CÁLCULO DE LA CRECIENTE DURANTE EL PERÍODO INVERNAL DE 2010, EN EL RIO ATRATO, ESTACIÓN EL SIETE (11027030 IDEAM) UTILIZANDO METODOLOGIA DE TRÁNSITO AGREGADO.

ALBERTO ROMERO SANCHEZ

JHON EDWIN ROMERO BELLO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES E INGENIERIA CIVIL
SEMILLER UDENS, OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
BOGOTÁ D.C, 26 DE ABRIL.
2016

CÁLCULO DE LA CRECIENTE DURANTE EL PERIODO INVERNAL DE 2010, EN EL RIO ATRATO, ESTACIÒN EL SIETE (11027030 IDEAM) UTILIZANDO METODOLOGIA DE TRANSITO AGREGADO.

ALBERTO ROMERO SANCHEZ

JOHN EDWIN ROMERO BELLO

Monografía para optar por el título de ingeniero Civil

FERNANDO GONZALES CASAS

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES E INGENIERIA CIVIL
SEMILLERO UDENS, OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
BOGOTÁ D.C, 26 DE ABRIL
2016

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del presidente del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

Bogotá, 2016

Dedicatorias

A Dios.
Quien como Padre y proveedor nos abrió la puerta en esta institución, nos impulsó dándonos cada día las fuerzas, la capacidad y el valor para enfrentarnos al reto de hacernos ingenieros civiles, Él mismo fue quien nos esforzó cada día para aprender, para hacernos mejores personas a través de la preparación profesional buscando siempre como principal objetivo el bendecir a otros y a nosotros mismos. A Él sea toda la gloria por este sueño hoy un poco más cerca y por todos los que ya tiene preparados para nosotros.

A Nuestros padres.
Quienes desde su visión aportaron fuerza y valentía para darnos una palabra de aliento cuando creíamos estar cansados. A estos hombres que con su trabajo fueron columna para la construcción de un hogar y creyeron en sus hijos como hombres de bien.

A Nuestras Madres.
Mujeres fuertes e incansables, quienes se esforzaron por hacernos mejores hombres, inculcando día a día los buenos principios, la correcta moral, entregando todo de si tanto económicamente y espiritualmente, para catapultar a sus generaciones mucho más alto de donde ellas mismas apuntaron.

A nuestras Esposas.
A estas mujeres que un día decidieron compartir sus vidas y sus sueños con nosotros, quienes con palabras llenas de amor nos han ayudado y fortalecido para continuar avanzando, a ellas que también han tenido que correr la buena carrera, y que son el fundamento de nuestras principales luchas para forjar un futuro mejor.

A nuestros compañeros.
Quienes recorrieron este arduo camino con nosotros, con ellos aprendimos más de la vida; se convirtieron en hermanos y a su vez muy pronto en colegas. Con los cuales competiremos por ser los mejores y por hacer de nuestra escuela y profesión la mejor.

A nuestros maestros.
Que en ocasiones a nuestro modo de ver dificultaban el proceso, cuando la única finalidad era que aprendiéramos correctamente a trabajar, a diseñar, a creer en nosotros mismos, en nuestras capacidades. A ellos que se encargan de formar una mejor sociedad, y que su único interés es forjar colegas honorables y que dejen el nombre de la profesión en alto.

A todos y todas muchas gracias, que el señor Dios bendiga sus vidas, los recompense por sus obras y les llene de su favor y gracia, para enfrentar cada día el diario vivir.

Contenido

CÁLCULO DE LA CRECIENTE DURANTE EL PERÍODO INVERNAL DE 2010, EN EL RIO ATRATO, ESTACIÓN EL SIETE (11027030 IDEAM) UTILIZANDO METODOLOGIA DE TRÁNSITO AGREGADO. 1

1. INTRODUCCION..... 12

1. OBJETIVOS..... 13

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 13

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 13

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 14

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA. 14

3.2 JUSTIFICACIÓN 20

3. MARCO TEORICO 22

3.1. ESTACIÓN LIMNIMÉTRICA O FLUVIOMÉTRICA 24

3.2. ESTACIÓN LIMNIGRÁFICA O FLUVIOGRÁFICA..... 24

3.3. CURVAS DE CALIBRACIÓN. 27

4. METODOLOGIA. 28

4.1. PASOS PARA APLICAR EL MÉTODO DE TRANSITO DE CRECIENTES..... 34

4.1.1. Identificación del caudal mayor en el mes. 34

4.1.2. Determinar la duración del evento hidrológico..... 36

4.1.3. Cálculo de coeficientes c1, c2 y c3. 37

5.1.4. Cálculo de caudal de Salida..... 38

5.1.5 Elaboración de hidrogramas de entrada y de salida..... 39

CONCLUSIONES..... 53

ANEXOS. 55

REGISTRO DE CAUDALES E HIDROGRAMAS PARA CADA MES..... 55

CAUDALES PICOS POR MES E HIDROGRAMAS..... 77

CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ALMACENAMIENTO SEGÚN EL TRAMO DE CAUCE X VARÍAN ENTRE 0,1 Y 0,5, Y K VARIANDO ENTRE 0,5 Y 3,0..... 88

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1 Cuencas Hidrográficas en Colombia. 14
Tabla 2. Caudales Promedios Mensuales. 33
Tabla 3. Caudales Máximos Diarios 34
Tabla 4 Periodo de tiempo de mayor precipitación. 36
Tabla 5.Cálculo de coeficientes de Almacenamiento. 37
Tabla 6. Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce. 38
Tabla 7 Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,2 y K= 0,5 41
Tabla 8Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,3 y K= 0,5 44
Tabla 9Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,4 y K= 0,5 47
Tabla 10Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,5 y K= 0,5 50
Tabla 11 Caudales mes de Febrero 55
Tabla 12Caudales mes de Marzo 57
Tabla 13 Caudales Mes de Abril 59
Tabla 14 Caudales Mes de Mayo 61
Tabla 15 Caudales Mes de Junio 63
Tabla 16 Caudales Mes de Julio 65
Tabla 17 Caudales Mes de Agosto 67
Tabla 18 Caudales Mes de Septiembre 69
Tabla 19 Caudales Mes de Octubre 71
Tabla 20 Caudales Mes de Noviembre 73
Tabla 21 Caudales Mes de Diciembre 75
Tabla 22 Caudal máximo mes de febrero. 77
Tabla 23 Caudal máximo mes de Marzo 78
Tabla 24 Caudal máximo mes de Abril 79
Tabla 25 Caudal máximo mes de Mayo 80
Tabla 26 Caudal máximo mes de Junio 81
Tabla 27 Caudal máximo mes de Julio 82
Tabla 28 Caudal máximo mes de Agosto 83
Tabla 29 Caudal máximo mes de febrero 84
Tabla 30 Caudal máximo mes de Octubre 85
Tabla 31 Caudal máximo mes de Noviembre 86
Tabla 32 Caudal máximo mes de Diciembre 87
Tabla 33 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2 y K = 1,0. 90
Tabla 34 Funciones de almacenamiento X = 0,2 y K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4 91
Tabla 35 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 92
Tabla 36Tabla 35 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4, y K = 1,0. 94
Tabla 37 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,5 y K = 1,0. 96
Tabla 38 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 1,0 y K = 1,5. 98

Tabla 39 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 2,0 y K = 1,5. 100
Tabla 40 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,5. 102
Tabla 41 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4 y K = 1,5 104
Tabla 42 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,5 y K = 1,5. 106
Tabla 43 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2y K = 2,0. 108
Tabla 44 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2 y K = 2,0. 110
Tabla 45Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 2,0. 112
Tabla 46Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4 y K = 2,0. 114
Tabla 47Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,5 y K = 2,0. 116
Tabla 48Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,1 y K = 2,5. 118
Tabla 49 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2 y K = 2,5. 120
Tabla 50 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 2,5. 122
Tabla 51 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4 y K = 2,5. 124
Tabla 52 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 126
Tabla 53 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 128
Tabla 54 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 130
Tabla 55 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 132
Tabla 56Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 134
Tabla 57Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0. 136

LISTA DE IMÁGENES.

Imagen 1Mapas de Quibdó – IGAC 16
Imagen 2. La Yesca- Viviendas 19
Imagen 3 Microcuenca La Yesca-MAVDT –VASB 21
Imagen 4 Basura sobre el Rio Atrato MAVDT –VASB 21
Imagen 5 Estación Limìgrafica - Rio Mantaro- Perú. 24
Imagen 6 LImnígrafo 25
Imagen 7 Estación Siete El - Río Atrato – Colombia. 28
Imagen 8 Mediciones mensuales de caudal para el año 2010. 29
Imagen 9Curva de calibración - Estación Siete El 30
Imagen 10 Caudales presentados en el río Atrato. 30
Imagen 11 Caudales mensuales durante el año 2010. 31
Imagen 12 Caudales Máximos Diarios en el 2010. 31
Imagen 13 Caudal mes de Junio. Fuente el autor 32
Imagen 14. Caudal Promedio mensual 33
Imagen 15 Caudales diarios máximos para cada mes. 35
Imagen 16. Caudal del Mes de junio fuente: El autor. 35
Imagen 17 Hidrograma de Entrada y salida. X=0,1 y K=0,5 39
Imagen 18Hidrograma de entrada y salida para X=0,2 y K= 0,5 42
Imagen 19 Regresión lineal para almacenamiento, asumiendo x = 0,2 y k= 0,5 43
Imagen 20 Hidrograma de entrada y de salida X=0,3 y K= 0,5 45
Imagen 21 Hidrograma de entrada y salida X= 0,4 y X=0,5 48
Imagen 22Hidrograma de entrada y salida X= 0,5 y X=0,5 51
Imagen 23Hidrograma de Entrada Febrero 2010 56
Imagen 24 Hidrograma de Entrada Marzo 58
Imagen 25Hidrograma Mes de Abril 60
Imagen 26 Hidrograma Mes de Mayo 62
Imagen 27 Hidrograma Mes de Junio 64
Imagen 28 Hidrograma Mes de Julio 66
Imagen 29 Hidrograma Mes de Agosto 68
Imagen 30 Hidrograma del Mes de Septiembre 70
Imagen 31 Hidrograma mes de Octubre 72
Imagen 32 Hidrograma Mes de Noviembre 74
Imagen 33 Hidrograma Mes de Diciembre 76
Imagen 34 Hidrograma del mes de Febrero de 2010. 77
Imagen 35 Caudal máximo mes de Marzo 78
Imagen 36 Hidrograma del mes de abril de 2010 79
Imagen 37 Hidrograma del mes de Mayo de 2010 80
Imagen 38 Hidrograma del mes de Junio de 2010 81

Imagen 39 Hidrograma del mes de Julio de 2010..... 82
Imagen 40 Hidrograma del mes de Agosto de 2010..... 83
Imagen 41 Hidrograma del mes de Septiembre de 2010 84
Imagen 42 Hidrograma del mes de Octubre de 2010..... 85
Imagen 43 Hidrograma del mes de Noviembre de 2010..... 86
Imagen 44 Hidrograma del mes de Diciembre de 2010 87
Imagen 45 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,1 y K = 1,0. 88
Imagen 46 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 89
Imagen 47 Funciones de almacenamiento X = 0,3 y K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4 93
Imagen 48 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 95
Imagen 49 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 97
Imagen 50 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 99
Imagen 51 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 101
Imagen 52 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 103
Imagen 53 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 105
Imagen 54 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 107
Imagen 55 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 109
Imagen 56Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 111
Imagen 57 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 113
Imagen 58Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 115
Imagen 59Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 117
Imagen 60 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 119
Imagen 61 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 121
Imagen 62Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 123
Imagen 63 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 125
Imagen 64 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 127
Imagen 65 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 129
Imagen 66 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 131
Imagen 67 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 133
Imagen 68 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 135
Imagen 69Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4..... 137

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Fisiografía de los suelos aledaños al Río Atrato 17
Ilustración 2 Ubicación geográfica de la estación "Siete el" 23
Ilustración 3.Curva de calibración Estación Siete El..... 27
Ilustración 4 Formulas para Calcular Coeficientes de Acumulación 37

1. INTRODUCCION.

Conocer el comportamiento hidrográfico de un afluente en particular, es de vital importancia para el correcto planteamiento en las políticas de desarrollo y de progreso que se quieran logran en las economías de una población, ya que esta puede estar ligada directa o indirectamente a un afluente. Los ríos no solo constituyen un recurso hídrico, de igual manera permiten el desarrollo de nuevas economías basadas en el uso y el aprovechamiento del cauce que por allí transite

En Colombia son muchas las zonas que se enfrentan a esta situación, esto debido a que son zonas donde se concentra gran cantidad de precipitaciones de tal forma que genera crecientes considerables en los cauces del río. En esta investigación se realizara el análisis para el río Atrato y uno de sus más importantes afluentes, el cual afecta a toda la población de Quibdó cuando crece, generando situaciones que podrían mitigarse, una vez conocido el comportamiento del afluente. De este modo no se vería afectada la comunidad.

El método de transito agregado de crecientes permite obtener la interpretación gráfica y numérica de los caudales de entrada y de salida, en especial cuando este se ve afectado por la presencia de precipitaciones, agua que se encuentra en la atmosfera. Una vez es descargada en el cauce del rio, este puede experimentar crecientes, algunas veces muy peligrosas debido al corto periodo de tiempo en el que se generan o por la larga duración de la lluvia con la misma intensidad.

La finalidad de las mediciones de los caudales de los afluentes, es poder determinar las diferentes temporadas del año en las que el afluente presenta picos en sus niveles, ya sean los más altos o los más bajos que se puedan dar. Así se puede determinar diferentes características del rio, tales como su navegabilidad, extracción de caudal, extracción de materiales pétreos del rio, posibles obras de contención, o de manejo de caudal. Por esta razón a lo largo del tiempo se mantiene en constante observación y medición los ríos, en especial cuando son cuerpos de agua extensos y de gran caudal como lo es el Río Atrato. El método de transito agregado de crecientes se basa en los datos obtenidos de las mediciones del caudal del Rio en un determinado espacio de tiempo

Por esto es de vital importancia evidenciar las curvas de almacenamiento aguas arriba de la yesca, conociendo el comportamiento del afluente y el máximo caudal que logra llevar, se puede llegar a desarrollar obras de mitigación de riesgo y la reubicación de las familias que allí habitan.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis utilizando la metodología de transito agregado, del tránsito de crecientes en el afluente del río Atrato. Con estos resultados poder realizar los hidrogramas que permiten prever de manera muy aproximada los niveles alcanzados durante un período invernal.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una programación con la ayuda de herramienta ofimática, que permita mediante la inserción de los datos, obtenidos por medio de una estación hidrográfica, el cálculo de los hidrogramas y por consiguiente el promedio de caudales que se presentaron y de caudales agregados que se pudieron apreciar en el tramo que se esté midiendo.

- Obtener las mediciones de los aforos diarios del afluente a trabajar, con base en las mediciones y las curvas de calibración de la estación a trabajar, determinar las curvas de crecimiento de los caudales para este tramo en específico del río.

- Determinar el período invernal que se desea analizar, que coincida con un período invernal fuerte sobre la zona.

- Interpretar y aplicar la metodología a lo largo de dicho período, de esta forma se obtiene los hidrogramas base para el análisis.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

A lo largo de la geografía nacional Colombiana y siendo el tercer País con el mayor recurso hídrico del planeta, se puede determinar la problemática social que ha conllevado no conocer los comportamientos de los diferentes ríos. Un análisis de las poblaciones ribereñas, puede brindar una idea más real de las constantes problemáticas que se presentan.

Hoy en día se pueden determinar 5 cuencas de drenaje en Colombia, las cuales se enumeran de mayor a menor según su área de drenaje superficial.

CUENCA DE DRENAJE	SUPERFICIE DE DRENAJE (KM^2)	PRINCIPALES RIOS	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)
CARIBE	363878	Magdalena, Cauca, Atrato, Sumapaz, Sogamoso, Saldaña, Bogotá.	300 a 2500
PACIFICO	76500	Patía, San Juan, Mira, Bandó, Dagua, Anchicayá.	2000 a 9000
ORINOQUIA	350000	Meta, Guaviare, Arauca, Tomo, Vichada-	1000 a 5500
AMAZONIA	343000	Amazonas, Vaupés, Guanía, Paraná, Caquetá, Putumayo.	2550 a 3500
CATATUMBO	8370	Sardinata, Zulia, Catatumbo	1000 a 2500

Tabla 1 Cuencas Hidrográficas en Colombia.
Fuente: los autores

Una vez analizado la información, se puede determinar que la cuenca del caribe es la que presenta mayor precipitación, por tanto mayor cambio en el volumen de sus cauces, siendo uno de sus mayores afluentes el río Atrato. Afluente en el cual se basa el análisis hidrológico para la estación denominada SIETE El “nombre dado por el IDEAM”, ubicada en el departamento del Choco, municipio del Carmen de Bolívar, a 2300 msnm. La importancia de este río radica específicamente en que es una de las zonas más importantes donde se conjugan los más interesantes e importantes factores del clima, esto gracias a su ubicación dentro de la zona ecuatorial y las influencias que recaen por los océanos Atlántico y Pacífico.

Este fenómeno natural y ambiental, afecta las tierras adentro de gran parte de Suramérica, es así como las zonas intertropicales de Colombia, entre las cuales se encuentra el Carmen de Atrato y el golfo de Urabá, punto de nacimiento y desembocadura de la cuenca hidrográfica del Río Atrato, este último considerado como el más caudaloso de Colombia que se convierte en un sendero lleno de vegetación, es una zona donde se presentan la mayor precipitación de América. De esta manera al citar el Río Atrato se está hablando de la zona con mayor diversidad y mayor pluviosidad de Colombia, generando acumulaciones de agua que pueden superar los niveles del cauce natural.

Con una red de medición hidrológica amplia pero no suficiente para controlar los comportamientos de los diferentes afluentes, es necesario determinar un método valido y practico que permita la idealización del comportamiento de los cauces en los ríos.

Esta es la finalidad de la hidrometría, entender y comprender el comportamiento del agua, y en especial de la que está encima del suelo, especialmente de la precipitación y del flujo de las corrientes.

El constante cambio climático en Colombia y con ello las consecuencias que trae sobre las comunidades ribereñas, obligan a desarrollar nuevos planes de control y mitigación de riesgos, así como también obras de infraestructura, que permitan dar control a las posibles eventualidades ambientales que se puedan llegar a dar, las cuales no solo atentan contra la vida de las personas, sino que arrasan consigo con los principales recursos económicos. Tal es el caso de los terrenos que están destinados para cultivos o ganaderías, pero que se encuentran muy cerca del curso del río.

Contar con las estaciones pluviométricas (limnigraficas y limnimétricas) es una ventaja para realizar los análisis de los caudales del río y su comportamiento. Sin embargo, mucha de esta información queda archivada y solo pasa a ser parte de un registro de alturas y velocidades, sin presentarle mayor beneficio a la zona del río. Con métodos de análisis hidrográfico, y para el caso en particular, de la medición e interpretación del tránsito de crecientes, la metodología de tránsito agregado es una de los procedimientos más acertados para llevar a cabo dicha tarea.

Mediante la lectura y la obtención de los diferentes hidrogramas, se hace posible poder determinar los volúmenes de escorrentía que se han presentado o que pueden llegar a presentarse en relación de los caudales que entran o que salen, ya sean mediciones diarias o minuto a minuto, teniendo en cuenta el volumen que

normalmente puede llevar el rio, se puede además establecer la diferencia entre caudales, por consiguiente la creciente, representada en el nivel de agua que viene a sobrepasar el cauce natural del río.

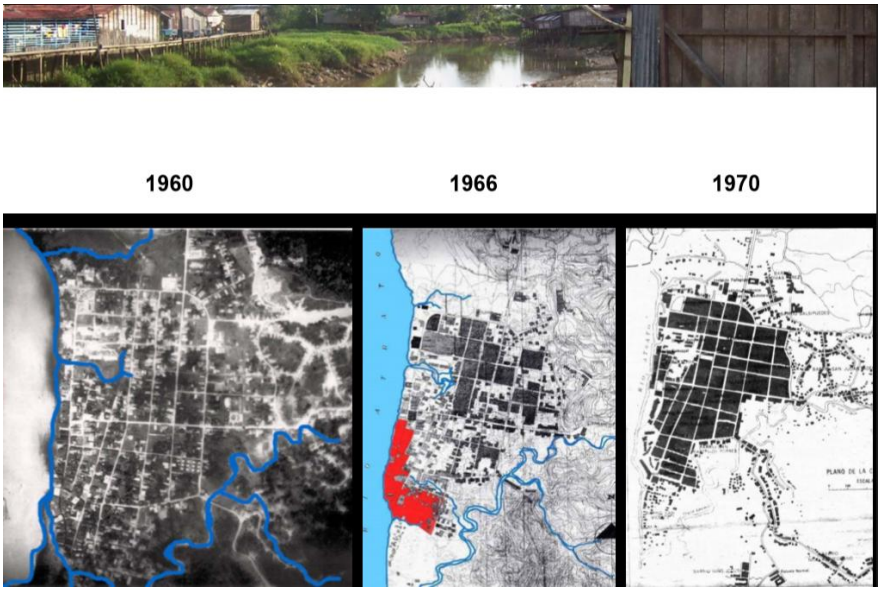


Imagen 1Mapas de Quibdó – IGAC

Fuente: IGAC.

Las constantes crecientes en los afluentes (véase imagen 1),son la principal causa de los diferentes desbordamientos de los cauces naturales, ya que cada río cuenta con un caudal máximo, para el cual cuenta con capacidad de soportar y transitarlo sin problema, sin embargo, en presencia de crecientes súbitas los caudales son superados, razón por la que se presentan inundaciones en poblaciones, zonas de cultivo, zonas de pastoreo. Situación que es alarmante en cuanto a pérdidas económicas y en ocasiones nefastas, hasta para la vida humana.

Por esta razón el análisis y la correcta interpretación de los niveles alcanzados por el río, son de vital importancia cuando se quiere aprovechar por completo el cauce, en este pueden desarrollarse obras para generación de energía, almacenamiento, obras de mitigación, como lo son muros de contención, jarillones, o disposición de tierras como terrenos para inundación. Un buen análisis del comportamiento del río y de las precipitaciones que a él lleguen, permite el aprovechamiento o control en beneficio de las poblaciones anexas al río.

La escogencia de esta cuenca, y en especial del Rio Atrato, se debe a la presencia de las precipitaciones que allí se dan, las cuales son consideradas como las más altas a nivel Colombia, al igual que sus anchos de lecho que van desde los 150 metros y puede alcanzar 1500 metros de ancho, con profundidades que oscilan entre los 31 a 38 m. El área de drenaje es de 806477 Ha, entre los cuales 1300000 Ha están en llanura aluvial. Es catalogado como la principal arteria comercial y localiza a lo largo de sus orillas y afluentes la mayoría de la población. Lo cual aduce un lugar donde es válido y asertivo demostrar la funcionalidad del método.

> "*El Atrato aumenta su caudal desde abril hasta octubre. Un 15% del valle permanece inundado durante todo el año y con caudales máximos se inunda un* ***55%, afectando los diques naturales y las terrazas bajas. Solo el 20% del área que corresponde a las partes altas, no se inunda****"*[1] .

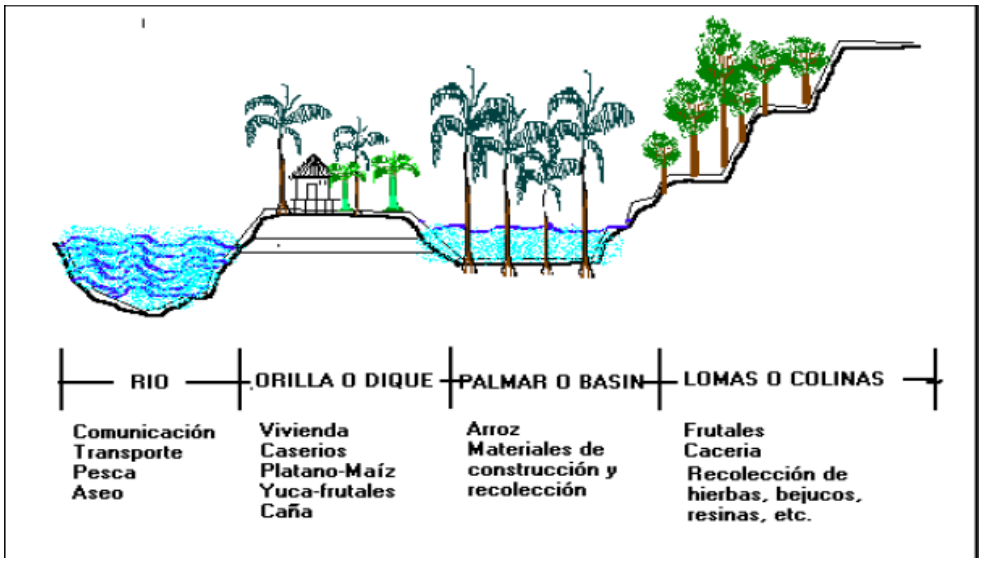


Ilustración 1 Fisiografía de los suelos aledaños al Río Atrato
Fuente: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

En virtud de la gran cantidad de precipitaciones que se presentan, el río Atrato es uno de los afluentes que cuentan con mediciones de caudal; según la información que se puede obtener del IDEAM, las estaciones meteorológicas y pluviométricas, brindan lecturas de temperaturas medias anuales entre los 25.9°C y 26.7°C,

[1] Corpouraba, 2010, Humedales del Rio Atrato. https://www.corpouraba.gov.co/humedales-del-rio-atrato.

temperaturas máximas de 33.8°C y 34.9°C, la precipitación promedio anual va desde los 5000 mm hasta alcanzar los 11000 mm aprox.

La tener la información de mediciones diarias de niveles y caudales que se presentan en el afluente del Atrato, es viable analizar concretamente el comportamiento hidrológico.

El río Atrato requiere de estudios vertiginosos, que aporten información sobre el comportamiento de su cauce, debido a que el gobierno nacional pretende desarrollar proyectos a lo largo de este afluente, es así como hoy en día la alcaldía Municipal, a través del esquema de ordenamiento territorial en compañía del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico. Plantea los diferentes proyectos de construcción que se planean sobre este principal afluente, y su importancia para el desarrollo de las economías de las poblaciones a las riberas del Río.

> El proyecto del Gobierno nacional de construir un proyecto multimodal: un porcentaje carreteable, que comunique el Eje Cafetero a través de Pueblo Rico – Santa Cecilia – Tadó – Las Ánimas, con el Pacífico. Igualmente el uso del "Corredor de Paso Interoceánico Multimodal". De la misma manera el "Proyecto de acuapista sur del Pacifico", en sus proyecciones determinan las intervenciones de los recursos hídricos desde los **ríos Atrato**, San Juan, Quito, Paimadó, Baudó, Anchicayá, Raposo, Cajambre, Naya, Micay, Timbiquí y Guapi. Lo anterior por sus trascendencia sobre todo el Chocó biogeográfico, una de las zonas más biodiversas del mundo, y la construcción de grandes obras de infraestructura nos induce a considerar unas estrategias para mitigar las amenazas para el sistema ambiental y los recursos hídricos de la región.[2]

Aunque es una problemática vigente, los estudios parecen no generar efecto dentro del mismo casco urbano de la ciudad de Quibdó.

En las cabeceras de Quibdó, está ubicada la microcuenca de la yesca, está zona en temporada seca o de precipitaciones normales, es un lote baldío que sirve como solución de terreno donde construir (véase imagen 2). Las familias que allí residen, constituyen una comunidad de escasos recursos, construyen sus casas sobre rollizos de madera, y en la altura erigen sus casas de un piso o dos. Hechas en tabla o en bareque o cualquier otro material que tengan a la mano, estas viviendas carecen de todo tipo de urbanismo, no cuentan con servicios públicos, ni

[2] Plan estratégico de la macrocuenca del pacífico. http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/pemp.pdf

un sistema de recolección de basuras, de tal forma que todo es hecho según los recursos del lugar.

Hoy por hoy la Yesca continua albergando cientos de familias, unos de sus principales afluentes es un colaborador del Río Atrato, en donde se encuentra ubicada la estación “Siete El”.

Imagen 2. La Yesca- Viviendas
Fuente: MAVDT –VASB – Macroproyecto la yesca.

La yesca continúa haciendo estragos; cuando se presentan precipitaciones muy altas en lo alto de la serranía, la yesca arrasa todo a su paso, llevando consigo todo tipo de material y una vez llega al principal del Atrato se convierte en una isla de basura. Esta situación es normal para los habitantes, aun a sabiendas que se constituye en un evento muy peligroso, ya que por ese mismo lugar es el ingreso de muchas embarcaciones, pequeñas y grandes, de carga o con pasajeros, que arriban a los puertos de Quibdó. La Yesca afecta a más de 3 barrios en la ciudad.

3.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, problemas como el calentamiento global y los constantes cambios en las condiciones ambientales de las diferentes partes de la tierra, nos obligan a determinan los nuevos comportamientos y posibles obras que se deban llevar a cabo para preservación o mitigación de riesgos para la población y el sostenimiento de los mismos sistemas naturales. Como ejemplo de fenómenos naturales que afectan la tierra, se puede citar el fenómeno del niño.

Las constantes crecientes a lo largo y ancho del río Atrato, han afectado a la población chocoana desde siempre. Las comunidades que se ubican a los lados del sendero del río, año tras años, son objeto de los constantes desbordamientos. Estas crecientes han llegado a alcanzar niveles de 0,50 a 1,00 m, dentro de las casas. Situación que hace de esta zona del país, una de las menos estudiadas y con menor inversión para el diseño de obras de mitigación de riesgo.

Para poder realizar el análisis se acuden a procedimientos matemáticos, con la finalidad de desarrollar modelaciones rápidas. En cuanto al método a escoger, el más apropiado es el de transito agregado de crecientes, debido a que el método es de fácil aplicabilidad y se puede modelar a través de un software, que es una de los alcances que se quieren logran con esta investigación.

El método solo requiere de una correcta interpretación de datos y de graficas de los hidrogramas, estos se logran con base en las mediciones que se reportan en la estación Hidrológica de Siete El, ubicada en el río Atrato a la altura del municipio de Carmen de Bolívar.

Aunque se presentan diferentes situaciones con el manejo ambiental del rio, el problema principalmente radica en las crecientes durante la temporada de lluvia, ya que zonas que son consideradas microcuencas vuelven a ser vertidos con aguas del Atrato, recuperando de este modo los cauces por donde era conducida, situación que lleva al desalojo de las personas que han hecho de estos senderos los lugares de habitación (véase imagen 3), una vez se presenta la crecida, la quebrada de la Yesca resurge y lleva consigo todo el material de desperdicio que encuentra a su paso (véase Imagen 4).

Imagen 3 Microcuenca La Yesca-MAVDT –VASB
Fuente: MAVDT –VASB – Macroproyecto la yesca.

Determinar que esta zona no debe ser habitada y debe recuperarse como zona de manejo ambiental, es un alcance propio de la administración pública de la ciudad de Quibdó, este proyecto pretende evidenciar la efectividad del método de análisis de crecientes, evidenciando que se requiere obras que mitiguen el impacto, cuando alcanza sus máximos niveles.

Imagen 4 Basura sobre el Rio Atrato MAVDT –VASB
Fuente: MAVDT –VASB – Macroproyecto la yesca.

La investigación parte del interés de conocer la modelación matemática, por parte del semillero UDENS. Vinculado a la línea de optimización de procesos, en donde se contempla el cálculo de crecientes por la metodología de Transito Agregado.

3. MARCO TEORICO

La importancia del río Atrato radica en especial en el desarrollo de la economía de la región, y del país. Catalogado como uno de los afluentes más importantes de la hidrografía colombiana, es también considerado una de las principales rutas fluviales de entrada a nuestro país.

Aun siendo tan importante red fluvial, en la actualidad presenta déficit de análisis hidrológicos, debido a la ocurrencia de grandes y renuentes precipitaciones, los estudios no son totalmente confiables para el diseño de diferentes obras a lo largo de las orillas del río, la presencia de profesionales en la zona, se evidencia en pocas ocasiones del año, el IDEAM y su red de medición hidrográfica cuentan con estaciones hidrometeorológicas, en contadas zonas a lo largo del recorrido del rio y sus afluentes, estas estaciones en su gran mayoría solo son de medición de niveles, con las cuales se podría llegar a obtener las respectivas series de tiempo de caudales, pero en la realidad no sirven debido a que los cauces varían muy rápido.

Por esta razón al pretender desarrollar obras de infraestructura o estudios sobre el afluente, es imperativo realizar todos los análisis de caso, y tener el tiempo para realizar esas mediciones en diferentes temporadas del año, de este modo se podría reducir la incertidumbre sobre la validez y representatividad de los resultados.

