.005062500.00	126.005062500.00	127.005062500.00
0184	128.005062500.00		
0185	113.004025000.00	114.004025000.00	115.004025000.00
0186	116.004025000.00	117.004025000.00	118.004025000.00
0187	119.004025000.00	120.004025000.00	121.004025000.00
0188	122.004025000.00		
0189	108.62 59200.00	110.62 186509.60	112.62 256621.60
0190	114.62 259621.60	116.62 259621.60	118.62 259621.60
0191	120.62 259621.60	122.62 259621.60	124.62 259621.60
0192	126.62 259621.60		
0193	111.803875000.00	112.803875000.00	113.803875000.00
0194	114.803875000.00	115.803875000.00	116.803875000.00
0195	117.803875000.00	118.803875000.00	119.803875000.00
0196	120.803875000.00		
0197	112.004787500.00	113.004787500.00	114.004787500.00
0198	115.004787500.00	116.004787500.00	117.004787500.00

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

```
0199    118.004787500.00    119.004787500.00    120.004787500.00
0200    121.004787500.00
0201    120.004275000.00    121.004275000.00    122.004275000.00
0202    123.004275000.90    124.004275000.00    125.004275000.00
0203    126.004275000.00    127.004275000.00    128.004275000.00
0204    129.004275000.00
0205    114.003331250.00    115.003331250.00    116.003331250.00
0206    117.003331250.00    118.003331250.00    119.003331250.00
0207    120.003331250.00    121.003331250.00    122.003331250.00
0208    123.003331250.00
0209    110.12  78300.00    111.12 191791.50    112.12 257520.00
0210    113.12 310590.00    114.12 363573.00    115.12 369445.50
0211    116.12 369445.50    117.12 369445.50    118.12 369445.50
0212    119.12 369445.50
0213    114.004287500.00    115.004287500.00    116.004287500.00
0214    117.004287500.00    118.004287500.00    119.004287500.00
0215    120.004287500.00    121.004287500.00    122.004287500.00
0216    123.004287500.00
0217    114.505318750.00    115.505318750.00    116.505318750.00
0218    117.505318750.00    118.505318750.00    119.505318750.00
0219    120.505318750.00    121.505318750.00    122.505318750.00
0220    123.505318750.00
0221    121.004718750.00    122.004718750.00    123.004718750.00
0222    124.004718750.00    125.004718750.00    126.004718750.00
0223    127.004718750.00    128.004718750.00    129.004718750.00
0224    130.004718750.00
0225    115.003118750.00    116.003118750.00    117.003118750.00
0226    118.003118750.00    119.003118750.00    120.003118750.00
0227    121.003118750.00    122.003118750.00    123.003118750.00
0228    124.003118750.00
0229    111.19  49060.00    112.19  79990.10    113.19  90315.00
0230    114.19 100617.60    115.19 197444.20    116.19 218406.20
0231    117.19 218406.20    118.19 218406.20    119.19 218406.20
0232    120.19 218406.20
0233    115.805587500.00    116.805587500.00    117.805587500.00
0234    118.805587500.00    119.805587500.00    120.805587500.00
0235    121.805587500.00    122.805587500.00    123.805587500.00
0236    124.805587500.00
0237    115.806462500.00    116.806462500.00    117.806462500.00
0238    118.806462500.00    119.806462500.00    120.806462500.00
0239    121.806462500.00    122.806462500.00    123.806462500.00
0240    124.806462500.00
0241    122.005500000.00    123.005500000.00    124.005500000.00
0242    125.005500000.00    126.005500000.00    127.005500000.00
0243    128.005500000.00    129.005500000.00    130.005500000.00
0244    131.005500000.00
0245    120.005450000.00    121.005450000.00    122.005450000.00
0246    123.005450000.00    124.005450000.00    125.005450000.00
0247    126.005450000.00    127.005450000.00    128.005450000.00
0248    129.005450000.00
```

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0249	112.79 72500.00	114.79 232348.00	116.79 232348.00
0250	118.79 232348.00	120.79 232348.00	122.79 232348.00
0251	124.79 232348.00	126.79 232348.00	128.79 232348.00
0252	130.79 232348.00		
0253	118.004712500.00	119.004712500.00	120.004712500.00
0254	121.004712500.00	122.004712500.00	123.004712500.00
0255	124.004712500.00	125.004712500.00	126.004712500.00
0256	127.004712500.00		
0257	118.006356250.00	119.006356250.00	120.006356250.00
0258	121.006356250.00	122.006356250.00	123.006356250.00
0259	124.006356250.00	125.006356250.00	126.006356250.00
0260	127.006356250.00		
0261	123.002862500.00	124.002862500.00	125.002862500.00
0262	126.002862500.00	127.002862500.00	128.002862500.00
0263	129.002862500.00	130.002862500.00	131.002862500.00
0264	132.002862500.00		
0265	120.004331250.00	121.004331250.00	122.004331250.00
0266	123.004331250.00	124.004331250.00	125.004331250.00
0267	126.004331250.00	127.004331250.00	128.004331250.00
0268	129.004331250.00		
0269	113.14 121500.0	114.14 331986.60	115.14 351718.20
0270	116.14 371498.40	117.14 388265.40	118.14 388265.40
0271	120.14 388265.40	122.14 388265.40	124.14 388265.40
0272	126.14 388265.40		
0273	121.003856250.00	122.003856250.00	123.003856250.00
0274	124.003856250.00	125.003856250.00	126.003856250.00
0275	127.003856250.00	128.003856250.00	129.003856250.00
0276	130.003856250.00		
0277	121.007981250.00	122.007981250.00	123.007981250.00
0278	124.007981250.00	125.007981250.00	126.007981250.00
0279	127.007981250.00	128.007981250.00	129.007981250.00
0280	130.007981250.00		
0281	130.204456250.00	131.204456250.00	132.204456250.00
0282	133.204456250.00	134.204456250.00	135.204456250.00
0283	136.204456250.00	137.204456250.00	138.204456250.00
0284	139.204456250.00		
0285	123.003600000.00	124.003600000.00	125.003600000.00
0286	126.003600000.00	127.003600000.00	128.003600000.00
0287	129.003600000.00	130.003600000.00	131.003600000.00
0288	132.003600000.00		
0289	114.33 67200.00	116.33 126991.20	118.33 175543.20
0290	120.33 215543.20	122.33 255343.20	124.33 275540.20
0291	126.33 275540.20	128.33 275540.20	130.33 275540.20
0292	132.33 275540.20		
0293	123.002187500.00	124.002187500.00	125.002187500.00
0294	126.002187500.00	127.002187500.00	128.002187500.00
0295	129.002187500.00	130.002187500.00	131.002187500.00
0296	132.002187500.00		
0297	123.009062500.00	124.009062500.00	125.009062500.00
0298	126.009062500.00	127.009062500.00	128.009062500.00

WWW.BIBLIOTECA.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0299	129.009062500.00	130.009062500.00	131.009062500.00
0300	132.009062500.00		
0301	137.503881250.00	138.503881250.00	139.503881250.00
0302	140.503881250.00	141.503881250.00	142.503881250.00
0303	143.503881250.00	144.503881250.00	145.503881250.00
0304	146.503881250.00		
0305	136.004125000.00	137.004125000.00	138.004125000.00
0306	139.004125000.00	140.004125000.00	141.004125000.00
0307	142.004125000.00	143.004125000.00	144.004125000.00
0308	145.004125000.00		
0309	116.44 82000.00	118.44 191945.60	120.44 213265.60
0310	122.44 235240.60	124.44 276356.60	126.44 296149.20
0311	128.44 326380.60	130.44 356381.60	132.44 396381.60
0312	134.44 456381.60		
0313	129.004206250.00	130.004206250.00	131.004206250.00
0314	132.004206250.00	133.004206250.00	134.004206250.00
0315	135.004206250.00	136.004206250.00	137.004206250.00
0316	138.004206250.00		
0317	129.008612500.00	130.008612500.00	131.008612500.00
0318	132.008612500.00	133.008612500.00	134.008612500.00
0319	135.008612500.00	136.008612500.00	137.008612500.00
0320	138.008612500.00		
0321	140.003318750.00	141.003318750.00	142.003318750.00
0322	143.003318750.00	144.003318750.00	145.003318750.00
0323	146.003318750.00	147.003318750.00	148.003318750.00
0324	149.003318750.00		
0325	141.005887500.00	142.005887500.00	143.005887500.00
0326	144.005887500.00	145.005887500.00	146.005887500.00
0327	147.005887500.00	148.005887500.00	149.005887500.00
0328	150.005887500.00		
0329	120.77 49400.00	122.77 175058.00	124.77 192816.00
0330	126.77 236585.00	128.77 272856.00	130.77 294323.00
0331	132.77 329944.00	134.77 344844.00	136.77 344844.00
0332	138.77 344844.00		
0333	134.006200000.00	135.006200000.00	136.006200000.00
0334	137.006200000.00	138.006200000.00	139.006200000.00
0335	140.006200000.00	141.006200000.00	142.006200000.00
0336	143.006200000.00		
0337	134.005700000.00	135.005700000.00	136.005700000.00
0338	137.005700000.00	138.005700000.00	139.005700000.00
0339	140.005700000.00	141.005700000.00	142.005700000.00
0340	143.005700000.00		
0341	140.003043750.00	141.003043750.00	142.003043750.00
0342	143.003043750.00	144.003043750.00	145.003043750.00
0343	146.003043750.00	147.003043750.00	148.003043750.00
0344	149.003043750.00		
0345	139.003975000.00	140.003975000.00	141.003975000.00
0346	142.003975000.00	143.003975000.00	144.003975000.00
0347	145.003975000.00	146.003975000.00	147.003975000.00
0348	148.003975000.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0349	122.02 82800.00	124.02 170340.30	126.02 261751.50
0350	128.02 282751.50	130.02 301251.50	132.02 313752.50
0351	134.02 329751.50	136.02 332751.50	138.02 338751.50
0352	140.02 344751.50		
0353	139.006768750.00	140.006768750.00	141.006768750.00
0354	142.006768750.00	143.006768750.00	144.006768750.00
0355	145.006768750.00	146.006768750.00	147.006768750.00
0356	148.006768750.00		
0357	139.004368750.00	140.004368750.00	141.004368750.00
0358	142.004368750.00	143.004368750.00	144.004368750.00
0359	145.004368750.00	146.004368750.00	147.004368750.00
0360	148.004368750.00		
0361	140.004431250.00	141.004431250.00	142.004431250.00
0362	143.004431250.00	144.004431250.00	145.004431250.00
0363	146.004431250.00	147.004431250.00	148.004431250.00
0364	149.004431250.00		
0365	142.005131250.00	143.005131250.00	144.005131250.00
0366	145.005131250.00	146.005131250.00	147.005131250.00
0367	148.005131250.00	149.005131250.00	150.005131250.00
0368	151.005131250.00		
0369	123.75 [illegible]200.00	125.75 183396.00	127.75 202837.20
0370	129.75 [illegible]000.00	131.75 261827.20	133.75 286837.20
0371	135.75 [illegible]837.20	137.75 342837.20	139.75 380837.20
0372	141.75 [illegible]837.20		
0373	144.505756250.00	145.505756250.00	146.505756250.00
0374	147.505756250.00	148.505756250.00	149.505756250.00
0375	150.505756250.00	151.505756250.00	152.505756250.00
0376	153.505756250.00		
0377	144.504412500.00	145.504412500.00	146.504412500.00
0378	147.504412500.00	148.504412500.00	149.504412500.00
0379	150.504412500.00	151.504412500.00	152.504412500.00
0380	153.504412500.00		
0381	142.006637500.00	143.006637500.00	144.006637500.00
0382	145.006637500.00	146.006637500.00	147.006637500.00
0383	148.006637500.00	149.006637500.00	150.006637500.00
0384	151.006637500.00		
0385	146.003250000.00	147.003250000.00	148.003250000.00
0386	149.003250000.00	150.003250000.00	151.003250000.00
0387	152.003250000.00	153.003250000.00	154.003250000.00
0388	155.003250000.00		
0389	125.32 49140.00	127.32 137337.20	129.32 167057.80
0390	131.32 187057.80	133.32 217057.80	135.32 237057.80
0391	137.32 267057.80	139.32 297057.80	141.32 327057.80
0392	143.32 372057.80		
0393	154.005012500.00	155.005012500.00	156.005012500.00
0394	157.005012500.00	158.005012500.00	159.005012500.00
0395	160.005012500.00	161.005012500.00	162.005012500.00
0396	163.005012500.00		
0397	154.002237500.00	155.002237500.00	156.002237500.00
0398	157.002237500.00	158.002237500.00	159.002237500.00

WWW.BIBLIOTECA.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0399	160.002237500.00	161.002237500.00	162.002237500.00
0400	163.002237500.00		
0401	200.009999990.00	201.009999990.00	202.009999990.00
0402	203.009999990.00	204.009999990.00	205.009999990.00
0403	206.009999990.00	207.009999990.00	208.009999990.00
0404	209.009999990.00		
0405	175.002856250.00	176.002856250.00	177.002856250.00
0406	178.002856250.00	179.002856250.00	180.002856250.00
0407	181.002856250.00	182.002856250.00	183.002856250.00
0408	184.002856250.00		
0409	127.00 95600.00	128.00 198991.40	129.00 282402.40
0410	130.00 322908.60	132.00 421703.80	134.00 671703.80
0411	136.00 853703.80	138.001021703.80	140.001211703.80
0412	142.001521733.80		
0413	170.009999990.00	171.009999990.00	172.009999990.00
0414	173.009999990.00	174.009999990.00	175.009999990.00
0415	176.009999990.00	177.009999990.00	178.009999990.00
0416	179.009999990.00		
0417	225.009999999.00	226.009999999.00	227.009999999.00
0418	228.009999999.00	229.009999999.00	230.009999999.00
0419	231.009999999.00	232.009999999.00	233.009999999.00
0420	234.009999999.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

?ARCOG T=00004 IS ON CR00012 USING 00024 BLKS R=0000

0001	120.00 0.00	122.00 96670.55	124.00 373479.00	
0002	126.00 779963.37	128.001297533.00	130.001915202.20	
0003	132.002625381.00	134.003422377.50	136.004301655.00	
0004	138.005259556.00			
0005	119.00 0.00	121.00 109312.30	123.00 433503.62	
0006	125.00 912038.00	127.001522553.50	129.002251915.50	
0007	131.003091051.50	133.004033197.00	135.005072970.00	
0008	137.006205957.00			
0009	120.00 0.00	122.00 66152.64	124.00 228997.25	
0010	126.00 462826.37	128.00 757921.88	130.001108414.70	
0011	132.001510202.70	134.001960194.70	136.002455915.00	
0012	138.002995342.00			
0013	114.00 0.00	116.00 60062.83	118.00 243972.09	
0014	120.00 516712.50	122.00 865294.87	124.001282125.00	
0015	126.001761976.00	128.002300934.50	130.002895920.50	
0016	132.003544385.00			
0017	114.00 0.00	116.00 72652.31	118.00 240167.91	
0018	120.00 541311.25	122.001012050.00	124.001593374.20	
0019	126.002275518.00	128.003051503.00	130.003915923.50	
0020	132.004864456.00			
0021	114.00 0.00	116.00 94585.11	118.00 356297.62	
0022	120.00 828332.25	122.001446459.70	124.002194888.00	
0023	126.003063020.50	128.004043087.00	130.005129006.00	
0024	132.006315820.00			
0025	104.75 0.00	106.75 2178.21	108.75 8598.82	
0026	110.75 23349.13	112.75 51376.94	114.75 87561.63	
0027	116.75 131059.53	118.75 181295.84	120.75 237844.00	
0028	122.75 300368.31			
0029	104.78 0.00	106.78 3935.85	108.78 13784.98	
0030	110.78 30229.32	112.78 61168.66	114.78 100228.67	
0031	116.78 146629.94	118.78 199828.28	120.78 259411.66	
0032	122.78 325055.94			
0033	113.00 0.00	115.00 5999.95	117.00 45732.27	
0034	119.00 172770.66	121.00 473957.00	123.00 938024.25	
0035	125.001520316.20	127.002209754.00	129.002998528.00	
0036	131.003880695.50			
0037	113.00 0.00	115.00 15519.48	117.00 88613.69	
0038	119.00 518159.19	121.001046297.10	123.001712653.50	
0039	125.002503988.00	127.003411076.50	129.004426909.00	
0040	131.005545914.00			
0041	113.00 0.00	115.00 136472.47	117.00 501063.50	
0042	119.001102621.50	121.001879261.70	123.002812874.50	
0043	125.003891132.50	127.005104872.00	129.006446838.00	
0044	131.007911262.00			
0045	113.00 0.00	115.00 165572.94	117.00 568237.37	
0046	119.001162130.50	121.001914057.20	123.002808706.50	
0047	125.003835388.50	127.004986131.00	129.006254466.00	
0048	131.007635236.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0049	119.00 0.00	121.00 104769.69	123.00 424041.75
0050	125.00 897198.25	127.001501761.50	129.002224597.50
0051	131.003056630.00	133.003991115.50	135.005022682.00
0052	137.006146972.00		
0053	118.00 0.00	120.00 75497.86	122.00 344716.31
0054	124.00 808166.12	126.001416352.20	128.002153519.00
0055	130.003009144.00	132.003975488.00	134.005046544.00
0056	136.006217356.00		
0057	119.00 0.00	121.00 46896.24	123.00 168459.69
0058	125.00 344360.44	127.00 567038.50	129.00 831965.50
0059	131.001135980.50	133.001476707.20	135.001852263.50
0060	137.002261093.50		
0061	114.00 0.00	116.00 23003.68	118.00 140753.41
0062	120.00 328463.19	122.00 574506.25	124.00 872553.62
0063	126.001218374.70	128.001608859.50	130.002041571.00
0064	132.002514547.50		
0065	119.00 0.00	121.00 109312.30	123.00 433503.62
0066	125.00 912038.00	127.001522553.50	129.002251915.50
0067	131.003091051.50	133.004033197.00	135.005072970.00
0068	137.006205957.00		
0069	120.00 0.00	122.00 96676.55	124.00 373479.00
0070	126.00 779963.37	128.001297533.00	130.001915202.20
0071	132.002625381.00	134.003422377.50	136.004301655.00
0072	138.005259556.00		
0073	114.00 0.00	116.00 92821.14	118.00 297917.94
0074	120.00 720786.75	122.001343563.70	124.002111991.50
0075	126.003013263.00	128.004038179.00	130.005179625.00
0076	132.006431980.00		
0077	113.80 0.00	115.80 134272.91	117.80 479302.56
0078	119.801106447.50	121.801926221.70	123.802917893.50
0079	125.804067572.00	127.805365010.00	129.806802214.00
0080	131.808372613.00		
0081	114.00 0.00	116.00 94585.11	118.00 356297.62
0082	120.00 828332.25	122.001446459.70	124.002194888.00
0083	126.003063020.50	128.004043087.00	130.005129006.00
0084	132.006315820.00		
0085	114.00 0.00	116.00 104211.97	118.00 338751.94
0086	120.00 732506.75	122.001325862.00	124.002051844.70
0087	126.002899188.00	128.003859702.50	130.004927060.00
0088	132.006096119.00		
0089	104.78 0.00	106.78 2051.72	108.78 9076.95
0090	110.78 25148.37	112.78 56823.30	114.78 97999.77
0091	116.78 147672.59	118.78 205163.91	120.78 269971.56
0092	122.78 341701.81		
0093	105.40 0.00	107.40 1642.89	109.40 8712.93
0094	111.40 25156.00	113.40 56283.43	115.40 96645.27
0095	117.40 145272.34	119.40 201508.72	121.40 264868.12
0096	123.40 334969.62		
0097	104.78 0.00	106.78 3935.85	108.78 13784.98
0098	110.78 30228.32	112.78 61168.66	114.78 100228.67

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0099	116	78	146629.94	118	78	199828.28	120	78 259411.66
0100	122	78	325055.94					
0101	104	75	0.00	106	75	2178.21	108	75 8598.82
0102	110	75	23349.13	112	75	51376.94	114	75 87561.83
0103	116	75	131059.53	118	75	181295.84	120	75 237844.00
0104	122	75	300368.31					
0105	113	00	0.00	115	00	22833.30	117	00 143034.28
0106	119	00	564072.50	121	00	1279862.50	123	00 2211377.00
0107	125	00	3335705.50	127	00	4637425.00	129	00 6105111.00
0108	131	00	7729869.00					
0109	113	00	0.00	115	00	9333.31	117	00 59262.84
0110	119	00	533503.37	121	00	1161240.00	123	00 1969363.20
0111	125	00	2939383.00	127	00	4058667.50	129	00 5317807.00
0112	131	00	6709422.00					
0113	109	50	0.00	111	50	5904.51	113	50 38476.48
0114	115	50	103394.47	117	50	357540.06	119	50 828106.25
0115	121	50	1443728.20	123	50	2188747.00	125	50 3052703.50
0116	127	50	4027[illegible]					
0117	113	00	[illegible]	115	00	5999.95	117	00 45732.27
0118	119	00	172[illegible]	121	00	390401.94	123	00 826804.25
0119	125	00	1384[illegible]	127	00	2051487.20	129	00 2819249.50
0120	131	00	3681[illegible]					
0121	113	00	[illegible]	115	00	165572.94	117	00 568237.37
0122	119	00	1162[illegible]	121	00	1914057.20	123	00 2808706.50
0123	125	00	3835[illegible]	127	00	4986131.00	129	00 6254466.00
0124	131	00	7635[illegible]					
0125	113	00	0.00	115	00	136472.47	117	00 501063.50
0126	119	00	1102[illegible]	121	00	1879261.70	123	00 2812874.50
0127	125	00	3851[illegible]	127	00	5104872.00	129	00 6446888.00
0128	131	00	7911262.00					
0129	113	00	0.00	115	00	199309.94	117	00 635562.00
0130	119	00	1251067.00	121	00	2022226.20	123	00 2934520.00
0131	125	00	3977705.00	127	00	5144015.00	129	00 6427207.00
0132	131	00	7822308.00					
0133	113	00	0.00	115	00	168158.41	117	00 552390.50
0134	119	00	1098002.50	121	00	1783437.20	123	00 2595508.00
0135	125	00	3524991.50	127	00	4564830.00	129	00 5709435.00
0136	131	00	6954213.00					
0137	118	00	0.00	120	00	100351.16	122	00 378576.94
0138	124	00	853426.50	126	00	1470341.00	128	00 2214338.00
0139	130	00	3075264.00	132	00	4045644.00	134	00 5119580.00
0140	136	00	6292318.00					
0141	117	00	0.00	119	00	49444.30	121	00 233030.91
0142	123	00	630134.62	125	00	1191832.70	127	00 1887760.70
0143	129	00	2705919.50	131	00	3637742.50	133	00 4676644.00
0144	135	00	5817332.00					
0145	118	00	0.00	120	00	46356.06	122	00 154980.31
0146	124	00	309810.00	126	00	504619.06	128	00 735623.37
0147	130	00	1000160.60	132	00	1296219.20	134	00 1622201.00
0148	136	00	1976780.70					

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0149	113.80 0.00	115.80 44556.38	117.80 154496.00
0150	119.80 312413.25	121.80 511735.94	123.80 748494.25
0151	125.801019917.90	127.801323911.70	129.801658809.00
0152	131.802023233.50		
0153	118.00 0.00	120.00 99596.12	122.00 383662.25
0154	124.00 862460.12	126.001484053.00	128.002233411.00
0155	130.003100345.00	132.004077348.00	134.005158518.00
0156	136.006339040.00		
0157	119.00 0.00	121.00 104769.69	123.00 424041.75
0158	125.00 897198.25	127.001501761.50	129.002224597.50
0159	131.003056630.00	133.003991115.50	135.005022682.00
0160	137.006146972.00		
0161	113.80 0.00	115.80 143367.31	117.80 497747.87
0162	119.801130161.20	121.801953311.00	123.802946946.00
0163	125.804097411.00	127.805394645.00	129.806830688.00
0164	131.808399132.00		
0165	113.60 0.00	115.60 86374.22	117.60 391121.94
0166	119.60 880773.25	121.601516750.70	123.602283611.50
0167	125.603170939.50	127.604171000.50	129.605277766.00
0168	131.606486299.00		
0169	113.80 0.00	115.80 146511.66	117.80 497501.06
0170	119.801131800.70	121.801957832.00	123.802955186.50
0171	125.804110153.00	127.805412557.00	129.806854467.00
0172	131.808429402.00		
0173	114.00 0.00	116.00 92821.14	118.00 297917.94
0174	120.00 720786.75	122.001343563.70	124.002111991.50
0175	126.003013263.00	128.004038179.00	130.005179625.00
0176	132.006431980.00		
0177	105.40 0.00	107.40 1937.34	109.40 7696.32
0178	111.40 18846.05	113.40 42614.32	115.40 73518.55
0179	117.40 110803.34	119.40 153958.81	121.40 202607.94
0180	123.40 256456.41		
0181	105.50 0.00	107.50 1716.62	109.50 7625.84
0182	111.50 19115.81	113.50 39605.73	115.50 65639.19
0183	117.50 96672.33	119.50 132328.53	121.50 172323.81
0184	123.50 216433.44		
0185	105.40 0.00	107.40 1642.89	109.40 8712.93
0186	111.40 25156.00	113.40 56283.43	115.40 96645.27
0187	117.40 145272.34	119.40 201508.72	121.40 264868.12
0188	123.40 334969.62		
0189	104.78 0.00	106.78 2919.50	108.78 10369.84
0190	110.78 26920.15	112.78 60470.59	114.78 104019.19
0191	116.78 156512.94	118.78 217240.28	120.78 285675.31
0192	122.78 361403.56		
0193	113.00 0.00	115.00 79674.19	117.00 387732.31
0194	119.00 915400.50	121.001609098.70	123.002450644.50
0195	125.003427931.00	127.004532083.00	129.005756146.00
0196	131.007094504.00		
0197	112.80 0.00	114.80 53916.73	116.80 239807.41
0198	118.80 456734.62	120.801061127.70	122.801852453.20

WWW.BIBLIOTECA.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0199	124.802810498.50	126.803921718.50	128.805176203.00	
0200	130 806566110.00			
0201	113.00 0.00	115.00 65780.31	117.00 377640.56	
0202	119.00 943015.75	121.001696742.70	123.002617352.00	
0203	125.003690763.50	127.004906747.00	129.006257372.00	
0204	131.007736148.00			
0205	113.00 0.00	115.00 87674.45	117.00 455287.87	
0206	119.001126379.50	121.002016987.00	123.003108029.00	
0207	125.004377040.00	127.005813941.00	129.007409476.00	
0208	131.009156044.00			
0209	113.00 0.00	115.00 160083.09	117.00 539332.12	
0210	119.001080765.70	121.001762512.00	123.002571197.50	
0211	125.003497491.50	127.004534320.00	129.005676079.00	
0212	131.006918125.00			
0213	113.00 0.00	115.00 169512.03	117.00 587408.25	
0214	119.001187598.20	121.001945117.70	123.002844893.00	
0215	125.003876364.00	127.005031601.00	129.006304284.00	
0216	131.007689186.00			
0217	117.00 0.00	119.00 52184.09	121.00 241948.66	
0218	123.00 643979.37	125.001284526.50	127.001962673.50	
0219	129.002723204.50	131.003657016.00	133.004697764.00	
0220	135.005840173.00			
0221	118.00 0.00	120.00 78894.77	122.00 343332.56	
0222	124.00 784643.37	126.001359969.00	128.002055093.50	
0223	130.002946324.00	132.003761344.5	134.004774285.00	
0224	136.005822881.00			
0225	117.00 0.00	119.00 23907.01	121.00 106712.20	
0226	123.00 2309.3.77	125.00 391199.81	127.00 583551.62	
0227	129.00 865463.62	131.001655077.50	133.001330924.50	
0228	135.001631875.50			
0229	113.60 0.00	115.60 38324.22	117.60 137718.06	
0230	119.60 281561.56	121.60 467679.37	123.60 680279.12	
0231	125.60 928336.37	127.601267514.20	129.601514622.50	
0232	131.601846950.50			
0233	117.00 0.00	119.00 49444.30	121.00 233030.91	
0234	123.00 630184.62	125.001191832.70	127.001887760.70	
0235	129.002705919.50	131.003637742.50	133.004676644.00	
0236	135.005817332.00			
0237	118.00 0.00	120.00 27333.36	122.00 226742.66	
0238	124.00 634929.75	126.001194986.00	128.001886199.00	
0239	130.002698839.50	132.003623975.50	134.004654930.00	
0240	136.005786567.00			
0241	113.60 0.00	115.60 51697.32	117.60 201513.22	
0242	119.60 421934.44	121.60 787712.32	123.601037953.40	
0243	125.601423497.50	127.601856216.20	129.602333692.50	
0244	131.602853026.50			
0245	114.50 0.00	116.50 81635.14	118.50 305890.00	
0246	120.50 834953.50	122.501[illegible]96.00	124.501550339.70	
0247	126.502.28691.50	128.502764[illegible].50	130.503472661.50	
0248	132.504436834.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0249	113.60 0.00	115.60 86374.22	117.60 391121.94
0250	119.60 880773.25	121.601516750.70	123.602283611.50
0251	125.603170939.50	127.604171000.50	129.605277766.00
0252	131.606486299.00		
0253	113.80 0.00	115.80 143367.31	117.80 497747.87
0254	119.801130161.20	121.801953311.00	123.802946946.00
0255	125.804097411.00	127.805394645.00	129.806830688.00
0256	131.808399132.00		
0257	105.50 0.00	107.50 3647.94	109.50 14387.58
0258	111.50 27501.15	113.50 56844.28	115.50 94102.56
0259	117.50 138500.94	119.50 189502.31	121.50 246701.78
0260	123.50 309779.56		
0261	105.75 0.00	107.75 4809.73	109.75 13729.01
0262	111.75 38361.25	113.75 72094.89	115.75 113814.75
0263	117.75 162812.41	119.75 218579.62	121.75 280725.44
0264	123.75 348938.87		
0265	105.50 0.00	107.50 1678.89	109.50 7383.66
0266	111.50 16218.46	113.50 38394.31	115.50 64146.30
0267	117.50 94918.67	119.50 130328.16	121.50 170087.94
0268	123.50 213971.09		
0269	105.40 0.00	107.40 1937.34	109.40 7696.32
0270	111.40 18846.05	113.40 42614.52	115.40 73518.55
0271	117.40 110803.34	119.40 153958.81	121.40 202607.94
0272	123.40 256456.41		
0273	112.80 0.00	114.80 61349.27	116.80 444433.87
0274	118.801081505.00	120.801925403.70	122.802952986.00
0275	124.804148950.00	126.805502126.00	128.807003875.00
0276	130.808647120.00		
0277	113.00 0.00	115.00 72148.39	117.00 407459.94
0278	119.00 976669.75	121.001727837.00	123.002640813.50
0279	125.003702245.00	127.004902342.00	129.006233513.00
0280	131.007689519.00		
0281	112.80 0.00	114.80 91004.86	116.80 475050.19
0282	118.801071358.00	120.801846160.70	122.802780607.00
0283	124.803861964.00	126.805080816.00	128.806429768.00
0284	130.807902833.00		
0285	115.00 0.00	117.00 84398.73	119.00 439119.37
0286	121.001054945.70	123.001868087.20	125.002856654.50
0287	127.004006170.50	129.005305995.00	131.006747883.00
0288	133.008325090.00		
0289	118.20 0.00	120.20 86463.69	122.20 348241.50
0290	124.20 735824.00	126.201230868.70	128.201822647.50
0291	130.202503745.00	132.203268653.50	134.204112981.50
0292	136.205033144.00		
0293	118.00 0.00	120.00 110631.39	122.00 386525.12
0294	124.00 841777.00	126.001427941.00	128.002131573.00
0295	130.002943522.00	132.003856955.00	134.004866505.00
0296	136.005967778.00		
0297	118.20 0.00	120.20 41670.20	122.20 142953.28
0298	124.20 288110.00	126.20 471158.81	128.20 688480.62