Realizando una inspección del perfil longitudinal del río Atrato, se pueden evidenciar varias características que validan la necesidad de realizar monitoreos y conocer el comportamiento del río y sus afluentes. Se puede evidenciar 3 aspectos de gran relevancia:

- El transporte de sedimentos y de agregados en el fondo del lecho, en especial sobre las desembocaduras de los afluentes, obliga a programar obras de dragado, con acciones así es posible permanecer la navegabilidad del río.
- A lo largo de un determinado periodo de tiempo, se realizaron medidas en cuanto a la profundidad del cauce en determinados puntos, entre las mediciones obtenidas, se pueden evidenciar diferencias que llegan a los 10 metros, esto conlleva a pensar que es obligatorio mantener un constante control en estos mismo lugares.

- Un perfil diferente e inusual, que podría catalogarse como adverso, entre las alturas que presentan entre Riosucio y la desembocadura del Golfo de Urabá.

Por otro lado no se conocen referentes de mediciones de los demás afluentes que desembocan en el río Atrato, de esta manera solo se tiene referencia por las misma poblaciones, quienes brindan información sobre los meses del año en los que más llueve, y específicamente de aquellas épocas del año, en donde los desbordamientos y crecientes súbitas atentan contra la misma población. Por lo tanto el estado mismo ignora la potencia del afluente, la palpable realidad de las poblaciones ribereñas en cuanto a desastres hidrometeorologicos

Por esto se optó por la medición de caudales y la interpretación de transitos agregados, por el método de transito agregado de crecientes, teniendo como base los datos, lecturas y curvas de calibración de la estación “Siete el”, nombrado así por el IDEAM.

Ilustración 2 Ubicación geográfica de la estación "Siete el"
Fuente: IDEAM

Es importante aclarar que existen, diferentes mecanismos, para la obtención de datos o lecturas de información sobre los afluentes. Para el instituto de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, la utilización de estaciones a lo largo de los cauces, a resultado la opción más rápida y válida para el registro de la información. Se pueden distinguir diferentes tipos de estación entre las cuales están:

3.1. ESTACIÓN LIMNIMÉTRICA O FLUVIOMÉTRICA

Estación para la determinación de caudales por medio de lecturas periódicas sobre una regla graduada llevadas a cabo por un observador. La frecuencia de las lecturas es de dos veces por día.

3.2. ESTACIÓN LIMNIGRÁFICA O FLUVIOGRÁFICA

Estación para la determinación de caudales por medio de registro gráfico continúo de los niveles de agua.

En el caso específico de esta investigación, la información es obtenida a través de una estación limnigráfica o fluviográfica, la cual brinda la información necesaria y debe contar con una curva de calibración, para poder tener datos de mayor precisión.

Imagen 5 Estación Limìgrafica - Rio Mantaro- Perú.
Fuente: Google-Maps, http://www.meteoaeronautica.gov.co/visor-meteorologico.

Son aparatos automatizados que registran la información de niveles, gracias a un flotador que acciona una pluma, la cual sobre una carta marca los diferentes niveles de manera continua.

Imagen 6 LImnígrafo

Fuente: Loa autores.

"Los Limnígrafos son aparatos automáticos con el que se obtiene un registro continuo de niveles, se coloca junto a la corriente, conectado mediante un tubo o zanja, o bien dentro de ella, el movimiento de un flotador acciona una pluma sobre una carta de registro. Cuando la pluma alcanza el borde de la carta, su dirección cambia y su registro se hace en el sentido opuesto."[3]

Otros dispositivos trabajan con computadoras, están miden los diferentes niveles y una gran cantidad de datos. A través de intervalos o cintas con frecuencias de 15 minutos:

Lo que se debe verificar en el momento de la evaluación de las medidas entregadas por una estación limnigráfica son:

- Verificación de nivel cero en la mira de referencia (en caso de existir una corrección se deben corregir todas las lecturas que se pretendan usar).

- Si se quiere medir con respecto a dos miras instaladas paralelamente o por cambio, se debe realizar las correlaciones de las lecturas de la antigua a la nueva.

[3] Montaje y calibración de una estación hidrométrica automática para mediciones de niveles en el rio de oro. Wilfredo A. Díaz, U. Industrial de Santander.

- La verificación de las lecturas que entrega el limnigrafo, consiste en la toma de medidas de nivel por parte del operario que este tomando la información, las lecturas de tales mediciones, deben realizarse al inicio y al final de la actividad de toma de datos, este intervalo será la correlación que pueda tenerse en cuenta para los datos.

- El limnigrafo, consiste en un dispositivo que registra en forma continua las variaciones de nivel que se presentan en los cuerpos de agua (ríos, embalses, mares) consiste en un mecanismo que funciona por una pesa y un nivel de lámina –boya "queda suspendido en la superficie y hace que la pesa baje o suba según sea la altura de la lámina de agua. Este mecanismo acciona internamente un prototipo de lápiz, que registra en un papel calibrado la línea de medida de alturas de lámina. Lo que se traducirá en el caudal que está llevando.

3.3. CURVAS DE CALIBRACIÓN.

Representa la curva de comportamiento que presenta el cauce en el lugar de medida, puede ser a través de la toma de los aforos es decir netamente de caudales o el registro de los niveles que el afluente pueda presentar a lo largo del tiempo.

La curva de gastos no solo permite la interpretación de los caudales, también permite la corrección de algunas mediciones que no están dentro de la línea de comportamiento del afluente.

Los cuidados a tener son el control de calidad, en lo que respecta a verificar que los ángulos de arrastre, respondan a las zonas donde se presentan, la línea desde la cual se toma el aforo, debe ser perpendicular al flujo de la corriente.

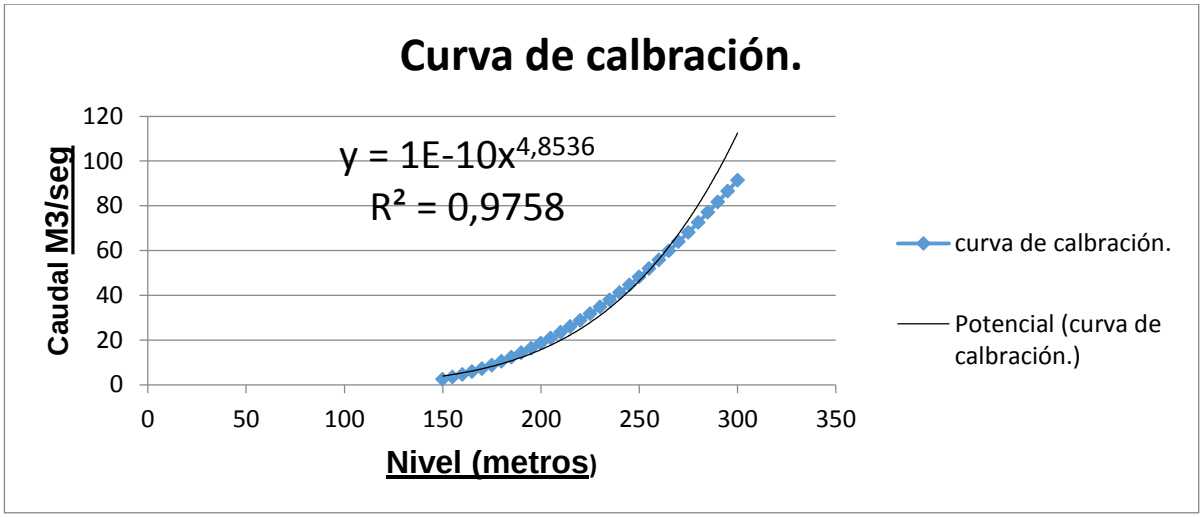


Ilustración 3.Curva de calibración Estación Siete El.
Fuente: El autor

En la estación “Siete El”, se consolidan datos de altura de lámina de agua, una vez registrados estos datos, y unas mediciones específicas para cada altura de lámina, se puede determinar que la línea de tendencia que tienen los aforos en función de la altura de la lámina de agua que pasa en cualquier periodo.

4. METODOLOGIA.

Una vez determinado el afluente sobre el cual se planea trabajar, se escoge la estación hidrométrica de interés, la cual no debe presentar suspensión en el registro de información en ningún periodo. Se solicita la información al IDEAM, sobre el record de información hidrométrica que exista desde el momento de la instalación hasta el presente.

Para esta investigación los cálculos serán con base en la estación SIETE EL.

La información solicitada consiste en:

- Record de lecturas de caudal, precipitaciones, y alturas de la lámina de agua, todos estos datos desde el inicio del funcionamiento de la estación limnigráfica.
- Curva de calibración de la Estación.

Imagen 7 Estación Siete El - Río Atrato – Colombia.
Fuente: Google-maps.

La estación denominada “Siete El”, es limnigráfica, se encuentra ubicada en inmediaciones del municipio Carmen de Bolívar, departamento del Chocó, altitud de 2300 m s. n. m, perteneciente a la vertiente del río Chocó, la cual no ha sido suspendida desde el momento de su instalación que fue el 15 diciembre de 1979.

La información suministrada por el IDEAM, consiste en tablas de información en donde se encuentran mediciones horarias y mensuales para el periodo invernal de 2010.

	I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES												
										SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL			
				VALORES MEDIOS DIARIOS DE CAUDALES (M3/Seg)									
	FECHA DE PROCESO: 2015/08/11					AÑO 2010				ESTACION	: 11027030	SIETE EL	
LATITUD	551	N		TIPO EST	LG		DEPTO	CHOCO		FECHA-INSTALACION		1979-DIC	
LONGITUD	7609	W		ENTIDAD	1	IDEAM	MUNICIPIO	EL CARMEN DE ATRATO					
ELEVACION	2300	m.s.n.m		REGIONAL	1	ANTIOQUIA	CORRIENTE	ATRATO		FECHA-SUSPENSION			
**********	*******	*******	*******	**********	********	**********	********	*********	**********	**********	*********	********	*********
DIA		ENERO *	FEBRE	* MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *
**********	*******	*******	*******	**********	********	**********	********	*********	**********	**********	*********	********	*********
1		4,805	3,501	8 3.410 8	6.559 1	8.830 1	19.06 8	23.02 8	24.93 8	17.79 8	20.85 8	19.79 8	17.91 1
2		5,541	3,501	8 3.310 8	5.715 1	9.776 1	20.66 8	22.19 8	23.37 8	19.52 8	21.95 8	21.96 8	22.26 8
3		5,909	3,6	8 4.784 1	5.769 1	11.85 8	20.62 8	20.93 8	24.26 8	18.55 8	20.08 8	38.22 8	29.50 8
4		6,554	3,501	8 4.324 1	5.295 1	19.94 8	18.30 1	29.33 8	23.08 8	22.99 8	19.65 8	36.32 8	34.46 8
5		7,325	3,401	8 3.542 8	5.070 1	13.99 1	17.34 1	26.90 8	25.56 8	19.33 8	21.22 8	32.77 8	26.58 8
6		6,586	3,501	8 3.318 8	6.117 1	12.35 1	15.76 1	26.83 8	32.21 8	20.72 8	29.83 8	31.87 8	23.97 8
7		5,541	3,823	3.327 8	5.541 1	12.23 8	15.01 1	26.64 8	29.44 8	22.06 8	25.04 8	26.39 8	22.54 8
8		5,173	3,6	8 3.302 8	5.122 1	20.06 8	15.33 1	26.82 8	27.49 8	19.64 8	24.54 8	26.31 8	19.55 8
9		4,805	4,314	3.302 8	5.206 1	18.39 8	17.58 8	26.00 8	27.28 8	19.56 8	22.02 8	25.61 8	17.97 1
10		4,682	4,191	3.310 8	5.603 1	15.60 1	17.26 8	29.84 8	25.81 8	17.84 1	19.91 8	25.60 8	16.46 1
11		4,805	3,7	4.471 8	5.799 1	16.35 8	14.89 1	31.56 8	24.06 8	18.44 8	18.68 1	25.29 8	15.24 1
12		4,682	3,6	8 4.110 8	4.978 1	17.97 8	16.10 8	29.78 8	24.18 8	20.93 8	17.63 1	25.52 8	15.39 8
13		4,927	3,6	8 3.564 8	5.237 1	16.84 8	14.54 1	31.73 8	22.31 8	19.18 8	16.83 1	30.92 8	21.30 8
14		4,436	3,501	8 3.495 8	5.295 1	17.03 8	16.02 8	29.65 8	20.35 8	17.65 1	16.33 1	32.41 8	18.43 1
15		3,823	3,401	8 3.410 8	4.866 1	21.39 8	16.33 1	31.82 8	19.69 8	17.29 8	18.72 8	29.46 8	20.73 8
16		3.003 8	3,7	3.293 8	4.794 1	27.87 8	23.24 8	30.52 8	19.02 8	17.77 8	16.69 8	28.04 8	21.20 8
17		3.302 8		17.76 8	4.580 1	18.09 8	31.66 8	28.77 8	17.78 1	17.85 8	15.87 1	28.36 8	18.83 1
18		3.103 8	3,986	1 9.109 1	4.580 1	16.12 1	32.03 8	27.64 8	17.95 1	17.19 1	14.68 1	30.55 8	17.00 1
19		2.904 8	3,576	8 5.244 1	4.702 1	14.48 1	28.48 8	26.12 8	17.19 1	19.16 8	14.29 1	28.98 8	19.83 8
20		2.904 8	3,501	8 4.232 1	5.257 1	18.68 8	30.84 8	26.81 8	16.25 1	22.05 8	14.24 1	31.65 8	18.63 8
21		2.804 8	3,501	8 3.751 8	9.867 8	25.34 8	28.00 8	29.42 8	16.12 8	21.50 8	13.87 1	34.54 8	16.71 1
22		2.705 8	3,526	8 4.420 8	5.469 1	19.39 8	28.26 8	25.87 8	15.81 1	20.38 8	13.80 1	30.28 8	15.28 1
23		2.605 8	4,303	1 4.071 8	4.845 1	18.37 1	25.61 8	25.11 8	15.34 1	20.45 8	13.44 1	28.48 8	14.32 1
24		2.605 8	3,843	1 3.277 8	4.539 1	17.44 1	25.08 8	23.52 8	14.93 1	19.86 8	13.00 1	26.49 8	13.66 1
25		2.904 8	5,856	1 3.136 8	5.193 1	16.19 8	23.71 8	22.41 8	16.84 8	20.97 8	12.59 1	24.37 8	12.86 1
26		3.003 8	4,508	1 8.658 8	5.408 1	19.23 8	23.48 8	21.87 8	20.94 8	19.41 8	12.80 1	22.97 8	15.93 8
27		3.302 8	3,71	8 4.662 1	5.104 1	16.37 1	24.98 8	24.31 8	18.93 8	23.93 8	12.81 1	21.58 8	12.61 1
28		3.501 8	3,501	8 5.606 1	7.216 1	14.95 1	24.27 8	26.24 8	21.46 8	21.80 8	12.91 1	21.58 8	12.91 1
29		3,823		9.048 1	10.17 1	14.01 1	24.49 8	24.06 8	20.94 8	21.94 8	18.63 8	19.81 8	12.46 1
30		3.723 8		6.437 1		16.12 8	24.37 8	23.06 8	18.72 1	21.56 8	18.15 8	18.86 8	12.37 1
31		3,7		6.530 1		20.62 8		26.09 8	18.39 1		18.07 1		
MEDIA		4.177 8	3,787	3 4.975 8	5.652 3	16.96 8	21.78 8	26.61 8	21.31 8	19.91 8	17.71 8	27.50 8	18.56 3
MAXIMA ABSOLUTA		7,325	10,1	3 33.64 8	21.08 3	47.67 8	77.92 3	54.53 8	44.33 8	33.64 8	36.98 8	55.32 8	47.67 3
MINIMA MEDIA		2.605 8	3,401	3 3.136 8	4.539 3	8.830 1	14.54 1	20.93 8	14.93 1	17.19 1	12.59 1	18.86 8	12.37 3
** DATOS PRELIMINARES				*** VALORES ANUALES ***							** ORIGENES DE DATO **		
				MEDIA		15,7	44				1:00	REGISTRADOS	
				MAXIMA ABSOLUTA		77,9	20				3:00	INCOMPLETOS	
				MINIMA MEDIA		2,6	5				8:00	EST. OTROS METODOS	

Imagen 8 Mediciones mensuales de caudal para el año 2010.
Fuente: IDEAM.

De la información que entrega el IDEAM, se debe analizar los periodos donde se quiere ahondar en la investigación del comportamiento del caudal. Siendo este un periodo de tiempo en donde se hubiese presentado picos en las mediciones o como en el caso de esta investigación un periodo invernal de 2010, el cual estuvo enmarcado por el fenómeno del niño.

Una vez analizada la información, se debe sacar la curva de calibración la cual nos permitirá realizar el cotejo de las mediciones que entrega la estación.

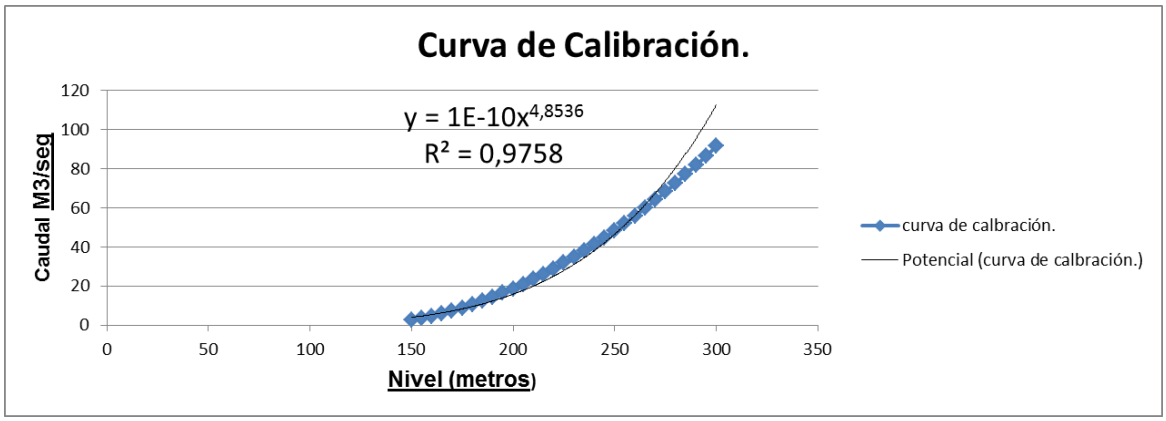


Imagen 9Curva de calibración - Estación Siete El
Fuente: Los autores.

La curva de calibración se provee una herramienta muy útil para modelar y analizar los diferentes caudales que se presentaron durante el periodo invernal, y así poder analizar el comportamiento de las crecientes en el afluente.

Con los datos que se tiene de la estación Siete, se podrá graficar los diferentes caudales que este presentó durante el funcionamiento de la estación.

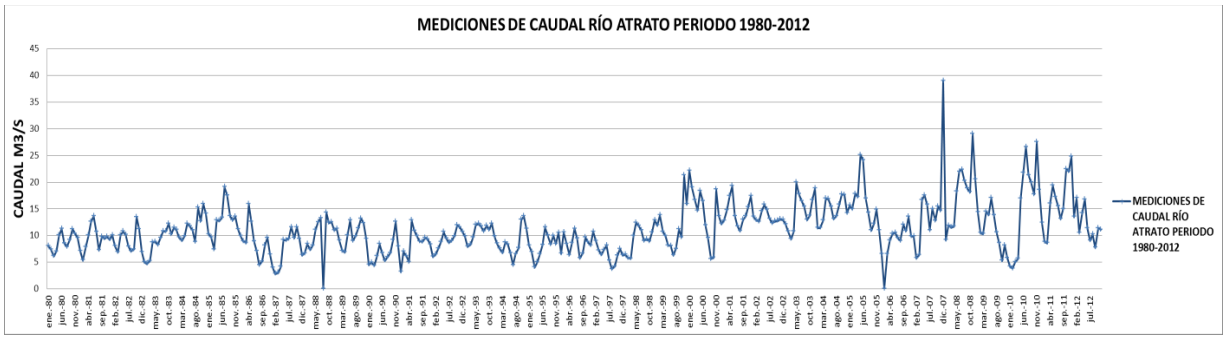


Imagen 10 Caudales presentados en el río Atrato.
Fuente: Los Autores.

Lo que se pretende es analizar el comportamiento de este afluente, durante el evento natural del fenómeno del niño, durante el primer trimestre del año 2010, se proyectó la existencia del fenómeno del niño, pero después del primer trimestre lo que se puede evidenciar es una curva de aumento en los cauces del río.

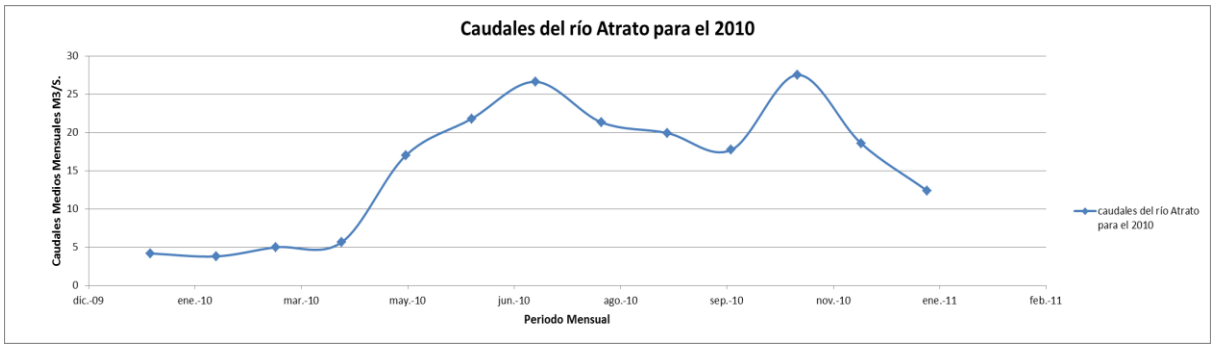


Imagen 11 Caudales mensuales durante el año 2010.
Fuente: Los Autores.

Como se puede evidenciar durante el primer trimestre del 2010, se presentaban niveles bajos en los cauces del río Atrato, pero a partir de abril, el aumento de las lluvias en la región se hace evidente y presenta aumentos en las crecientes del afluente.

Para poder mirar con mayor detalle el comportamiento de las crecientes en la estación Siete El, se realizaran las gráficas día a día.

En total se analizarán 365 graficas aproximadamente, teniendo en cuenta que por algún motivo las lecturas aunque hayan sido tomadas están fuera del rango, error que se puede atribuir al mecanismo de medición por efecto de algún contrapeso de desechos flotantes, los cuales alteran el funcionamiento del flotador o de los cables de contrapeso.

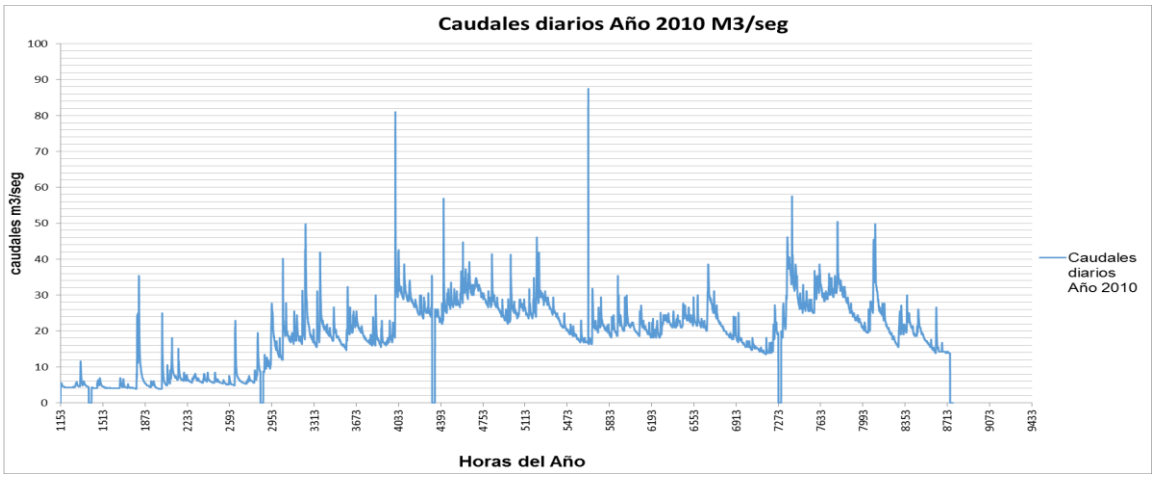


Imagen 12 Caudales Máximos Diarios en el 2010.
Fuente: Los Autores.

Es necesario conocer la duración de la creciente, partiendo desde el momento en el que empezó a acumularse, hasta el momento preciso cuando empezó a atenuarse, para tal fin nos es de gran ayuda graficar con intervalos de tiempo no mayores a 1 hora, de este modo, podremos identificar la duración que tiene una creciente en el tramos del río Atrato.

Una vez solicitada la información al IDEAM, se hace necesario pasar las lecturas y analizar visualmente cual de todas las lecturas pueda estar errada, ya sea porque está fuera del rango de las lecturas próximas a ellas o porque dejo de presentar lecturas coherentes o en cero. Una vez analizadas se deben graficar los hidrogramas mensuales por hora, de esta manera se puede determinar con exactitud los días en los que empezó la precipitación, la hora en la cual alcanzo la mayor acumulación y el momento en el cual volvió a su ciclo de flujo normal.

Lo que se busca es obtener el mayor registro que logro presentar el afluente durante este periodo de tiempo, una vez con este dato, se debe graficar día por día, de este modo se logra determinar las horas en las que se mantuvo las precipitaciones y cuánto tiempo tardo el cauce en volver a condiciones normales, es decir el tiempo que duró la acumulación de agua, representada por la curva de acumulación que se obtiene a través de la aplicación del método de cálculo de crecientes o método de Muskingum.

Para el caso del río Atrato, el mes que registra mayor precipitación, es el mes de junio, por lo cual en este mes se le realiza todo el análisis y planteamiento de Muskingum.

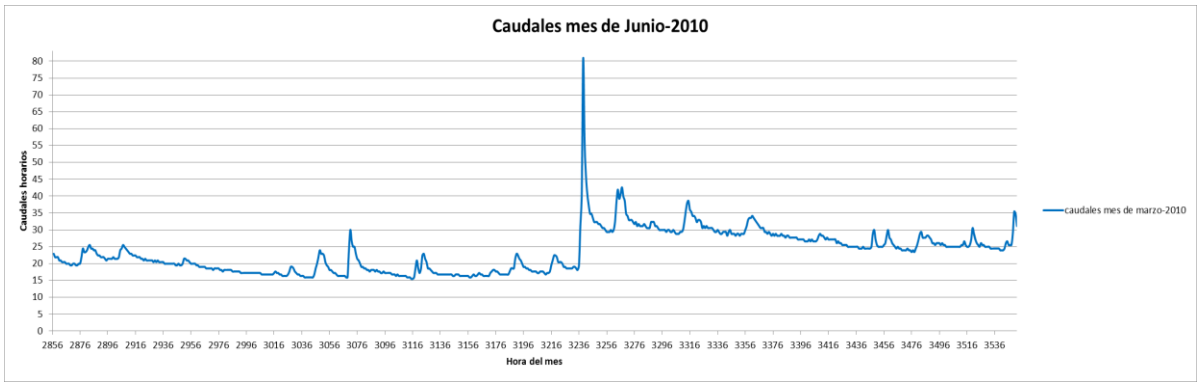


Imagen 13 Caudal mes de Junio. Fuente el autor
Fuente: Los Autores.

Tomando un promedio de los caudales mensuales que se presenten a lo largo del año 2010, se construye la siguiente curva para interpretar los datos.

Caudales Promedios Mensuales	
MESES	**CAUDAL M3/SEG**
Febrero	1,74
Marzo	5,87
Abril	6,41
Mayo	18,63
Junio	23,46
Julio	28,27
Agosto	**54,45**
Septiembre	21,87
Octubre	19,51
Noviembre	29,18
Diciembre	20,36

Tabla 2. Caudales Promedios Mensuales

Fuente: Los Autores.

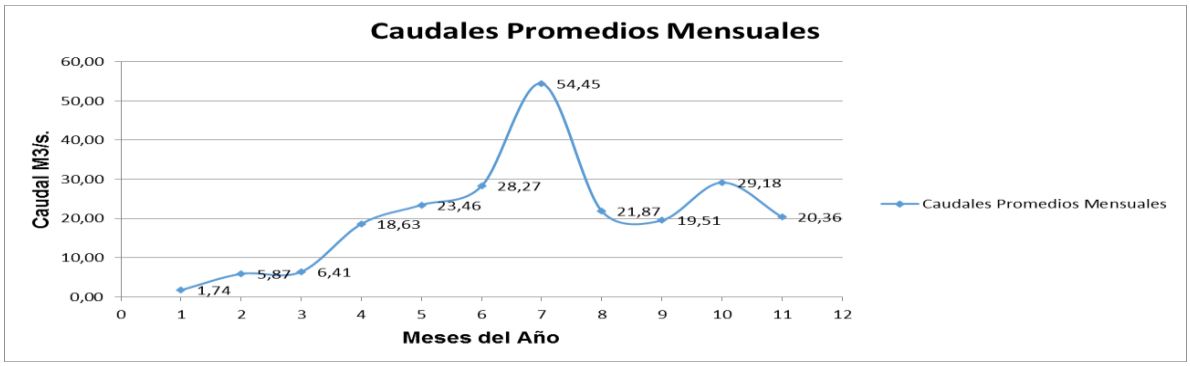


Imagen 14. Caudal Promedio mensual

Fuente: Los Autores.

Una vez realizadas las gráficas se puede evidenciar que no se puede trabajar el método con caudales promedio, por que estos se ven afectados en gran manera por la variación del tiempo seco. Es decir que no muestra en realidad el comportamiento del cauce en el instante de la precipitación y su efecto en el cauce.

Basándose en la gráfica de caudales promedio mensuales, el mes que presentó mayor caudal es Agosto con un promedio mensual de **54,45 m3/s.**

4.1. PASOS PARA APLICAR EL MÉTODO DE TRANSITO DE CRECIENTES.

4.1.1. Identificación del caudal mayor en el mes.

Es necesario analizar entonces los caudales máximos presentes en cada mes, de este modo se identifican con certeza el día del mes que presentó mayor precipitación por lo tanto mayor impacto en las crecientes del río.

Caudales Máximos Diarios	
Mes	**Caudal m3/s.**
febrero	11,5477
marzo	35,3845
abril	22,9149
mayo	49,7254
junio	80,79
julio	56,6005
agosto	46,0949
septiembre	35,3845
octubre	38,583
noviembre	57,3914
diciembre	49,7254

Tabla 3. Caudales Máximos Diarios

Fuente: Los Autores.

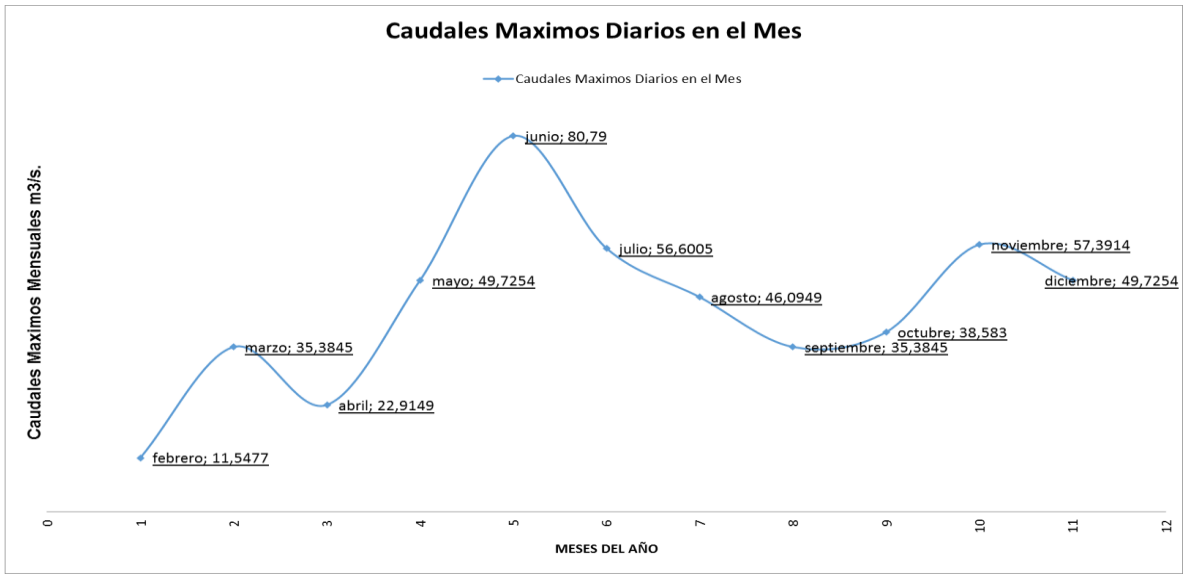


Imagen 15 Caudales diarios máximos para cada mes.
Fuente: Los autores.

Por medio de esta gráfica se puede corroborar que el caudal máximo se presentó en el mes de junio, por lo cual se procede a graficar el hidrograma de este mes, para esta estación.