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0299	130.20 937545.87	132.201216433.50	134.201523627.00	
0300	136.201857872.70			
0301	114.50 0.00	116.50 29645.76	118.50 175069.78	
0302	120.50 405576.19	122.50 707154.50	124.501072136.20	
0303	126.501495383.20	128.501973119.00	130.502502384.00	
0304	132.503080771.00			
0305	118.20 0.00	120.20 73552.91	122.20 365413.50	
0306	124.20 815214.75	126.201398013.50	128.202099892.00	
0307	130.202911421.00	132.203825590.50	134.204836943.00	
0308	136.205940941.00			
0309	117.00 0.00	119.00 52184.09	121.00 241948.66	
0310	123.00 640070.37	125.001204526.50	127.001902873.50	
0311	129.002723204.50	131.003657016.00	133.004697764.00	
0312	135.005840173.00			
0313	114.50 0.00	116.50 61455.45	118.50 318744.12	
0314	120.50 717793.37	122.501236097.20	124.501861067.00	
0315	126.502584211.00	128.503399246.50	130.504301227.00	
0316	132.505286159.00			
0317	114.00 0.00	116.00 71900.87	118.00 216300.03	
0318	120.00 573799.12	122.001057429.70	124.001652230.00	
0319	126.002348553.00	128.003139428.50	130.004019496.00	
0320	132.004984436.00			
0321	114.50 0.00	116.50 79909.81	118.50 319091.44	
0322	120.50 672619.62	122.501123865.00	124.501663138.20	
0323	126.502283669.50	128.502980444.00	130.503749483.00	
0324	132.504587535.00			
0325	113.60 0.00	115.60 51697.32	117.60 201513.22	
0326	119.60 421904.44	121.60 702712.37	123.601037953.40	
0327	125.601423487.50	127.601856216.20	129.602333692.50	
0328	131.602853686.50			
0329	105.75 0.00	107.75 4413.34	109.75 11368.90	
0330	111.75 38106.22	113.75 76237.19	115.75 124225.47	
0331	117.75 181136.22	119.75 246313.59	121.75 319262.06	
0332	123.75 399584.81			
0333	105.97 0.00	107.97 4139.91	109.97 15174.03	
0334	111.97 40122.79	113.97 82180.42	115.97 135450.81	
0335	117.97 198846.03	119.97 271609.00	121.97 353168.94	
0336	123.97 443073.37			
0337	105.75 0.00	107.75 4765.86	109.75 11873.27	
0338	111.75 34852.73	113.75 67493.13	115.75 108203.02	
0339	117.75 156241.50	119.75 211084.38	121.75 272332.19	
0340	123.75 339662.62			
0341	105.50 0.00	107.50 3723.12	109.50 14513.99	
0342	111.50 27636.83	113.50 57019.14	115.50 94308.34	
0343	117.50 138731.81	119.50 189753.06	121.50 246968.81	
0344	123.50 310058.75			
0345	114.80 0.00	116.80 190002.31	118.80 694897.12	
0346	120.801428177.50	122.802357803.00	124.803464683.50	
0347	126.804735519.00	128.806160307.00	130.807731088.00	
0348	132.809441336.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0349	112.00	0.00	114.00	229461.00	116.00	869707.37		
0350	118.001646220.20		120.002703630.00		122.003960651.50			
0351	124.005402427.00		126.007017739.00		128.008797748.00			
0352	130.0010735120.0							
0353	115.00	0.00	117.00	113355.08	119.00	542841.75		
0354	121.001199671.50		123.002048628.20		125.003069748.50			
0355	127.004249477.00		129.005577739.00		131.007046645.00			
0356	133.008649758.00							
0357	112.80	0.00	114.80	165966.97	116.80	609292.00		
0358	118.801253648.00		120.802070807.50		122.803043909.50			
0359	124.804161278.00		126.805414093.00		128.806795360.00			
0360	130.808299338.00							
0361	115.00	0.00	117.00	92333.33	119.00	483912.87		
0362	121.001092334.50		123.001683068.50		125.002836834.50			
0363	127.003940629.50		129.005184822.00		131.006561914.00			
0364	133.008065686.00							
0365	112.00	0.00	114.00	21143.87	116.00	147746.00		
0366	118.00	595189.25	120.001257691.00		122.002103884.50			
0367	124.003115442.00		126.004279763.00		128.005587214.00			
0368	130.007030456.00							
0369	118.00	0.00	120.00	110370.22	122.00	390593.62		
0370	124.00	799478.00	126.001317281.00		128.001933434.50			
0371	130.002640595.00		132.003433217.50		134.004306895.00			
0372	136.005258045.00							
0373	118.00	0.00	120.00	81167.81	122.00	379568.00		
0374	124.00	862947.00	126.001492319.00		128.002252180.50			
0375	130.003132648.50		132.004124231.50		134.005222656.00			
0376	136.006422403.00							
0377	118.00	0.00	120.00	34412.95	122.00	122149.36		
0378	124.00	248789.50	126.00	408949.00	128.00	599393.62		
0379	130.00	817864.25	132.001062662.20		134.001332440.20			
0380	136.001626082.70							
0381	114.00	0.00	116.00	44680.31	118.00	178786.75		
0382	120.00	404281.12	122.00	697472.12	124.001051198.70			
0383	126.001460622.20		128.001922172.00		130.002433044.00			
0384	132.002990949.50							
0385	118.00	0.00	120.00	117810.03	122.00	397051.44		
0386	124.00	856119.75	126.001445638.20		128.002152334.50			
0387	130.002967140.50		132.003883263.00		134.004895383.00			
0388	136.005999094.00							
0389	118.20	0.00	120.20	93205.25	122.20	359911.81		
0390	124.20	751525.75	126.201250137.20		128.201845180.70			
0391	130.202529318.00		132.203297093.00		134.204144149.00			
0392	136.205066914.00							
0393	114.00	0.00	116.00	65804.22	118.00	198242.59		
0394	120.00	539094.12	122.001002925.40		124.001574919.20			
0395	126.002245587.00		128.003008094.00		130.003857194.00			
0396	132.004788670.00							
0397	114.00	0.00	116.00	71467.27	118.00	229964.47		
0398	120.00	591859.87	122.001077895.20		124.001673614.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0399	126.002369646.50	128.003159178.50	130.004036953.50
0400	132.004998736.00		
0401	114.00 0.00	116.00 71900.87	118.00 216300.03
0402	120.00 573799.12	122.001057429.70	124.001652230.00
0403	126.002348553.00	128.003139428.50	130.004019496.00
0404	132.004984436.00		
0405	114.50 0.00	116.50 56334.16	118.50 292182.06
0406	120.50 657977.12	122.501133089.00	124.501705978.00
0407	126.502368360.00	128.503115970.00	130.503942791.50
0408	132.504845846.00		
0409	105.97 0.00	107.97 3187.95	109.97 11477.77
0410	111.97 31827.49	113.97 64509.24	115.97 105786.25
0411	117.97 154833.28	119.97 211072.44	121.97 274070.19
0412	123.97 343479.62		
0413	106.50 0.00	108.50 3666.27	110.50 13020.17
0414	112.50 28827.76	114.50 54024.61	116.50 85161.77
0415	118.50 121713.91	120.50 163303.19	122.50 209641.00
0416	124.50 260494.37		
0417	105.97 0.00	107.97 3187.95	109.97 11477.77
0418	111.97 31827.49	113.97 64509.24	115.97 105786.25
0419	117.97 154833.28	119.97 211072.44	121.97 274070.19
0420	123.97 343479.62		
0421	105.75 0.00	107.75 4390.10	109.75 11520.57
0422	111.75 38357.97	113.75 76577.23	115.75 124648.48
0423	117.75 181639.37	119.75 246895.56	121.75 319921.89
0424	123.75 400322.00		
0425	112.00 0.00	114.00 224573.69	116.00 722072.12
0426	118.001425255.50	120.002306932.50	122.003350400.50
0427	124.004543905.00	126.005878498.00	128.007347090.00
0428	130.008943764.00		
0429	111.00 0.00	113.00 204653.94	115.00 681918.37
0430	117.001361703.50	119.002216775.00	121.003230548.50
0431	123.004391353.00	125.005690434.00	127.007120678.00
0432	129.008676386.00		
0433	112.00 0.00	114.00 229461.00	116.00 809707.37
0434	118.001646220.20	120.002703630.00	122.003960651.50
0435	124.005402427.00	126.007017739.00	128.008797748.00
0436	130.0010735120.0		
0437	114.80 0.00	116.80 174558.84	118.80 668717.00
0438	120.801393152.50	122.802314961.50	124.803414666.50
0439	126.804678795.00	128.806097276.00	130.807662063.00
0440	132.809366576.00		
0441	112.00 0.00	114.00 21143.87	116.00 147746.00
0442	118.00 595189.25	120.001257691.00	122.002103884.50
0443	124.003115442.00	126.00427903.00	128.005597214.00
0444	130.007030456.00		
0445	115.00 0.00	117.00 108733.50	119.00 515071.19
0446	121.001135282.00	123.001936349.20	125.002899528.50
0447	127.004012076.00	129.005264527.00	131.006649434.00
0448	133.008160708.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0449	112.00	0.00	114.00	55761.62	116.00	314607.50	
0450	118.00	877403.00	120.001647806.50		122.002600415.50		
0451	124.003719059.00		126.004992167.00		128.006410831.00		
0452	130.007967944.00						
0453	111.00	0.00	113.00	27818.15	115.00	171789.91	
0454	117.00	418909.94	119.00	939190.00	121.001614179.70		
0455	123.002427613.50		125.003368491.00		127.004428659.00		
0456	129.005601725.00						
0457	118.00	0.00	120.00	77093.80	122.00	390973.31	
0458	124.00	902550.12	126.001571252.70		128.002380180.50		
0459	130.003317991.50		132.004376350.00		134.005548690.00		
0460	136.006829719.00						
0461	120.00	0.00	122.00	179865.00	124.00	582356.00	
0462	126.001152112.00		128.001866941.00		130.002713254.50		
0463	132.003681461.50		134.004764273.00		136.005955957.00		
0464	138.007251692.00						
0465	118.00	0.00	120.00	19961.97	122.00	109399.34	
0466	124.00	249424.22	126.00	431873.94	128.00	652227.87	
0467	130.00	907444.12	132.001195281.70		134.001513973.20		
0468	136.001862082.50						
0469	114.00	0.00	116.00	40883.01	118.00	153899.03	
0470	120.00	318972.94	122.00	528745.00	124.00	778818.37	
0471	126.001066154.20		128.001388463.00		130.001743941.50		
0472	132.002131106.50						
0473	118.00	0.00	120.00	81167.81	122.00	379568.06	
0474	124.00	862947.00	126.001492319.00		128.002252180.50		
0475	130.003132048.50		132.004124231.50		134.005222656.00		
0476	136.006422403.00						
0477	118.00	0.00	120.00	110370.22	122.00	390593.62	
0478	124.00	799478.00	126.001317281.00		128.001933434.50		
0479	130.002640595.00		132.003433217.50		134.004306895.00		
0480	136.005258045.00						
0481	114.00	0.00	116.00	29975.23	118.00	121331.39	
0482	120.00	370244.56	122.00	718042.62	124.001151996.50		
0483	126.001664200.00		128.002249030.00		130.002902212.50		
0484	132.003620348.50						
0485	114.50	0.00	116.50	58650.30	118.50	194981.81	
0486	120.50	388779.87	122.50	787722.87	124.501291538.20		
0487	126.501890155.70		128.502576549.00		130.503345387.50		
0488	132.504192471.00						
0489	114.00	0.00	116.00	56585.39	118.00	270140.00	
0490	120.00	649682.62	122.001150970.20		124.001760491.50		
0491	126.002469297.00		128.003270839.00		130.004159996.00		
0492	132.005132656.00						
0493	114.00	0.00	116.00	52058.80	118.00	246674.66	
0494	120.00	609934.38	122.001093042.20		124.001682423.20		
0495	126.002369161.00		128.003146769.00		130.004010171.50		
0496	132.004955319.00						
0497	106.50	0.00	108.50	1925.19	110.50	12056.03	
0498	112.50	34556.94	114.50	68443.80	116.50	110972.56	

WWW.BIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0499	118.50	161332.62	120.50	218952.41	122.50	283398.00
0500	124.50	354324.81				
0501	107.38	0.00	109.38	2540.21	111.38	8047.15
0502	113.38	22653.52	115.38	48252.21	117.38	81018.73
0503	119.38	120231.75	121.38	165395.87	123.38	216140.22
0504	125.38	272172.81				
0505	106.50	0.00	108.50	3659.81	110.50	11187.88
0506	112.50	29870.45	114.50	55385.92	116.50	86821.28
0507	118.50	123659.44	120.50	165527.59	122.50	212138.97
0508	124.50	263262.62				
0509	105.97	0.00	107.97	3730.10	109.97	14182.10
0510	111.97	31875.47	113.97	55601.99	115.97	84320.55
0511	117.97	117626.84	119.97	155222.16	121.97	196873.84
0512	123.97	242393.12				
0513	111.00	0.00	113.00	119841.41	115.00	489127.62
0514	117.00	1037291.40	119.00	1738131.70	121.00	2576338.50
0515	123.00	3541398.50	125.00	4625400.00	127.00	5822144.00
0516	129.00	7126565.00				
0517	110.50	0.00	112.50	120580.42	114.50	480304.31
0518	116.50	1011745.00	118.50	1689983.70	120.50	2500391.00
0519	122.50	3432889.00	124.50	4479910.00	126.50	5635510.00
0520	128.50	6894744.00				
0521	111.00	0.00	113.00	172310.12	115.00	628648.00
0522	117.00	1291071.00	119.00	2130713.50	121.00	3130330.00
0523	123.00	4277936.00	125.00	5564491.00	127.00	6982875.00
0524	129.00	8527186.00				
0525	112.00	0.00	114.00	218935.94	116.00	713055.50
0526	118.00	1413403.50	120.00	2292554.50	122.00	3333725.00
0527	124.00	4525868.00	126.00	5857590.00	128.00	7324227.00
0528	130.00	8919064.00				
0529	111.00	0.00	113.00	54110.54	115.00	273516.62
0530	117.00	731807.87	119.00	1353059.00	121.00	2117830.50
0531	123.00	3013617.00	125.00	4031405.00	127.00	5164260.00
0532	129.00	6406582.00				
0533	112.00	0.00	114.00	63044.65	116.00	325181.69
0534	118.00	893292.75	120.00	1668223.70	122.00	2624902.50
0535	124.00	3747313.50	126.00	5023936.00	128.00	6445947.00
0536	130.00	8806242.00				
0537	111.00	0.00	113.00	34557.20	115.00	159440.44
0538	117.00	440599.37	119.00	1021244.40	121.00	1781019.20
0539	123.00	2700594.00	125.00	3767008.50	127.00	4970736.00
0540	129.00	6304345.00				
0541	110.50	0.00	112.50	26837.17	114.50	142747.62
0542	116.50	392010.87	118.50	983552.50	120.50	1773078.70
0543	122.50	2737955.50	124.50	3863347.00	126.50	5138506.00
0544	128.50	6555027.00				
0545	120.00	0.00	122.00	147866.22	124.00	535392.87
0546	126.00	1997055.70	128.00	1808547.20	130.00	2655308.00
0547	132.00	3697245.00	134.00	4716692.00	136.00	5917655.00
0548	138.00	7225094.00				

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0549	120.00	0.00	122.00	133521.28	124.00	460594.25	
0550	126.00	929866.50	128.00	1521932.50	130.00	2225026.00	
0551	132.00	3030941.50	134.00	3933492.50	136.00	4927665.00	
0552	138.00	6009494.00					
0553	120.00	0.00	122.00	31123.75	124.00	150597.22	
0554	126.00	333650.31	128.00	570401.50	130.00	855261.87	
0555	132.00	1184435.00	134.00	1555110.70	136.00	1965073.50	
0556	138.00	2412513.00					
0557	114.50	0.00	116.50	27267.68	118.50	103187.41	
0558	120.50	214213.69	122.50	355352.12	124.50	523645.12	
0559	126.50	717040.63	128.50	933999.37	130.50	1173294.70	
0560	132.50	1433939.50					
0561	120.00	0.00	122.00	158162.53	124.00	547182.25	
0562	126.00	1105707.50	128.00	1810537.00	130.00	2647674.50	
0563	132.00	3607295.50	134.00	4682026.00	136.00	5865967.00	
0564	138.00	7154314.00					
0565	118.00	0.00	120.00	77693.80	122.00	390973.31	
0566	124.00	902550.12	126.00	1571252.70	128.00	2380180.50	
0567	130.00	3317991.50	132.00	4376350.00	134.00	5548690.00	
0568	136.00	6829719.00					
0569	114.50	0.00	116.50	57475.64	118.50	221627.06	
0570	120.50	460843.75	122.50	849269.62	124.50	1378694.50	
0571	126.50	1833285.00	128.50	2452404.50	130.50	3232503.00	
0572	132.50	4038800.50					
0573	114.00	0.00	116.00	13760.95	118.00	86956.89	
0574	120.00	242104.91	122.00	494661.44	124.00	814337.12	
0575	126.00	1194633.50	128.00	1631031.30	130.00	2120115.00	
0576	132.00	2659165.00					
0577	114.50	0.00	116.50	51791.25	118.50	176763.28	
0578	120.50	421809.25	122.50	831867.87	124.50	1344485.50	
0579	126.50	1951720.20	128.50	2646158.00	130.50	3422895.50	
0580	132.50	4276926.00					
0581	114.00	0.00	116.00	37508.72	118.00	130833.09	
0582	120.00	385013.31	122.00	737241.00	124.00	1175161.50	
0583	126.00	1691014.00	128.00	2279259.50	130.00	2935672.00	
0584	132.00	3656894.50					
0585	107.38	0.00	109.38	2474.40	111.38	9340.56	
0586	113.38	25948.00	115.38	49656.02	117.38	79126.69	
0587	119.38	113838.62	121.38	153419.94	123.38	197586.37	
0588	125.38	246111.41					
0589	108.35	0.00	110.35	2392.15	112.35	7956.28	
0590	114.35	23330.06	116.35	46731.12	118.35	76191.06	
0591	120.35	111135.14	122.35	151189.44	124.35	195938.64	
0592	126.35	245290.69					
0593	107.38	0.00	109.38	2532.12	111.38	6872.94	
0594	113.38	24166.33	115.38	50199.11	117.38	83512.32	
0595	119.38	123151.28	121.38	168214.34	123.38	219718.37	
0596	125.38	276200.12					
0597	106.50	0.00	108.50	4459.32	110.50	15044.60	
0598	112.50	41498.65	114.50	77510.03	116.50	121965.00	

WWW.BIBLIOTECA.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0599	118.50 174130.37	120.50 233460.09	122.50 299548.12
0600	124.50 372961.56		
0601	110.50 0.00	112.50 153163.00	114.50 534528.75
0602	116.501083065.50	118.501775804.00	120.502598895.00
0603	122.503542672.50	124.504599833.00	126.505764577.00
0604	128.507032100.00		
0605	111.50 0.00	113.50 157819.03	115.50 532367.12
0606	117.501067249.70	119.501740784.00	121.502539793.00
0607	123.503455049.00	125.504479530.00	127.505607715.00
0608	129.506835003.00		
0609	110.50 0.00	112.50 150066.81	114.50 530293.00
0610	116.501078612.20	118.501771804.70	120.502595901.50
0611	122.503541172.00	124.504600254.00	126.505767303.00
0612	128.507057948.00		
0613	111.00 0.00	113.00 109848.80	115.00 471414.25
0614	117.001013301.20	119.001708631.20	121.002541753.00
0615	123.003502194.00	125.004581656.00	127.005774172.00
0616	129.007074503.00		
0617	110.50 0.00	112.50 9707.31	114.50 94815.12
0618	116.50 326618.81	118.50 934796.00	120.501711174.70
0619	122.502654124.50	124.503778581.50	126.505043427.00
0620	128.506450177.00		
0621	111.00 0.00	113.00 34464.67	115.00 181353.69
0622	117.00 46[illegible]28.25	119.001056263.00	121.001824682.00
0623	123.002758196.00	125.003825922.00	127.005036419.00
0624	129.006376549.00		
0625	110.50 0.00	112.50 13208.70	114.50 109395.42
0626	116.50 377695.25	118.50 809868.37	120.501363706.20
0627	122.502827077.50	124.502791534.00	126.503650746.00
0628	128.504599739.00		
0629	111.50 0.00	113.50 13071.73	115.50 126953.64
0630	117.50 450618.56	119.50 917804.12	121.501508645.00
0631	123.502211201.50	125.503017159.00	127.503920224.00
0632	129.504915428.00		
0633	126.00 0.00	122.00 103087.66	124.00 419413.75
0634	126.00 988680.12	128.001488504.00	130.002205806.50
0635	132.003031600.00	134.003959145.00	136.004983109.00
0636	138.006199148.00		
0637	119.00 0.00	121.00 64410.15	123.00 287144.31
0638	125.00 661969.75	127.001151752.70	129.001744141.50
0639	131.002430840.00	133.003205742.00	135.004064078.00
0640	137.005001952.00		
0641	120.00 0.00	122.00 62050.61	124.00 231202.44
0642	126.00 477798.44	128.00 790897.50	130.001163982.20
0643	132.001592548.20	134.002073195.70	136.002603226.50
0644	138.003180442.00		
0645	114.00 0.00	116.00 24817.93	118.00 102337.94
0646	120.00 217636.44	122.00 365158.25	124.00 541664.25
0647	126.00 744928.37	128.00 973289.50	130.001225428.50
0648	132.001500268.70		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0649	120.00	0.00	122.00	84458.69	124.00	376228.69	
0650	126.00	816580.62	128.001383952.70		130.002062732.70		
0651	132.002846917.50		134.003728746.00		136.004703319.00		
0652	138.005766370.00						
0653	120.00	0.00	122.00	167391.75	124.00	567624.12	
0654	126.001139824.79		128.001860672.00		130.002716032.50		
0655	132.003695972.00		134.004792987.00		136.006011141.00		
0656	138.007315920.00						
0657	114.00	0.00	116.00	152621.12	118.00	528187.87	
0658	120.001110442.00		122.001653139.20		124.002740319.00		
0659	126.003760979.50		128.004906875.00		130.006171447.00		
0660	132.007549400.00						
0661	113.00	0.00	115.00	115996.35	117.00	463874.94	
0662	119.00	976217.90	121.001624826.70		123.002419503.50		
0663	125.003322481.50		127.004336442.00		129.005455599.00		
0664	131.006675161.00						
0665	114.00	0.00	116.00	45025.73	118.00	168926.12	
0666	120.00	348420.25	122.00	632577.37	124.00	980557.62	
0667	126.001386914.70		128.001847709.75		130.002359876.00		
0668	132.002920951.00						
0669	114.50	0.00	116.50	71252.12	118.50	234535.91	
0670	120.50	502689.75	122.50	902433.00	124.501398962.20		
0671	126.501960441.70		128.502605488.00		130.503361774.00		
0672	132.504106035.00						
0673	108.35	0.00	110.35	2067.37	112.35	7612.42	
0674	114.35	22102.43	116.35	44032.90	118.35	71521.12	
0675	120.35	104239.52	122.35	141693.62	124.35	183457.41	
0676	126.35	229507.81					
0677	108.62	0.00	110.62	2615.32	112.62	5899.43	
0678	114.62	22181.27	116.62	45961.39	118.62	76173.11	
0679	120.62	112192.45	122.62	153575.00	124.62	199994.59	
0680	126.62	251189.03					
0681	108.35	0.00	110.35	2423.12	112.35	6867.41	
0682	114.35	22568.97	116.35	45706.21	118.35	74922.00	
0683	120.35	109632.95	122.35	149431.44	124.35	194009.41	
0684	126.35	243123.41					
0685	107.38	0.00	109.38	1605.91	111.38	5395.96	
0686	113.38	24652.41	115.38	47973.63	117.38	77092.27	
0687	119.38	111482.89	121.38	150763.25	123.38	194645.03	
0688	125.38	242897.66					
0689	111.50	0.00	113.50	120669.72	115.50	442648.50	
0690	117.50	910694.87	119.501504934.50		121.502211054.00		
0691	123.503022636.50		125.503932604.50		127.504935864.00		
0692	129.506028270.00						
0693	111.80	0.00	113.80	101154.68	115.80	402358.19	
0694	117.80	847735.50	119.801415895.50		121.802094456.50		
0695	123.802875698.50		125.803760641.50		127.804726579.00		
0696	129.805775219.00						
0697	111.50	0.00	113.50	152417.13	115.50	532347.12	
0698	117.501067249.70		119.501240734.10		121.502539793.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0699	123.503455049.00	125.504479530.00	127.505607715.00
0700	129.506835003.00		
0701	110.50 0.00	112.50 118423.59	114.50 475704.00
0702	116.501004408.20	118.501679578.70	120.502486580.30
0703	122.503415347.00	124.504459344.00	126.505609360.00
0704	128.506864198.30		
0705	111.50 0.00	113.50 71664.28	115.50 263539.44
0706	117.50 659694.62	119.501188651.20	121.501834688.70
0707	123.502589106.50	125.503441681.50	127.504369854.00
0708	129.505428095.00		
0709	110.50 0.00	112.50 13208.70	114.50 109895.42
0710	116.50 377690.25	118.50 839868.37	120.501[illegible]706.20
0711	122.502027077.50	124.502791534.00	126.503[illegible]746.00
0712	128.504599739.00		
0713	111.50 0.00	113.50 82424.25	115.50 260302.00
0714	117.50 798910.12	119.501535235.50	121.[illegible]451614.00
0715	123.503531670.50	125.504763946.00	127.504[illegible]961.00
0716	129.507653172.00		
0717	112.00 0.00	114.00 107034.73	116.00 433607.75
0718	118.001[illegible]536.10	120.[illegible]69.50	122.[illegible]617.00
0719	124.003[illegible]643.00	126.005[illegible]364.00	128.[illegible]611.00
0720	130.008[illegible]219.00		
0721	119.00 0.00	121.00 [illegible]83.02	123.00 229169.31
0722	125.00 58[illegible]3.50	127.00[illegible]178.20	129.[illegible]378.70
0723	131.00[illegible]137.50	133.00[illegible]731.50	135.00[illegible]12.50
0724	137.00[illegible]452.00		
0725	120.00 0.00	122.00 104763.00	124.00 413892.31
0726	126.00 867849.00	128.001[illegible]395.20	130.[illegible]046.50
0727	132.002945190.50	134.003[illegible]350.00	136.004[illegible]419.00
0728	138.005[illegible]260.00		
0729	119.00 0.00	121.00 51087.29	123.00 248081.06
0730	125.00 549038.87	127.00 [illegible]96.88	129.[illegible]946.30
0731	131.001[illegible]4.70	133.002[illegible]066.00	135.[illegible]741.00
0732	137.003[illegible]84.50		
0733	113.00 0.00	115.00 22836.71	117.00 118237.06
0734	119.00 266322.94	121.00 [illegible]26.56	123.00 [illegible]303.13
0735	125.00 957000.37	127.001[illegible]97.20	129.001592575.50
0736	131.001957135.20		
0737	119.00 0.00	121.00 69093.03	123.00 294873.69
0738	125.00 672741.37	127.001[illegible]85.70	129.[illegible]979.50
0739	131.002448930.00	133.003[illegible]955.50	135.004[illegible]208.50
0740	137.005926366.00		
0741	120.00 0.00	122.00 145986.78	124.00 493264.94
0742	126.00 987[illegible]32.37	128.001[illegible]64.70	130.[illegible]332.50
0743	132.003197[illegible]37.50	134.004[illegible]47.00	136.[illegible]83.00
0744	138.006309[illegible]1.00		
0745	113.00 0.00	115.00 [illegible]47.18	117.00 [illegible]5.00
0746	119.00 79[illegible]7.07	121.001[illegible]95.50	123.[illegible]3.50
0747	125.003[illegible]34.00	127.004[illegible]14.00	129.[illegible]291.00
0748	131.006[illegible]17.30		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0749	112.00	0.00	114.00	23636.34	116.00	146107.28	
0750	118.00	401023.31	120.00	831933.00	122.00	1379618.20	
0751	124.00	2032598.50	126.00	2782953.00	128.00	3624657.50	
0752	130.00	4553923.00					
0753	113.00	0.00	115.00	60357.86	117.00	359955.75	
0754	119.00	835593.37	121.00	1458211.20	123.00	2211916.00	
0755	125.00	3086079.50	127.00	4072904.50	129.00	5166203.00	
0756	131.00	6361082.00					
0757	114.00	0.00	116.00	152621.12	118.00	514833.69	
0758	120.00	1092434.00	122.00	1831318.70	124.00	2714434.00	
0759	126.00	3731595.50	128.00	4874185.00	130.00	6135626.00	
0760	132.00	7510538.00					
0761	108.62	0.00	110.62	2480.19	112.62	7044.03	
0762	114.62	21477.18	116.62	43290.77	118.62	70796.55	
0763	120.62	103452.75	122.62	140078.22	124.62	182786.00	
0764	126.62	226946.34					
0765	110.12	0.00	112.12	2982.54	114.12	10974.39	
0766	116.12	24611.08	118.12	48008.34	120.12	77249.08	
0767	122.12	111793.20	124.12	151239.75	126.12	195354.72	
0768	128.12	243848.94					
0769	108.62	0.00	110.62	2666.15	112.62	6471.52	
0770	114.62	23152.61	116.62	47269.73	118.62	77798.11	
0771	120.62	114094.34	122.62	155150.69	124.62	202433.59	
0772	126.62	253865.53					
0773	108.35	0.00	110.35	2667.47	112.35	7196.36	
0774	114.35	22757.70	116.35	44899.59	118.35	73658.37	
0775	120.35	105508.96	122.35	143081.09	124.35	185654.06	
0776	126.35	231323.39					
0777	111.80	0.00	113.80	86330.64	115.80	359083.62	
0778	117.80	762725.25	119.80	1281367.70	121.80	1933548.30	
0779	123.80	2614441.50	125.80	3416565.00	127.80	4302291.00	
0780	129.80	5267816.00					
0781	114.00	0.00	116.00	41557.63	118.00	254358.44	
0782	120.00	637429.12	122.00	1148569.20	124.00	1773145.20	
0783	126.00	2501575.50	128.00	3326959.00	130.00	4243655.00	
0784	132.00	5247534.00					
0785	111.80	0.00	113.80	97530.20	115.80	396223.87	
0786	117.80	839285.62	119.80	1405768.50	121.80	2081285.00	
0787	123.80	2861778.00	125.80	3737175.50	127.80	4703552.00	
0788	129.80	5756810.00					
0789	111.50	0.00	113.50	114354.03	115.50	432659.00	
0790	117.50	896534.62	119.50	1486819.50	121.50	2215190.00	
0791	123.50	2999732.50	125.50	3907139.50	127.50	4917963.00	
0792	129.50	5998036.00					
0793	112.00	0.00	114.00	108397.03	116.00	403939.56	
0794	118.00	992482.12	120.00	1773973.50	122.00	2776646.00	
0795	124.00	3836211.50	126.00	5050928.00	128.00	6448453.00	
0796	130.00	8012842.00					
0797	111.50	0.00	113.50	94716.97	115.50	357460.88	
0798	117.50	902793.50	119.50	1416658.20	121.50	2122199.50	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0799	123.503717048.50	125.504972348.00	127.506369543.00
0800	129.507901783.00		
0801	112.00 0.00	114.00 152785.09	116.00 568733.62
0802	118.001221882.70	120.002359841.20	122.003063844.00
0803	124.004221890.00	126.005521952.00	128.006958922.00
0804	130.008525764.00		
0805	114.00 0.00	116.00 84076.37	118.00 461499.25
0806	120.001052553.50	122.001822753.50	124.002753017.50
0807	126.003930492.00	128.005045683.00	130.006391153.00
0808	132.007860889.00		
0809	120.00 0.00	122.00 81878.98	124.00 369892.12
0810	126.00 805716.87	128.001366865.20	130.002040504.20
0811	132.002817859.00	134.003692379.00	136.004659923.00
0812	138.005713290.00		
0813	121.00 0.00	123.00 48354.74	125.00 299789.00
0814	127.00 699595.37	129.001224652.20	131.001860241.00
0815	133.002597747.50	135.003430524.00	137.004353399.00
0816	139.005362130.00		
0817	120.00 0.00	122.00 69645.67	124.00 242126.06
0818	126.00 493012.36	128.00 802962.25	130.001174733.70
0819	132.001660980.00	134.002078394.00	136.002604341.50
0820	138.003176711.00		
0821	114.00 0.00	116.00 71819.05	118.00 254539.16
0822	120.00 518199.31	122.00 651632.87	124.001248024.20
0823	126.001762764.00	128.002212294.00	130.002773789.00
0824	132.003284958.00		
0825	120.00 0.00	122.00 138023.62	124.00 469729.87
0826	126.00 944321.62	128.001542393.20	130.002252178.00
0827	132.003065433.00	134.003975925.50	136.004978715.00
0828	138.006069690.00		
0829	119.00 0.00	121.00 63925.98	123.00 241044.25
0830	125.00 548750.87	127.001075014.00	129.001656353.70
0831	131.002333945.00	133.003101355.00	135.003953563.00
0832	137.004886545.00		
0833	114.00 0.00	116.00 94175.36	118.00 316924.50
0834	120.00 677009.38	122.001158141.20	124.001821088.20
0835	126.002598727.50	128.003483094.50	130.004468085.00
0836	132.005548781.00		
0837	115.00 0.00	117.00 49981.43	119.00 176719.81
0838	121.00 396973.56	123.00 760241.25	125.001208783.70
0839	127.001736735.70	129.002338483.50	131.003009750.00
0840	133.003747068.00		
0841	114.00 0.00	116.00 79523.95	118.00 269673.00
0842	120.00 580652.75	122.001066432.00	124.001662987.50
0843	126.002360932.50	128.003153330.00	130.004034847.00
0844	132.005001145.00		
0845	113.00 0.00	115.00 108377.09	117.00 414965.69
0846	119.00 911768.87	121.001552918.00	123.002323491.50
0847	125.003213332.50	127.004214997.00	129.005322242.00
0848	131.006533526.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0849	110.12	0.00	112.12	1053.14	114.12	2661.27
0850	116.12	15674.55	118.12	36755.18	120.12	64420.69
0851	122.12	97954.00	124.12	136876.56	126.12	180836.78
0852	128.12	229559.97				
0853	111.19	0.00	113.19	1677.65	115.19	4737.81
0854	117.19	17180.39	119.19	37507.07	121.19	63696.05
0855	123.19	95143.91	125.19	131440.53	127.19	172279.34
0856	129.19	217419.91				
0857	110.12	0.00	112.12	2455.85	114.12	8440.53
0858	116.12	17267.99	118.12	38164.53	120.12	65173.95
0859	122.12	97661.23	124.12	135194.97	126.12	177455.06
0860	128.12	224188.94				
0861	108.62	0.00	110.62	2382.93	112.62	7801.30
0862	114.62	19484.93	116.62	40588.80	118.62	67441.56
0863	120.62	99475.92	122.62	136300.41	124.62	177619.75
0864	126.62	223200.12				
0865	114.00	0.00	116.00	87932.20	118.00	472202.37
0866	120.00	1071751.50	122.00	1852052.20	124.00	2793911.00
0867	126.00	3934425.50	128.00	5113974.00	130.00	6475138.00
0868	132.00	7961786.00				
0869	115.80	0.00	117.80	195801.28	119.80	663954.00
0870	121.80	1333261.00	123.80	2176441.50	125.80	3176952.50
0871	127.80	4323189.00	129.80	5506369.00	131.80	7019559.00
0872	133.80	8556954.00				
0873	114.00	0.00	116.00	41557.63	118.00	290760.06
0874	120.00	689403.00	122.00	1214042.20	124.00	1850833.50
0875	126.00	2590583.00	128.00	3426534.50	130.00	4353415.00
0876	132.00	5366959.00				
0877	111.80	0.00	113.80	118370.31	115.80	412631.06
0878	117.80	835775.87	119.80	1370109.70	121.80	2004960.20
0879	123.80	2732866.50	125.80	3548212.00	127.80	4446505.00
0880	129.80	5424100.00				
0881	114.00	0.00	116.00	74787.52	118.00	442868.94
0882	120.00	1026564.10	122.00	1790330.70	124.00	2714744.50
0883	126.00	3786789.00	128.00	4996877.00	130.00	6337500.00
0884	132.00	7802572.00				
0885	112.00	0.00	114.00	130084.39	116.00	417869.56
0886	118.00	1012389.20	120.00	1799052.00	122.00	2756412.50
0887	124.00	3876327.50	126.00	5130402.00	128.00	6528581.00
0888	130.00	8058369.00				
0889	114.00	0.00	116.00	103401.00	118.00	498672.44
0890	120.00	1103938.20	122.00	1886598.50	124.00	2828190.50
0891	126.00	3916187.00	128.00	5141295.00	130.00	6496211.00
0892	132.00	7975000.00				
0893	115.80	0.00	117.80	110738.20	119.80	457922.31
0894	121.80	1054037.20	123.80	1832676.50	125.80	2774232.00
0895	127.80	3865564.00	129.80	5096973.00	131.80	6460901.00
0896	133.80	7951133.00				
0897	121.00	0.00	123.00	89109.86	125.00	347069.12
0898	127.00	770006.37	129.00	1317202.70	131.00	1975720.00