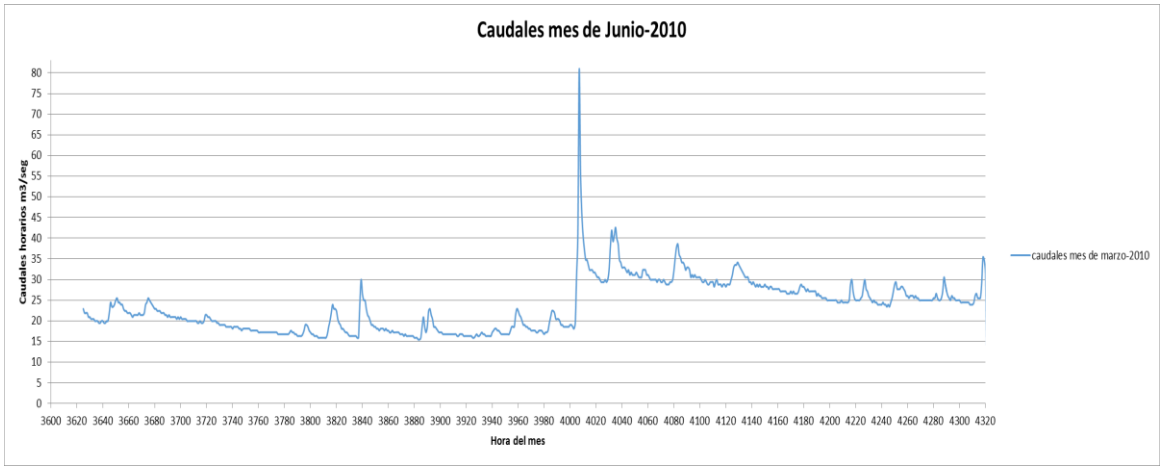


Imagen 16. Caudal del Mes de junio fuente: El autor.
Fuente: Los Autores.

4.1.2. Determinar la duración del evento hidrológico.

Un vez verificado el mes, se concluye que, desde las 17:59:44 del día 16/06/2010 se evidenció precipitaciones según la información entregada por el IDEAM, que dicha precipitación se prolongó por más de 7 horas, periodo en el cual el rio Atrato alcanzo un caudal máximo anual de 80,79 m3/s, una vez pasadas las 7 horas de lluvia se evidencia un decremento en el nivel alcanzado por la lámina de agua, la cual se toma 19 horas para llegar a un caudal de 29,39 m3/s.

Hora del evento	Hora en el año	Caudal m3/seg.	Observación
16-6-10 7:59 PM	4004	19,4954	Inicio de Precipitación
16-6-10 8:59 PM	4005	31,1334	
16-6-10 9:59 PM	4006	41,239	
16-6-10 10:59 PM	4007	80,7869	Punto máximo
16-6-10 11:59 PM	4008	56,6005	
17-6-10 12:59 AM	4009	46,0949	
17-6-10 1:59 AM	4010	40,5669	
17-6-10 2:59 AM	4011	37,2874	
17-6-10 3:59 AM	4012	34,761	
17-6-10 4:59 AM	4013	34,761	
17-6-10 5:59 AM	4014	33,5302	
17-6-10 6:59 AM	4015	32,321	
17-6-10 7:59 AM	4016	32,321	
17-6-10 8:59 AM	4017	32,321	
17-6-10 9:59 AM	4018	31,7245	
17-6-10 10:59 AM	4019	31,7245	
17-6-10 11:59 AM	4020	31,1334	
17-6-10 12:59 PM	4021	30,5477	
17-6-10 1:59 PM	4022	30,5477	
17-6-10 2:59 PM	4023	29,9674	
17-6-10 3:59 PM	4024	29,3925	
17-6-10 4:59 PM	4025	29,3925	
17-6-10 5:59 PM	4026	29,3925	Fin de la creciente

Tabla 4 Periodo de tiempo de mayor precipitación.

Fuente: Los Autores.

Por ser este el evento más relevante dentro del año, se decide hacer el cálculo de la creciente y análisis de trànsito de crecientes por medio del método de Muskingum.

4.1.3. Cálculo de coeficientes c1, c2 y c3.

Una vez conocido el máximo caudal que se presenta, se calculan los coeficientes c1, c2, y c3, todos en función de un X, que varía desde 0,1 hasta 0,5 y un K que varía desde 0.5 hasta 3, variando cada 0,5.

$$C_1 = \frac{\Delta t - 2KX}{\propto}$$

$$C_2 = \frac{\Delta t + 2KX}{\propto}$$

$$C_3 = \frac{2K(1 - X) - \Delta t}{\propto}$$

Ilustración 4 Formulas para Calcular Coeficientes de Acumulación

Fuente: F. Javier Sánchez San Román—Dpto. Geología – Univ. Salamanca (España)

Al calcular los coeficientes y con estos calcular los caudales de salida, se está contemplando los diferentes tipos de curvas que se pudieron dar para la creciente,

PARA X1						0,2	Δt	1
N	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00		
K	0,5	1	1,5	2	2,5	3		
C1	0,44444	0,23077	0,11765	0,04762	0,00000	-0,03448		
C2	0,66667	0,53846	0,47059	0,42857	0,40000	0,37931		
C3	-0,11111	0,23077	0,41176	0,52381	0,60000	0,65517		
PARA X1						0,3	Δt	1
N	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00		
K	0,5	1	1,5	2	2,5	3		
C1	0,41176	0,16667	0,03226	-0,05263	-0,11111	-0,15385		
C2	0,76471	0,66667	0,61290	0,57895	0,55556	0,53846		
C3	-0,17647	0,16667	0,35484	0,47368	0,55556	0,61538		
PARA X1						0,4	Δt	1
N	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00		
K	0,5	1	1,5	2	2,5	3		
C1	0,37500	0,09091	-0,07143	-0,17647	-0,25000	-0,30435		
C2	0,87500	0,81818	0,78571	0,76471	0,75000	0,73913		
C3	-0,25000	0,09091	0,28571	0,41176	0,50000	0,56522		
PARA X1						0,5	Δt	1
N	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00		
K	0,5	1	1,5	2	2,5	3		
C1	0,33333	0,00000	-0,20000	-0,33333	-0,42857	-0,50000		
C2	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		
C3	-0,33333	0,00000	0,20000	0,33333	0,42857	0,50000		

Tabla 5.Cálculo de coeficientes de Almacenamiento.

Fuente: Los Autores.

Con estos valores se deben cotejar el periodo en el mes que presenta mayor precipitación, por lo tanto un aumento mayor en el caudal.

5.1.4. Cálculo de caudal de Salida.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0,1							
						k = 0,5							
j(h)	I = cfs	C_1 0,4737	C_2 0,5789	C_3 -0,0526			$(I_{i-1}) + I_i)/2$	$(O_{i-1}) + O_i)/2$		X	X	X	X
1	19,4954	= 0	0	0	19,4954	1			Si	0,1	0,2	0,3	0,4
2	31,1334	14,75	11,29	-1,03	25,01	2	0,0	0,0	25,01	25,62	26,23	26,85	27,46
3	41,239	19,53	18,02	-1,32	36,24	3	36,2	30,6	30,57	36,74	37,24	37,74	38,24
4	80,7869	38,27	23,88	-1,91	60,24	4	61,0	48,2	43,34	62,29	64,35	66,40	68,46
5	56,6005	26,81	46,77	-3,17	70,41	5	68,7	65,3	46,71	69,03	67,65	66,27	64,89
6	46,0949	21,83	32,77	-3,71	50,90	6	51,3	60,7	37,41	50,42	49,94	49,46	48,98
7	40,5669	19,22	26,69	-2,68	43,22	7	43,3	47,1	33,68	42,96	42,69	42,43	42,16
8	37,2874	17,66	23,49	-2,27	38,87	8	38,9	41,0	31,56	38,72	38,56	38,40	38,24
9	34,761	16,47	21,59	-2,05	36,01	9	36,0	37,4	30,14	35,88	35,76	35,63	35,51
10	34,761	16,47	20,12	-1,90	34,70	10	34,8	35,4	29,55	34,70	34,71	34,72	34,72
11	33,5302	15,88	20,12	-1,83	34,18	11	34,1	34,4	29,26	34,12	34,05	33,99	33,92
12	32,321	15,31	19,41	-1,80	32,92	12	32,9	33,6	28,63	32,86	32,80	32,74	32,68
13	32,321	15,31	18,71	-1,73	32,29	13	32,3	32,6	28,34	32,29	32,30	32,30	32,30
14	32,321	15,31	18,71	-1,70	32,32	14	32,3	32,3	28,36	32,32	32,32	32,32	32,32
15	31,7245	15,03	18,71	-1,70	32,04	15	32,0	32,2	28,20	32,01	31,98	31,94	31,91
16	31,7245	15,03	18,37	-1,69	31,71	16	31,7	31,9	28,05	31,71	31,71	31,71	31,71
17	31,1334	14,75	18,37	-1,67	31,45	17	31,4	31,6	27,90	31,41	31,38	31,35	31,32
18	30,5477	14,47	18,02	-1,66	30,84	18	30,8	31,1	27,60	30,81	30,78	30,75	30,72
19	30,5477	14,47	17,69	-1,62	30,53	19	30,5	30,7	27,46	30,53	30,54	30,54	30,54
20	29,9674	14,20	17,69	-1,61	30,27	20	30,3	30,4	27,32	30,24	30,21	30,18	30,15
21	29,3925	13,92	17,35	-1,59	29,68	21	29,7	30,0	27,02	29,65	29,62	29,59	29,56
4	80,7869				70,41	5							

Tabla 6. Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce.

Fuente: Los Autores.

5.1.5 Elaboración de hidrogramas de entrada y de salida.

Se grafican los hidrogramas de entrada y de salida, de esta manera se puede observar las características del tránsito que son el retardo y la atenuación.

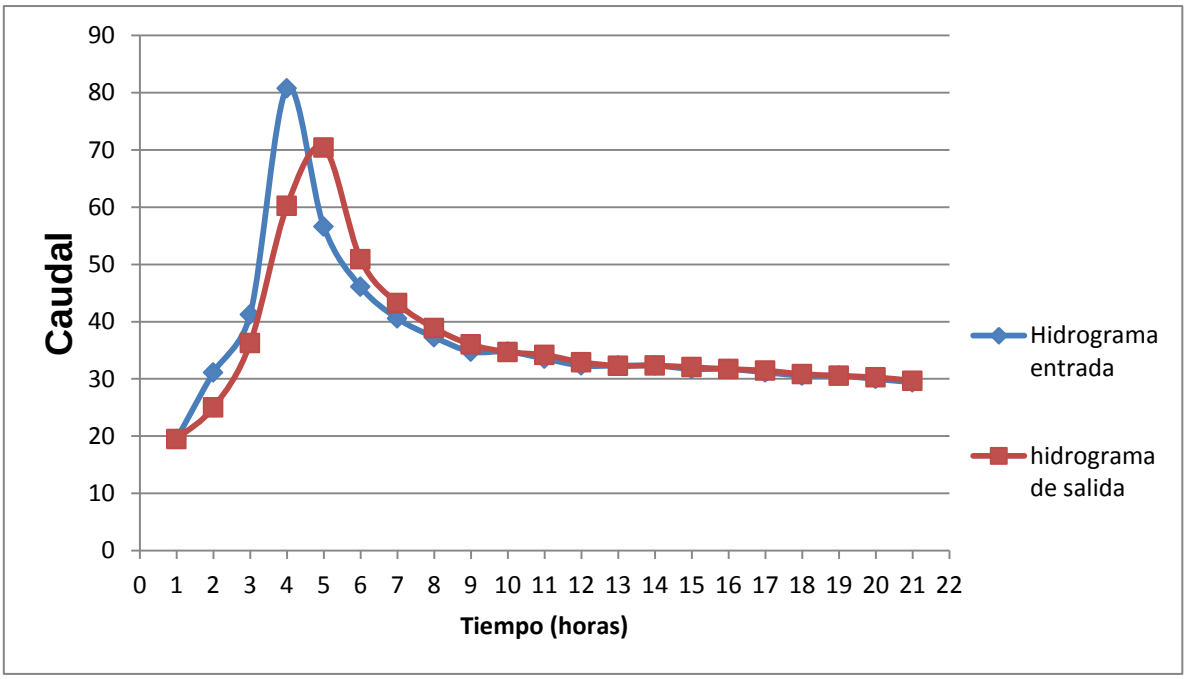
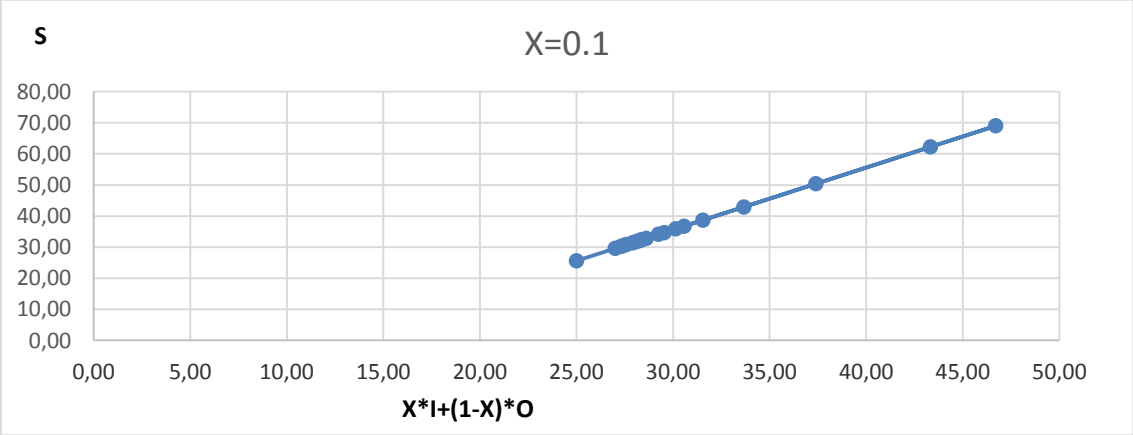
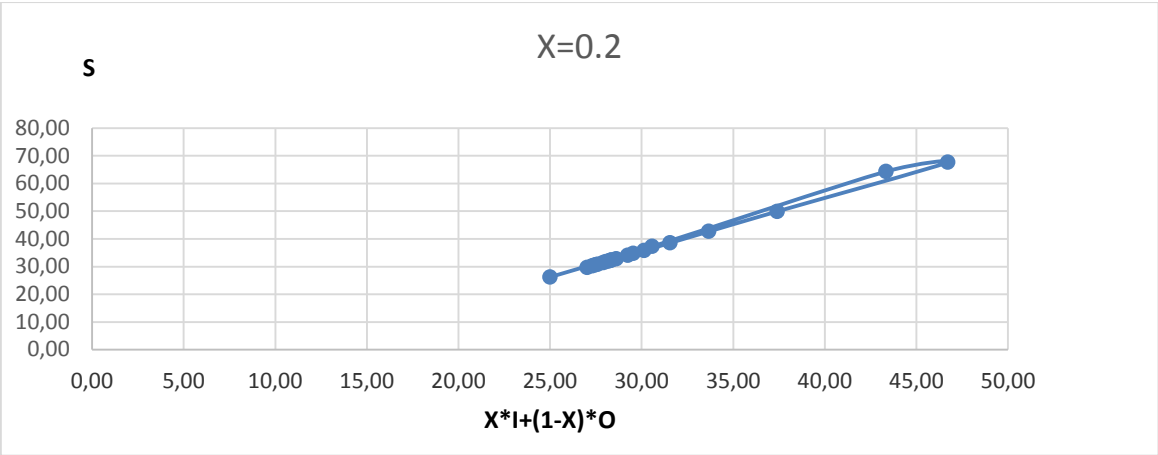
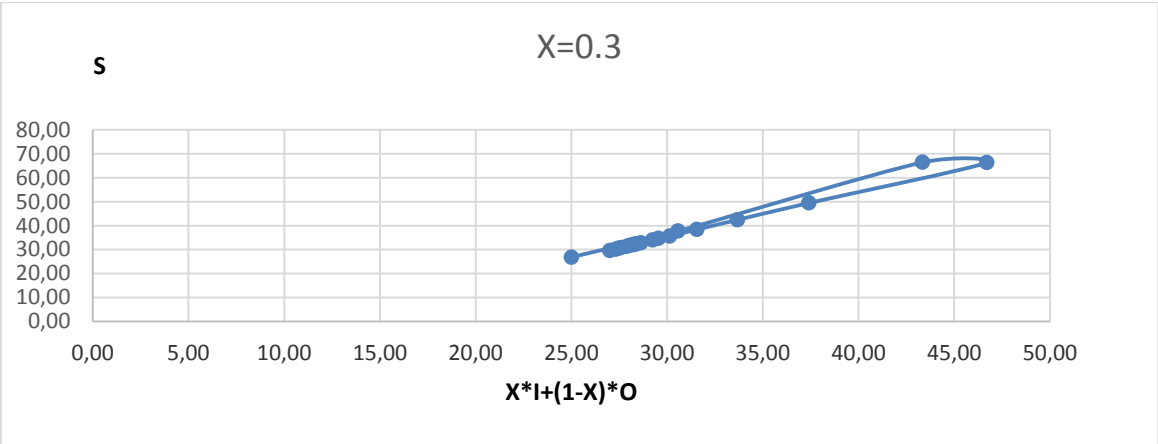


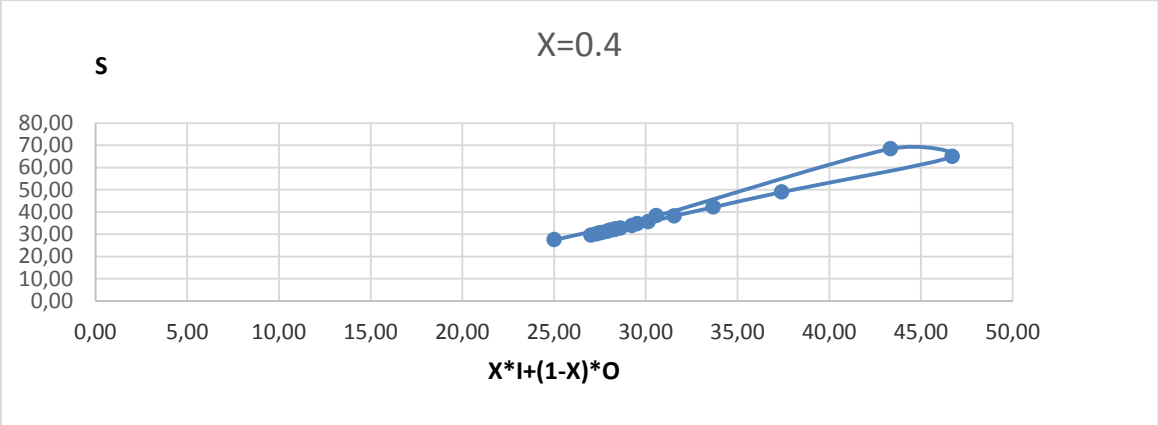
Imagen 17 Hidrograma de Entrada y salida. X=0,1 y K=0,5
Fuente: Los Autores.

Una vez calculado los hidrogramas, es necesario calcular las funciones de almacenamiento versus los diferentes valores asignados a X, de este modo se puede determinar el valor correcto.




X=0.2
S
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
40,00
45,00
50,00
X*I+(1-X)*O


X=0.3
S
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
40,00
45,00
50,00
X*I+(1-X)*O


X=0.4
S
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
40,00
45,00
50,00
X*I+(1-X)*O

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0,2						
						k =	0,5						
j(h)	I = cfs	C_1 =0,4444	C_2 =0,6667	C_3 =0,1111						X	X	X	X
1	19,4954	0	0	0	19,4954	1	$(I_{i-1}+I_i)/2$	$(O_{i-1}+O_i)/2$	Si	0,1	0,2	0,3	0,4
2	31,1334	13,84	13,00	-2,17	24,67	2	0	0	**24,668**	25,314	25,961	26,608	27,254
3	41,239	18,33	20,76	-2,74	36,34	3	36,1862	30,50550864	**30,349**	36,833	37,322	37,812	38,302
4	80,7869	35,91	27,49	-4,04	59,36	4	61,01295	47,85149904	**43,51**	61,503	63,645	65,788	67,931
5	56,6005	25,16	53,86	-6,60	72,42	5	68,6937	65,88900011	**46,315**	70,836	69,255	67,673	66,091
6	46,0949	20,49	37,73	-8,05	50,17	6	51,3477	61,29599999	**36,366**	49,766	49,358	48,95	48,542
7	40,5669	18,03	30,73	-5,57	43,18	7	43,3309	46,67931111	**33,018**	42,923	42,661	42,399	42,138
8	37,2874	16,57	27,04	-4,80	38,82	8	38,92715	41,0016321	**30,943**	38,665	38,512	38,359	38,206
9	34,761	15,45	24,86	-4,31	35,99	9	36,0242	37,40645199	**29,561**	35,871	35,748	35,624	35,501
10	34,761	15,45	23,17	-4,00	34,62	10	34,761	35,30919422	**29,013**	34,638	34,651	34,665	34,679
11	33,5302	14,90	23,17	-3,85	34,23	11	34,1456	34,42657842	**28,732**	34,159	34,089	34,02	33,95
12	32,321	14,36	22,35	-3,80	32,92	12	32,9256	33,57215795	**28,086**	32,856	32,796	32,737	32,677
13	32,321	14,36	21,55	-3,66	32,25	13	32,321	32,58504912	**27,821**	32,262	32,268	32,275	32,281
14	32,321	14,36	21,55	-3,58	32,33	14	32,321	32,29166121	**27,851**	32,328	32,327	32,326	32,325
15	31,7245	14,10	21,55	-3,59	32,06	15	32,02275	32,19170431	**27,682**	32,022	31,989	31,956	31,923
16	31,7245	14,10	21,15	-3,56	31,69	16	31,7245	31,87142174	**27,535**	31,691	31,695	31,699	31,702
17	31,1334	13,84	21,15	-3,52	31,47	17	31,42895	31,57681981	**27,387**	31,433	31,399	31,366	31,333
18	30,5477	13,58	20,76	-3,50	30,84	18	30,84055	31,15100891	**27,077**	30,807	30,778	30,75	30,721
19	30,5477	13,58	20,37	-3,43	30,52	19	30,5477	30,67589901	**26,948**	30,519	30,522	30,525	30,528
20	29,9674	13,32	20,37	-3,39	30,29	20	30,25755	30,40450011	**26,801**	30,261	30,228	30,196	30,163
21	29,3925	13,06	19,98	-3,37	29,68	21	29,67995	29,9845111	**26,497**	29,647	29,619	29,591	29,562
4	80,7869				72,42	5							

Tabla 7 Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,2 y K= 0,5

Fuente: Los Autores.

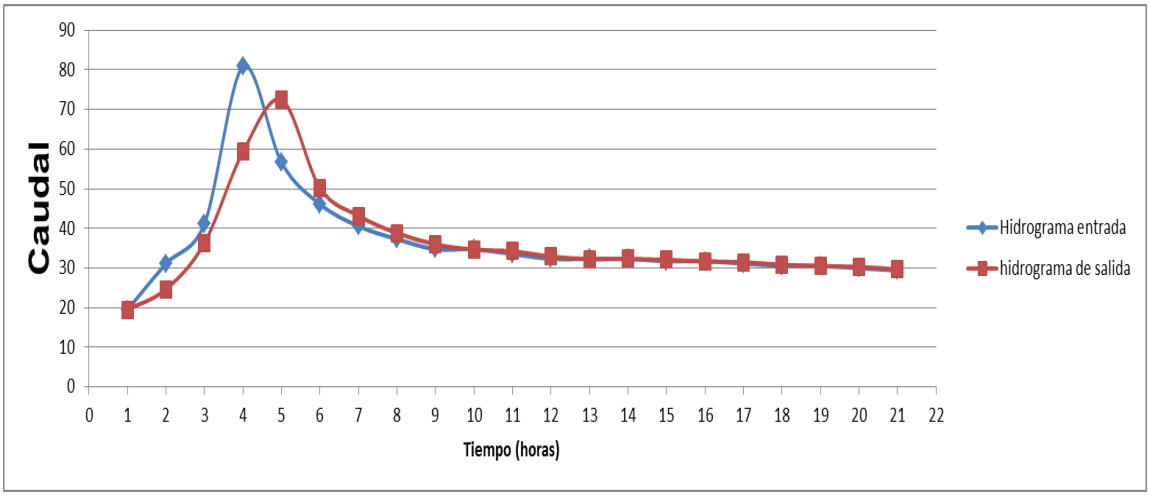
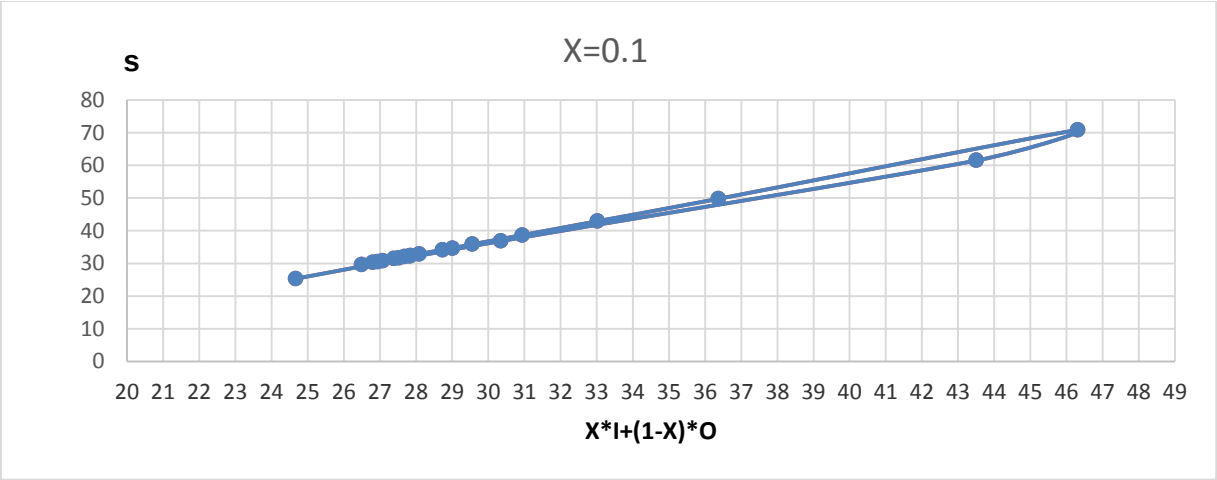
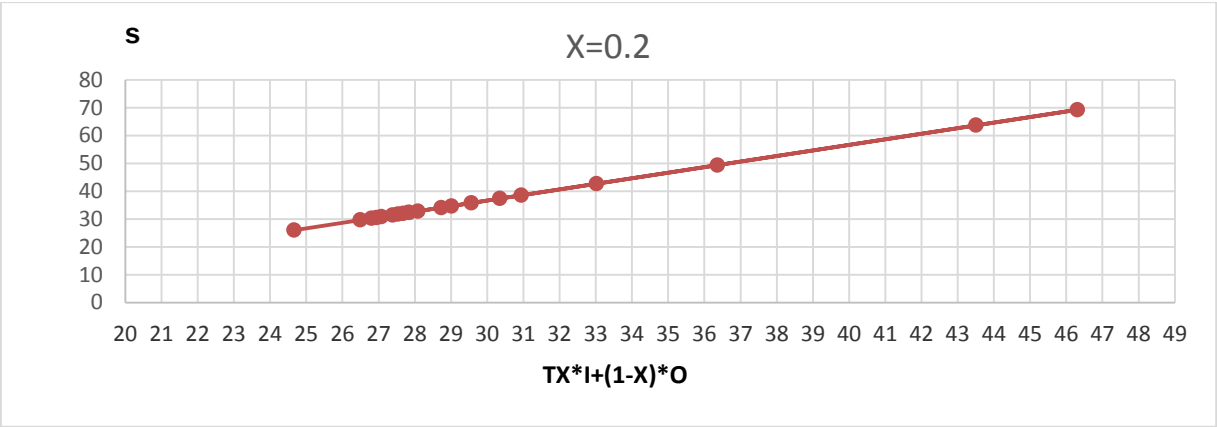


Imagen 18Hidrograma de entrada y salida para X=0,2 y K= 0,5

Fuente: Los Autores

Una vez más se debe evaluar la nueva combinación de X y K, para escoger la mejor tendencia lineal.





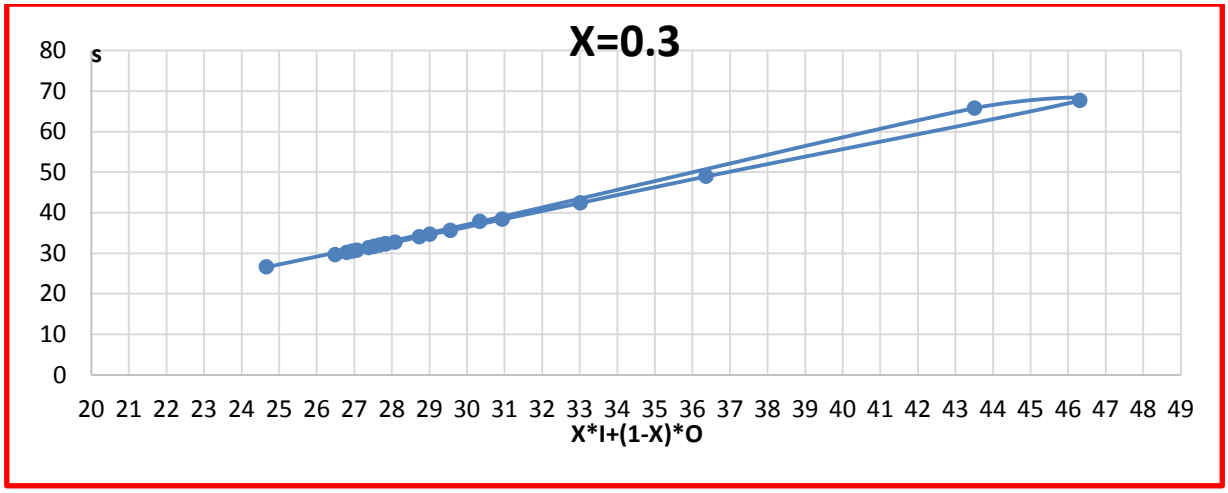
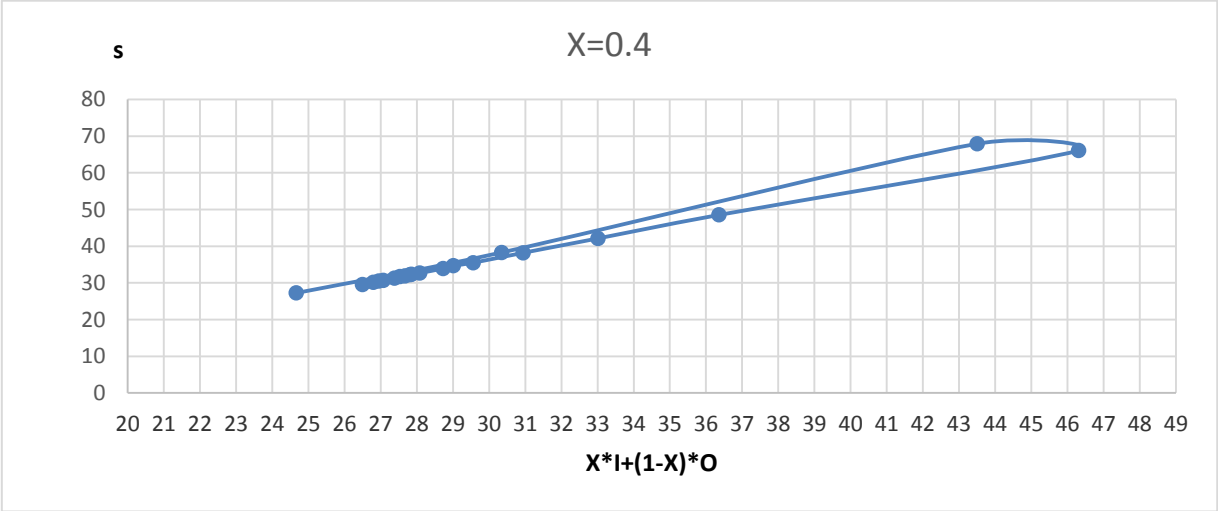


Imagen 19 Regresión lineal para almacenamiento, asumiendo x = 0,2 y k= 0,5

Fuente : Los autores.



Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0,3						
						k =	0,5						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0,4118	C_2 = 0,7647	C_3 = 0,1765						X	X	X	X
1	19,4954	0	0	0	19,4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0,1	0,2	0,3	0,4
2	31,1334	12,82	14,91	-3,44	24,29	2	0	0	24,288	24,972	25,657	26,341	27,026
3	41,239	16,98	23,81	-4,29	36,50	3	36,1862	30,39507197	30,079	36,976	37,45	37,924	38,397
4	80,7869	33,27	31,54	-6,44	58,36	4	61,01295	47,43094318	43,661	60,602	62,845	65,088	67,33
5	56,6005	23,31	61,78	-10,30	74,79	5	68,6937	66,5724365	45,782	72,967	71,149	69,33	67,512
6	46,0949	18,98	43,28	-13,20	49,07	6	51,3477	61,92557003	35,204	48,768	48,471	48,174	47,877
7	40,5669	16,70	35,25	-8,66	43,29	7	43,3309	46,17998176	32,355	43,022	42,749	42,476	42,203
8	37,2874	15,35	31,02	-7,64	38,74	8	38,92715	41,01481204	30,267	38,59	38,446	38,301	38,156
9	34,761	14,31	28,51	-6,84	35,99	9	36,0242	37,3634067	28,928	35,869	35,746	35,622	35,499
10	34,761	14,31	26,58	-6,35	34,54	10	34,761	35,26772823	28,421	34,566	34,587	34,609	34,631
11	33,5302	13,81	26,58	-6,10	34,29	11	34,1456	34,41817737	28,149	34,216	34,14	34,064	33,988
12	32,321	13,31	25,64	-6,05	32,90	12	32,9256	33,59514517	27,479	32,84	32,782	32,725	32,667
13	32,321	13,31	24,72	-5,81	32,22	13	32,321	32,55849203	27,242	32,229	32,24	32,25	32,26
14	32,321	13,31	24,72	-5,69	32,34	14	32,321	32,27908964	27,284	32,337	32,335	32,334	32,332
15	31,7245	13,06	24,72	-5,71	32,07	15	32,02275	32,20558712	27,101	32,037	32,003	31,968	31,933
16	31,7245	13,06	24,26	-5,66	31,66	16	31,7245	31,8676758	26,958	31,669	31,675	31,682	31,688
17	31,1334	12,82	24,26	-5,59	31,49	17	31,42895	31,57753662	26,809	31,456	31,42	31,384	31,349
18	30,5477	12,58	23,81	-5,56	30,83	18	30,84055	31,16044648	26,489	30,801	30,773	30,745	30,716
19	30,5477	12,58	23,36	-5,44	30,50	19	30,5477	30,66351239	26,373	30,503	30,508	30,513	30,518
20	29,9674	12,34	23,36	-5,38	30,32	20	30,25755	30,40778899	26,223	30,283	30,247	30,212	30,177
21	29,3925	12,10	22,92	-5,35	29,67	21	29,67995	29,99320194	25,91	29,641	29,614	29,586	29,558
4	80,7869				74,79	5							

Tabla 8Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,3 y K= 0,5

Fuente: Los Autores.

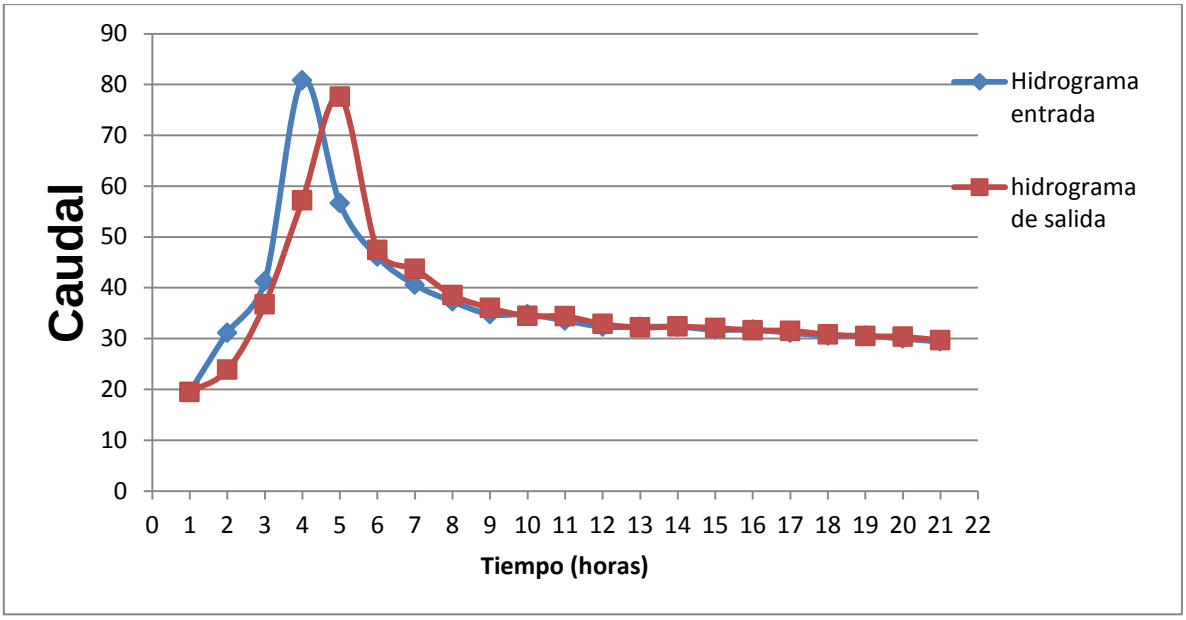
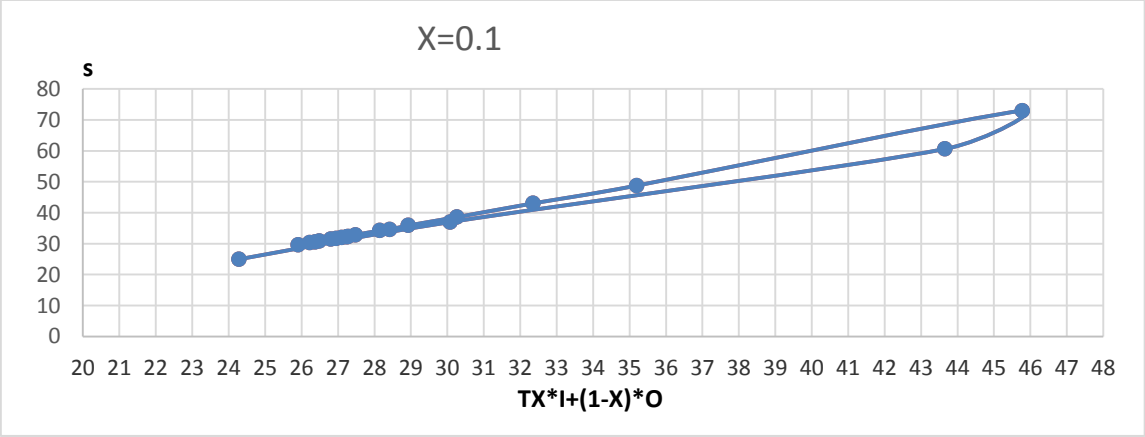
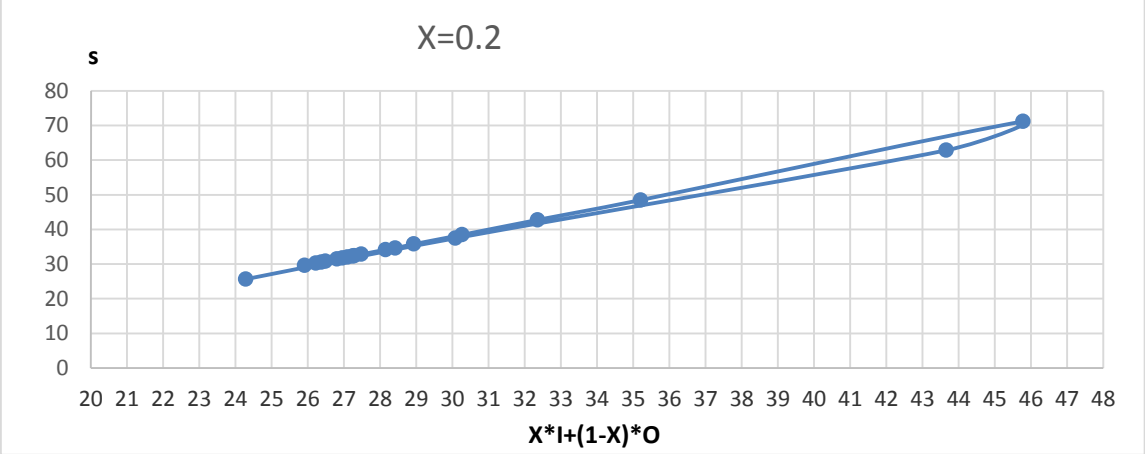
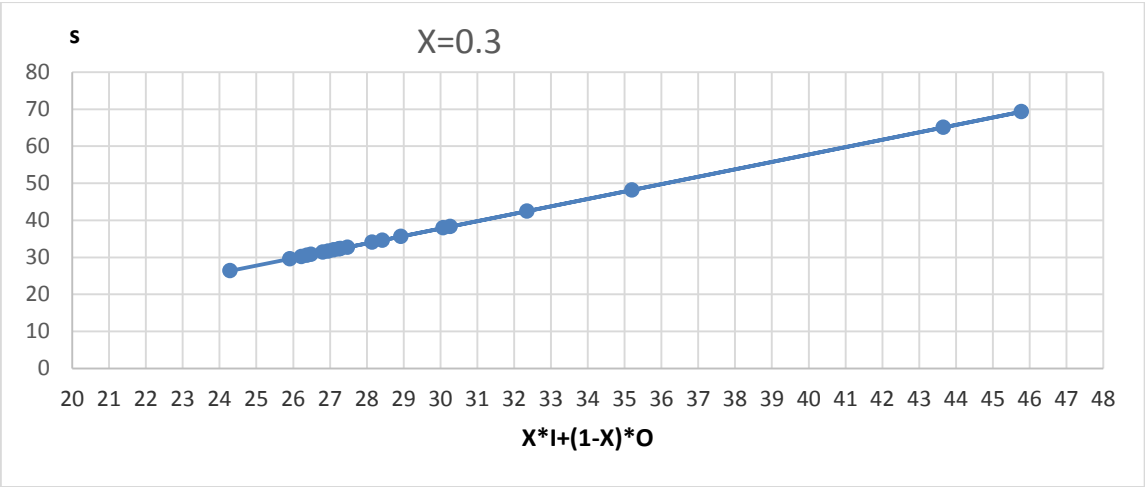


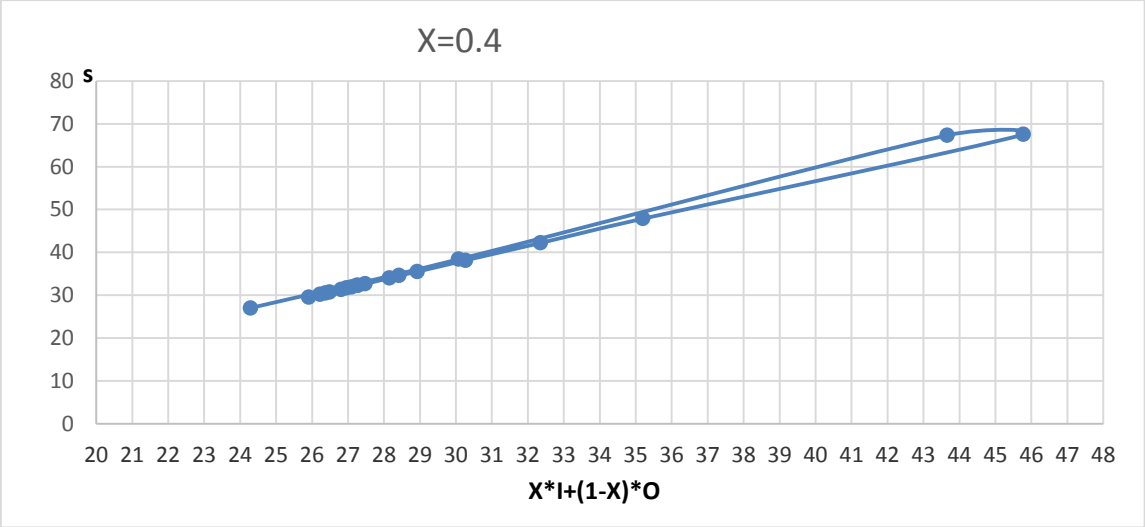
Imagen 20 Hidrograma de entrada y de salida X=0,3 y K= 0,5

Fuente: Los Autores.






X=0.3
s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
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
X*I+(1-X)*O


X=0.4
s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
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
X*I+(1-X)*O

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	I_{j+1}	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0,4						
						k =	0,5						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0,3750	C_2 = 0,8750	C_3 = 0,2500						X	X	X	X
1	19,4954	0	0	0	19,4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0,1	0,2	0,3	0,4
2	31,1334	11,68	17,06	-4,87	23,86	2	0	0	23,86	24,587	25,314	26,042	26,769
3	41,239	15,46	27,24	-5,96	36,74	3	36,1862	30,30054375	29,745	37,191	37,641	38,091	38,54
4	80,7869	30,30	36,08	-9,19	57,19	4	61,01295	46,96764531	43,791	59,553	61,912	64,272	66,631
5	56,6005	21,23	70,69	-14,30	77,62	5	68,6937	67,40455742	45,08	75,514	73,412	71,311	69,209
6	46,0949	17,29	49,53	-19,40	47,41	6	51,3477	62,51123564	33,916	47,276	47,145	47,014	46,882
7	40,5669	15,21	40,33	-11,85	43,69	7	43,3309	45,55051609	31,697	43,381	43,068	42,756	42,443
8	37,2874	13,98	35,50	-10,92	38,56	8	38,92715	41,12458973	29,499	38,429	38,302	38,175	38,048
9	34,761	13,04	32,63	-9,64	36,02	9	36,0242	37,28918382	28,234	35,897	35,771	35,644	35,518
10	34,761	13,04	30,42	-9,01	34,45	10	34,761	35,23425405	27,761	34,477	34,509	34,54	34,572
11	33,5302	12,57	30,42	-8,61	34,38	11	34,1456	34,41191149	27,495	34,294	34,209	34,124	34,039
12	32,321	12,12	29,34	-8,59	32,86	12	32,9256	33,62152213	26,799	32,81	32,756	32,702	32,647
13	32,321	12,12	28,28	-8,22	32,19	13	32,321	32,52489447	26,595	32,199	32,212	32,226	32,239
14	32,321	12,12	28,28	-8,05	32,35	14	32,321	32,27002638	26,646	32,352	32,348	32,345	32,341
15	31,7245	11,90	28,28	-8,09	32,09	15	32,02275	32,22189965	26,447	32,052	32,016	31,98	31,943
16	31,7245	11,90	27,76	-8,02	31,63	16	31,7245	31,86111884	26,31	31,643	31,652	31,661	31,67
17	31,1334	11,68	27,76	-7,91	31,53	17	31,42895	31,57951404	26,159	31,486	31,447	31,408	31,369
18	30,5477	11,46	27,24	-7,88	30,82	18	30,84055	31,17065899	25,829	30,789	30,762	30,735	30,709
19	30,5477	11,46	26,73	-7,70	30,48	19	30,5477	30,648204	25,729	30,487	30,494	30,501	30,507
20	29,9674	11,24	26,73	-7,62	30,35	20	30,25755	30,41376775	25,573	30,309	30,271	30,233	30,195
21	29,3925	11,02	26,22	-7,59	29,66	21	29,67995	30,00189556	25,251	29,631	29,604	29,578	29,551
4	80,7869				77,62	5							

Tabla 9Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,4 y K= 0,5

Fuente: Los Autores.

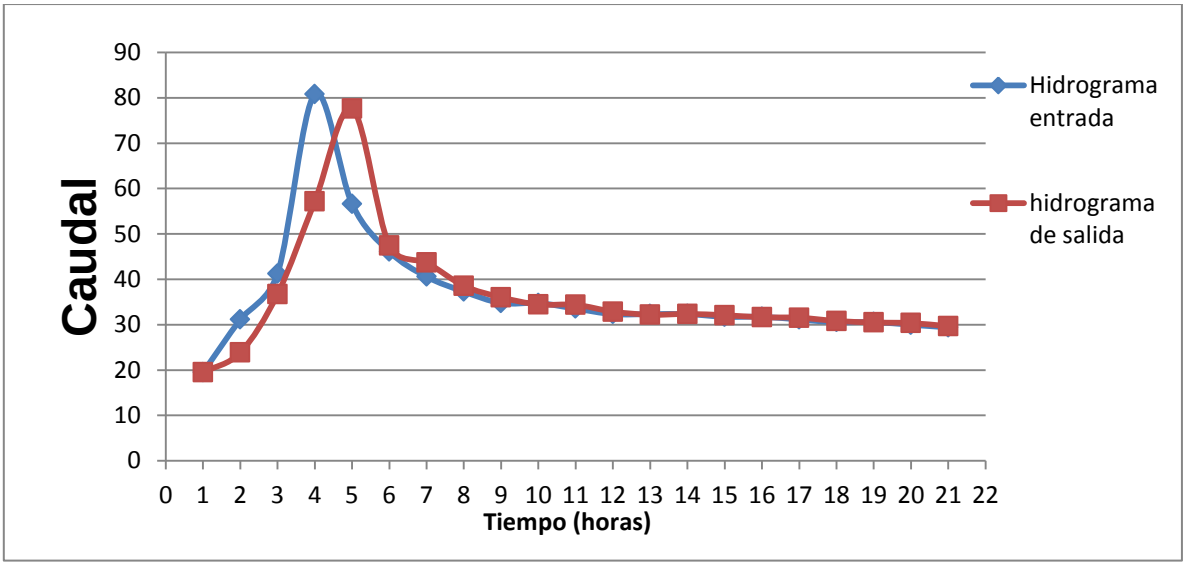
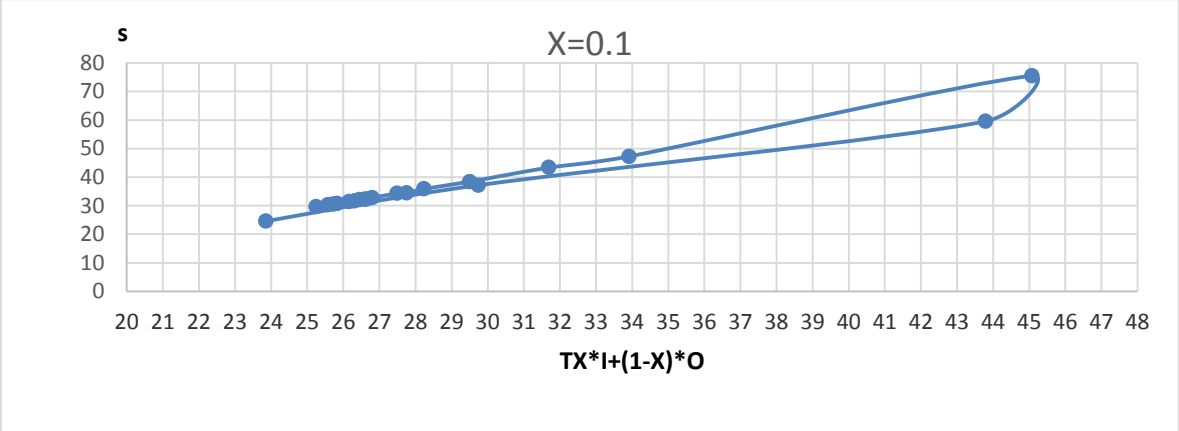
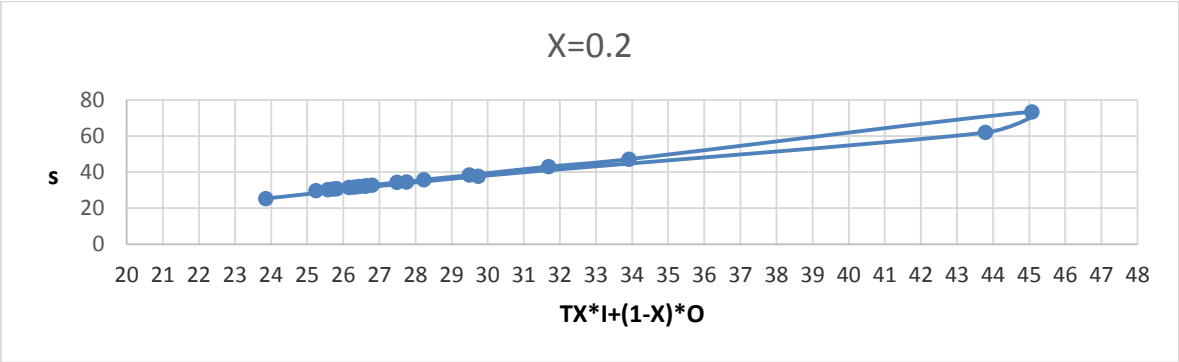
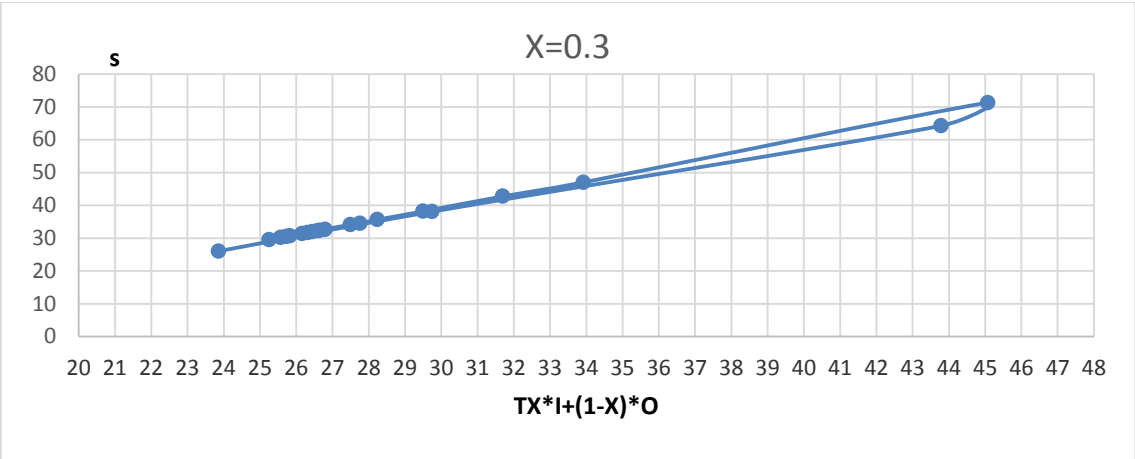


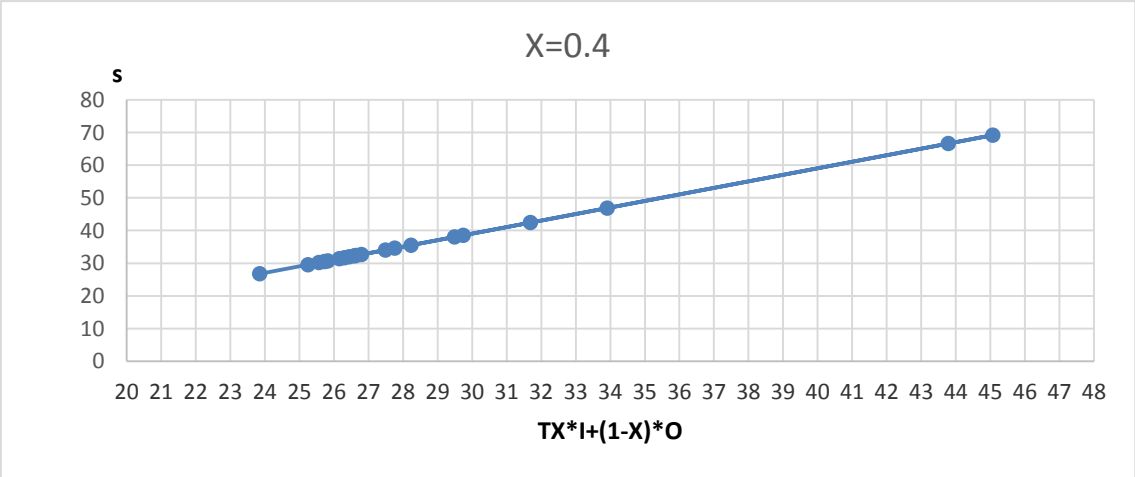
Imagen 21 Hidrograma de entrada y salida X= 0,4 y X=0,5
Fuente: Los autores

Nuevamente se evalúan los coeficientes de almacenamiento. La finalidad de hacerlo y variarlos, es que al graficarlos, aquel que arroje una línea recta, corresponde a K que es la pendiente.






X=0.3
s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
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
TX*I+(1-X)*O


X=0.4
s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
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
TX*I+(1-X)*O

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0,5							
						k = 0,5							
j(h)	I = cfs	C_1 = 0,3333	C_2 = 1,0000	C_3 = 0,3333						X	X	X	X
1	19,4954	0	0	0	19,4954	1	$(I_{i-1})+I_i)/2$	$(O_{i-1})+O_i)/2$	Si	0,1	0,2	0,3	0,4
2	31,1334	10,38	19,50	-6,50	23,37	2	0	0	23,375	24,151	24,926	25,702	26,478
3	41,239	13,75	31,13	-7,79	37,09	3	36,1862	30,23144444	29,329	37,503	37,918	38,333	38,748
4	80,7869	26,93	41,24	-12,36	55,81	4	61,01295	46,44670185	43,896	58,303	60,802	63,3	65,798
5	56,6005	18,87	80,79	-18,60	81,05	5	68,6937	68,42861605	44,161	78,607	76,162	73,717	71,271
6	46,0949	15,36	56,60	-27,02	44,95	6	51,3477	63,00006132	32,508	45,063	45,177	45,292	45,407
7	40,5669	13,52	46,09	-14,98	44,63	7	43,3309	44,79131289	31,048	44,228	43,821	43,414	43,007
8	37,2874	12,43	40,57	-14,88	38,12	8	38,92715	41,37617904	28,599	38,035	37,952	37,869	37,786
9	34,761	11,59	37,29	-12,71	36,17	9	36,0242	37,14315699	27,48	36,028	35,887	35,746	35,605
10	34,761	11,59	34,76	-12,06	34,29	10	34,761	35,23014767	27,011	34,339	34,386	34,433	34,48
11	33,5302	11,18	34,76	-11,43	34,51	11	34,1456	34,39948411	26,757	34,409	34,312	34,214	34,116
12	32,321	10,77	33,53	-11,50	32,80	12	32,9256	33,6543053	26,028	32,753	32,705	32,657	32,609
13	32,321	10,77	32,32	-10,93	32,16	13	32,321	32,4811649	25,868	32,177	32,193	32,209	32,225
14	32,321	10,77	32,32	-10,72	32,37	14	32,321	32,2676117	25,922	32,369	32,364	32,358	32,353
15	31,7245	10,57	32,32	-10,79	32,10	15	32,02275	32,23937943	25,705	32,066	32,028	31,99	31,952
16	31,7245	10,57	31,72	-10,70	31,60	16	31,7245	31,85112352	25,578	31,611	31,623	31,636	31,649
17	31,1334	10,38	31,72	-10,53	31,57	17	31,42895	31,58377549	25,423	31,526	31,482	31,439	31,395
18	30,5477	10,18	31,13	-10,52	30,79	18	30,84055	31,18120817	25,083	30,768	30,744	30,719	30,695
19	30,5477	10,18	30,55	-10,26	30,47	19	30,5477	30,62938061	25,001	30,474	30,482	30,491	30,499
20	29,9674	9,99	30,55	-10,16	30,38	20	30,25755	30,42375646	24,835	30,34	30,299	30,257	30,216
21	29,3925	9,80	29,97	-10,13	29,64	21	29,67995	30,00961451	24,505	29,613	29,589	29,564	29,54
4	80,7869				81,05	5							

Tabla 10Cálculo de coeficientes de almacenamiento según el tramo de cauce X=0,5 y K= 0,5

Fuente: Los Autores.

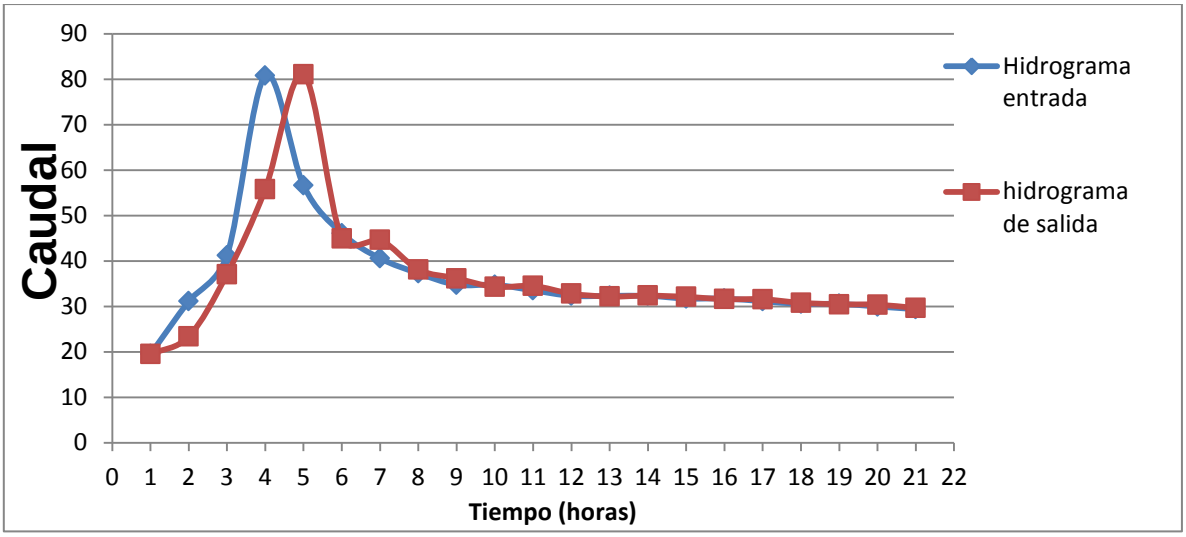
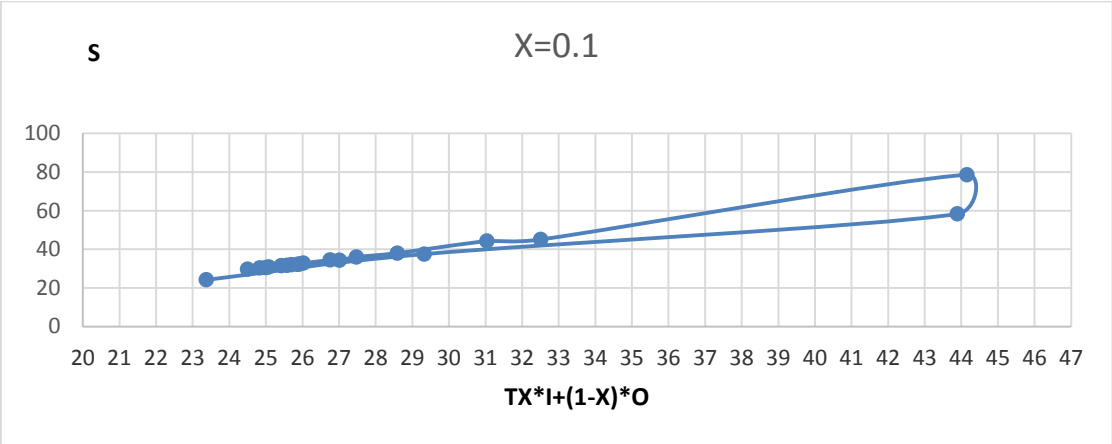
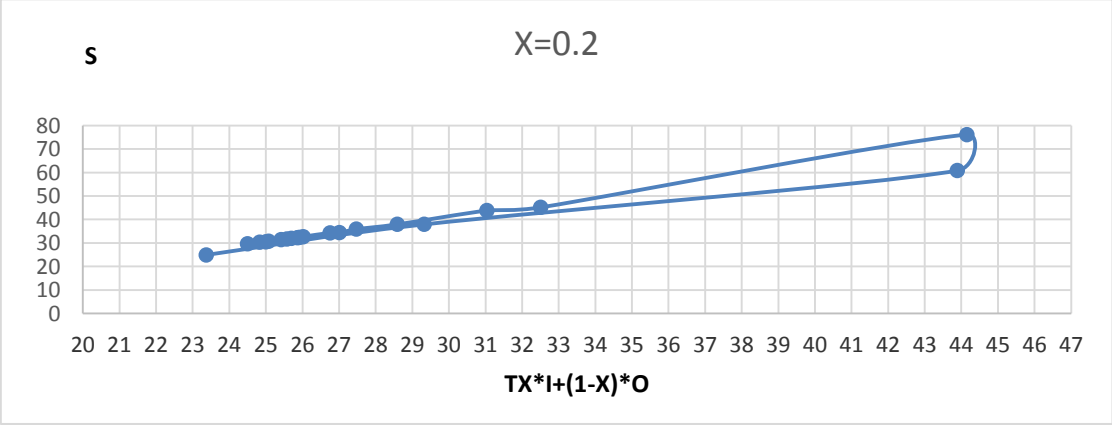
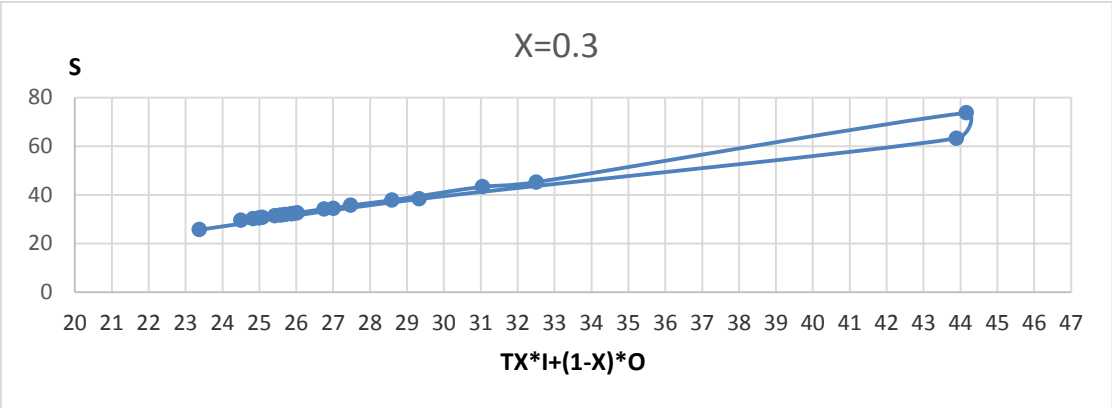


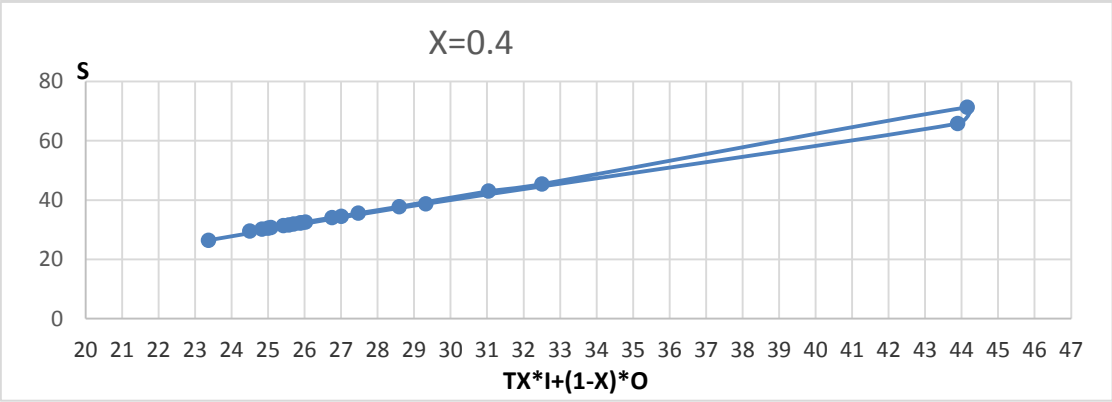
Imagen 22Hidrograma de entrada y salida X= 0,5 y X=0,5

Fuente: Los Autores









El análisis es completo cuando se tienen en cuenta todas las posibles combinaciones de X y K, hasta que al graficar, el almacenamiento versus los caudales calculados, se obtenga una línea. Solo entonces se habrá hallado el valor correspondiente a K, como la pendiente de la creciente.