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0899	133.002736765.50	135.003593928.00	137.004541761.00
0900	139.005576414.00		
0901	122.00 0.00	124.00 54839.75	126.00 267334.94
0902	128.00 658159.62	130.001177367.00	132.001810469.20
0903	134.002547917.50	136.003392776.50	138.004309641.00
0904	140.005324111.00		
0905	121.00 0.00	123.00 71642.28	125.00 256002.28
0906	127.00 522479.69	129.00 659673.00	131.001260742.20
0907	133.001720939.00	135.002236647.00	137.002805769.50
0908	139.003423708.00		
0909	115.00 0.00	117.00 37068.00	119.00 96063.27
0910	121.00 261942.84	123.00 485517.00	125.00 768311.37
0911	127.001086941.00	129.001455799.00	131.001866549.00
0912	133.002317355.00		
0913	121.00 0.00	123.00 93037.34	125.00 383296.58
0914	127.00 814934.50	129.001367169.00	131.002027800.00
0915	133.002783743.00	135.003643529.00	137.004587312.00
0916	139.005616079.00		
0917	120.00 0.00	122.00 123978.00	124.00 442882.06
0918	126.00 904527.25	128.001488576.00	130.002191695.00
0919	132.002978113.00	134.003870691.00	136.004854213.00
0920	138.005920301.00		
0921	115.00 0.00	117.00 53784.36	119.00 184247.22
0922	121.00 418537.66	123.00 772631.97	125.001223548.50
0923	127.001753911.25	129.002357840.00	131.003134144.50
0924	133.003770425.50		
0925	120.00 0.00	122.00 94283.44	124.00 307233.00
0926	126.00 639097.75	128.001489.31.00	130.002147[illegible]
0927	132.001953341.00	134.002524[illegible]	136.003215[illegible]
0928	138.003644[illegible]		
0929	115.00 0.00	117.00 53789.36	119.00 184247.22
0930	121.00 418537.66	123.00 772631.97	125.001223548.50
0931	127.001753911.25	129.002357840.00	131.003134144.50
0932	133.003770425.50		
0933	114.00 0.00	116.00 94172.36	118.00 316524.50
0934	123.00 677004.28	122.001158142.00	124.001821128.00
0935	126.002598727.50	128.003483094.50	130.004468033.00
0936	132.005548781.00		
0937	111.19 0.00	113.19 2046.13	115.19 7398.72
0938	117.19 16787.47	119.19 39169.97	121.19 68511.75
0939	123.19 104056.53	125.19 145898.81	127.19 191667.62
0940	129.19 243473.34		
0941	112.79 0.00	114.79 2322.97	116.79 8295.82
0942	118.79 21931.18	120.79 41769.18	122.79 66444.32
0943	124.79 95465.72	126.79 128539.[illegible]	128.79 164[illegible]
0944	130.79 205964.47		
0945	111.19 0.00	113.19 2073.[illegible]	115.19 7057.43
0946	117.19 16538.11	119.19 36891.[illegible]	121.19 [illegible]
0947	123.19 93604.64	125.19 129[illegible]	127.19 17[illegible]
0948	129.19 214874.19		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0949	110.12	0.00	112.12	1613.74	114.12	6497.79
0950	116.12	14111.85	118.12	34476.39	120.12	61478.73
0951	122.12	94373.72	124.12	132670.06	126.12	176009.28
0952	128.12	224112.39				
0953	115.80	0.00	117.80	94730.94	119.80	464750.56
0954	121.80	1033376.10	123.80	1768762.70	125.80	2654324.50
0955	127.80	3677932.00	129.80	4830810.00	131.80	6106015.00
0956	133.80	7497932.00				
0957	118.00	0.00	120.00	90369.92	122.00	300539.94
0958	124.00	686323.50	126.00	1188458.70	128.00	1795367.00
0959	130.00	2498370.00	132.00	3291239.50	134.00	4169199.50
0960	136.00	5128820.00				
0961	115.80	0.00	117.80	206512.94	119.80	681319.00
0962	121.80	1356164.20	123.80	2028284.80	125.80	3039316.50
0963	127.80	4359790.00	129.80	5647000.00	131.80	7063986.00
0964	133.80	8605372.00				
0965	114.00	0.00	116.00	123464.81	118.00	539800.62
0966	120.00	1163246.50	122.00	1963489.70	124.00	2927178.50
0967	126.00	4036207.00	128.00	5283327.00	130.00	6650958.00
0968	132.00	8163477.00				
0969	115.80	0.00	117.80	123324.14	119.80	477987.37
0970	121.80	1081951.20	123.80	1867447.00	125.80	2815233.50
0971	127.80	3912369.00	129.80	5149249.00	131.80	6518335.00
0972	133.80	8013526.00				
0973	114.00	0.00	116.00	110436.62	118.00	511767.56
0974	120.00	1112190.20	122.00	1919868.70	124.00	2890432[illegible].50
0975	126.00	3945934.00	128.00	5174499.00	130.00	6553641.00
0976	132.00	8014497.00				
0977	115.80	0.00	117.80	129495.39	119.80	484634.69
0978	121.80	1068677[illegible].00	123.80	1857[illegible]8.80	125.80	2828[illegible]145.00
0979	127.80	3913264.50	129.80	5146117.00	131.80	6510457.00
0980	133.80	8000116.00				
0981	118.00	0.00	120.00	132415.19	122.00	579636.75
0982	124.00	1252415.00	126.00	2116838.00	128.00	3153393.10
0983	130.00	4348797.00	132.00	5689[illegible].00	134.00	7177901.00
0984	136.00	8797640.00				
0985	122.00	0.00	124.00	51681.77	126.00	217266.75
0986	128.00	592685.25	130.00	1104735.50	132.00	1736002.70
0987	134.00	2476363.50	136.00	3318836.00	138.00	4235806.00
0988	140.00	5284429.00				
0989	123.00	0.00	125.00	55317.57	127.00	196763.03
0990	129.00	481534.38	131.00	921283.62	133.00	1467890.00
0991	135.00	2111674.00	137.00	2845755.00	139.00	3664866.50
0992	141.00	4564781.00				
0993	123.50	0.00	125.50	88359.44	127.50	324580.94
0994	129.50	667232.12	131.50	1101[illegible]92.70	133.50	1616192[illegible].00
0995	135.50	2213364.00	137.50	2[illegible]87[illegible]8.50	139.50	3636[illegible]959.00
0996	141.50	4413[illegible]50.00				
0997	118.00	0.00	120.00	63612.51	122.00	314869.39
0998	124.00	723152.12	126.00	1[illegible]256[illegible]47.00	128.00	1[illegible]90[illegible]713.70

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

0999	130.002647582.50	132.003490230.50	134.004423459.00
1000	136.005443068.00		
1001	122.00 0.00	124.00 54839.75	126.00 267334.94
1002	128.00 658159.62	130.001177367.00	132.001819469.20
1003	134.002547917.50	136.003392776.50	139.004309641.00
1004	140.005324111.00		
1005	121.00 0.00	123.00 60875.91	125.00 285999.87
1006	127.00 684630.62	129.001210694.00	131.001850000.50
1007	133.002593212.50	135.003433482.50	137.004365455.00
1008	139.005384863.00		
1009	120.00 0.00	122.00 53397.97	124.00 236252.34
1010	126.00 511876.00	128.00 866272.25	130.001291399.50
1011	132.001781749.50	134.002333236.00	136.002942621.50
1012	138.003607274.00		
1013	120.00 0.00	122.00 112612.64	124.00 461323.12
1014	126.00 979318.37	128.001641757.50	130.002434158.50
1015	132.003346547.50	134.004371469.00	136.005503024.00
1016	138.006736401.00		
1017	120.00 0.00	122.00 92174.50	124.00 303939.69
1018	126.00 684485.62	128.00 982611.12	130.001431517.20
1019	132.001943216.70	134.002516849.50	136.003148295.50
1020	138.003835059.50		
1021	115.00 0.00	117.00 65696.05	119.00 244526.87
1022	121.00 554175.62	123.00 956773.00	125.001442740.79
1023	127.002005525.50	129.002439604.50	131.003341716.00
1024	133.004108512.50		
1025	112.79 0.00	114.79 3755.56	116.79 12592.59
1026	118.79 29698.59	120.79 48461.46	122.79 73676.69
1027	124.79 104354.81	126.79 143080.81	128.79 186544.66
1028	130.79 234459.19		
1029	113.14 0.00	115.14 3601.27	117.14 11566.85
1030	119.14 29448.32	121.14 36924.96	123.14 61687.72
1031	125.14 92559.27	127.14 128291.92	129.14 169512.31
1032	131.14 213101.62		
1033	112.79 0.00	114.79 2322.27	116.79 8295.82
1034	118.79 21931.18	120.79 41789.08	122.79 66444.02
1035	124.79 95463.72	126.79 128539.87	128.79 165436.41
1036	130.79 205964.47		
1037	111.19 0.00	113.19 2046.13	115.19 7398.72
1038	117.19 16783.67	119.19 39169.07	121.19 66511.75
1039	123.19 104056.53	125.19 145298.81	127.19 191867.62
1040	129.19 243473.34		
1041	118.00 0.00	120.00 70566.09	122.00 332818.00
1042	124.00 732785.62	126.001249246.50	128.001870125.70
1043	130.002587238.00	132.003394471.00	134.004287641.00
1044	136.005261030.00		
1045	121.00 0.00	123.00 33928.93	125.00 183630.56
1046	127.00 417510.62	129.00 722035.25	131.001068697.20
1047	133.001515436.20	135.001995517.00	137.002528999.00
1048	139.003107517.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1049	118.00	0.00	120.00	123663.27	122.00	423094.87	
1050	124.00	851969.50	126.001392720.70		128.002034606.50		
1051	130.002770199.00		132.003593829.50		134.004501009.00		
1052	136.005488034.00						
1053	115.80	0.00	117.80	176932.44	119.80	608685.25	
1054	121.801226350.20		123.802006158.20		125.802932055.50		
1055	127.803993240.00		129.805181575.00		131.806490553.00		
1056	133.807914800.00						
1057	118.00	0.00	120.00	112628.75	122.00	490706.06	
1058	124.001129687.70		126.001964852.50		128.002974565.00		
1059	130.004144942.50		132.005465551.00		134.006928292.00		
1060	136.008526504.00						
1061	115.80	0.00	117.80	131366.09	119.80	497531.94	
1062	121.801092981.70		123.801878449.70		125.802825001.50		
1063	127.803919867.50		129.805153553.00		131.806518633.00		
1064	133.808009001.00						
1065	118.00	0.00	120.00	122627.05	122.00	554309.50	
1066	124.001244218.80		126.002139543.00		128.003218675.50		
1067	130.004466987.00		132.005873694.00		134.007430256.00		
1068	136.009129822.00						
1069	121.00	0.00	123.00	141490.84	125.00	651741.37	
1070	127.001426600.50		129.002425598.50		131.003625650.00		
1071	133.005011010.00		135.006569984.00		137.008293370.00		
1072	139.0010173580.0						
1073	123.00	0.00	125.00	42701.11	127.00	185460.37	
1074	129.00	480498.44	131.00	877376.62	133.001364183.50		
1075	135.001933216.50		137.002578870.50		139.003296941.00		
1076	141.004083635.00						
1077	130.20	0.00	132.20	50154.12	134.20	211927.62	
1078	136.20	436529.31	138.20	651214.87	140.201417314.20		
1079	142.202093081.20		144.202870194.50		146.203742394.00		
1080	148.204704733.00						
1081	123.00	0.00	125.00	15496.63	127.00	112184.28	
1082	129.00	270344.62	131.00	479341.81	133.00	733525.87	
1083	135.001029155.00		137.001363498.00		139.001734412.50		
1084	141.002140178.00						
1085	120.00	0.00	122.00	64786.15	124.00	234065.03	
1086	126.00	479300.37	128.00	769695.62	130.001159516.20		
1087	132.001593735.20		134.002059238.20		136.002593394.00		
1088	138.003154022.00						
1089	123.00	0.00	125.00	61412.27	127.00	209373.72	
1090	129.00	498221.50	131.00	942866.87	133.001493867.00		
1091	135.002141703.00		137.002879580.50		139.003762265.00		
1092	141.004605614.00						
1093	122.00	0.00	124.00	53390.11	126.00	187035.72	
1094	128.00	547201.00	130.001045669.90		132.001665101.70		
1095	134.002394500.50		136.003226114.00		138.004153983.00		
1096	140.005173303.00						
1097	120.00	0.00	122.00	65139.50	124.00	224080.00	
1098	126.00	452001.69	128.00	739488.50	130.001080845.50		

WWW.BIGIMAGULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1099	132.0014720[illegible]4.00	134.001910212.00	136.002392820.50
1100	138.002917941.50		
1101	123.00 0.00	125.00 57054.21	127.00 278618.06
1102	129.00 618648.75	131.001058677.50	133.001588282.70
1103	135.0022[illegible]398.50	137.002889731.50	139.003652211.50
1104	141.004484455.00		
1105	120.00 0.00	122.00 167006.28	124.00 552642.12
1106	126.001191138.00	128.001790578.70	130.002607733.00
1107	132.003543226.00	134.004589965.00	136.005742278.00
1108	138.006995077.00		
1109	120.00 0.00	122.00 63558.50	124.00 254291.97
1110	126.00 526[illegible]0.00	128.00 696364.87	130.001326653.00
1111	132.0018219[illegible]3.70	134.002377832.00	136.002991529.00
1112	138.003669[illegible]1.50		
1113	113.14 0.00	115.14 3124.11	117.14 10974.63
1114	119.14 29209.77	121.14 43550.12	123.14 73518.00
1115	125.14 1[illegible]9439.66	127.14 150854.03	129.14 197417.22
1116	131.14 24[illegible]57.84		
1117	114.33 0.00	116.33 4024.44	118.33 13269.23
1118	120.33 [illegible]5.60	122.33 44646.23	124.33 75384.19
1119	126.33 11[illegible]31.25	128.33 154714.16	130.33 202479.62
1120	132.33 2[illegible]49.41		
1121	113.14 0.00	115.14 3579.88	117.14 11392.20
1122	119.14 19[illegible]2.49	121.14 35051.86	123.14 60381.05
1123	125.14 9[illegible]7.89	127.14 126274.34	129.14 166113.91
1124	131.14 2[illegible]4.00		
1125	112.79 0.00	114.79 3698.78	116.79 12085.03
1126	118.79 [illegible]9587.11	120.79 41637.98	122.79 69774.25
1127	124.79 103469.37	126.79 142269.19	128.79 185836.19
1128	130.79 233[illegible]9.69		
1129	121.00 0.00	123.00 43736.68	125.00 199029.37
1130	127.00 434330.25	129.00 737452.37	131.001101430.50
1131	133.001521504.00	135.001994135.70	137.002516546.50
1132	139.003086458.50		
1133	123.00 0.00	125.00 44670.73	127.00 161472.91
1134	129.00 330702.75	131.00 545045.75	133.00 800123.12
1135	135.001092894.20	137.001421052.70	139.001782783.00
1136	141.002176599.50		
1137	121.00 0.00	123.00 33928.93	125.00 183630.56
1138	127.00 417510.62	129.00 722035.25	131.001089697.20
1139	133.001515436.20	135.001995517.00	137.002526999.00
1140	139.003107517.00		
1141	118.00 0.00	120.00 65308.92	122.00 275656.06
1142	124.00 [illegible]3268.50	126.001150217.50	128.001753343.20
1143	130.002[illegible]3957.50	132.003245663.50	134.004123473.50
1144	136.005[illegible]3345.00		
1145	121.00 0.00	123.00 135666.94	125.00 640956.87
1146	127.001[illegible]1831.50	129.002[illegible]7328.00	131.003604192.50
1147	133.004[illegible]6564.00	135.006542723.00	137.008263434.00
1148	139.0010141110.0		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1149	118.00	0.00	120.00	174596.28	122.00	673912.50	
1150	124.001407016.00		126.002340389.50		128.003454228.50		
1151	130.004734831.00		132.006172038.00		134.007757610.00		
1152	136.009484860.00						
1153	121.00	0.00	123.00	175228.44	125.00	710614.62	
1154	127.001504347.20		129.002518673.50		131.003731516.00		
1155	133.005127686.00		135.006695778.00		137.008426826.00		
1156	139.0010313500.0						
1157	123.00	0.00	125.00	228484.72	127.00	818623.25	
1158	129.001672092.20		131.002752287.00		133.004037270.00		
1159	135.005511752.00		137.007164206.00		139.008985510.00		
1160	141.0011968120.0						
1161	130.20	0.00	132.20	45853.52	134.20	213367.47	
1162	136.20 547018.90		138.201040528.10		140.201652961.70		
1163	142.202373618.00		144.203194870.00		146.204110849.50		
1164	148.205116891.00						
1165	137.50	0.00	139.50	28310.09	141.50	154796.41	
1166	143.50 447873.87		145.50 875035.12		147.501409116.20		
1167	149.502040210.20		151.502761315.50		153.503567141.50		
1168	155.504453393.00						
1169	130.20	0.00	132.20	22223.76	134.20	99734.72	
1170	136.20 270118.50		138.20 525979.25		140.20 855334.00		
1171	142.201245683.70		144.201692571.50		146.202192593.50		
1172	148.202843063.00						
1173	123.00	0.00	125.00	44782.05	127.00	176132.73	
1174	129.00 376732.44		131.00 [illegible]		133.00 [illegible]		
1175	135.001282963.00		137.001673103.20		139.002107977.50		
1176	141.002579736.50						
1177	130.20	0.00	132.20	59092.01	134.20	228162.16	
1178	136.20 861186.25		138.201533844.20		140.201666995.80		
1179	142.202378326.50		144.203192415.00		146.204099391.50		
1180	148.205045240.00						
1181	123.00	0.00	125.00	82443.98	127.00	319225.69	
1182	129.00 467089.75		131.001110089.20		133.001638811.20		
1183	135.002146757.50		137.002729049.50		139.003491821.50		
1184	141.004401899.00						
1185	123.00	0.00	125.00	101750.23	127.00	331903.75	
1186	129.00 458226.37		131.001167917.00		133.001553140.70		
1187	135.002108380.50		137.002729459.00		139.003413037.50		
1188	141.004156368.50						
1189	136.00	0.00	138.00	39783.55	140.00	292713.69	
1190	142.00 512924.31		144.00 692045.75		146.001350531.30		
1191	148.001681970.50		150.002481638.00		152.003145944.00		
1192	154.003671582.00						
1193	123.00	0.00	125.00	110355.84	127.00	371433.19	
1194	129.00 743038.25		131.001011338.20		133.001764788.20		
1195	135.002402995.00		137.003139061.00		139.003994178.00		
1196	141.004752167.00						
1197	120.00	0.00	122.00	75211.75	124.00	241241.12	
1198	126.00 473428.75		128.00 [illegible]		130.001111100.20		

WWW.BIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1199	132.00	1506291.20	134.00	1948140.20	136.00	2434306.50
1200	138.00	2962629.50				
1201	114.33	0.00	116.33	3668.33	118.33	12049.89
1202	120.33	24704.39	122.33	34486.42	124.33	68758.03
1203	126.33	96770.08	128.33	139179.94	130.33	187534.44
1204	132.33	241487.19				
1205	116.44	0.00	118.44	2432.02	120.44	10729.68
1206	122.44	23437.79	124.44	33440.53	126.44	65514.95
1207	128.44	105648.11	130.44	153091.81	132.44	207317.41
1208	134.44	267923.87				
1209	114.33	0.00	116.33	4024.44	118.33	13269.23
1210	120.33	28145.60	122.33	44646.23	124.33	75384.09
1211	126.33	113871.25	128.33	154714.16	130.33	202479.62
1212	132.33	255048.41				
1213	113.14	0.00	115.14	3124.11	117.14	10974.63
1214	119.14	21039.77	121.14	43550.12	123.14	73518.00
1215	125.14	109439.66	127.14	150854.03	129.14	197417.22
1216	131.14	249057.84				
1217	123.00	0.00	125.00	5240[illegible].27	127.00	195659.59
1218	129.00	3[illegible]9.94	131.00	6[illegible].00	133.00	957453.25
1219	135.00	1301[illegible]48.20	137.00	1698[illegible].70	139.00	2126992.00
1220	141.00	2599[illegible]21.00				
1221	129.00	0.00	131.00	94[illegible].48	133.00	340118.25
1222	135.00	4[illegible]18.50	137.00	1[illegible]4.50	139.00	1678687.70
1223	141.00	2[illegible]65.00	143.00	[illegible].00	145.00	3736853.50
1224	147.00	4861.25.00				
1225	123.00	0.00	125.00	46[illegible].09	127.00	175660.75
1226	129.00	7[illegible]37.94	131.00	616750.75	133.00	894609.38
1227	135.00	122[illegible]69.00	137.00	159[illegible]8.50	139.00	2006156.00
1228	141.00	245[illegible]78.50				
1229	121.00	0.00	123.00	43736.69	125.00	199029.37
1230	127.00	474[illegible]31.25	129.00	737452.37	131.00	1101430.50
1231	133.00	152[illegible]4.00	135.00	1994135.70	137.00	2516546.50
1232	139.00	3038[illegible]58.50				
1233	123.00	0.00	125.00	249808.59	127.00	853809.62
1234	129.00	1718772.50	131.00	2809184.50	133.00	4103538.50
1235	135.00	5586773.00	137.00	7247493.00	139.00	9076666.00
1236	141.00	11066844.0				
1237	121.00	0.00	123.00	77767.75	125.00	468561.06
1238	127.00	1167753.70	129.00	2099436.00	131.00	3237125.50
1239	133.00	4563477.00	135.00	6065866.00	137.00	7734484.00
1240	139.00	9561376.00				
1241	123.00	0.00	125.00	101444.16	127.00	588888.25
1242	129.00	1359366.00	131.00	2386480.00	133.00	3584759.50
1243	135.00	4997166.00	137.00	6591665.00	139.00	8356695.00
1244	141.00	10928998.0				
1245	129.00	0.00	131.00	154879.16	133.00	533007.75
1246	135.00	1281126.20	137.00	2193811.00	139.00	3336572.00
1247	141.00	4868114.00	143.00	6161411.00	145.00	7822074.00
1248	147.00	9637544.00				