Las demás graficas con las diferentes combinaciones hacen parte de los anexos de esta investigación.

Una vez realizado el cálculo para este ejercicio, el k que da como resultado es cuando se relacionan los caudales asumiendo los coeficientes X=0,2 y K= 0,5, una vez realizada la gráfica se puede observar que la que más se aproxima a una línea recta es la obtenida aplicando x = 0,3. Se calcula la pendiente de esta recta.

Pendiente= *K = 48,95015/36,3664* = <u>1,346</u>

<u>Véase:</u>

Imagen 19 Regresión lineal para almacenamiento, asumiendo x = 0,2 y k= 0,5

CONCLUSIONES.

- Se aportó a las investigaciones en la línea de hidráulica, y más concretamente al semillero de investigación en la Facultad Tecnológica y en la Universidad Distrital fráncico José de Caldas.

- Se comprobó que el método de tránsito agregado es aplicable al rio Atrato permitiendo tener un cálculo muy aproximado de creciente en dicho río.

- Se corrobora que la información entregada por el IDEAM, es suficiente para poder aplicar el método de cálculo de crecientes.

- se logra conocimiento en la parte hidráulica, en la creación e interpretación de los hidrogramas de entrada y salida, sus partes esenciales y puntos de intersección, que se traduce en el comportamiento del afluente.

- Se puede apreciar la importancia de tener información registrada de los ríos para poder estudiar el comportamiento de su cauce para poder aprovechar la fuerza de los cauces y no sufrir desastres por el desconocimiento de sus comportamientos.

- Lograr modelar el método análisis para tránsito de crecientes, es efectivo para el río Atrato, a través del método es posible conocer el caudal máximo que puede llegar a soportar el afluente, y cuánto tarda este en acumularse y disuadirse sin problemas, de tal modo, que podemos hacer que la población tenga conocimiento de esta información y puedan actuar frente a cualquier eventualidad.

- La modelación como software, por la simplicidad del método es en Excel, de tal manera que la persona interesada puede entrar a ver como se realizaron los cálculos y que factores puede moverse a criterio personal.

- Se pudo observar que el tránsito de avenidas depende de muchos factores como permeabilidad del suelo, topografía, área de la cuenca y obviamente a la cantidad de lluvia presentada pero que no es el único factor que se debe tener en cuenta para el estudio del comportamiento de la creciente donde influye la velocidad de reacción de rio Atrato.

- En lo que se refiere a la microcuenca de la Yesca, se debe considerar que en el evento de precipitaciones mayores a 7 horas en lo alto del Carmen de Atrato, la microcuenca tiene la capacidad de albergar un gran caudal, y de manera casi inmediata recupera las zonas que usa para encausar su caudal hacia el Atrato.

- En los últimos días en la ciudad de Quibdó, se presentaron precipitaciones por más de 36 horas continuas, se hizo la solicitud al IDEAM de la información, pero no fue posible obtenerla para realizar el análisis. En estas 36 horas nuevamente se presentó un caudal máximo y se presentan desbordamientos, afectando de este modo a la población.

- Está comprobado que los alrededores de los ríos son muy susceptibles a desastres y no son actos para albergar ninguna clase de población a demás que se prestan para la propagación de enfermedades.

ANEXOS.

REGISTRO DE CAUDALES E HIDROGRAMAS PARA CADA MES.

DÍAS DEL MES DE FEBRERO	HORAS DEL DÍA																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,5	4,8
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,5	5,8	4,8

Tabla 11 Caudales mes de Febrero

Fuente: Los Autores.

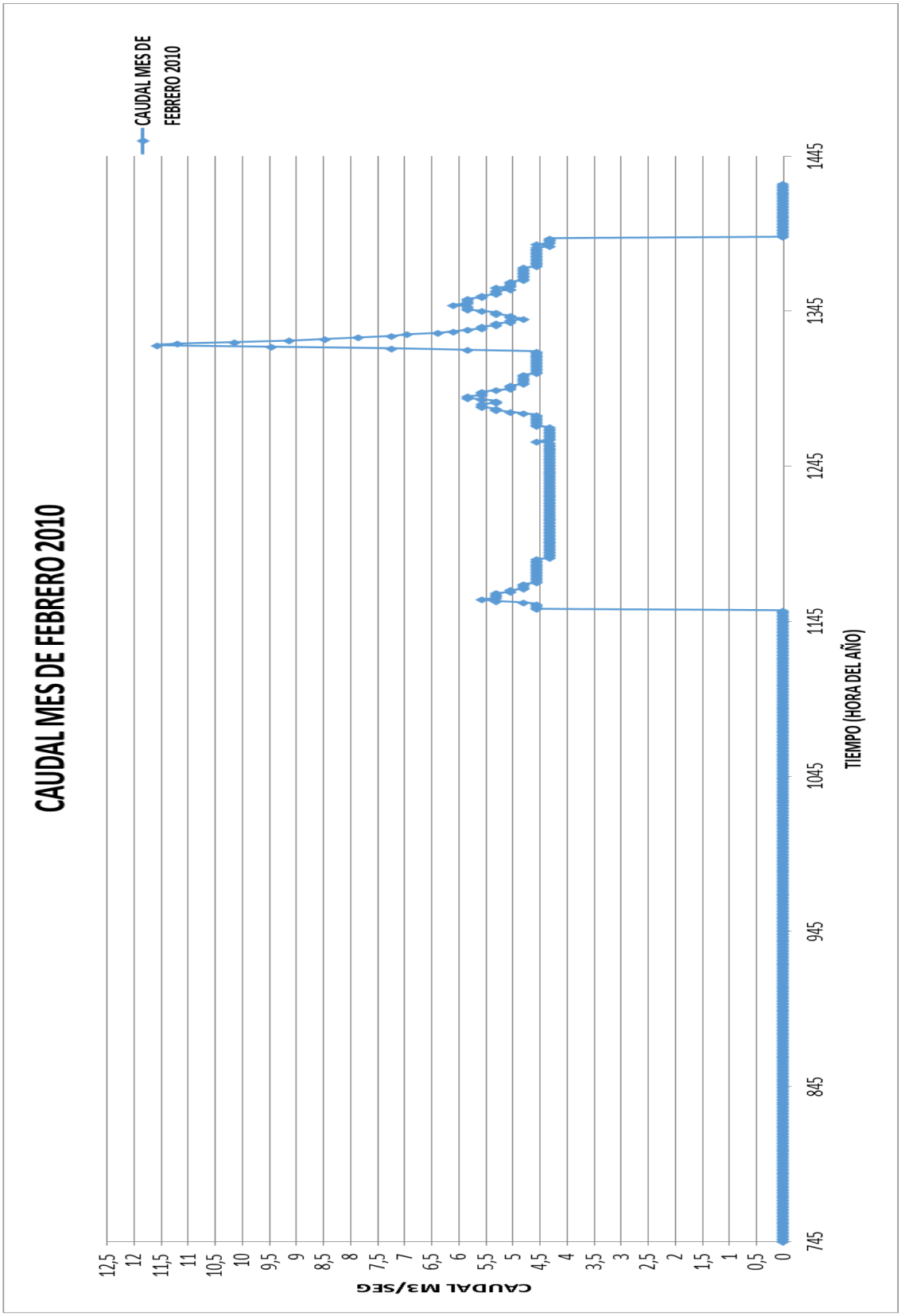


Imagen 23Hidrograma de Entrada Febrero 2010

Fuente: Los Autores.

Tabla 12Caudales mes de Marzo

DÍAS DE MARZO	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3
3	5,5	5,3	5,0	5,3	6,1	6,1	6,1	6,4	6,1	5,8	5,5	5,5	5,5	5,3	5,3	5,0	5,0	4,8	5,3	5,5	5,8	6,1	6,9	6,7
4	6,7	6,4	6,4	6,1	5,8	5,5	5,5	5,3	5,3	5,3	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
6	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3	4,1	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
7	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
8	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
9	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
10	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3
11	4,3	5,3	5,5	6,1	6,9	6,9	6,7	6,7	6,1	5,8	5,8	5,5	5,3	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3
12	4,3	4,3	4,3	5,0	5,3	5,0	5,8	6,7	6,4	5,8	5,5	5,3	5,0	5,0	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3
13	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3	5,0	5,3	5,0
14	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
15	4,1	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
16	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	5,5
17	8,1	7,5	6,9	13,8	23,9	23,4	24,5	15,1	11,9	12,7	13,8	12,3	11,2	25,0	24,5	25,0	21,4	19,0	20,0	35,4	35,4	28,8	23,9	20,9
18	17,7	16,3	14,7	13,5	13,1	12,3	11,5	11,2	10,5	10,5	10,1	9,8	9,8	9,1	9,1	8,5	8,5	8,5	8,1	7,8	7,8	7,5	7,2	7,2
19	6,9	6,9	6,9	6,9	6,7	6,7	6,7	6,4	6,4	6,4	6,4	6,1	6,1	6,1	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
20	5,5	5,5	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
21	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
22	4,3	4,3	5,8	6,1	5,5	5,3	5,3	5,3	5,5	5,8	5,8	5,5	5,3	5,3	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	5,0	5,0	5,5	5,8	5,8
23	6,1	6,1	5,8	5,8	5,5	5,3	5,3	5,3	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
24	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
25	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	4,1	4,5
26	14,2	16,3	25,0	18,6	15,1	13,5	12,3	11,2	9,8	9,1	8,5	8,1	7,5	7,2	6,9	6,7	6,4	6,1	6,1	5,8	5,8	5,8	5,5	5,5
27	5,5	5,5	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	6,4	10,5	9,8
28	8,5	7,8	8,1	7,8	7,5	7,2	6,7	6,4	6,4	6,4	6,1	6,1	5,8	5,8	5,5	5,5	5,5	5,5	5,3	5,3	5,3	6,4	9,1	7,8
29	7,8	7,5	6,9	6,7	6,7	6,7	7,2	9,1	10,1	10,5	11,9	13,1	14,2	14,2	18,1	13,5	11,9	10,8	10,5	9,8	9,4	9,1	8,8	8,8
30	8,5	8,5	8,1	8,1	7,8	7,8	7,8	7,8	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,2	7,2	6,9	6,9	6,9	6,9	7,2	7,2	7,2	7,5
31	7,2	6,9	6,9	6,9	6,9	6,7	6,7	6,7	6,7	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,7	6,7	6,7	6,7	8,1	15,1	10,8	10,5	11,5

Fuente: Los Autores.

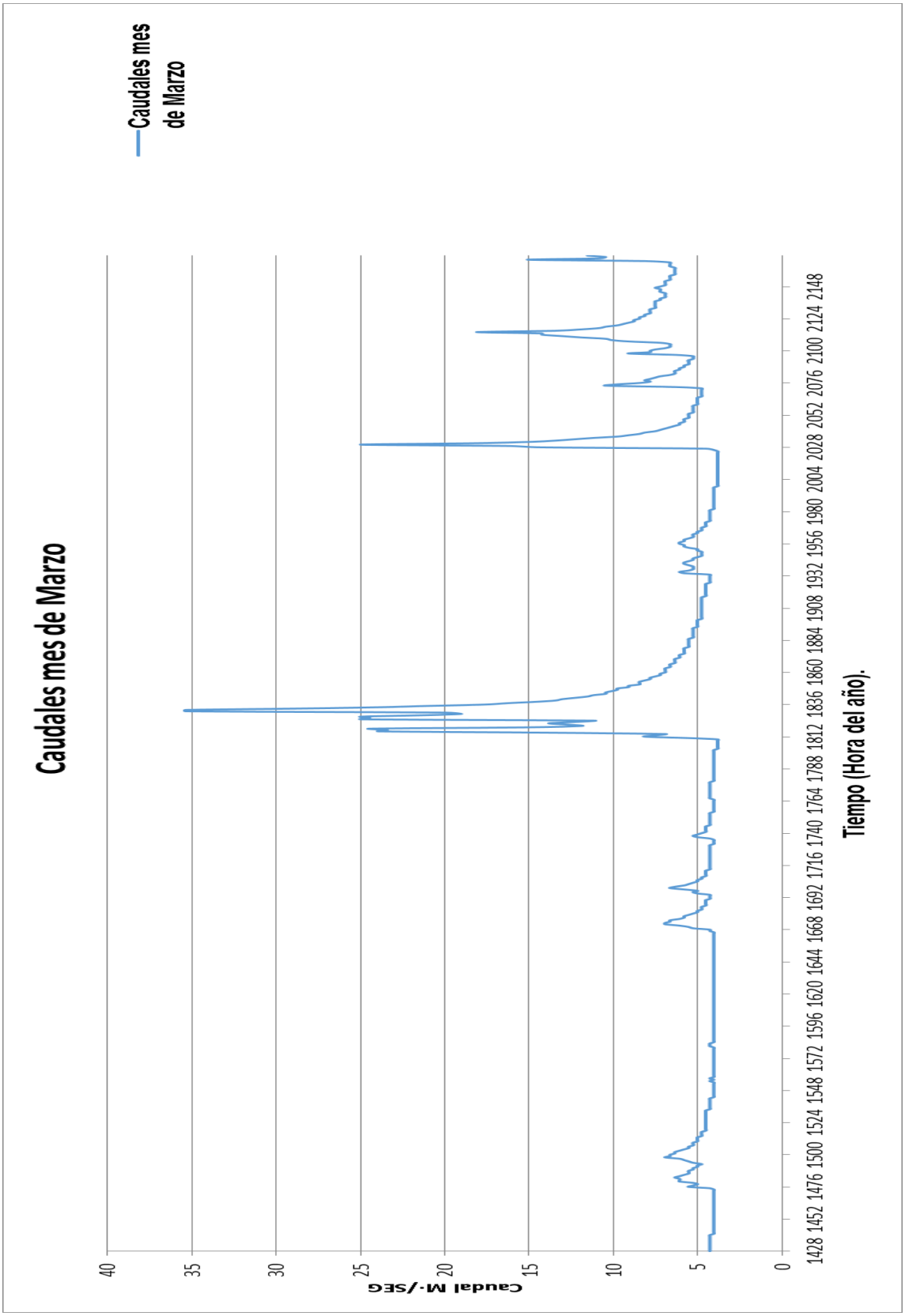


Imagen 24 Hidrograma de Entrada Marzo

Fuente: Los Autores.

DÍAS DEL MES DE ABRIL	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	11,55	10,47	9,44	9,11	8,78	8,15	8,15	7,84	7,53	7,53	7,23	7,23	7,23	6,94	6,94	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,37	6,37	6,65	6,65
2	6,65	6,37	6,37	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,94	8,15	8,46	8,15	7,84	7,53
3	7,23	6,94	6,94	6,65	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,94	6,94	7,84	7,53	6,94	7,23	7,53	7,23	6,94
4	6,94	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82
5	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,55	6,09	6,65	6,37	6,94	6,65	6,65	6,37
6	6,37	6,37	6,37	6,65	6,65	6,65	6,94	6,94	7,53	7,53	7,53	7,23	6,94	6,94	7,23	7,23	7,23	7,23	7,53	8,15	8,15	7,84	7,53	7,53
7	7,53	7,23	7,23	6,94	6,94	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,94	6,65	6,65
8	6,65	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82
9	5,82	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	6,09	6,37	6,37	6,65	6,09	6,37	7,23	7,84	7,53	7,53
10	8,15	7,84	7,84	7,53	7,23	6,94	6,94	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82
11	6,09	6,37	6,94	7,53	7,53	7,84	8,46	7,84	7,53	7,23	6,94	6,65	6,65	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09
12	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55
13	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,82	6,09	6,94	8,15	8,46	8,46	7,84	7,53
14	7,23	6,94	6,65	6,65	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09
15	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55
16	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,29	5,55	5,55	5,55	5,55	5,82	5,82	6,37	6,37	6,09	6,09
17	6,09	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,03	5,03	5,03	5,03
18	5,03	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,82	7,53	6,94	7,23
19	7,23	6,65	6,65	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
20	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	5,03	6,37	9,44	12,67	20,93
21	19,50	20,93	22,91	19,50	17,21	14,66	12,67	11,55	10,47	9,78	9,44	9,11	8,46	8,15	8,15	7,84	7,53	7,53	7,53	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23
22	6,94	6,94	6,94	6,94	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09
23	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55
24	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29
25	5,29	5,29	6,09	5,82	5,82	5,55	5,55	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	6,37	6,65	6,37	6,09	6,09	5,82	6,09	6,37	6,65	7,23	7,53	7,23
26	7,23	7,23	6,94	6,94	6,65	6,65	6,37	6,37	6,37	6,09	6,09	6,37	6,37	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09
27	6,09	6,09	6,09	6,09	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	6,09	6,65	7,84	8,78
28	9,11	9,11	8,78	8,15	8,15	7,53	7,53	7,23	7,23	6,94	6,94	6,65	6,37	6,65	8,15	7,84	7,53	7,84	7,53	7,84	8,15	10,12	12,29	17,21
29	18,11	19,50	17,66	15,91	14,66	13,45	12,67	11,92	11,55	11,18	10,47	10,47	10,12	9,78	9,78	9,44	9,11	9,11	8,78	8,78	8,78	8,78	8,46	8,78
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 13 Caudales Mes de Abril

Fuente: Los Autores.

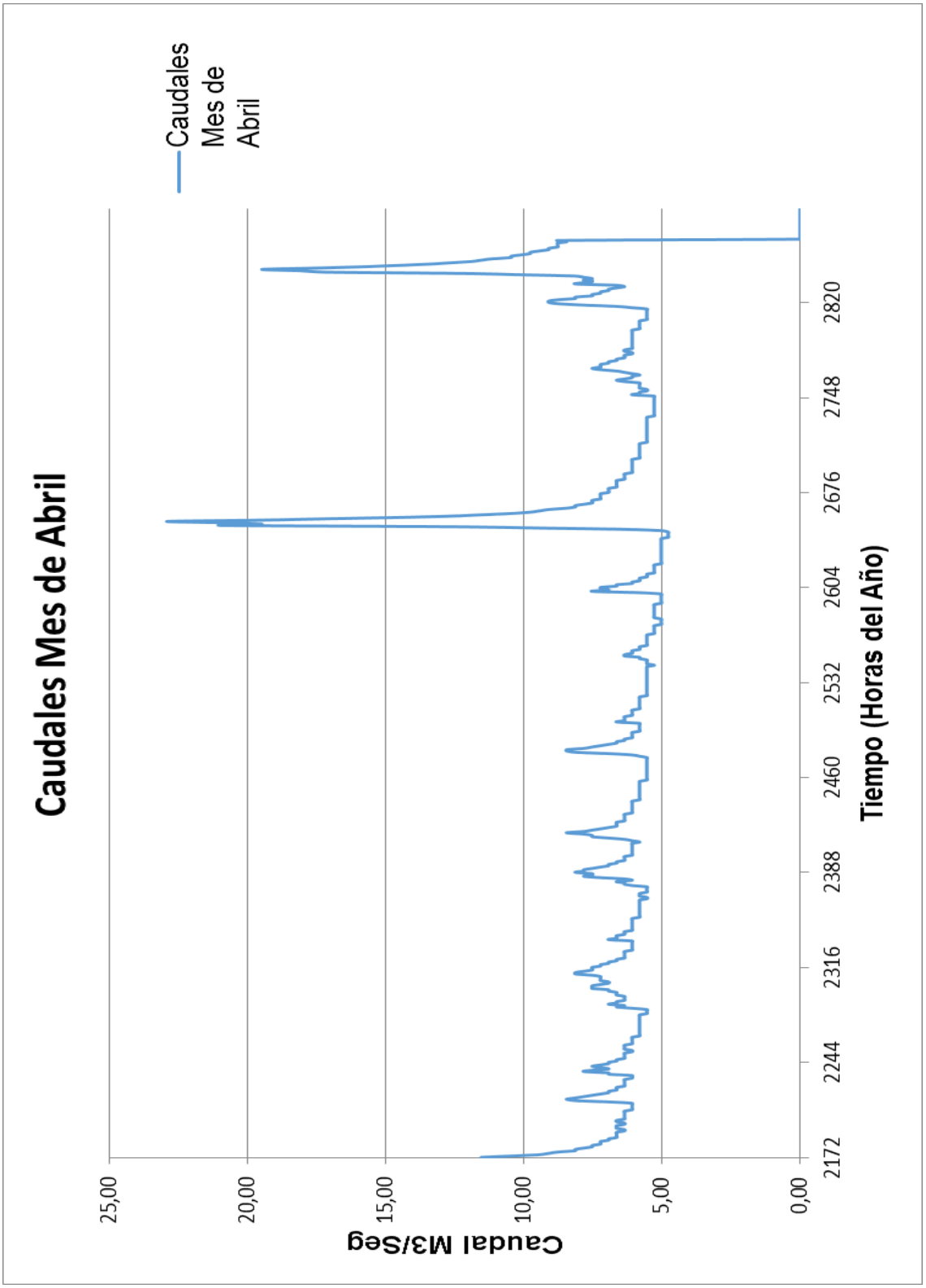


Imagen 25Hidrograma Mes de Abril

Fuente: Los Autores.

Tabla 14 Caudales Mes de Mayo

DÍAS DEL MES DE MAYO	HORAS DEL DÍA																							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
1	8,8	8,8	8,8	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,8	9,4	11,5	13,5	13,5	12,3	11,9	11,2	10,8	10,1	10,1	10,5	10,1	10,1	10,1	9,8
2	9,4	9,8	10,5	10,8	11,2	12,3	12,7	12,7	11,9	11,5	11,2	10,8	10,5	10,5	10,1	10,1	10,5	11,5	11,5	11,9	11,9	11,5	11,5	11,2
3	10,8	10,8	10,5	10,1	10,1	10,1	9,8	9,8	10,1	9,8	9,4	9,8	9,8	10,8	10,5	10,5	10,8	13,5	17,7	19,0	21,9	22,4	23,9	26,6
4	27,7	27,1	26,1	25,0	24,5	24,5	25,5	25,0	24,5	23,4	22,4	20,9	20,4	20,0	19,5	19,5	19,0	18,6	18,1	18,1	18,6	18,1	17,7	17,2
5	17,2	17,2	16,8	16,8	16,3	15,9	15,9	15,5	15,5	15,5	15,5	15,1	15,1	14,7	15,1	15,1	16,3	17,2	16,8	15,9	15,5	15,1	15,1	14,7
6	14,7	14,2	14,2	14,2	13,8	13,8	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,1	13,1	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	13,1	15,5	18,1	16,8	15,1	14,7
7	13,8	13,5	13,5	13,1	13,1	13,1	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	13,5	39,9
8	37,3	30,0	26,6	23,9	22,9	22,9	21,9	21,4	21,4	20,9	20,9	20,4	20,4	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	19,5	18,6	19,0	19,5	19,5	20,0
9	20,0	22,4	27,7	26,1	24,5	21,9	20,4	20,0	19,5	19,5	19,5	19,5	19,0	20,0	18,6	18,6	18,6	19,0	19,0	19,0	18,6	18,6	18,6	18,6
10	18,6	18,1	17,7	18,1	18,1	17,7	17,7	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	16,8	17,2	18,6	17,7	17,2	17,2	17,2
11	17,2	18,1	18,1	18,6	19,5	19,0	19,5	19,0	18,6	18,6	18,1	17,7	17,7	17,2	17,2	17,2	16,8	16,8	16,3	17,2	17,2	17,2	20,9	23,9
12	25,5	22,9	20,9	20,4	19,5	19,0	18,6	18,6	18,1	18,1	17,7	17,7	17,7	17,2	17,2	17,2	17,2	17,7	19,0	21,9	22,4	23,4	24,5	23,4
13	22,9	22,4	21,4	20,9	20,4	19,5	19,5	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,1	17,7	17,2	17,7	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2
14	17,7	17,2	17,7	18,6	17,7	18,1	17,7	17,7	17,7	17,2	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,3	16,3	16,3	17,2	20,9	31,1	30,0	27,7
15	26,1	23,4	21,9	21,4	20,4	20,0	20,4	19,5	19,5	19,0	19,0	19,0	18,6	18,6	18,6	18,1	18,1	18,1	17,7	19,5	36,6	42,6	39,2	41,9
16	49,7	46,1	43,3	37,9	36,6	34,1	31,1	30,0	28,8	28,8	28,3	28,3	27,1	26,1	25,0	25,0	23,4	23,9	23,9	23,4	22,4	22,4	22,4	21,9
17	22,4	21,9	21,9	21,4	21,4	21,4	20,9	21,4	20,4	20,4	20,0	20,0	19,5	19,5	19,5	19,0	18,6	19,0	19,0	18,6	18,6	19,0	18,6	18,1
18	18,6	18,1	18,1	18,6	18,1	17,7	17,7	18,1	17,7	17,7	18,1	17,7	17,7	17,7	17,2	17,2	16,8	16,8	17,2	17,7	20,4	20,0	19,5	18,6
19	18,1	17,2	17,2	17,2	16,8	16,8	16,8	16,3	16,8	16,8	16,3	16,3	15,9	15,9	15,9	16,3	15,9	15,9	15,9	15,9	15,5	15,5	15,5	15,5
20	15,5	16,3	21,4	28,8	31,1	29,4	26,6	24,5	21,9	20,9	20,0	19,5	19,0	19,0	18,1	18,1	18,1	18,1	17,7	17,7	17,7	16,8	17,7	19,0
21	20,0	20,0	23,4	31,1	41,9	41,9	36,6	33,5	31,7	29,4	28,3	27,7	26,1	25,5	24,5	24,5	23,9	23,4	22,9	23,4	22,9	22,4	22,4	21,9
22	22,4	22,4	22,4	21,9	22,9	21,9	21,4	21,9	21,9	20,9	21,4	21,4	20,9	20,9	20,4	20,4	20,4	20,4	20,9	20,4	20,9	21,4	20,9	20,9
23	20,4	20,9	20,9	20,9	20,4	20,0	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	19,5	19,5	19,5	20,4	21,9	20,4	20,4	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0
24	19,0	19,0	19,5	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	18,6	18,6	18,6	18,6	19,0	20,0	20,9	20,9	20,9	20,4	20,0	19,5	19,0	19,0	18,6	18,6
25	18,6	18,6	18,6	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	17,7	17,7	17,7	17,7	17,2	17,2	17,2	17,2	17,7	17,2	17,2	17,7	19,0	22,9
26	23,9	26,6	25,5	24,5	23,4	22,4	21,9	20,9	20,4	20,4	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	19,5	19,5	20,0	20,4	20,0	20,0	20,0	19,0	18,6
27	18,6	18,6	18,1	18,1	18,1	18,6	18,1	18,1	18,1	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	17,7	17,7	17,7
28	17,7	17,2	17,7	17,2	17,7	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	16,8	16,8	16,8	16,8	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
29	15,9	16,3	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	16,3	16,3	15,9	15,9	15,5	15,9	15,5	15,5	15,5	15,5
30	15,5	15,5	15,5	15,1	15,5	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	14,7	16,3	19,5	17,7	20,4	18,1	17,2	17,2	20,0	23,4	30,5	32,3
31	31,1	28,8	26,6	23,9	21,9	21,4	21,4	20,9	20,4	20,4	20,4	19,5	20,0	19,0	19,5	19,0	19,0	19,0	19,5	23,9	26,6	26,6	24,5	24,5

Fuente: Los Autores.

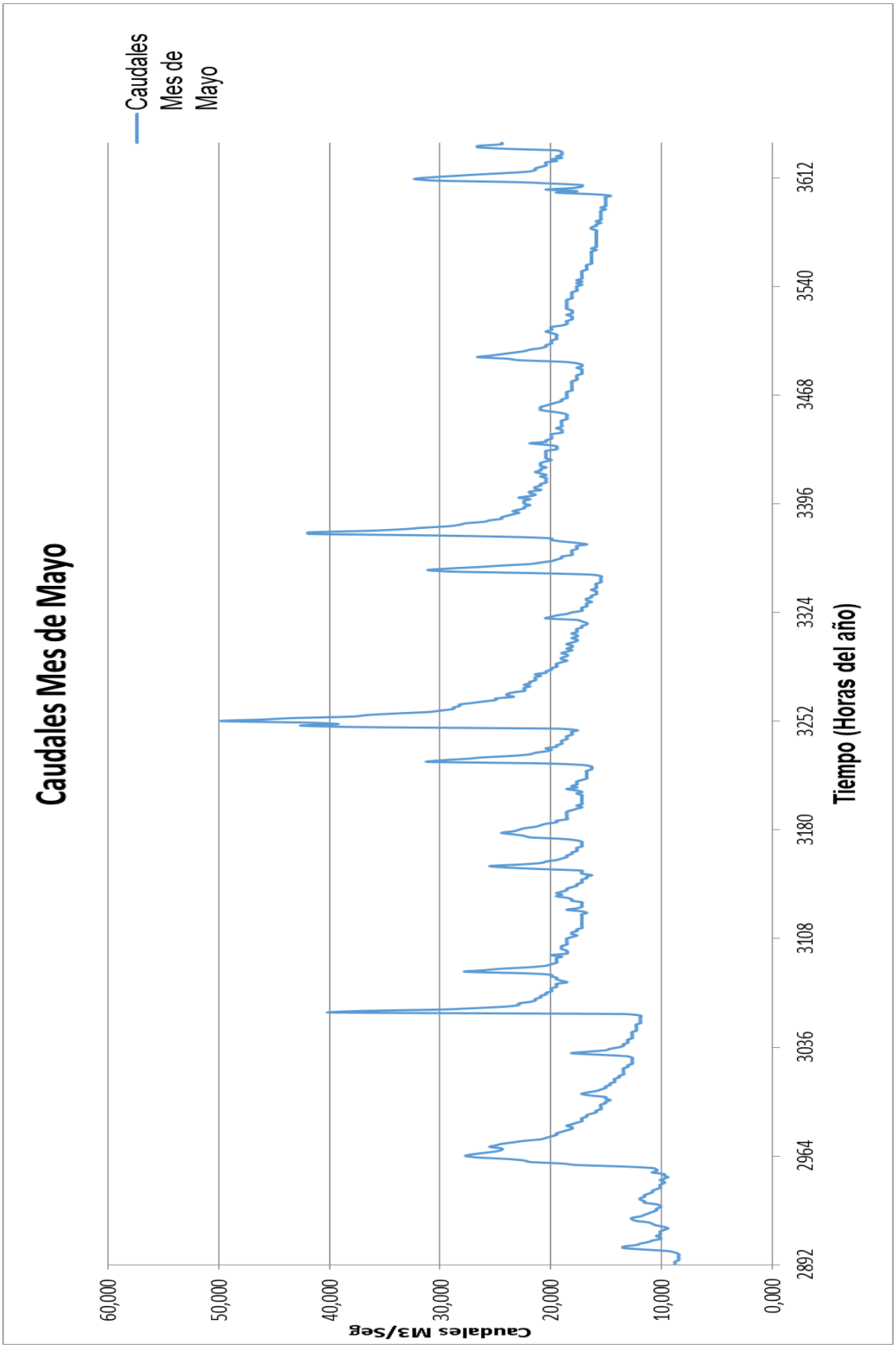


Imagen 26 Hidrograma Mes de Mayo

Fuente: Los Autores.

Tabla 15 Caudales Mes de Junio

DÍAS DEL MES DE JUNIO	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	22,91	21,91	21,91	21,91	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,97	19,97	19,50	19,50	19,97	19,97	21,91	24,46	23,43	23,43
2	23,94	24,99	25,52	24,46	24,46	23,94	23,94	22,91	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,42	20,93	21,42	21,42	21,42	21,42	21,91	21,42	21,42	21,42	21,91
3	23,94	24,46	25,52	24,99	24,46	23,94	23,43	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	20,93	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93
4	20,45	20,93	20,45	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,97	19,50	19,50	19,97	21,42	21,42
5	20,93	20,93	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,11	18,57	18,57	18,57	18,57
6	18,11	18,11	17,66	18,11	18,11	18,11	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21
7	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	17,21	17,66	17,21	17,21	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34
8	16,34	16,78	17,66	19,03	19,03	18,57	17,66	17,21	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	16,78	18,57	19,97	21,91
9	23,94	22,91	22,91	22,41	20,45	19,50	19,03	18,11	18,11	17,66	17,21	17,21	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	23,94	29,97	26,60
10	24,99	24,99	22,91	21,42	20,93	19,97	19,03	19,03	18,57	18,57	18,11	18,11	17,66	18,11	18,11	18,11	17,66	18,11	17,66	17,66	17,21	17,21	17,66	17,21
11	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,34	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	15,91	15,49	15,49	15,91	18,57	20,93	18,57
12	17,21	18,57	22,41	22,91	21,42	20,45	18,57	18,57	18,11	17,66	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78
13	16,34	16,34	16,78	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	16,34	16,78	16,34	16,34	16,78	17,21	16,78	16,78	16,34	16,34
14	16,34	16,34	16,34	17,21	17,66	18,11	18,11	17,66	17,66	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	17,66	18,57	18,57	18,57	21,42	22,91	22,41
15	21,42	20,93	19,97	19,03	19,03	18,57	18,57	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,66	17,66	17,66	17,21	16,78	17,21	17,21	17,66	19,50
16	20,93	22,41	22,41	21,91	20,45	20,45	20,45	19,97	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	19,03	19,03	18,57	18,11	19,50	31,13	41,24	80,79	56,60
17	46,09	40,57	37,29	34,76	34,76	33,53	32,32	32,32	32,32	31,72	31,72	31,13	30,55	30,55	29,97	29,39	29,39	29,39	29,97	29,39	29,97	32,32	37,93	41,92
18	39,24	40,57	42,60	39,90	38,58	34,76	34,14	32,92	32,92	32,92	32,32	31,72	32,32	31,13	31,72	31,13	31,13	31,13	31,72	31,13	30,55	30,55	30,55	32,32
19	32,32	32,32	31,13	31,13	30,55	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97	29,39	29,97	29,97	29,39	29,39	29,97	29,39	28,82	28,82	28,82	29,39	29,39	29,97	32,32
20	35,38	37,93	38,58	36,01	35,38	34,14	34,14	33,53	32,32	32,92	32,92	32,32	30,55	31,13	30,55	31,13	30,55	30,55	30,55	30,55	29,97	29,39	29,39	29,97
21	29,39	28,82	28,82	29,39	29,39	29,39	28,26	29,39	29,97	28,82	28,82	28,82	28,26	28,82	28,82	28,26	28,82	28,82	28,82	29,97	31,13	32,92	33,53	33,53
22	34,14	33,53	32,92	32,32	31,72	31,13	30,55	30,55	30,55	29,39	29,39	28,82	29,39	28,82	28,26	28,82	28,26	28,82	28,26	28,26	28,26	28,82	28,26	28,26
23	27,70	28,26	28,26	27,70	27,70	27,70	27,70	27,70	27,70	27,15	27,15	27,15	27,15	27,15	26,60	26,60	26,60	27,15	26,60	27,15	26,60	26,60	26,60	27,15
24	28,26	28,82	28,26	28,26	27,70	27,15	27,70	27,15	27,15	27,15	27,15	27,15	27,15	26,06	26,60	26,06	26,06	25,52	25,52	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99
25	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,46	24,46	24,46	24,99	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,99	28,82	29,97	27,15	25,52	24,99	24,99	24,99	24,99	25,52
26	26,06	28,26	29,97	27,70	27,15	26,06	25,52	24,99	24,46	24,99	24,46	24,46	23,94	23,94	23,94	23,94	24,46	23,94	23,94	23,43	23,94	23,43	24,46	25,52
27	27,15	28,82	29,39	27,70	27,70	27,70	28,26	28,26	27,70	27,15	26,06	26,06	25,52	26,06	26,06	26,06	25,52	26,06	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99	24,99
28	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	25,52	25,52	26,60	25,52	24,99	24,99	25,52	27,15	30,55	28,82	27,15	26,06	25,52	24,99	26,06	25,52	25,52
29	24,99	24,99	24,99	24,99	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	23,94	23,94	23,94	24,46	26,06	26,60	25,52	25,52	25,52	28,82	35,38	34,76	31,13

Fuente: Los Autores.

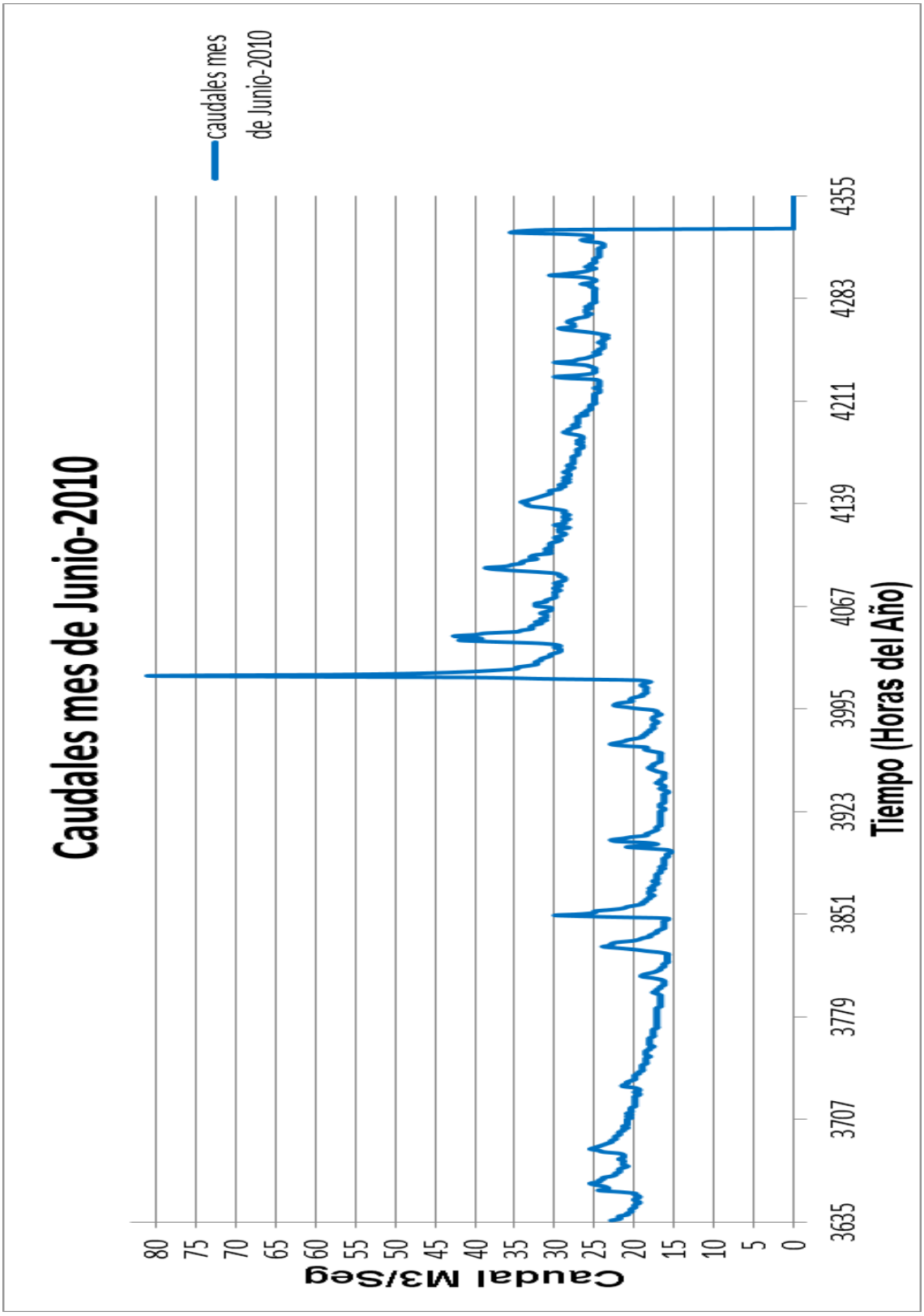


Imagen 27 Hidrograma Mes de Junio

Fuente: Los Autores.

Tabla 16 Caudales Mes de Julio

		HORAS DEL DÍA																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DIAS DEL MES DE JULIO	1	26,1	25,5	25,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	23,9	23,9	23,9	24,5	24,5	25,5	26,1	25,0	24,5	24,5	23,9	23,9	23,9	25,0
	2	26,1	26,1	25,5	25,5	24,5	24,5	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,4	23,4	23,9	23,4	22,4	23,4	23,4	23,4	23,4	22,9	22,9	22,9	22,9
	3	22,9	22,9	22,4	22,4	22,9	22,4	22,9	22,4	22,4	22,4	22,4	27,7	21,9	21,9	21,9	22,4	22,4	23,4	23,4	23,4	22,9	22,9	23,4	26,1
	4	36,6	56,6	48,3	39,9	34,8	32,9	31,7	31,1	30,0	28,8	28,8	28,3	27,7	26,1	26,6	25,5	25,5	25,5	26,6	27,1	26,6	26,1	26,6	26,1
	5	25,0	25,5	25,0	26,1	25,0	25,5	26,6	28,3	29,4	30,5	30,0	30,0	29,4	29,4	28,8	28,8	30,0	31,7	31,7	31,1	30,0	30,0	27,7	28,8
	6	27,7	27,1	27,1	27,7	27,1	27,1	27,1	26,6	26,6	26,6	26,1	27,1	26,6	27,1	28,8	31,7	33,5	33,5	31,1	30,5	30,0	29,4	28,8	27,7
	7	27,7	27,7	27,7	27,7	28,3	28,3	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	26,6	27,1	27,1	27,7	28,3	28,3	28,3	29,4	30,5	31,7	30,5	30,5	29,4
	8	29,4	28,8	28,3	28,3	27,7	28,3	27,7	27,7	27,7	27,7	27,1	27,7	27,7	27,7	27,1	27,7	30,0	30,5	31,1	30,0	28,8	28,3	28,8	28,8
	9	28,3	28,3	28,3	27,7	28,3	27,7	27,7	27,1	27,1	27,7	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,7	27,7	27,1	27,7	27,7	27,1	26,6	28,8	28,8
	10	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	31,7	33,5	36,6	34,1	32,3	30,5	30,0	28,8	29,4	29,4	28,8	28,8	28,3	28,3	27,7	28,3	33,5	44,7	37,9
	11	34,1	33,5	34,8	32,9	34,8	32,3	33,5	32,3	31,7	31,7	31,1	31,7	30,5	31,1	31,1	31,7	32,3	32,9	34,1	34,8	36,6	36,0	37,3	34,8
	12	32,3	32,9	33,5	32,3	31,1	32,3	31,1	30,5	30,0	30,5	30,0	30,0	29,4	30,0	30,0	30,0	28,8	30,5	30,5	34,1	36,0	32,9	32,9	32,3
	13	31,7	31,7	32,3	36,0	38,6	39,2	37,3	35,4	35,4	34,1	33,5	33,5	32,9	32,9	32,9	31,7	32,3	30,5	31,7	32,3	31,7	31,7	31,1	30,5
	14	30,5	31,1	30,0	30,5	30,5	32,3	32,9	32,9	32,3	32,9	31,7	31,7	30,5	30,5	30,0	30,0	30,5	30,0	31,1	31,1	31,1	32,3	32,3	31,7
	15	32,3	32,9	32,3	31,7	32,9	32,3	32,9	32,9	33,5	34,1	33,5	33,5	34,8	34,8	34,8	34,1	34,8	34,1	34,1	34,1	34,1	33,5	34,1	32,3
	16	32,9	32,3	32,9	32,3	32,3	32,9	32,3	31,7	32,3	31,1	31,7	31,7	31,7	32,3	32,3	32,3	32,9	31,7	32,3	32,3	32,3	31,7	31,7	31,7
	17	31,7	31,7	31,7	31,1	31,1	31,1	30,5	31,1	30,5	29,4	30,0	30,5	30,0	30,0	29,4	30,0	29,4	30,0	30,5	29,4	30,0	30,5	30,0	29,4
	18	30,0	29,4	28,8	28,8	30,0	30,5	30,0	30,0	29,4	30,0	30,0	29,4	29,4	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,3
	19	28,3	28,3	27,7	28,3	28,3	27,7	28,3	27,7	27,7	27,7	27,7	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	26,6	29,4	31,1
	20	31,1	30,0	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,3	28,8	29,4	29,4	29,4	29,4	28,3	28,8	27,7	27,7	27,1	27,7	26,6	26,6	27,1	27,7	27,1
	21	27,1	27,7	27,1	27,1	32,9	41,2	38,6	36,6	34,8	34,1	30,5	31,1	31,1	29,4	30,5	30,0	29,4	29,4	29,4	28,3	29,4	30,0	30,0	29,4
	22	28,3	29,4	30,0	28,3	28,3	27,7	28,3	27,7	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	26,6	27,1	27,1	26,6	26,6	26,6	27,1	27,1
	23	27,7	28,8	29,4	28,8	27,7	27,7	27,1	26,6	26,6	26,6	26,1	26,6	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	25,5	25,5	26,1	26,1
	24	25,5	25,5	25,5	25,0	25,0	25,5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,5	24,5	23,9	24,5	24,5	23,9	23,9	23,9	25,0	26,6	28,8	27,1
	25	27,1	26,1	25,5	25,0	24,5	24,5	24,5	24,5	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,4	23,4	23,4	23,4	22,9	23,4	22,9	22,9	23,4	23,9	23,9
	26	23,4	23,9	24,5	25,0	25,5	26,1	25,0	24,5	23,9	23,4	22,9	22,9	22,9	22,9	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	21,9	22,4	25,0	26,6
	27	28,8	28,3	27,1	26,1	24,5	23,9	23,4	22,9	23,4	22,9	22,9	22,4	22,4	22,4	23,4	23,4	23,4	22,9	22,9	23,9	31,7	41,2	36,0	34,8
	28	34,1	32,3	32,3	30,5	30,5	29,4	28,3	28,3	28,3	26,6	27,1	26,1	26,1	27,1	26,6	27,1	26,6	25,5	27,1	26,1	25,5	26,1	25,5	25,5
	29	26,1	25,0	25,5	26,6	28,3	26,6	26,6	26,1	26,1	26,1	26,1	25,5	26,1	25,0	25,0	25,5	25,0	25,0	25,5	25,0	24,5	25,0	25,0	25,0
	30	25,0	25,0	24,5	23,9	24,5	23,4	24,5	23,9	23,9	25,0	25,0	25,0	24,5	23,9	25,0	23,9	24,5	24,5	25,0	24,5	25,0	25,5	25,5	27,1
	31	28,3	28,8	28,3	28,3	27,1	28,3	28,3	28,8	28,8	27,7	27,7	27,1	26,6	26,6	27,7	27,7	27,1	27,7	27,7	27,7	27,7	27,1	27,7	26,6

Fuente: Los Autores.

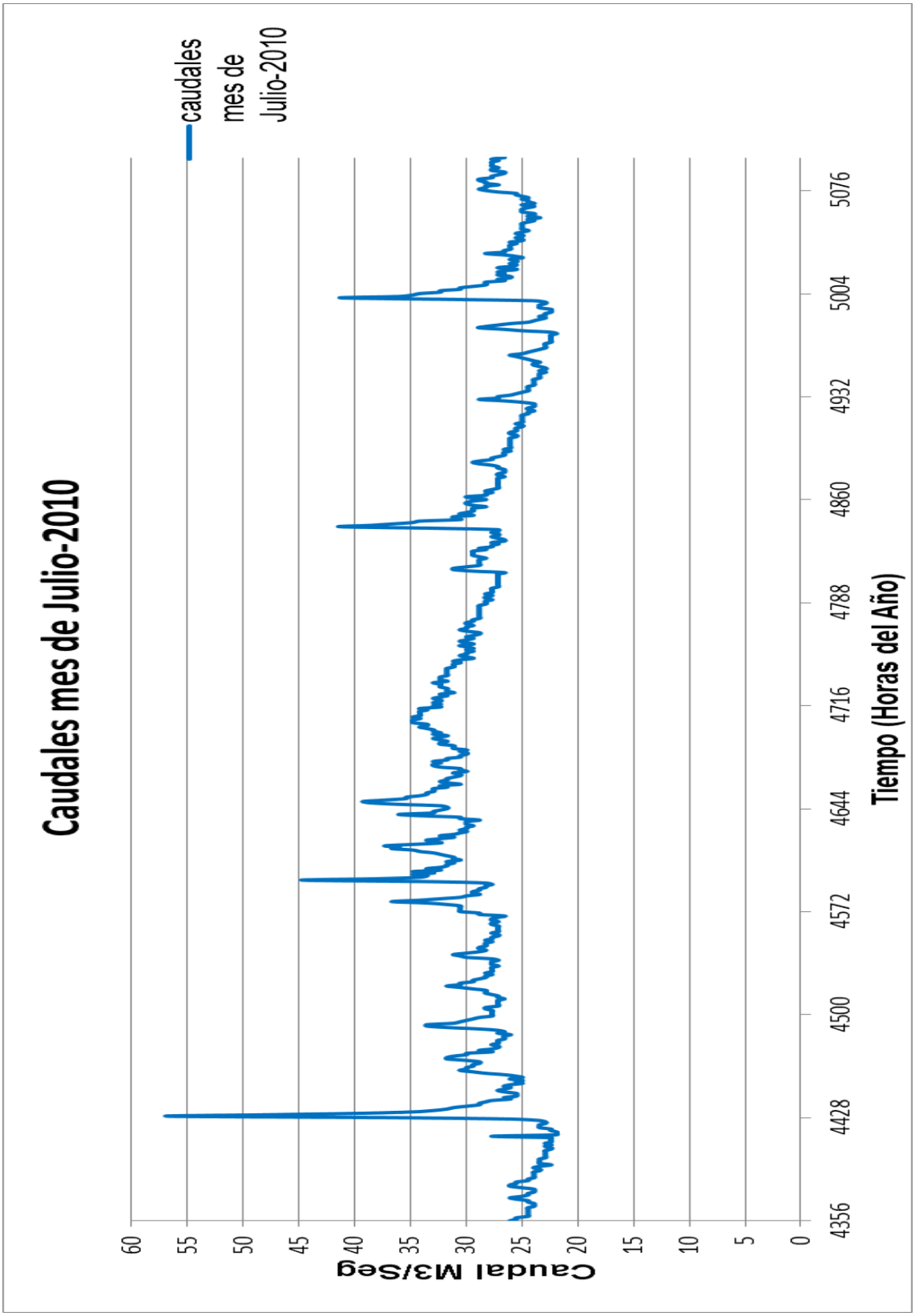


Imagen 28 Hidrograma Mes de Julio

Fuente: Los Autores.

		HORAS DEL DÍA																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DIAS DEL MES DE AGOSTO	1	26,60	26,60	26,60	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	25,52	25,52	26,06	26,06	26,06	26,60	26,60	27,15	28,82	28,26	27,15	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60
	2	26,06	26,60	26,06	26,06	25,52	25,52	25,52	24,99	24,46	24,46	24,99	24,99	24,99	24,46	24,99	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	23,94
	3	24,46	23,94	23,94	23,94	23,94	23,43	23,94	23,94	23,94	24,99	26,60	29,39	31,72	29,39	27,15	26,06	26,06	26,60	27,70	27,15	26,60	26,06	25,52	24,99
	4	24,99	24,99	24,46	24,46	24,46	24,46	24,99	24,99	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	23,43	23,94	23,94	23,94	24,46	24,46	24,99	25,52	28,82	28,26
	5	26,60	26,06	30,55	34,76	32,92	31,13	29,39	28,26	27,70	27,15	26,60	26,60	26,06	26,06	24,99	25,52	24,99	24,99	24,46	24,99	24,46	23,94	26,06	28,26
	6	31,13	34,14	37,29	41,92	46,09	43,29	39,90	36,01	33,53	32,92	31,72	31,72	31,72	30,55	29,39	29,39	28,82	28,82	27,70	28,26	28,26	29,39	38,58	41,92
	7	38,58	36,01	33,53	32,32	31,13	30,55	30,55	30,55	30,55	31,13	29,97	29,97	29,39	30,55	30,55	31,13	29,39	29,97	29,97	30,55	29,97	30,55	29,39	29,39
	8	29,39	29,39	30,55	30,55	30,55	29,97	29,97	28,82	28,82	29,39	29,97	28,82	29,39	28,26	28,26	27,15	27,70	28,26	29,39	28,26	28,26	28,82	29,39	29,39
	9	29,97	29,97	30,55	31,13	29,97	29,97	29,97	29,39	28,82	29,39	29,39	29,39	28,82	28,26	28,26	28,26	28,26	28,26	27,70	27,70	27,70	27,70	27,15	27,70
	10	27,70	28,26	28,82	29,39	28,82	28,82	28,26	28,26	27,70	27,70	27,70	27,70	27,15	27,15	27,15	27,15	26,60	26,60	26,06	26,06	26,06	26,60	26,60	26,06
	11	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	25,52	25,52	25,52	24,99	25,52	24,99	24,99	24,99	24,99	24,46	24,99	24,99	24,99	26,60	28,26
	12	29,39	28,82	27,70	27,15	26,60	26,06	25,52	25,52	25,52	24,99	24,99	25,52	24,99	25,52	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,46
	13	24,46	23,94	24,46	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	24,46	24,99	24,99	23,94	23,94	23,94	23,43	23,94	23,94	23,43	23,94	23,94	23,94	23,43	23,43	23,43
	14	22,91	23,43	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	22,41	22,91	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42
	15	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	22,91	24,46	24,99	24,46
	16	23,43	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97
	17	19,97	19,97	20,45	19,97	20,45	19,97	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03
	18	19,50	19,97	20,45	20,93	21,91	21,42	21,42	21,42	20,93	20,45	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57
	19	18,57	19,03	20,45	21,42	20,93	19,97	19,50	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	19,50	18,57	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	19,03	19,03	19,03
	20	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,11	18,11	18,11	18,11	17,66	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66
	21	17,66	17,66	17,21	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	17,21	17,66	17,21	17,21	21,42	22,41	22,91	20,93
	22	19,97	19,50	19,03	18,57	18,57	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	17,21	17,21
	23	18,11	17,66	17,66	17,66	18,11	18,11	18,11	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78
	24	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	87,50	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,78	16,78	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21
	25	17,66	18,11	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	17,21	19,97	27,70	31,72	31,13
	26	29,97	28,26	27,70	26,06	25,52	23,94	22,91	22,41	21,91	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	21,42	21,42	21,91	21,91	20,93	20,93	20,93	20,45	20,93	22,41
	27	22,91	22,91	22,91	22,41	21,42	21,42	21,42	21,42	20,45	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	20,45	19,97	19,97	19,97	19,50	19,97
	28	21,91	24,46	26,06	26,60	25,52	24,99	24,46	23,94	23,43	22,91	22,41	22,41	21,91	21,42	21,42	20,93	21,42	20,93	21,42	21,42	21,42	21,42	26,60	29,39
	29	28,26	26,06	24,99	24,46	23,43	23,43	23,43	22,91	22,91	22,41	22,91	22,41	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42
	30	21,42	21,42	20,93	21,42	20,93	20,93	20,45	20,93	20,93	20,93	20,45	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	20,45	20,45	20,45	19,97	20,45	19,97
	31	20,45	20,93	21,42	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,97	21,91	21,91	21,42	20,93	20,45	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,03

Tabla 17 Caudales Mes de Agosto

Fuente: Los Autores.

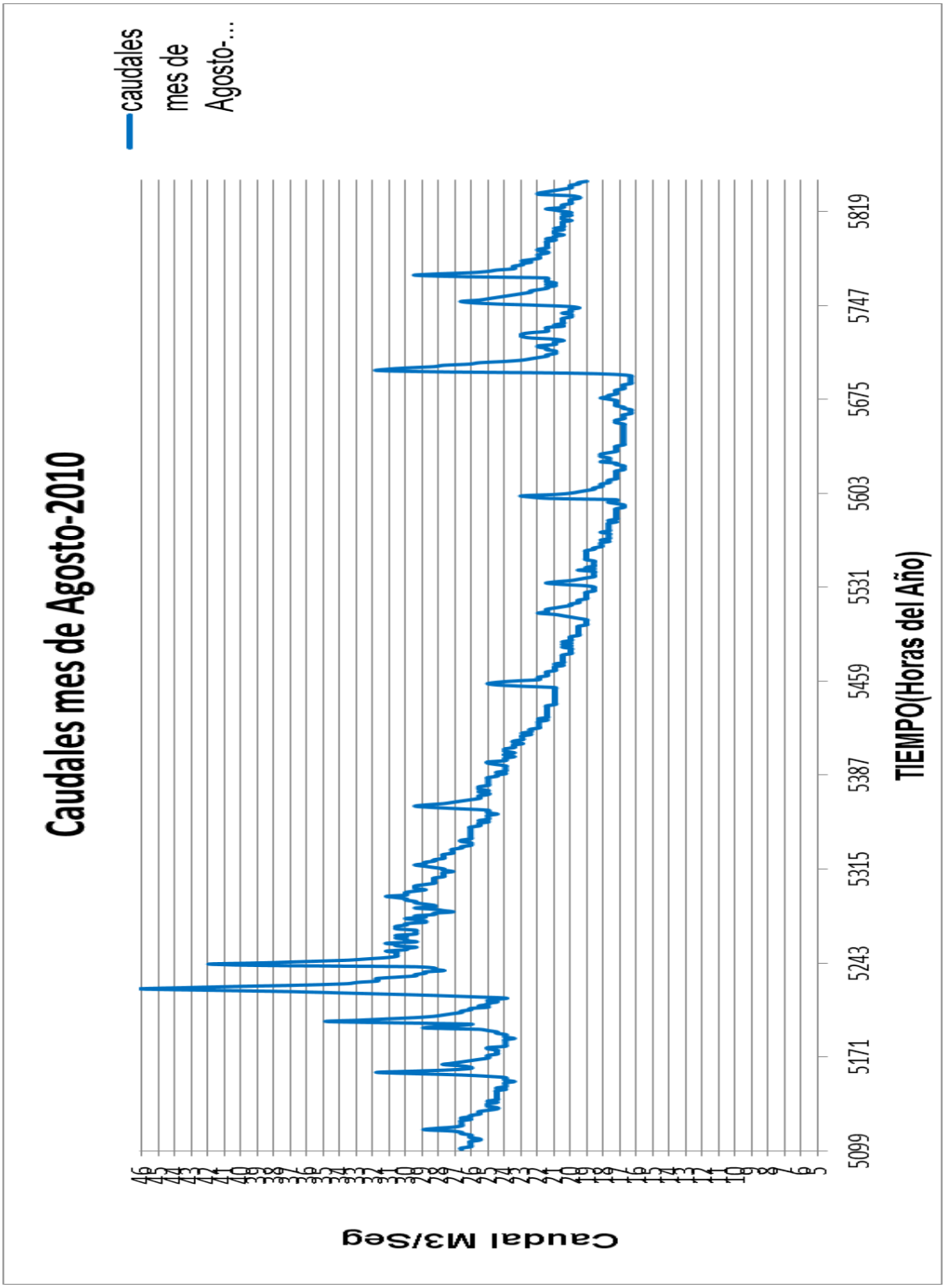


Imagen 29 Hidrograma Mes de Agosto

Fuente: Los Autores.

Tabla 18 Caudales Mes de Septiembre

DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	19,0285	19,0285	19,4954	18,567	19,0285	18,567	19,0285	19,0285	19,0285	18,567	19,0285	18,567	18,567	18,567	18,1109	18,567	18,567	18,567	21,417	23,9405	23,425	22,4102	21,417	21,417
2	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	21,42	21,42	21,91	22,91	23,43	24,46	23,94	23,43	22,41	21,91	21,42	21,42	20,93	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97
3	19,97	19,97	19,50	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	19,03	20,93	29,97	35,38
4	30,55	27,70	25,52	24,46	26,06	29,39	29,97	27,15	25,52	24,99	23,94	23,43	22,91	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,42	22,41	24,46	24,46	23,94	23,94
5	23,43	22,91	22,91	22,41	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,93	20,45	20,45	19,97	20,45	20,45
6	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	20,93	21,42	21,91	23,43	29,39	28,82	27,15	24,99	23,43	22,41	22,91	21,91	23,43	22,41	21,91	21,42	21,91	22,41
7	23,94	28,26	29,97	27,70	27,15	26,06	24,99	24,46	23,94	23,94	23,94	22,91	23,43	22,91	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,91	21,91	21,42
8	21,42	21,91	21,42	21,91	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	21,91	21,42	21,42	21,42	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,91	21,91	21,91	22,41	22,41
9	22,41	21,91	22,41	22,41	22,41	22,41	21,91	22,41	22,41	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45
10	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
11	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	19,03	18,57	19,03	19,03	18,57	19,97	23,43	24,99	25,52	23,94	22,41	21,91	21,91
12	21,91	21,91	22,41	22,91	26,06	27,15	26,60	26,06	24,99	24,46	23,43	22,91	22,41	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	21,91
13	22,91	22,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	20,93	20,93	20,45	20,45	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,93	21,42	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45
14	20,45	20,45	19,97	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03
15	19,97	21,91	22,41	20,93	19,97	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,11	18,11	18,57	18,11	18,11	18,57	18,57	19,03
16	19,03	21,42	22,41	22,41	21,91	20,93	20,45	19,50	19,03	19,03	18,57	23,46	18,57	18,11	18,11	18,57	18,57	18,57	18,57	20,45	20,45	19,97	19,50	19,50
17	19,97	20,45	20,45	19,97	19,50	19,50	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,11	18,11	18,11	18,57	19,03	20,45	21,42	20,45	20,45	20,45	20,93	22,91	21,91
18	21,42	20,93	20,45	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,11	18,57	18,11	18,11	18,11	18,11	18,57	18,57	19,03
19	18,57	18,57	19,50	24,99	23,43	21,91	21,42	20,45	19,97	19,97	19,50	19,03	19,97	19,97	21,42	22,41	21,91	21,42	21,42	21,91	21,91	21,91	22,41	21,91
20	21,91	22,41	23,43	23,94	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	23,94	23,94	23,43	22,91	23,43	24,46	24,46	23,94	23,94	23,94	23,43	23,43	23,43	22,91
21	22,91	23,43	23,94	24,46	24,46	23,94	23,94	23,43	23,43	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,91	22,41	22,91	22,41	22,41	22,91	23,94	24,99	24,46
22	23,94	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42
23	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	21,91	22,91	24,46	24,99	25,52	24,99	23,94	23,43	22,91	22,91	22,41
24	22,41	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	20,93	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	21,42	21,91	22,41	22,91	23,43	22,91	22,91	22,41	22,41
25	21,91	21,42	21,42	22,41	23,43	23,94	24,46	23,94	23,43	22,91	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91
26	22,41	22,41	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42
27	22,41	23,94	25,52	27,15	27,70	27,70	26,06	25,52	24,46	23,94	23,43	24,46	24,46	24,99	25,52	24,99	26,06	27,15	27,15	27,15	27,15	26,60	24,99	24,99
28	24,46	24,46	24,46	23,94	23,94	23,43	23,43	23,43	23,43	23,43	23,43	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	23,43	23,94	24,46	23,94	23,43	22,91	22,91	22,91
29	23,94	25,52	26,60	26,60	26,06	24,99	24,46	23,94	23,43	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,91	23,94	24,46
30	24,46	23,94	23,43	22,91	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,91	21,91	21,91	23,94	29,39	28,82	26,60	25,52

Fuente: Los Autores.