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1249	137.50	0.00	139.50	76640.64	141.50	280978.81	
1250	143.50	626290.37	145.50	1073634.50	147.50	1612250.20	
1251	149.50	2234991.00	151.50	2936473.50	153.50	3712489.00	
1252	155.50	4559599.00					
1253	140.00	0.00	142.00	59848.29	144.00	213577.94	
1254	146.00	435721.37	148.00	716768.25	150.00	1051082.70	
1255	152.00	1434629.70	154.00	1864441.50	156.00	2338151.50	
1256	158.00	2853788.00					
1257	137.50	0.00	139.50	27454.55	141.50	160565.34	
1258	143.50	456366.00	145.50	886123.25	147.50	1422521.20	
1259	149.50	2055749.20	151.50	2778857.00	153.50	3596558.50	
1260	155.50	4474611.00					
1261	136.00	0.00	138.00	30652.56	140.00	149097.91	
1262	142.00	330014.12	144.00	750794.75	146.00	1298762.00	
1263	148.00	1960399.50	150.00	2726575.00	152.00	3590567.00	
1264	154.00	4547101.00					
1265	137.50	0.00	139.50	102245.83	141.50	334512.37	
1266	143.50	664040.25	145.50	1077867.20	147.50	1568060.50	
1267	149.50	2129140.50	151.50	2756593.00	153.50	3447310.00	
1268	155.50	4198446.00					
1269	130.20	0.00	132.20	23773.11	134.20	123908.80	
1270	136.20	366749.12	138.20	703743.63	140.20	1112964.00	
1271	142.20	1618951.50	144.20	2180398.50	146.20	2809230.50	
1272	148.20	3501903.00					
1273	135.00	0.00	137.00	100234.34	140.00	333059.19	
1274	142.00	664065.87	144.00	1013815.50	146.00	1575424.70	
1275	148.00	2141169.00	150.00	2774223.50	152.00	3471211.50	
1276	154.00	4229281.00					
1277	123.00	0.00	125.00	90839.69	127.00	314192.75	
1278	129.00	834855.25	131.00	1439492.75	133.00	1523087.50	
1279	135.00	2071003.75	137.00	2687994.00	139.00	3367694.00	
1280	141.00	4107291.50					
1281	116.44	0.00	118.44	4290.87	120.44	14036.91	
1282	122.44	28187.33	124.44	55606.09	126.44	67304.80	
1283	128.44	108121.91	130.44	156317.78	132.44	211362.03	
1284	134.44	272651.06					
1285	120.77	0.00	122.77	4301.96	124.77	14007.41	
1286	126.77	28191.74	128.77	44704.34	130.77	57315.17	
1287	132.77	98507.52	134.77	148149.28	136.77	205566.62	
1288	138.77	270265.94					
1289	116.44	0.00	118.44	2432.02	120.44	10729.68	
1290	122.44	22637.79	124.44	33440.53	126.44	65514.95	
1291	128.44	105548.11	130.44	153091.81	132.44	207317.41	
1292	134.44	267925.87					
1293	114.33	0.00	116.33	3668.33	118.33	12049.89	
1294	120.33	24734.39	122.33	34486.42	124.33	64758.03	
1295	126.33	95978.08	128.33	139179.94	130.33	187534.44	
1296	132.33	241482.19					
1297	129.00	0.00	131.00	71120.19	133.00	301107.62	
1298	135.00	644911.87	137.00	1085631.00	139.00	1613463.70	

WWW.BIBLIOTECA.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1299	141.00222189(.00	143.002965276.50	145.003660294.00	
1300	147.004483470.00			
1301	134.00 0.00	136.00 73051.73	138.00 327653.00	
1302	140.00 781623.62	142.001379991.50	144.002106829.50	
1303	146.002951551.00	148.003906436.00	150.004965390.00	
1304	152.006123510.00			
1305	129.00 0.00	131.00 89318.97	133.00 329245.75	
1306	135.00 680513.75	137.001126526.00	139.001658015.20	
1307	141.002269539.00	143.002953261.50	145.003708349.50	
1308	147.004530653.00			
1309	123.00 0.00	125.00 48293.61	127.00 183705.28	
1310	129.00 381941.44	131.00 634046.62	133.00 934717.87	
1311	135.001280296.20	137.001667987.00	139.002095646.00	
1312	141.002561458.00			
1313	129.00 0.00	131.00 158152.66	133.00 649774.37	
1314	135.001412769.20	137.002394786.50	139.003573331.50	
1315	141.004933109.00	143.006462693.00	145.008153147.00	
1316	147.009997100.00			
1317	123.00 0.00	125.00 101444.16	127.00 583383.25	
1318	129.001359[illegible].00	131.002366483.00	133.003584759.50	
1319	135.004997166.00	137.006591065.00	139.008356685.00	
1320	141.010288998.0			
1321	129.00 0.00	131.00 158152.66	133.00 655778.25	
1322	135.001420972.70	137.002404893.00	139.003565183.00	
1323	141.004946601.00	143.006477749.00	145.008169616.00	
1324	147.0010014964.0			
1325	134.00 0.00	136.00 82292.31	138.00 549134.00	
1326	140.001303503.20	142.002296575.50	144.003502129.00	
1327	146.004903694.00	148.006485507.00	150.008240531.00	
1328	152.0010159716.0			
1329	140.00 0.00	142.00 217407.37	144.00 782648.25	
1330	146.001600898.50	148.002636951.00	150.003869653.00	
1331	152.005284347.00	154.006869932.00	156.008617646.00	
1332	158.0013520288.0			
1333	140.00 0.00	142.00 96085.36	144.00 452846.56	
1334	146.00 996880.12	148.001699338.70	150.002543799.50	
1335	152.003519142.00	154.004617044.00	156.005830968.00	
1336	158.007155685.00			
1337	141.00 0.00	143.00 84141.22	145.00 301351.56	
1338	147.00 615457.62	149.001012999.00	151.001485897.70	
1339	153.002028535.20	155.002636662.50	157.003306912.50	
1340	159.004036549.00			
1341	137.50 0.00	139.50 87518.80	141.50 313187.31	
1342	143.50 674802.00	145.501139086.00	147.501695[illegible].50	
1343	149.502337209.00	151.503058579.50	153.503855476.00	
1344	155.504724534.00			
1345	141.00 0.00	143.00 146352.75	145.00 479628.94	
1346	147.00 952639.62	149.001546741.20	151.002253538.50	
1347	153.003056015.50	155.003957087.00	157.004948928.00	
1348	159.006027511.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1349	139.00	0.00	141.00	104015.27	143.00	394813.56	
1350	145.00	832755.25	147.00	1391658.20	149.00	2060048.70	
1351	151.00	2828974.00	153.00	3692421.00	155.00	4645436.00	
1352	157.00	5683986.00					
1353	120.77	0.00	122.77	3389.16	124.77	16598.43	
1354	126.77	36214.74	128.77	67253.06	130.77	103507.20	
1355	132.77	139286.81	134.77	202232.91	136.77	274223.50	
1356	138.77	354718.25					
1357	122.02	0.00	124.02	3254.82	126.02	12279.20	
1358	128.02	25603.53	130.02	42669.77	132.02	63209.77	
1359	134.02	68846.36	136.02	102621.73	138.02	149853.53	
1360	140.02	203971.69					
1361	120.77	0.00	122.77	4301.96	124.77	14007.41	
1362	126.77	28191.74	128.77	44704.34	130.77	57315.17	
1363	132.77	98507.52	134.77	148148.28	136.77	205566.62	
1364	138.77	270265.94					
1365	116.44	0.00	118.44	4290.87	120.44	14036.91	
1366	122.44	28187.23	124.44	35606.09	126.44	67304.80	
1367	128.44	108121.91	130.44	156317.78	132.44	211362.03	
1368	134.44	272851.06					
1369	134.00	0.00	136.00	119387.72	138.00	461243.94	
1370	140.00	963251.62	142.00	1601432439.20	144.00	2365254.50	
1371	146.00	3242317.00	148.00	4226604.00	150.00	5312526.00	
1372	152.00	6495494.00					
1373	139.00	0.00	141.00	56279.45	143.00	247155.81	
1374	145.00	711691.62	147.00	1352368.00	149.00	2146616.50	
1375	151.00	3081414.00	153.00	4146559.50	155.00	5334494.00	
1376	157.00	6639166.00					
1377	134.00	0.00	136.00	103204.28	138.00	434669.69	
1378	140.00	929684.00	142.00	1563998.20	144.00	2323542.50	
1379	146.00	3198666.00	148.00	4182174.50	150.00	5268344.00	
1380	152.00	6452517.00					
1381	129.00	0.00	131.00	71120.19	133.00	301107.62	
1382	135.00	644911.87	137.00	1085631.00	139.00	1613463.70	
1383	141.00	2221690.00	143.00	2905276.50	145.00	3650294.00	
1384	147.00	4483470.00					
1385	134.00	0.00	136.00	56010.37	138.00	302760.75	
1386	140.00	784848.75	142.00	1433433.20	144.00	2229048.00	
1387	146.00	3159051.50	148.00	4214333.00	150.00	5397810.00	
1388	152.00	6673800.00					
1389	129.00	0.00	131.00	189778.16	133.00	735856.12	
1390	135.00	1538337.00	137.00	2560387.00	139.00	3780300.50	
1391	141.00	5183047.00	143.00	6757361.00	145.00	8494342.00	
1392	147.00	10386702.0					
1393	134.00	0.00	136.00	91056.11	138.00	405467.69	
1394	140.00	931377.37	142.00	1617948.20	144.00	2447963.00	
1395	146.00	3409865.50	148.00	4495113.00	150.00	5697025.00	
1396	152.00	7019218.00					
1397	139.00	0.00	141.00	121924.83	143.00	418469.19	
1398	145.00	843511.00	147.00	1379534.00	149.00	2015927.20	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1399	151.002745270.00	153.003561990.50	155.004461575.00	
1400	137.00544038B.00			
1401	140.00 0.00	142.00 58100.33	144.00 246230.78	
1402	146.00 582164.62	148.001023955.90	150.001569002.00	
1403	152.002182594.50	154.002886021.50	156.003665920.50	
1404	138.004518666.00			
1405	140.00 0.00	142.00 84141.22	144.00 301351.56	
1406	146.00 615457.62	148.001012999.00	150.001485897.70	
1407	152.002028535.20	154.002636662.50	156.003306912.50	
1408	158.004036548.00			
1409	139.00 0.00	141.00 110040.00	143.00 393407.19	
1410	145.00 830851.87	147.001389527.00	149.002057312.20	
1411	151.002825874.00	153.003688978.50	155.004641655.00	
1412	157.005679901.00			
1413	141.00 0.00	143.00 149178.09	145.00 484162.12	
1414	147.00 958603.00	149.001553980.50	151.002258941.50	
1415	153.003065520.00	155.003967622.00	157.004960419.00	
1416	159.006039964.00			
1417	122.02 0.00	124.02 5841.53	126.02 18706.66	
1418	128.02 36958.12	130.02 59389.22	132.02 76860.27	
1419	134.02 118394.23	136.02 166900.94	138.02 221620.00	
1420	140.02 282454.06			
1421	123.75 0.00	125.75 4444.19	127.75 14743.37	
1422	129.75 29[illegible].76	131.75 48439.04	133.75 71179.00	
1423	135.75 97657.52	137.75 99513.50	139.75 147870.41	
1424	141.75 203089.12			
1425	122.02 0.00	124.02 3254.82	126.02 12278.92	
1426	128.02 25604.76	130.02 42675.95	132.02 63225.69	
1427	134.02 68970.69	136.02 102936.64	138.02 150225.09	
1428	140.02 204397.91			
1429	120.77 0.00	122.77 3394.16	124.77 16598.43	
1430	126.77 36214.74	128.77 67253.06	130.77 103507.20	
1431	132.77 139285.81	134.77 202232.91	136.77 274223.50	
1432	138.77 354718.25			
1433	139.00 0.00	141.00 72117.44	143.00 391225.37	
1434	145.00 869968.37	147.001539446.20	149.002323624.50	
1435	151.003231722.00	153.004255755.00	155.005389457.00	
1436	157.006627751.00			
1437	144.50 0.00	146.50 48183.60	148.50 230213.81	
1438	150.50 626049.50	152.501164684.00	154.501828932.70	
1439	156.502607771.50	158.503493257.00	160.504479326.00	
1440	162.505561044.00			
1441	139.00 0.00	141.00 56548.20	143.00 299468.94	
1442	145.00 747776.62	147.001398669.20	149.002232606.50	
1443	151.003146149.00	153.004219284.00	155.005414907.00	
1444	157.006726882.00			
1445	134.00 0.00	136.00 87004.55	138.00 403691.25	
1446	140.00 683251.75	142.001506398.00	144.002252742.00	
1447	146.003114457.50	148.004084269.50	150.005156484.00	
1448	152.006326224.00			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1449	139.00	0.00	141.00	108859.08	143.00	396933.31	
1450	145.00	814769.50	147.00	1344480.70	149.00	1975088.20	
1451	151.00	2699039.00	153.00	3510649.00	155.00	4405376.00	
1452	157.00	5379528.00					
1453	134.00	0.00	136.00	76633.61	138.00	352811.44	
1454	140.00	772171.62	142.00	1312822.70	144.00	1962266.00	
1455	146.00	2711987.50	148.00	3555658.50	150.00	4483277.00	
1456	152.00	5505810.00					
1457	140.00	0.00	142.00	34618.84	144.00	124879.33	
1458	146.00	269135.00	148.00	436923.12	150.00	745385.37	
1459	152.00	1292024.20	154.00	1952445.00	156.00	2717494.00	
1460	158.00	3580438.00					
1461	142.00	0.00	144.00	65525.72	146.00	224792.28	
1462	148.00	365516.25	150.00	745846.62	152.00	1327866.50	
1463	154.00	2106328.50	156.00	3021934.00	158.00	4065029.50	
1464	160.00	5228225.00					
1465	142.00	0.00	144.00	42282.85	146.00	159415.63	
1466	148.00	379729.37	150.00	813473.37	152.00	1417197.20	
1467	154.00	2147678.00	156.00	2994671.00	158.00	3950594.00	
1468	160.00	5089531.00					
1469	146.00	0.00	148.00	61743.91	150.00	183755.31	
1470	152.00	434507.69	154.00	818503.87	156.00	1293721.00	
1471	158.00	1852039.00	160.00	2487651.50	162.00	3196108.50	
1472	164.00	3973796.50					
1473	123.75	0.00	125.75	6598.18	127.75	22389.73	
1474	129.75	45341.64	131.75	74784.54	133.75	113425.17	
1475	135.75	142664.97	137.75	198456.13	139.75	261373.50	
1476	141.75	331032.00					
1477	125.32	0.00	127.32	5731.20	129.32	18111.19	
1478	131.32	35464.56	133.32	57111.95	135.32	82651.98	
1479	137.32	109718.08	139.32	131416.47	141.32	176546.66	
1480	143.32	226851.00					
1481	123.75	0.00	125.75	3978.91	127.75	13339.43	
1482	129.75	26951.39	131.75	44503.78	133.75	65869.44	
1483	135.75	91030.59	137.75	93760.05	139.75	141205.22	
1484	141.75	196108.34					
1485	122.02	0.00	124.02	5675.53	126.02	18448.43	
1486	128.02	36647.11	130.02	59091.16	132.02	76485.89	
1487	134.02	117951.34	136.02	166295.56	138.02	221057.66	
1488	140.02	281879.87					
1489	144.50	0.00	146.50	99892.98	148.50	435367.87	
1490	150.50	939623.25	152.50	1587329.20	154.50	2363879.50	
1491	156.50	3259275.00	158.50	4266086.00	160.50	5378419.00	
1492	162.50	6591507.00					
1493	154.00	0.00	156.00	2727.11	158.00	17316.11	
1494	160.00	50358.50	162.00	180858.81	164.00	554199.37	
1495	166.00	1136847.70	168.00	1924081.70	170.00	2839651.50	
1496	172.00	3892316.50					
1497	144.50	0.00	146.50	49140.89	148.50	223543.78	
1498	150.50	487028.44	152.50	820769.50	154.50	1265405.70	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1499	156.50182603.70	158.502604850.50	160.503489971.00
1500	162.504475676.00		
1501	139.00 0.00	141.00 57235.90	143.00 248477.00
1502	145.00 530381.37	147.001051657.00	149.001738891.00
1503	151.002557524.00	153.003497680.50	155.004551961.00
1504	157.003714427.00		
1505	144.50 0.00	146.50 80839.09	148.50 309633.25
1506	150.50 645035.75	152.501071812.00	154.501580945.50
1507	158.502166202.50	158.502822912.00	160.503547352.50
1508	162.504336499.00		
1509	154.00 0.00	156.00 110591.30	158.00 367822.44
1510	160.00 734062.75	162.001194670.00	164.001743709.70
1511	166.002355918.00	168.003065559.00	170.003835840.50
1512	172.004673652.00		
1513	142.00 0.00	144.00 70805.31	146.00 270953.75
1514	148.00 548459.87	150.00 940958.50	152.001540547.00
1515	154.002258237.00	156.003083151.00	158.004026270.00
1516	160.005069768.00		
1517	142.00 0.00	142.00 50729.55	144.00 194708.62
1518	146.00 429343.75	148.00 698106.37	150.001048540.60
1519	152.001503483.50	154.002021693.70	156.002599482.50
1520	158.003233934.50		
1521	146.00 0.00	148.00 3181.68	150.00 26202.44
1522	152.00 59563.48	154.00 128277.37	156.00 223002.56
1523	158.00 337534.94	160.00 659403.00	162.001059399.70
1524	164.001533128.20		
1525	175.00 0.00	177.00 22260.63	179.00 71817.53
1526	181.00 143585.56	183.00 236070.31	185.00 348714.87
1527	187.00 481340.63	189.00 634199.00	191.00 807392.00
1528	193.001001264.70		
1529	146.00 0.00	148.00 3636.24	150.00 23083.68
1530	152.00 68073.28	154.00 146634.06	156.00 262413.62
1531	158.00 369039.94	160.00 733284.75	162.001190834.50
1532	164.001732892.00		
1533	142.00 0.00	144.00 7515.09	146.00 47874.38
1534	148.00 140096.53	150.00 299349.87	152.00 525409.62
1535	154.00 852664.37	156.001398356.00	158.002084836.00
1536	160.002922801.00		
1537	125.32 0.00	127.32 3728.35	129.32 13951.25
1538	131.32 33609.52	133.32 52457.52	135.32 70212.30
1539	137.32 104014.14	139.32 152099.22	141.32 207219.72
1540	143.32 268951.06		
1541	127.00 0.00	129.00 4155.91	131.00 14556.41
1542	133.00 29486.64	135.00 48328.40	137.00 70735.45
1543	139.00 96483.11	141.00 125439.20	143.00 119020.42
1544	145.00 178273.47		
1545	125.32 0.00	127.32 5731.20	129.32 18111.19
1546	131.32 35464.56	133.32 57111.95	135.32 82651.98
1547	137.32 109718.08	139.32 131416.47	141.32 176546.66
1548	143.32 226651.00		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1549	123.75	0.00	125.75	6584.18	127.75	22397.73	
1550	129.75	45341.64	131.75	74787.94	133.75	119425.17	
1551	135.75	142998.69	137.75	198836.81	139.75	261798.62	
1552	141.75	331500.25					
1553	154.00	0.00	156.00	17168.69	158.00	109014.47	
1554	160.00	325502.62	162.00	796486.25	164.00	1240918.00	
1555	166.00	1905852.20	168.00	2700030.00	170.00	3733537.00	
1556	172.00	4896965.00					
1557	170.00	0.00	172.00	73925.95	174.00	238918.53	
1558	176.00	478562.69	178.00	768312.62	180.00	1166717.20	
1559	182.00	1632129.50	184.00	2164932.50	186.00	2764138.50	
1560	188.00	3429258.00					
1561	154.00	0.00	156.00	5454.47	158.00	35366.23	
1562	160.00	173699.19	162.00	604945.62	164.00	1224541.50	
1563	166.00	2006869.50	168.00	2936141.50	170.00	4001642.50	
1564	172.00	5195373.00					
1565	144.50	0.00	146.50	40322.93	148.50	131358.69	
1566	150.50	246558.22	152.50	375915.94	154.50	586084.12	
1567	156.50	887941.75	158.50	1298473.50	160.50	1872595.70	
1568	162.50	2696354.90					
1569	154.00	0.00	156.00	90522.37	158.00	334699.62	
1570	160.00	690115.00	162.00	1141130.50	164.00	1678325.70	
1571	166.00	2279303.00	168.00	2987147.50	170.00	3750025.50	
1572	172.00	4583733.00					
1573	144.50	0.00	146.50	59779.02	148.50	272396.75	
1574	150.50	594638.25	152.50	1009795.70	154.50	1508318.20	
1575	156.50	2083693.20	158.50	2731077.50	160.50	3446655.00	
1576	162.50	4227279.00					
1577	175.00	0.00	177.00	22260.63	179.00	71817.53	
1578	181.00	143585.56	183.00	236079.31	185.00	348714.87	
1579	187.00	481390.63	189.00	634199.00	191.00	807382.00	
1580	193.00	1001264.70					
1581	146.00	0.00	148.00	12727.26	150.00	78220.47	
1582	152.00	202396.53	154.00	399019.25	156.00	648372.62	
1583	158.00	1047262.10	160.00	1519053.20	162.00	2058453.20	
1584	164.00	2661450.50					
1585	127.00	0.00	129.00	4155.91	131.00	14556.41	
1586	133.00	29486.64	135.00	48328.40	137.00	70735.45	
1587	139.00	96498.11	141.00	125439.20	143.00	119020.42	
1588	145.00	178273.47					
1589	125.32	0.00	127.32	3728.35	129.32	13951.25	
1590	131.32	30609.52	133.32	52457.52	135.32	79212.30	
1591	137.32	104014.14	139.32	152099.22	141.32	207219.72	
1592	143.32	268951.06					
1593	170.00	0.00	172.00	68921.95	174.00	218918.44	
1594	176.00	431145.19	178.00	697784.62	180.00	1014190.60	
1595	182.00	1323430.50	184.00	1681929.20	186.00	2092312.20	
1596	188.00	2557141.50					
1597	154.00	0.00	156.00	22484.78	158.00	142769.56	
1598	160.00	435616.25	162.00	897464.62	164.00	1501182.70	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