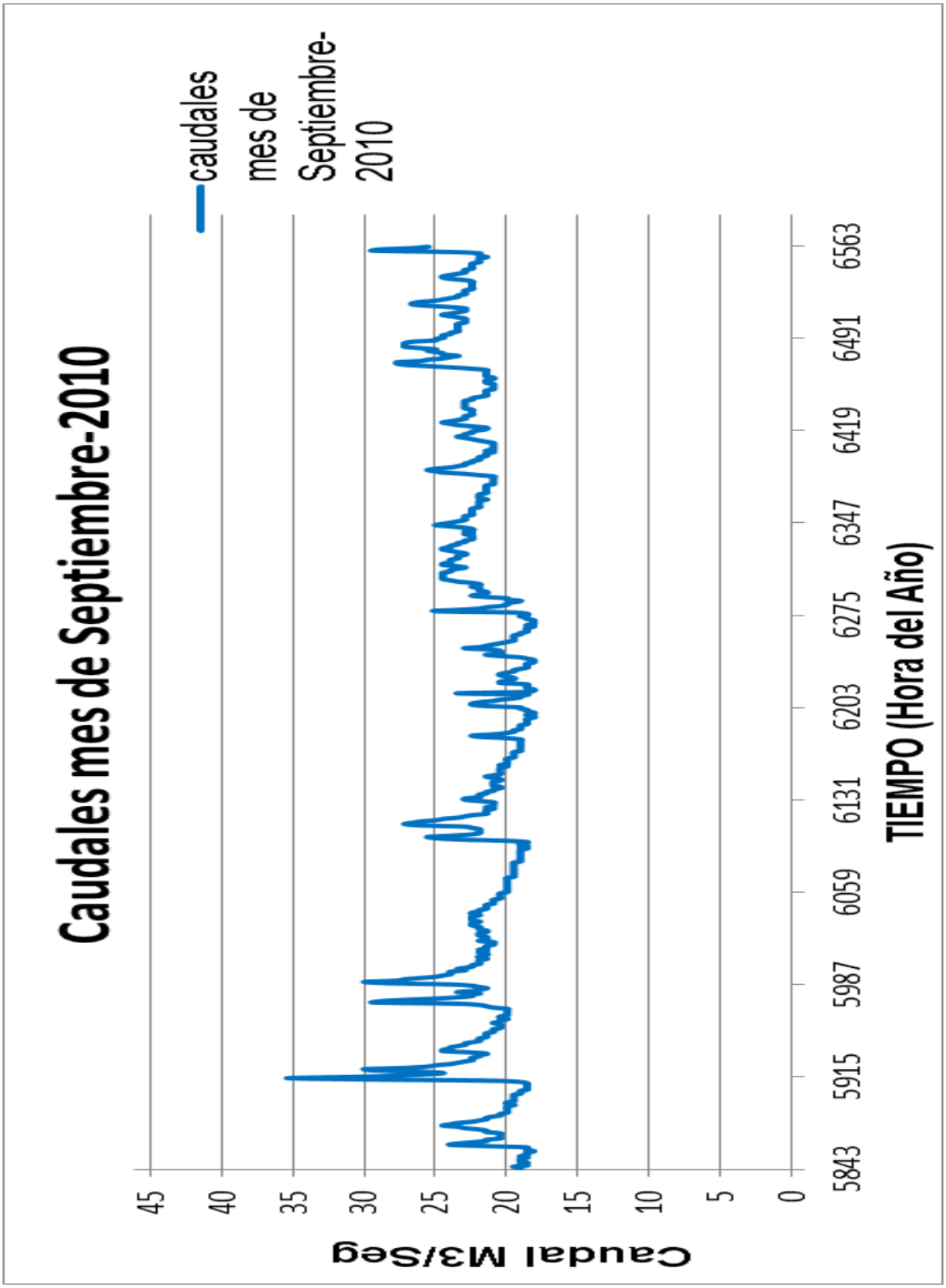


Imagen 30 Hidrograma del Mes de Septiembre

Fuente: Los Autores.

DIAS DEL MES DE OCTUBRE	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	24,9877	24,4614	23,9405	23,941	23,425	23,425	22,9149	22,9149	22,9149	22,915	22,4102	22,41	22,41	22,41	22,4102	22,41	22,41	21,911	21,911	21,9109	21,911	21,9109	21,417	21,417
2	21,42	21,91	21,42	21,42	21,42	22,91	28,82	29,39	29,97	27,70	26,06	24,46	23,94	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41
3	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,91	21,42	21,42	21,42	20,93	21,42	21,42	21,42	23,43	22,91	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41
4	22,41	22,41	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	21,42	21,91	22,91	22,91	22,41	21,91	21,91	21,42	21,42	20,93	20,93
5	21,42	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	20,45	20,45	22,41	24,46	25,52	28,26	30,55	31,13	31,13	32,32
6	36,65	38,58	38,58	37,29	35,38	34,14	33,53	32,32	31,72	29,97	29,97	29,97	29,97	29,39	29,39	28,82	28,82	28,82	29,39	29,39	28,26	28,26	28,26	28,26
7	28,26	28,82	28,82	27,70	27,70	27,70	27,70	27,70	27,70	27,15	27,15	26,60	26,06	26,06	26,06	26,06	25,52	26,06	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99	24,99
8	25,52	27,70	29,39	31,13	31,13	28,82	28,26	27,15	26,60	26,60	25,52	25,52	25,52	24,99	25,52	24,99	24,99	24,46	24,46	23,94	23,94	24,46	23,94	23,43
9	23,43	24,46	27,15	26,06	24,99	24,99	24,99	24,46	24,46	23,94	23,94	23,43	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,41	22,91	22,41	22,41
10	22,41	22,41	21,91	21,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42
11	21,42	21,42	20,93	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45	20,93	20,45	20,45	20,45	19,97	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97
12	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03
13	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,11	18,11	18,11	18,11	18,11	18,11	18,57	19,50	19,50	19,03
14	18,57	18,57	18,11	18,57	19,03	19,03	19,03	18,57	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	18,57	18,57	18,57	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66
15	18,11	23,94	22,41	21,91	19,97	19,03	18,57	19,03	19,97	21,91	19,97	19,50	19,97	19,97	19,50	21,91	22,91	23,94	23,43	21,42	19,97	19,50	19,03	18,57
16	18,11	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	17,21	20,45	24,99	23,94	21,91	20,45	19,50
17	18,57	18,11	18,11	17,66	17,66	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,66	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,21
18	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	16,78	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91
19	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,91	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21
20	17,21	16,78	16,34	16,34	15,91	15,91	15,91	15,91	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	16,34	16,78	16,78	17,21	16,78	16,34	15,91	15,91	15,91	15,49	15,49
21	15,49	15,49	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	15,49	16,78	18,11	17,66	17,66	17,21	16,78	16,78
22	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	15,49	15,49	15,49	15,07	15,07	15,07	15,07	15,49	15,91	15,49	15,49	15,07	15,07	15,07	15,49	15,49
23	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	14,66
24	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	15,07	15,07	15,07	15,49	15,49	15,49	15,07	15,07	14,66
25	14,66	14,66	14,66	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	13,85	14,25	14,25	14,66	14,25	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85
26	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,45	13,45	13,45	13,45	13,85	14,25	15,91	18,11	17,21	15,91	15,07	15,07	14,66	14,66
27	14,25	14,25	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	14,25	14,66	15,49	15,91	16,78	16,34	16,34
28	15,49	15,49	15,07	14,66	14,66	14,25	14,25	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85	13,85	16,78	15,91	15,07	14,66	14,66	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25
29	14,25	14,25	15,07	17,66	19,03	20,45	21,91	21,42	19,97	19,03	18,11	17,66	17,66	17,66	18,11	18,57	23,43	27,15	26,06	26,06	26,06	24,99	23,43	22,41
30	21,42	20,93	20,45	20,45	19,97	20,93	21,91	22,41	20,93	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
31	19,03	19,50	19,50	19,50	20,45	20,45	20,93	20,93	20,93	20,45	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,97	19,50	19,03	19,50	20,45	20,93	20,45	19,97

Tabla 19 Caudales Mes de Octubre

Fuente: Los Autores.

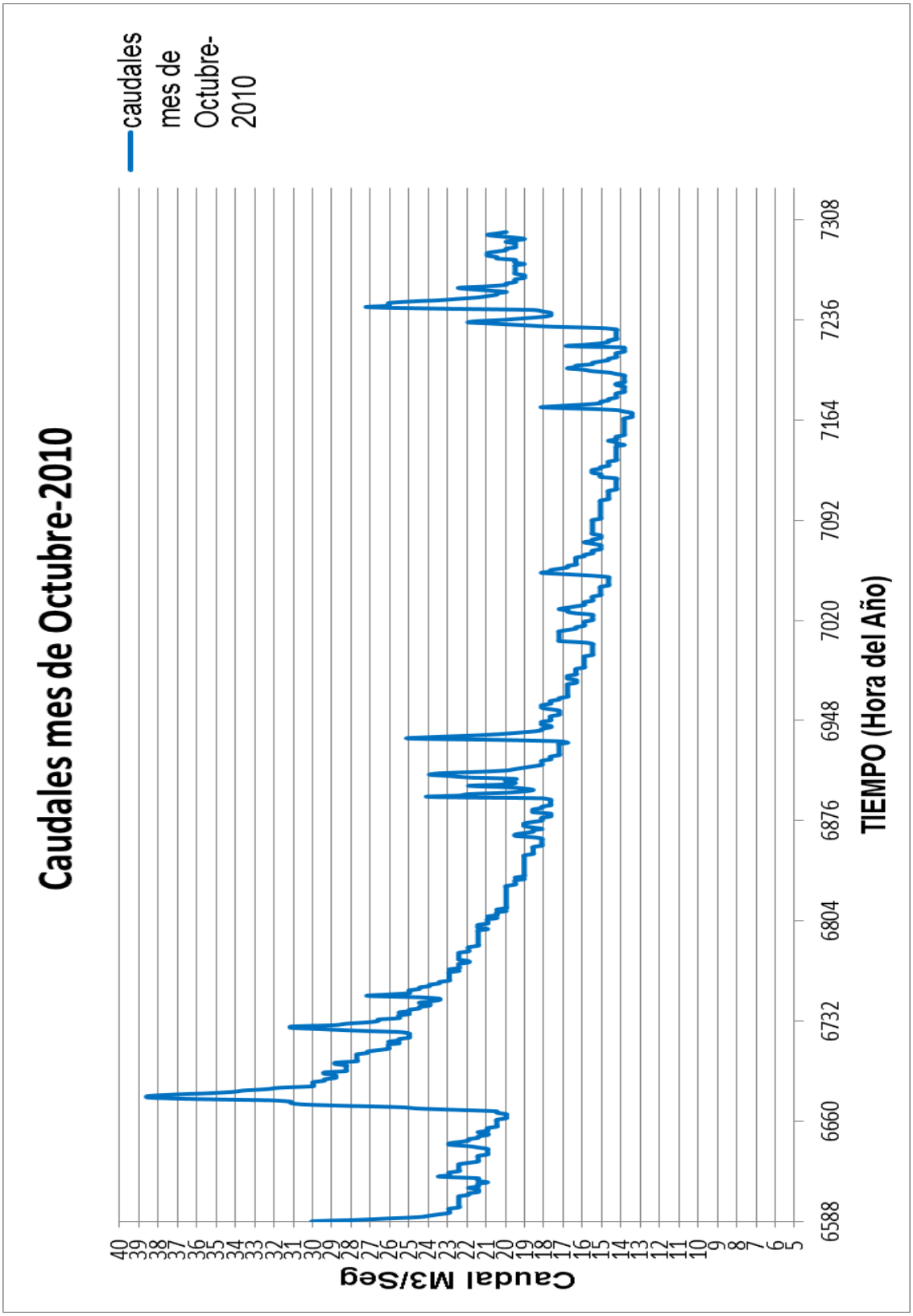


Imagen 31 Hidrograma mes de Octubre

Fuente: Los Autores.

DIAS DEL MES DE NOVIEMBRE	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	19,9677	19,4954	19,0285	19,0285	18,567	18,567	18,567	18,567	18,1109	18,1109	18,1109	18,1109	18,1109	19,9677	23,425	25,5194	27,1469	26,0565	27,7002	27,1469	26,0565	24,9877	23,9405	23,425
2	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,42	21,42	20,93	20,93	20,45	20,45	20,93	21,42	22,91	23,94	24,46	27,70	29,97	29,97	28,82	28,82	29,39
3	32,92	37,29	37,93	41,92	46,09	45,39	44,68	43,98	41,24	40,57	39,24	37,93	37,29	37,93	38,58	39,90	38,58	37,93	39,24	39,24	38,58	40,57	40,57	38,58
4	37,93	38,58	38,58	38,58	37,93	36,65	36,65	36,01	35,38	36,01	36,01	35,38	34,76	34,14	32,92	32,92	33,53	33,53	33,53	41,92	57,39	49,73	43,98	40,57
5	40,57	41,24	39,90	39,24	37,29	35,38	34,14	34,14	32,92	32,92	32,32	32,32	32,32	31,72	31,72	31,72	31,72	31,13	32,32	32,32	32,92	34,14	35,38	36,65
6	37,29	37,93	38,58	37,93	37,93	37,29	36,65	35,38	34,14	32,92	32,92	32,32	31,72	31,72	32,32	35,38	32,92	31,72	30,55	29,39	29,97	29,97	28,82	28,82
7	28,82	28,26	27,70	28,26	27,70	27,70	27,15	27,15	27,15	27,15	26,60	26,60	26,06	26,06	28,82	29,39	29,39	30,55	29,97	29,39	28,82	28,26	27,70	27,70
8	27,70	27,15	27,15	27,15	26,60	26,60	26,06	26,60	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	24,99	26,06	31,13	31,72	32,32	32,92	31,72	30,55	29,39	28,26
9	28,26	28,26	27,15	27,15	27,15	26,60	26,60	26,60	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	25,52	26,06	27,15	27,70	28,26	28,26	27,70	28,26	29,39	31,13
10	31,13	30,55	29,97	28,82	28,26	27,70	27,15	27,15	27,15	26,60	26,60	26,60	26,06	26,06	25,52	26,06	26,60	27,15	26,60	26,06	26,06	26,06	25,52	27,70
11	28,82	28,26	27,15	26,06	26,06	26,06	26,06	25,52	26,06	26,06	26,06	26,60	27,70	28,26	27,70	27,70	28,26	28,82	27,70	26,60	26,60	26,06	26,06	25,52
12	26,06	25,52	25,52	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99	25,52	25,52	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	27,70	29,97	36,65	35,38	32,92	33,53
13	34,76	35,38	35,38	34,76	32,92	32,92	32,32	31,13	30,55	30,55	29,97	29,39	28,82	29,39	29,97	32,32	31,72	32,32	34,14	34,76	34,76	35,38	34,14	34,76
14	34,14	34,76	34,14	34,14	33,53	32,92	32,32	32,32	31,72	31,13	30,55	31,13	32,92	36,01	38,58	37,29	37,29	36,65	36,01	36,01	34,76	33,53	33,53	32,92
15	32,92	32,32	32,92	32,92	32,32	32,32	32,32	31,72	31,13	31,13	31,72	31,72	29,97	29,97	29,39	29,97	29,39	29,39	30,55	30,55	30,55	29,97	30,55	30,55
16	29,97	30,55	29,97	28,82	28,82	28,82	28,26	28,26	28,26	28,82	28,26	29,39	28,82	29,97	30,55	30,55	30,55	29,97	30,55	30,55	31,13	31,13	29,97	29,97
17	29,39	29,39	29,39	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	30,55	29,97	29,97	29,97	30,55	30,55	31,13	32,32	32,32	32,32	33,53
18	36,01	34,14	32,92	32,32	31,13	30,55	30,55	30,55	29,97	30,55	31,13	31,13	32,92	34,76	33,53	31,72	31,72	31,13	30,55	31,13	32,92	34,76	34,14	32,92
19	32,32	31,13	30,55	29,97	29,97	29,97	30,55	29,97	29,97	29,97	29,97	29,39	29,97	29,39	29,97	31,72	31,13	31,13	31,13	31,13	30,55	30,55	31,13	32,92
20	34,76	35,38	35,38	34,76	34,14	33,53	32,32	31,72	31,72	31,13	30,55	30,55	30,55	30,55	30,55	30,55	31,13	31,72	31,72	31,72	31,72	33,53	40,57	49,73
21	50,47	48,26	43,98	40,57	38,58	36,01	36,01	36,01	34,76	34,76	34,76	34,76	34,14	33,53	33,53	32,92	33,53	34,14	34,14	34,14	33,53	32,92	32,32	32,92
22	31,13	32,32	33,53	34,14	33,53	33,53	32,92	32,92	32,32	32,32	32,32	31,72	31,72	31,13	31,72	31,72	31,13	30,55	29,97	31,13	32,32	31,72	30,55	29,97
23	29,39	29,97	29,97	29,97	30,55	30,55	29,97	29,39	29,39	29,39	29,39	31,72	31,72	32,32	29,97	29,97	29,97	31,13	30,55	29,97	29,39	29,39	29,39	28,82
24	28,82	28,82	28,26	28,82	28,26	28,26	28,26	28,26	28,26	27,70	27,70	27,70	27,70	27,70	27,70	28,82	29,39	28,82	28,26	28,26	27,70	27,70	27,15	26,60
25	26,60	26,60	26,60	26,06	26,06	26,06	26,06	26,06	25,52	25,52	24,99	24,99	24,99	25,52	25,52	25,52	24,99	26,06	27,70	27,70	27,15	26,06	25,52	25,52
26	24,99	25,52	25,52	25,52	25,52	25,52	24,99	24,99	24,46	24,46	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	23,94	24,46	24,99	24,99	24,46	24,46
27	23,94	23,94	23,94	23,94	23,43	23,43	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	22,91	23,43	23,43	23,94	23,43	23,43	23,43	22,91	23,43	22,91	23,43
28	23,43	23,94	24,46	24,46	24,46	24,46	23,94	23,94	23,43	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	22,91	22,91	23,43	23,43	23,43	23,43	23,43	22,91	22,91	22,41
29	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	21,42	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	21,42	21,42
30	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	20,93	22,41	21,91	20,93	20,93	21,42	21,42	21,42	20,45	20,45

Tabla 20 Caudales Mes de Noviembre

Fuente: Los Autores.

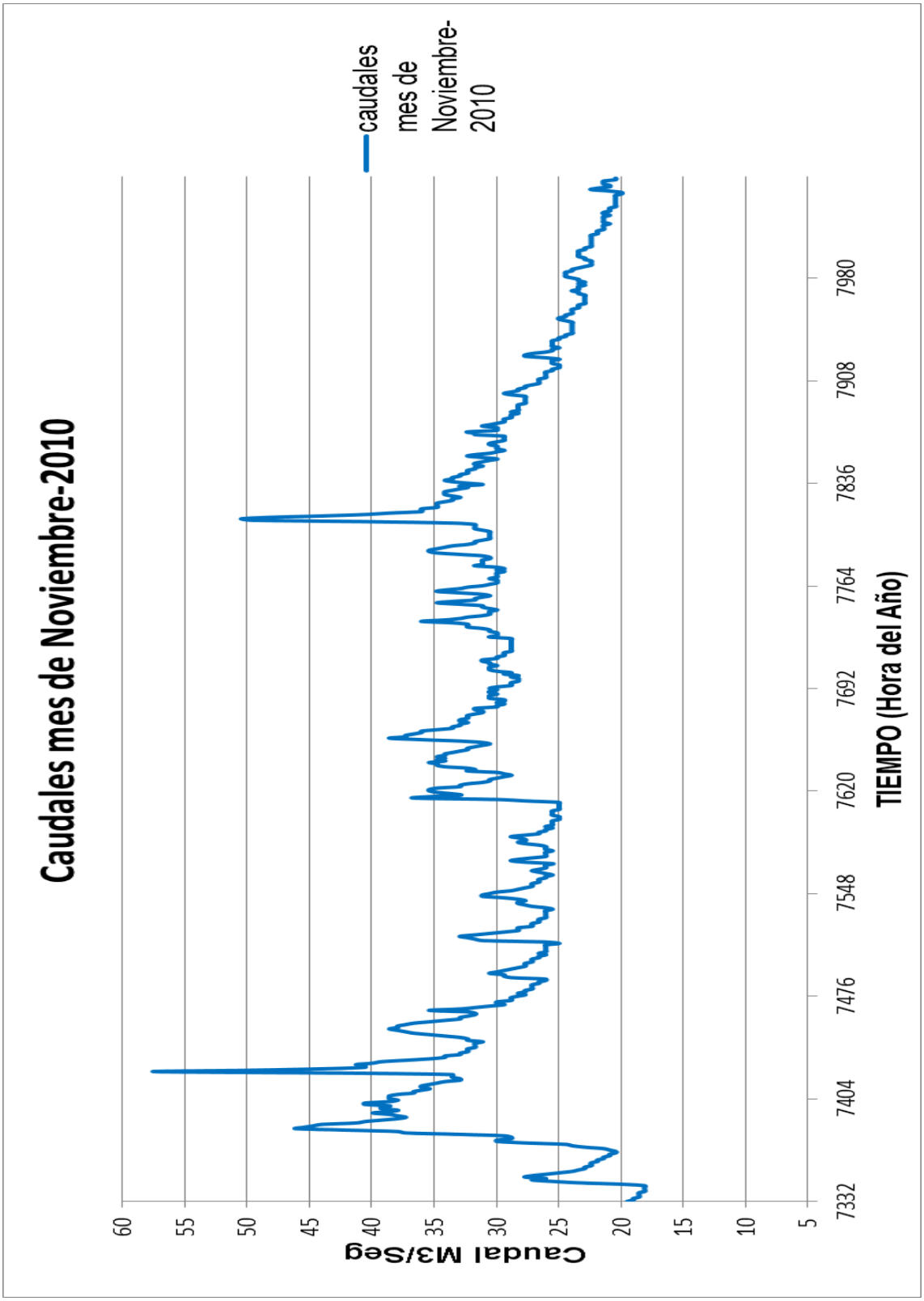


Imagen 32 Hidrograma Mes de Noviembre

Fuente: Los Autores.

DIAS DEL MES DE DICIEMBRE	HORAS DEL DÍA																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,97	19,97	19,50	19,97	19,50	19,50	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	20,45
2	23,43	26,06	25,52	23,94	23,43	21,91	20,93	20,93	20,45	20,45	19,97	19,97	19,97	20,93	23,94	26,06	28,26	28,26	27,70	27,15	26,06	26,60	27,15	27,15
3	27,15	27,15	27,70	28,26	27,70	27,70	27,15	26,60	26,60	25,52	25,52	25,52	25,52	24,99	25,52	27,15	32,32	37,29	42,60	44,68	45,39	41,92	39,90	37,29
4	35,38	34,14	33,53	33,53	34,76	35,38	35,38	37,29	43,98	49,73	47,53	43,98	39,24	37,29	35,38	33,53	32,92	32,92	32,32	32,32	32,32	32,32	31,72	31,13
5	31,13	31,13	31,13	31,13	30,55	29,97	29,97	29,39	28,82	28,26	28,82	28,82	28,26	27,70	27,15	26,60	27,15	26,60	26,06	25,52	25,52	25,52	25,52	26,06
6	26,60	26,60	26,60	25,52	26,06	24,99	25,52	25,52	25,52	25,52	25,52	25,52	24,99	25,52	24,99	25,52	24,46	24,46	24,46	24,46	24,99	26,06	27,70	26,60
7	25,52	24,99	24,46	24,46	23,94	23,94	23,94	23,43	23,43	22,91	22,91	22,91	22,91	23,43	24,99	27,70	27,70	26,06	24,99	23,94	23,94	23,43	22,91	22,91
8	22,41	22,41	22,41	22,41	22,41	21,91	21,42	21,91	21,91	21,91	21,91	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45
9	20,45	20,45	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,50	19,97	19,97	19,97	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03
10	19,03	19,03	19,03	19,03	19,50	19,50	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,11	17,66	89,46	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66	18,11	18,57
11	18,57	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	16,78	87,50	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34
12	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,49	84,59	15,49	15,49	15,91	18,11	19,50	20,45	20,45	21,42	21,42	22,41
13	23,43	24,46	24,99	25,52	24,46	23,94	22,91	21,91	21,42	20,93	19,97	19,50	19,03	20,45	26,60	27,15	26,60	25,52	24,46	23,43	22,91	21,91	21,42	20,93
14	20,93	20,45	20,45	20,45	20,45	20,45	19,97	19,97	19,03	19,03	19,50	19,03	19,03	21,91	21,91	21,91	20,93	20,45	21,91	20,93	19,97	19,97	19,97	19,97
15	20,45	20,93	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,45	20,45	19,50	19,50	19,50	19,97	19,97	20,45	24,99	29,39	29,97	26,60	25,52	25,52	24,46	23,94	23,43
16	22,91	22,91	22,41	22,41	22,41	22,41	23,43	23,94	24,99	24,99	24,99	24,99	24,46	23,43	22,91	22,91	22,41	22,41	21,91	22,41	21,91	21,91	21,91	21,42
17	21,42	21,42	21,42	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45	20,45	20,45	20,93	21,42	21,42	19,97	19,50	19,50	19,50
18	19,03	19,03	19,50	19,50	19,50	19,50	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	19,03	18,57	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57
19	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	19,50	20,93	21,42	20,93	20,45	19,97	19,50	19,97	21,42	22,91	24,99	26,06	25,52	25,52	24,46	23,94	23,43	23,43	22,41
20	22,41	21,91	21,91	21,42	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,93	20,45	19,97	19,97	19,97	19,97	19,97	19,50	19,03	19,50	19,50	19,50
21	19,50	19,50	19,03	19,03	19,50	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03	18,57	18,57	18,57	18,57	18,11	18,11	18,11	18,11	18,11	17,66	17,66	17,66	17,66
22	17,66	17,66	17,66	17,66	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	17,21	87,50	17,21	17,21	17,21	16,78	17,21	17,21	16,78	16,78	16,78	16,78
23	16,78	16,78	16,78	16,78	16,34	16,78	16,78	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,91	15,49	15,49	15,49
24	15,49	15,49	15,49	15,49	15,49	16,34	17,66	16,78	16,34	15,91	15,49	15,49	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	14,66	14,66	14,66	14,66
25	15,07	15,49	15,49	15,49	15,07	15,07	15,07	14,66	14,66	14,66	14,66	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	15,07
26	21,91	24,46	26,60	24,99	22,41	19,97	19,03	18,11	17,21	16,78	15,91	15,49	15,49	15,07	15,49	15,49	15,07	15,07	15,49	15,49	15,49	15,07	14,66	14,66
27	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25
28	14,25	14,66	16,34	16,78	15,91	15,49	14,66	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25
29	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25
30	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 21 Caudales Mes de Diciembre

Fuente: Los Autores.

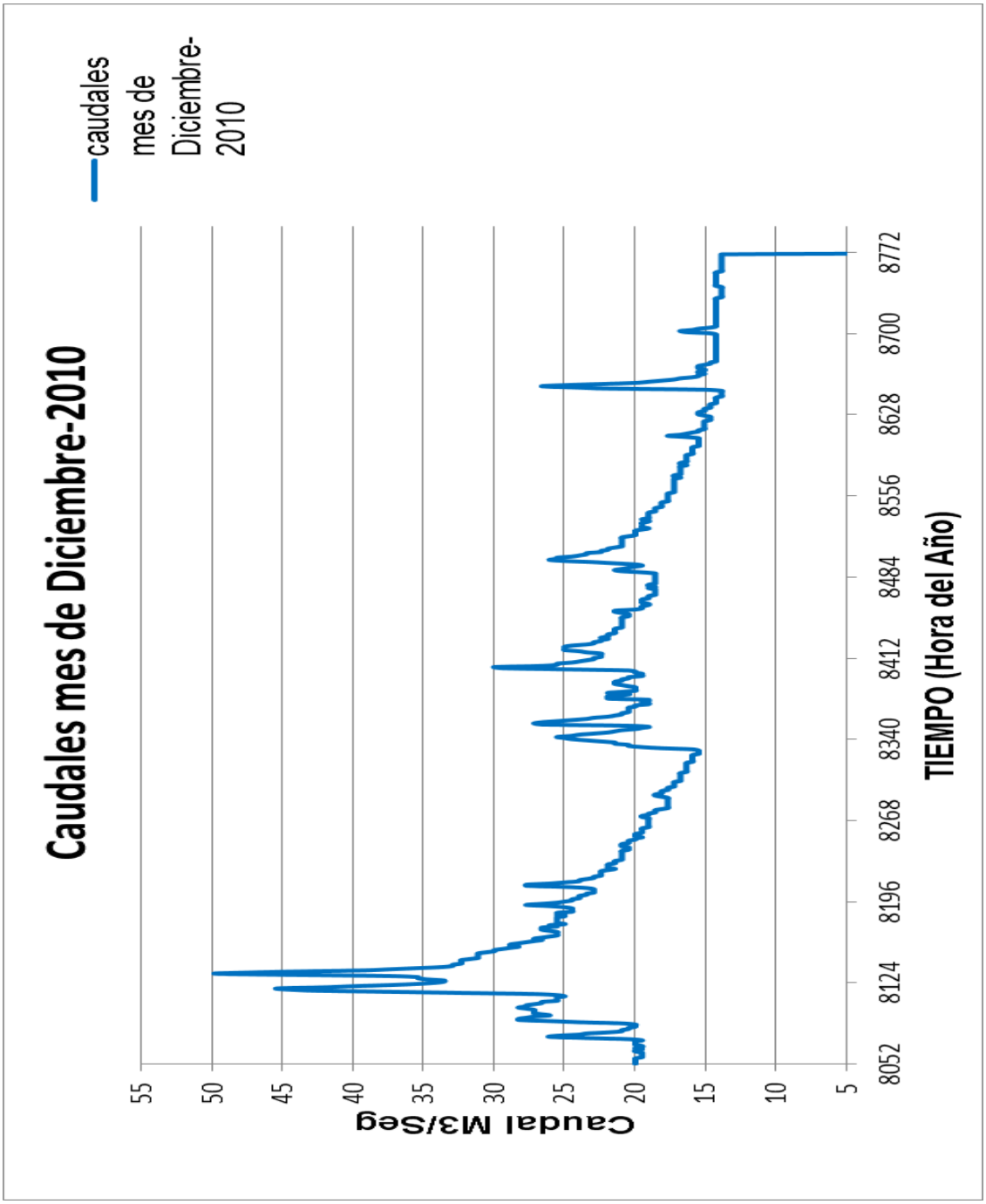


Imagen 33 Hidrograma Mes de Diciembre
Fuente: Los Autores.

Nota: Durante el mes de enero de 2010, el IDEAM no entrego datos para realizar el análisis, razón por la que de este mes no se realiza el hidrograma.

CAUDALES PICOS POR MES E HIDROGRAMAS.

Fecha del evento	Hora de evento	Caudal m3/seg.	Observaciones
24/02/2010 22:59	1320	5,8165	Inicio de la precipitación
24/02/2010 23:59	1321	7,233	
25/02/2010 0:59	1322	9,4429	
25/02/2010 1:59	1323	11,5477	Caudal Máximo
25/02/2010 2:59	1324	11,1834	
25/02/2010 3:59	1325	10,1229	
25/02/2010 4:59	1326	9,111	
25/02/2010 5:59	1327	8,4634	
25/02/2010 6:59	1328	7,8374	
25/02/2010 7:59	1329	7,233	
25/02/2010 8:59	1330	6,9389	
25/02/2010 9:59	1331	6,3669	
25/02/2010 10:59	1332	6,089	
25/02/2010 11:59	1333	5,8165	
25/02/2010 12:59	1334	5,5494	
25/02/2010 13:59	1335	5,5494	
25/02/2010 14:59	1336	5,2877	
25/02/2010 15:59	1337	5,2877	
25/02/2010 16:59	1338	5,0314	
25/02/2010 17:59	1339	5,0314	
25/02/2010 18:59	1340	4,7805	Fin de la ola de creciente

Tabla 22 Caudal máximo mes de febrero.