1599 165.002289330.00 168.003263574.50 170.004370913.00
1600 172.005603431.00

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

A P E N D I C E V

TOPOLOGIA DE LA ZONA A ESTUDIAR

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

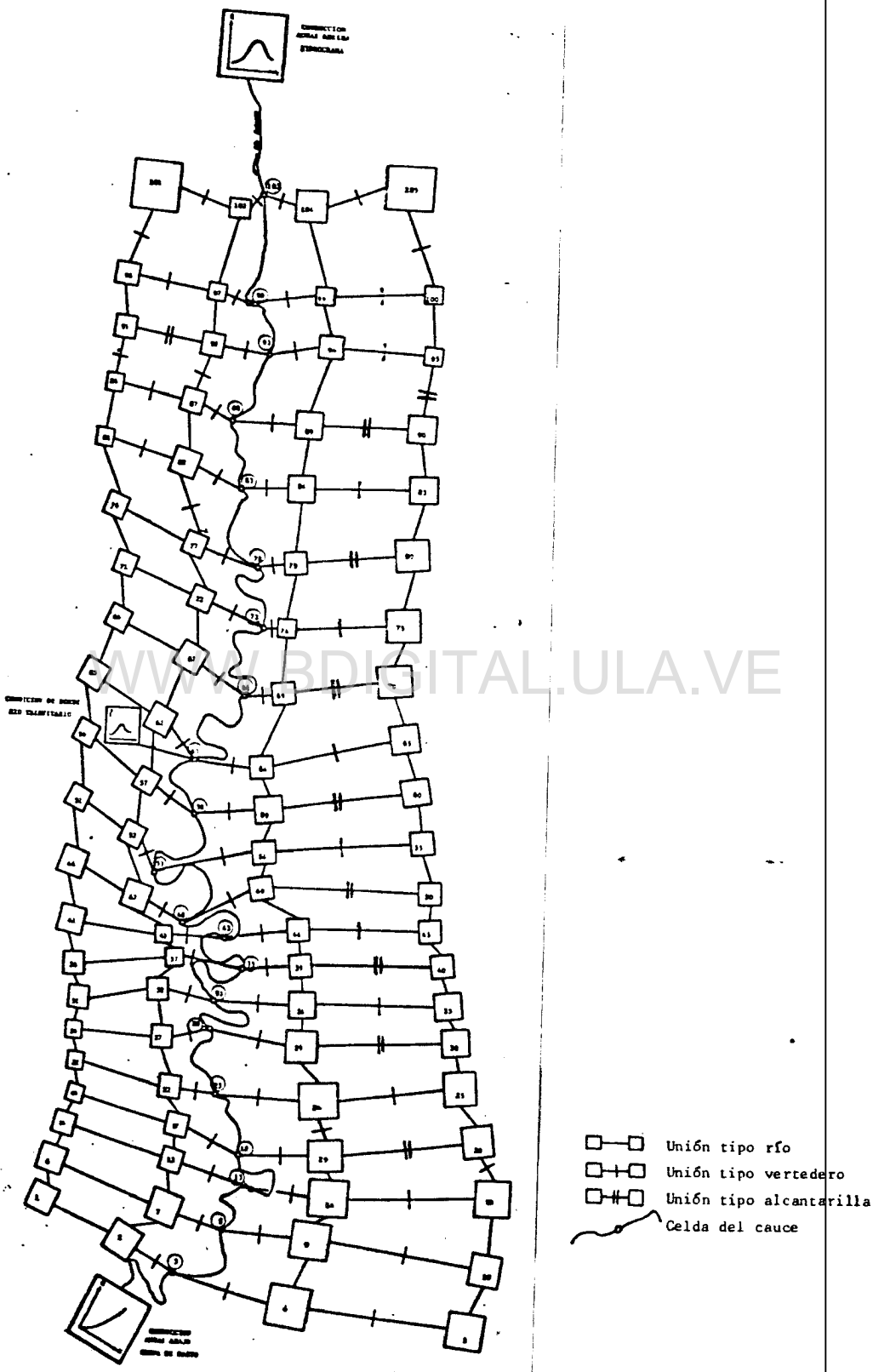


Figura V.1 Esquematización topológica.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

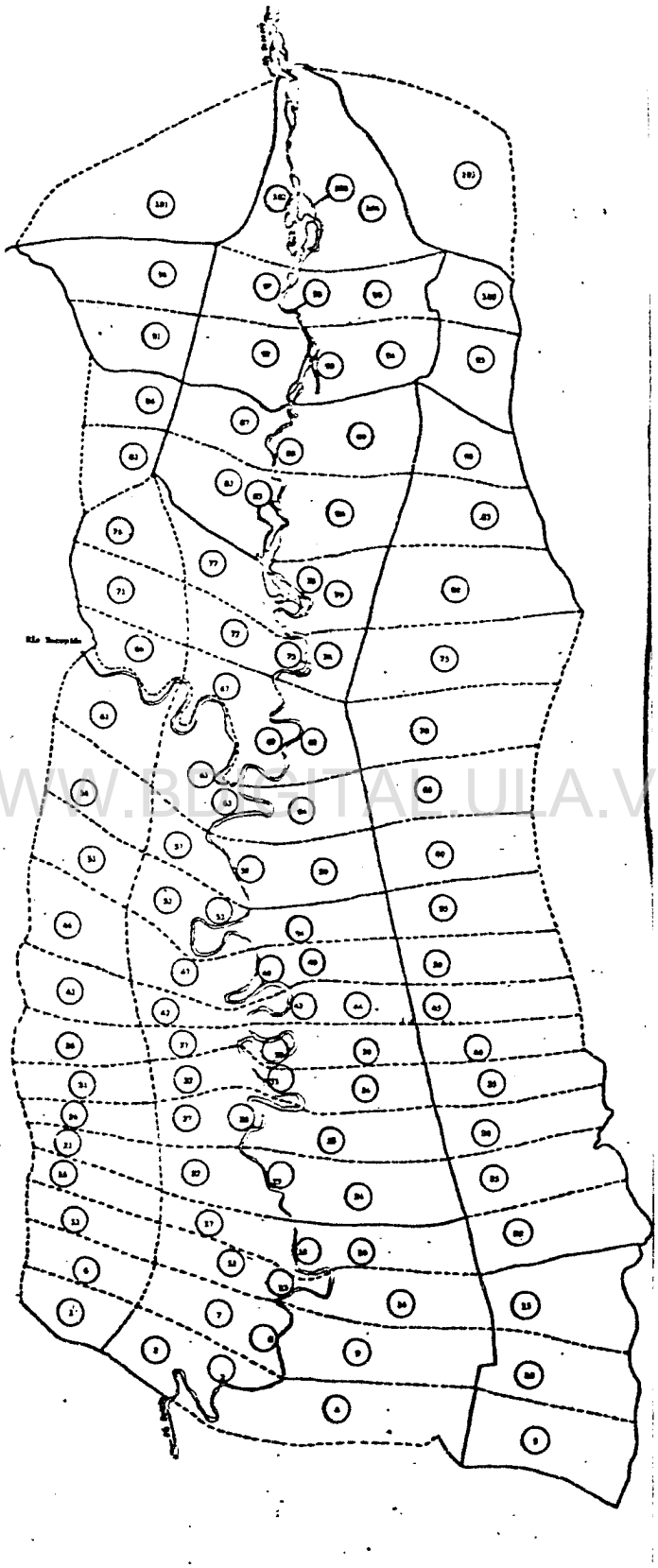


Figura V.2 Discretización topológica

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Atribución - No Comercial - Compartir igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)