Fuente: los autores

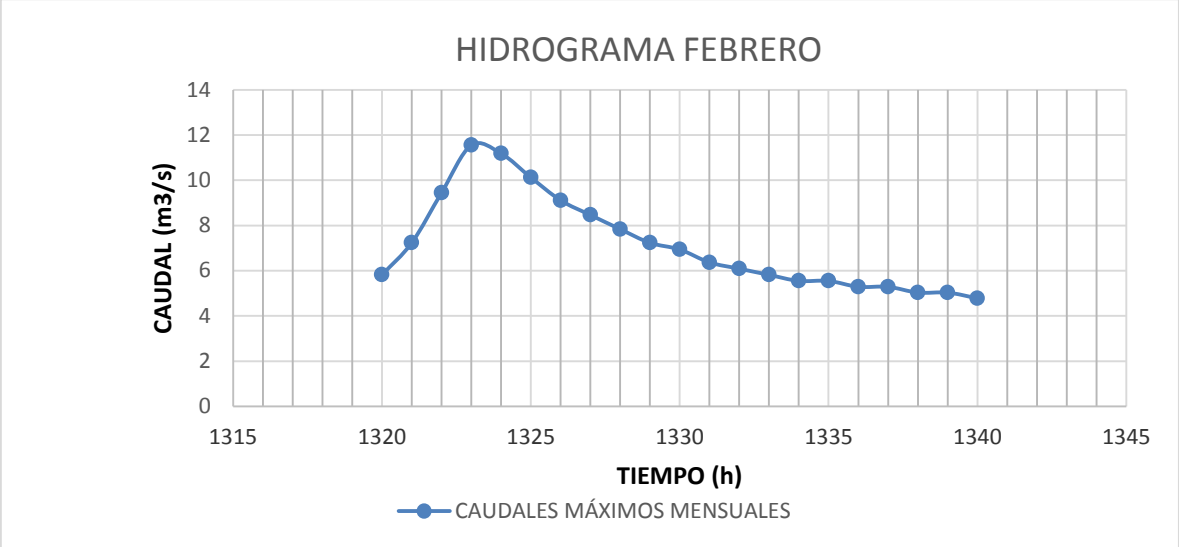


Imagen 34 Hidrograma del mes de Febrero de 2010.

Fuente: los autores.

Fecha del evento	Hora de evento	Caudal m3/seg.	Observaciones
17/03/2010 15:59	1818	21,417	Inicio de la precipitación
17/03/2010 16:59	1819	19,0285	
17/03/2010 17:59	1820	19,9677	
17/03/2010 18:59	1821	35,3845	Caudal Máximo
17/03/2010 19:59	1822	35,3845	
17/03/2010 20:59	1823	28,823	
17/03/2010 21:59	1824	23,9405	
17/03/2010 22:59	1825	20,9285	
17/03/2010 23:59	1826	17,6602	
18/03/2010 0:59	1827	16,3405	
18/03/2010 1:59	1828	14,6565	
18/03/2010 2:59	1829	13,4502	
18/03/2010 3:59	1830	13,0589	
18/03/2010 4:59	1831	12,2925	
18/03/2010 5:59	1832	11,5477	
18/03/2010 6:59	1833	11,1834	
18/03/2010 7:59	1834	10,471	
18/03/2010 8:59	1835	10,471	
18/03/2010 9:59	1836	10,1229	
18/03/2010 10:59	1837	9,7802	
18/03/2010 11:59	1838	9,7802	Fin de la ola de creciente

Tabla 23 Caudal máximo mes de Marzo

Fuente: los autores

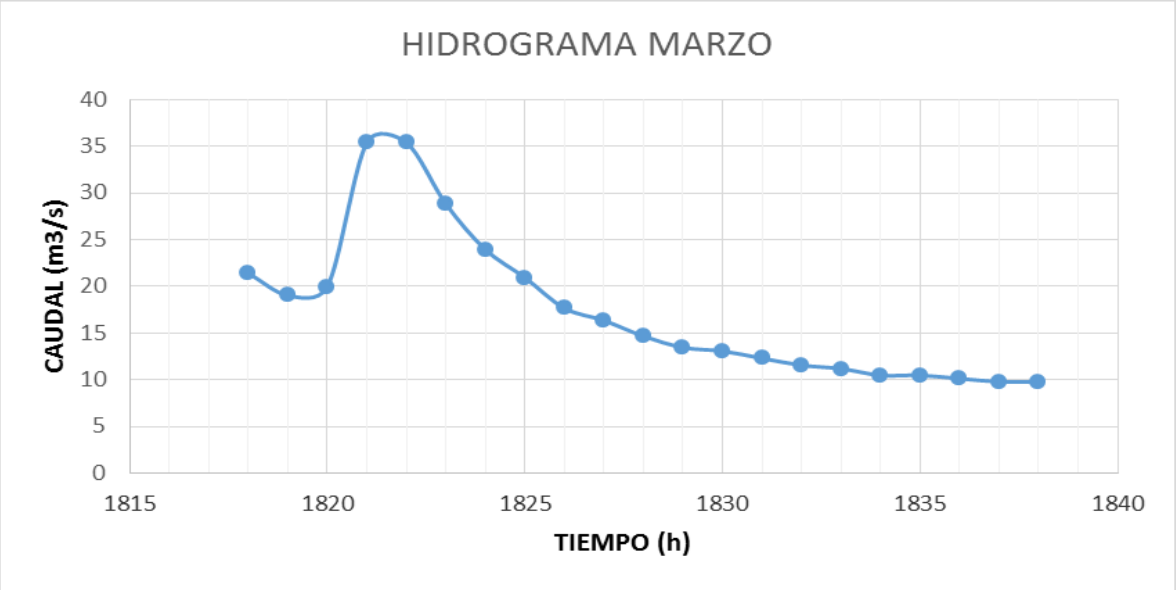


Imagen 35 Caudal máximo mes de Marzo

Fuente: los autores

Fecha del evento	ora de event	Caudal m3/seg.	Observaciones
20/04/2010 17:59	2637	4,7805	Inicio de la precipitaci
20/04/2010 18:59	2638	5,0314	
20/04/2010 19:59	2639	6,3669	
21/04/2010 1:59	2640	9,4429	
20/04/2010 21:59	2641	12,673	
20/04/2010 22:59	2642	20,9285	
20/04/2010 23:59	2643	19,4954	
21/04/2010 0:59	2644	20,9285	
21/04/2010 1:59	2645	22,9149	Caudal Máximo
21/04/2010 2:59	2646	19,4954	
21/04/2010 3:59	2647	17,2149	
21/04/2010 4:59	2648	14,6565	
21/04/2010 5:59	2649	12,673	
21/04/2010 6:59	2650	11,5477	
21/04/2010 7:59	2651	10,471	
21/04/2010 8:59	2652	9,7802	
21/04/2010 9:59	2653	9,4429	
21/04/2010 10:59	2654	9,111	
21/04/2010 11:59	2655	8,4634	
21/04/2010 12:59	2656	8,1477	
21/04/2010 13:59	2657	8,1477	Fin de la ola de crecie

Tabla 24 Caudal máximo mes de Abril

Fuente: los autores

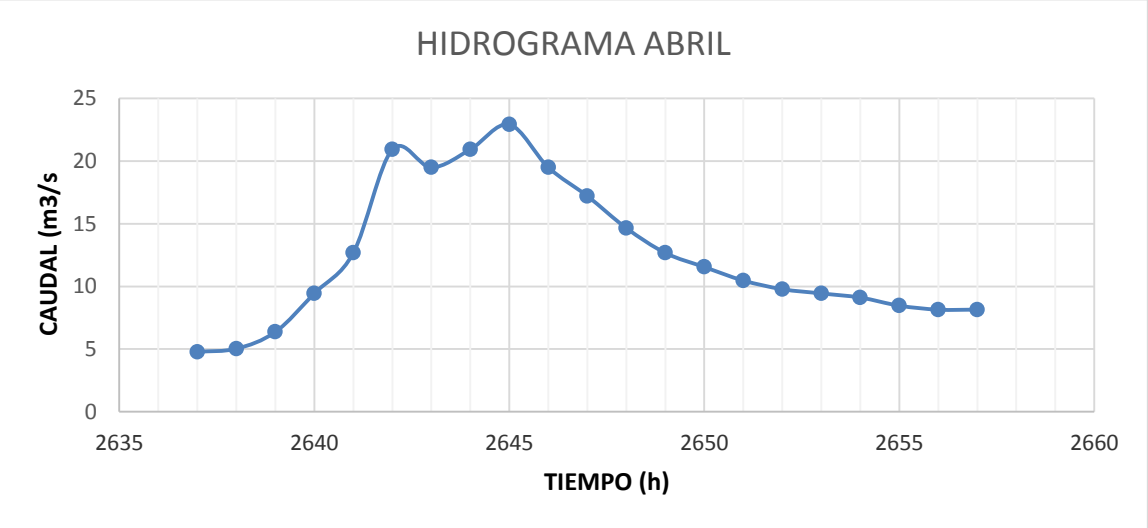


Imagen 36 Hidrograma del mes de abril de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	Hora de evento	Caudal m3/seg.	Observaciones
15/05/2010 16:59	3237	18,1109	Inicio de la precipitación
15/05/2010 17:59	3238	17,6602	
15/05/2010 18:59	3239	19,4954	
15/05/2010 23:59	3240	36,6477	
15/05/2010 20:59	3241	42,5994	
15/05/2010 21:59	3242	39,2389	
15/05/2010 22:59	3243	41,9165	
15/05/2010 23:59	3244	49,7254	Caudal Máximo
16/05/2010 0:59	3245	46,0949	
16/05/2010 1:59	3246	43,2877	
16/05/2010 2:59	3247	37,9325	
16/05/2010 3:59	3248	36,6477	
16/05/2010 4:59	3249	34,1429	
16/05/2010 5:59	3250	31,1334	
16/05/2010 6:59	3251	29,9674	
16/05/2010 7:59	3252	28,823	
16/05/2010 8:59	3253	28,823	
16/05/2010 9:59	3254	28,2589	
16/05/2010 10:59	3255	28,2589	
16/05/2010 11:59	3256	27,1469	
16/05/2010 12:59	3257	26,0565	Fin de la ola de creciente

Tabla 25 Caudal máximo mes de Mayo

Fuente: los autores

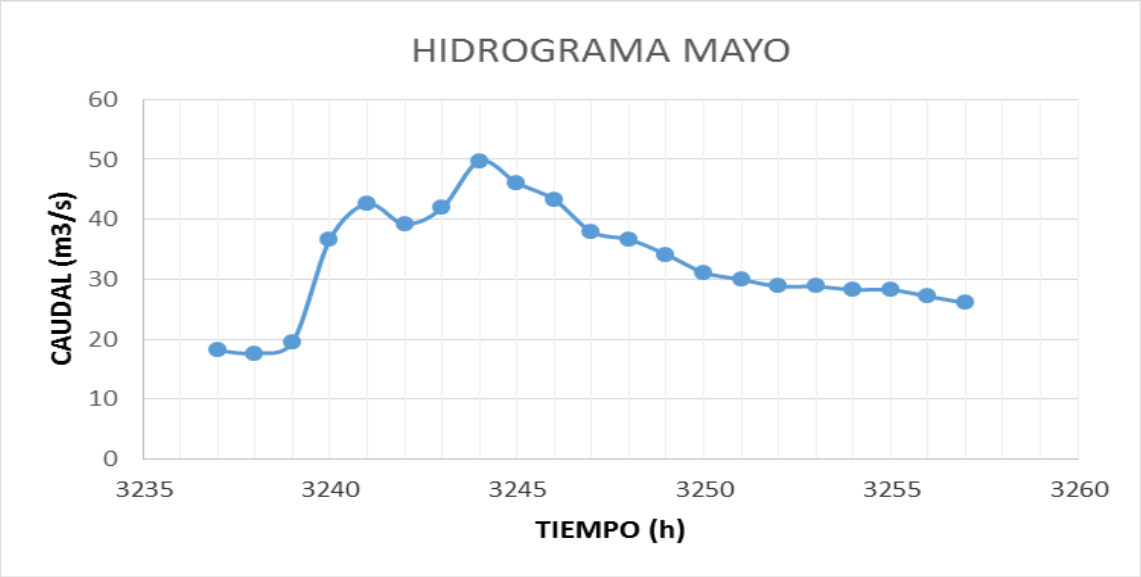


Imagen 37 Hidrograma del mes de Mayo de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	Hora de evento	Caudal m3/seg.	Observaciones
16/06/2010 18:59	4008	19,4954	Inicio de la precipitación
16/06/2010 19:59	4009	31,1334	
16/06/2010 20:59	4010	41,239	
16/06/2010 21:59	4011	80,7869	Caudal Máximo
16/06/2010 22:59	4012	56,6005	
16/06/2010 23:59	4013	46,0949	
17/06/2010 0:59	4014	40,5669	
17/06/2010 1:59	4015	37,2874	
17/06/2010 2:59	4016	34,761	
17/06/2010 3:59	4017	34,761	
17/06/2010 4:59	4018	33,5302	
17/06/2010 5:59	4019	32,321	
17/06/2010 6:59	4020	32,321	
17/06/2010 7:59	4021	32,321	
17/06/2010 8:59	4022	31,7245	
17/06/2010 9:59	4023	31,7245	
17/06/2010 10:59	4024	31,1334	
17/06/2010 11:59	4025	30,5477	
17/06/2010 12:59	4026	30,5477	
17/06/2010 13:59	4027	29,9674	
17/06/2010 14:59	4028	29,3925	Fin de la ola de creciente

Tabla 26 Caudal máximo mes de Junio

Fuente: los autores

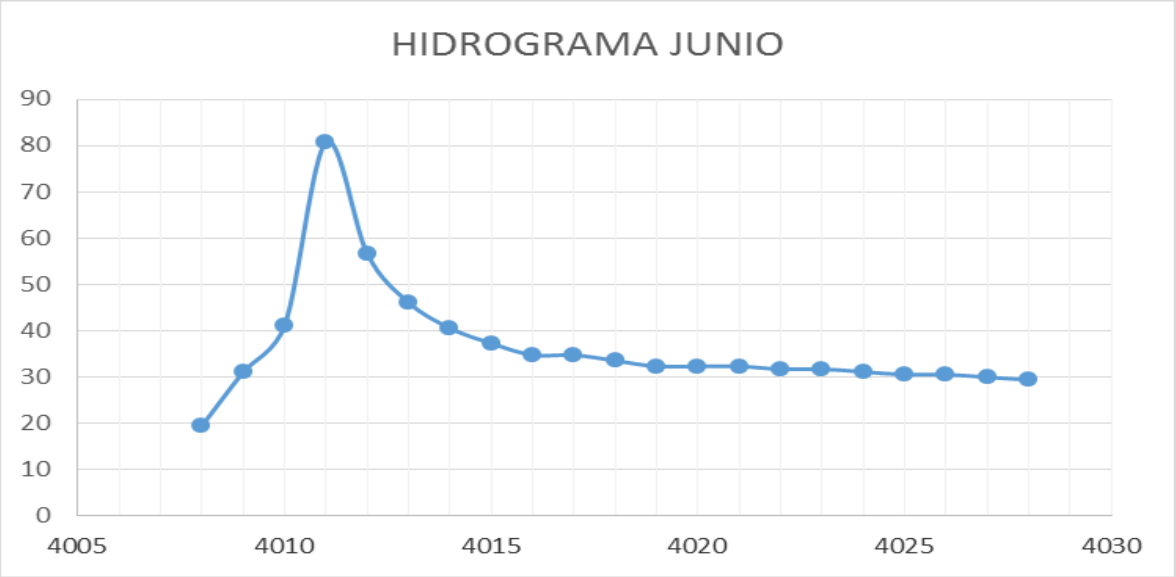


Imagen 38 Hidrograma del mes de Junio de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	ora de event	Caudal m3/seg.	Observaciones
03/07/2010 22:00	4419	23,425	Inicio de la precipitación
03/07/2010 23:00	4420	26,0565	
04/07/2010 0:00	4421	36,6477	
04/07/2010 1:00	4422	56,6005	Caudal Máximo
04/07/2010 2:00	4423	48,257	
04/07/2010 3:00	4424	39,9002	
04/07/2010 4:00	4425	34,761	
04/07/2010 5:00	4426	32,9229	
04/07/2010 6:00	4427	31,7245	
04/07/2010 7:00	4428	31,1334	
04/07/2010 8:00	4429	29,9674	
04/07/2010 9:00	4430	28,823	
04/07/2010 10:00	4431	28,823	
04/07/2010 11:00	4432	28,2589	
04/07/2010 12:00	4433	27,7002	
04/07/2010 13:00	4434	26,0565	
04/07/2010 14:00	4435	26,599	
04/07/2010 15:00	4436	25,5194	
04/07/2010 16:00	4437	25,5194	
04/07/2010 17:00	4438	25,5194	
04/07/2010 18:00	4439	26,599	Fin de la ola de creciente

Tabla 27 Caudal máximo mes de Julio

Fuente: los autores

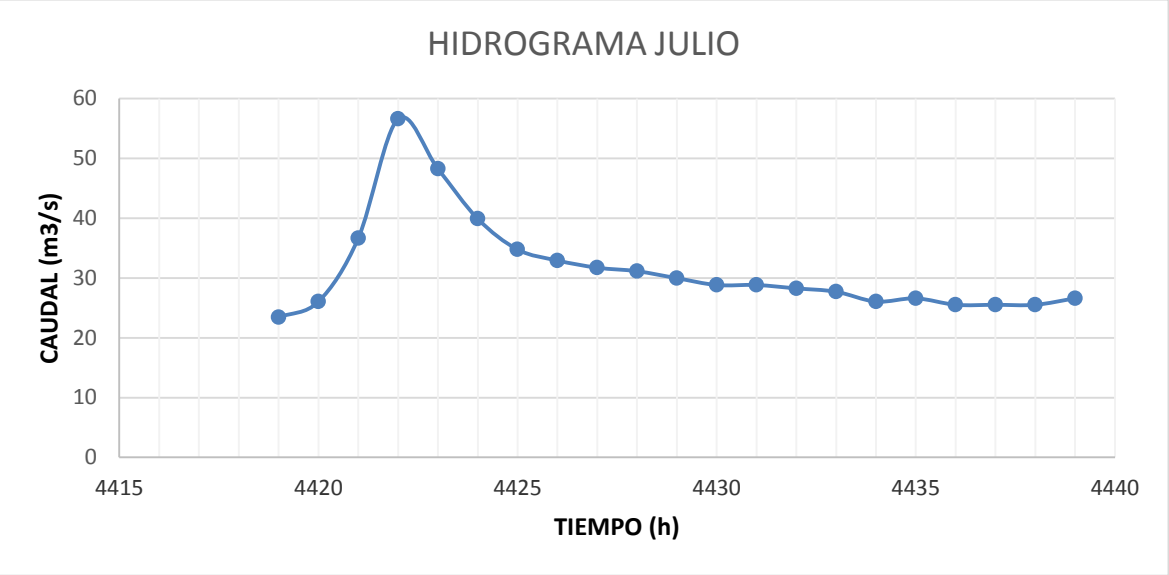


Imagen 39 Hidrograma del mes de Julio de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	Hora de evento	Caudal m3/seg.	Observaciones
06/08/2010 0:59	5214	34,1429	Inicio de la precipitación
06/08/2010 1:59	5215	37,2874	
06/08/2010 2:59	5216	41,9165	
06/08/2010 3:59	5217	46,0949	Caudal Máximo
06/08/2010 4:59	5218	43,2877	
06/08/2010 5:59	5219	39,9002	
06/08/2010 6:59	5220	36,0134	
06/08/2010 7:59	5221	33,5302	
06/08/2010 8:59	5222	32,9229	
06/08/2010 9:59	5223	31,7245	
06/08/2010 10:59	5224	31,7245	
06/08/2010 11:59	5225	31,7245	
06/08/2010 12:59	5226	30,5477	
06/08/2010 13:59	5227	29,3925	
06/08/2010 14:59	5228	29,3925	
06/08/2010 15:59	5229	28,823	
06/08/2010 16:59	5230	28,823	
06/08/2010 17:59	5231	27,7002	
06/08/2010 18:59	5232	28,2589	
06/08/2010 19:59	5233	28,2589	
06/08/2010 20:59	5234	29,3925	Fin de la ola de creciente

Tabla 28 Caudal máximo mes de Agosto

Fuente: los autores

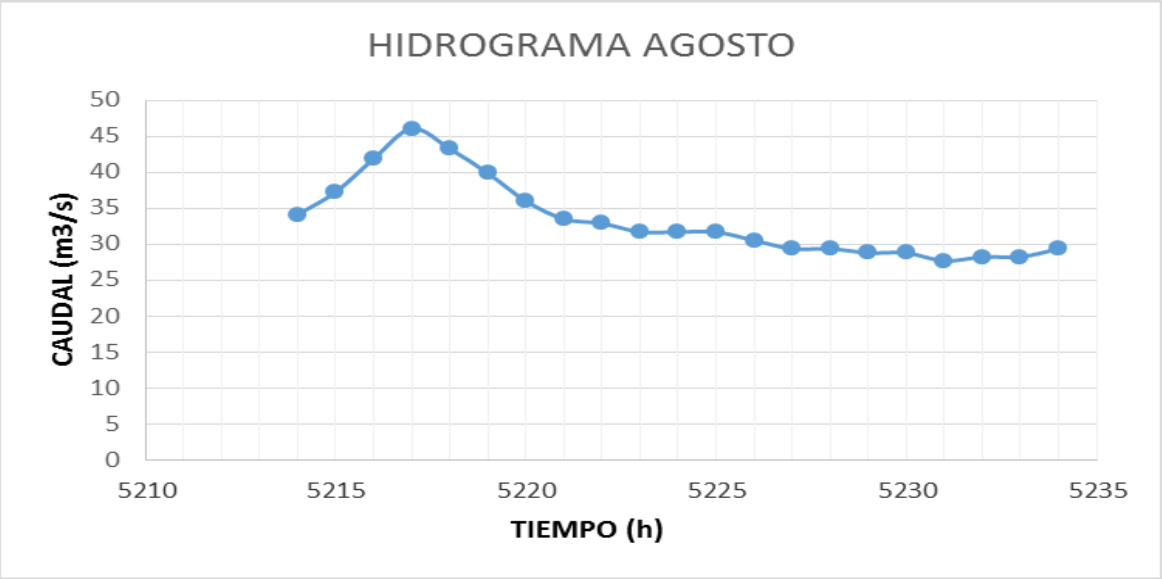


Imagen 40 Hidrograma del mes de Agosto de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	ora de event	Caudal m3/seg.	Observaciones
03/09/2010 20:00	5905	19,0285	Inicio de la precipitación
03/09/2010 21:00	5906	20,9285	
03/09/2010 22:00	5907	29,9674	
03/09/2010 23:00	5908	35,3845	Caudal Máximo
04/09/2010 0:00	5909	30,5477	
04/09/2010 1:00	5910	27,7002	
04/09/2010 2:00	5911	25,5194	
04/09/2010 3:00	5912	24,4614	
04/09/2010 4:00	5913	26,0565	
04/09/2010 5:00	5914	29,3925	
04/09/2010 6:00	5915	29,9674	
04/09/2010 7:00	5916	27,1469	
04/09/2010 8:00	5917	25,5194	
04/09/2010 9:00	5918	24,9877	
04/09/2010 10:00	5919	23,9405	
04/09/2010 11:00	5920	23,425	
04/09/2010 12:00	5921	22,9149	
04/09/2010 13:00	5922	22,4102	
04/09/2010 14:00	5923	22,4102	
04/09/2010 15:00	5924	22,4102	
04/09/2010 16:00	5925	21,9109	Fin de la ola de creciente

Tabla 29 Caudal máximo mes de febrero

Fuente: los autores

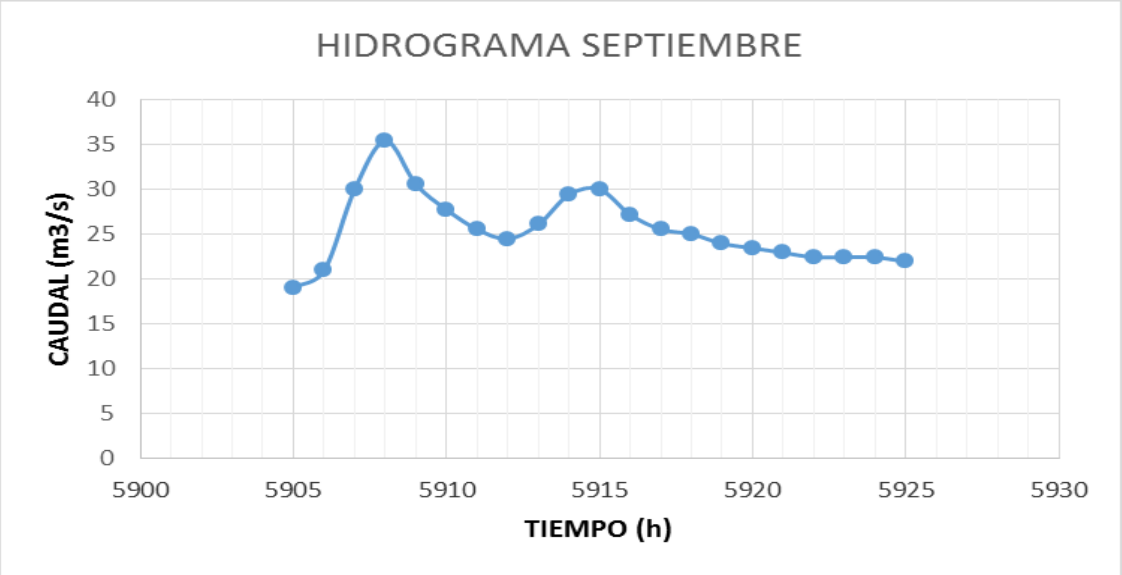


Imagen 41 Hidrograma del mes de Septiembre de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	ora de event	Caudal m3/seg.	Observaciones
05/10/2010 21:59	6675	31,1334	Inicio de la precipitación
05/10/2010 22:59	6676	32,321	
05/10/2010 23:59	6677	36,6477	
06/10/2010 0:59	6678	38,583	Caudal Máximo
06/10/2010 1:59	6679	38,583	
06/10/2010 2:59	6680	37,2874	
06/10/2010 3:59	6681	35,3845	
06/10/2010 4:59	6682	34,1429	
06/10/2010 5:59	6683	33,5302	
06/10/2010 6:59	6684	32,321	
06/10/2010 7:59	6685	31,7245	
06/10/2010 8:59	6686	29,9674	
06/10/2010 9:59	6687	29,9674	
06/10/2010 10:59	6688	29,9674	
06/10/2010 11:59	6689	29,9674	
06/10/2010 12:59	6690	29,3925	
06/10/2010 13:59	6691	29,3925	
06/10/2010 14:59	6692	28,823	
06/10/2010 15:59	6693	28,823	
06/10/2010 16:59	6694	28,823	
06/10/2010 17:59	6695	29,3925	Fin de la ola de creciente

Tabla 30 Caudal máximo mes de Octubre

Fuente: los autores

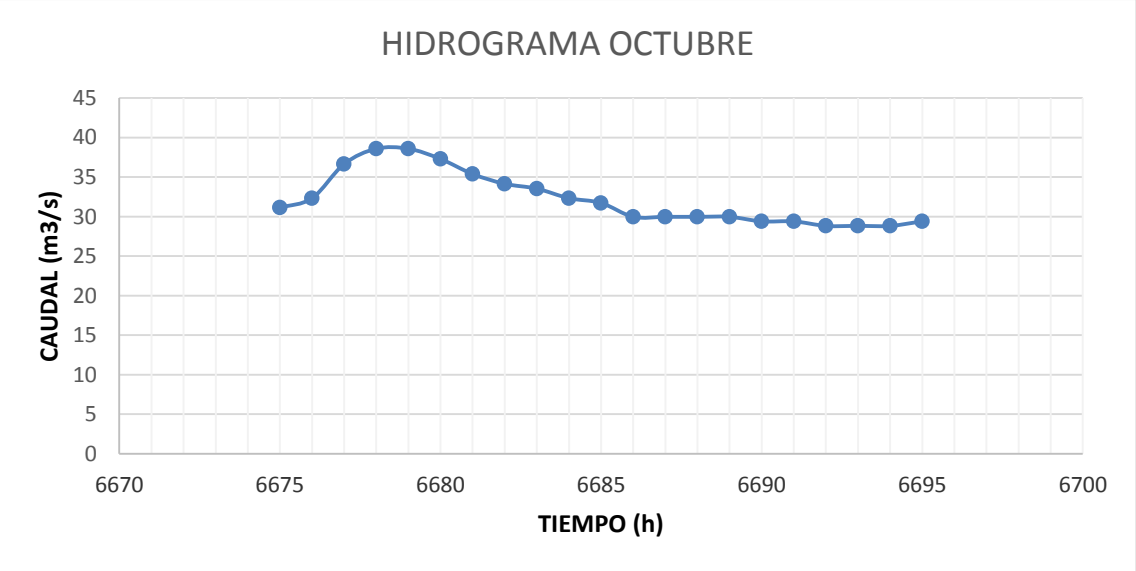


Imagen 42 Hidrograma del mes de Octubre de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	ora de event	Caudal m3/seg.	Observaciones
04/11/2010 17:00	7390	33,5302	Inicio de la presipitación
04/11/2010 18:00	7391	33,5302	
04/11/2010 19:00	7392	41,9165	
04/11/2010 20:00	7393	57,3914	Caudal Máximo
04/11/2010 21:00	7394	49,7254	
04/11/2010 22:00	7395	43,9814	
04/11/2010 23:00	7396	40,5669	
05/11/2010 0:00	7397	40,5669	
05/11/2010 1:00	7398	41,239	
05/11/2010 2:00	7399	39,9002	
05/11/2010 3:00	7400	39,2389	
05/11/2010 3:59	7401	37,2874	
05/11/2010 4:59	7402	35,3845	
05/11/2010 5:59	7403	34,1429	
05/11/2010 6:59	7404	34,1429	
05/11/2010 7:59	7405	32,9229	
05/11/2010 8:59	7406	32,9229	
05/11/2010 9:59	7407	32,321	
05/11/2010 10:59	7408	32,321	
05/11/2010 11:59	7409	32,321	
05/11/2010 12:59	7410	31,7245	Fin de la ola de creciente

Tabla 31 Caudal máximo mes de Noviembre

Fuente: los autores

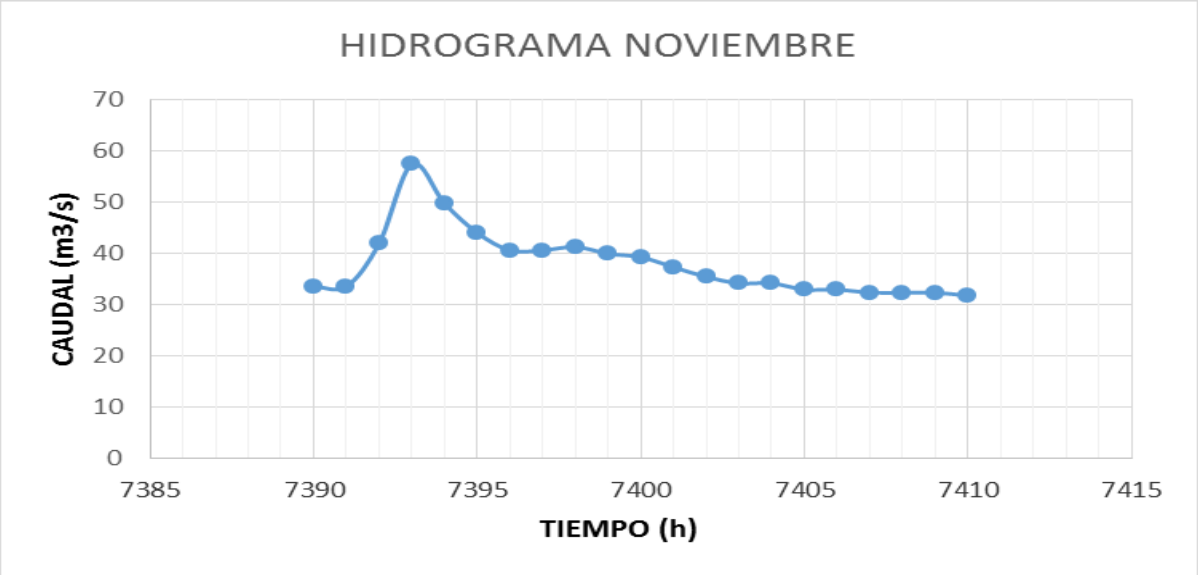


Imagen 43 Hidrograma del mes de Noviembre de 2010

Fuente: los autores

Fecha del evento	ora de event	Caudal m3/seg.	Observaciones
04/12/2010 6:00	8099	35,3845	Inicio de la precipitación
04/12/2010 7:00	8100	37,2874	
04/12/2010 8:00	8101	43,9814	
04/12/2010 9:00	8102	49,7254	Caudal Máximo
04/12/2010 10:00	8103	47,5309	
04/12/2010 11:00	8104	43,9814	
04/12/2010 12:00	8105	39,2389	
04/12/2010 13:00	8106	37,2874	
04/12/2010 14:00	8107	35,3845	
04/12/2010 15:00	8108	33,5302	
04/12/2010 16:00	8109	32,9229	
04/12/2010 17:00	8110	32,9229	
04/12/2010 18:00	8111	32,321	
04/12/2010 19:00	8112	32,321	
04/12/2010 20:00	8113	32,321	
04/12/2010 21:00	8114	32,321	
04/12/2010 22:00	8115	31,7245	
04/12/2010 23:00	8116	31,1334	
05/12/2010 0:00	8117	31,1334	
05/12/2010 1:00	8118	31,1334	
05/12/2010 2:00	8119	31,1334	Fin de la ola de creciente

Tabla 32 Caudal máximo mes de Diciembre

Fuente: los autores

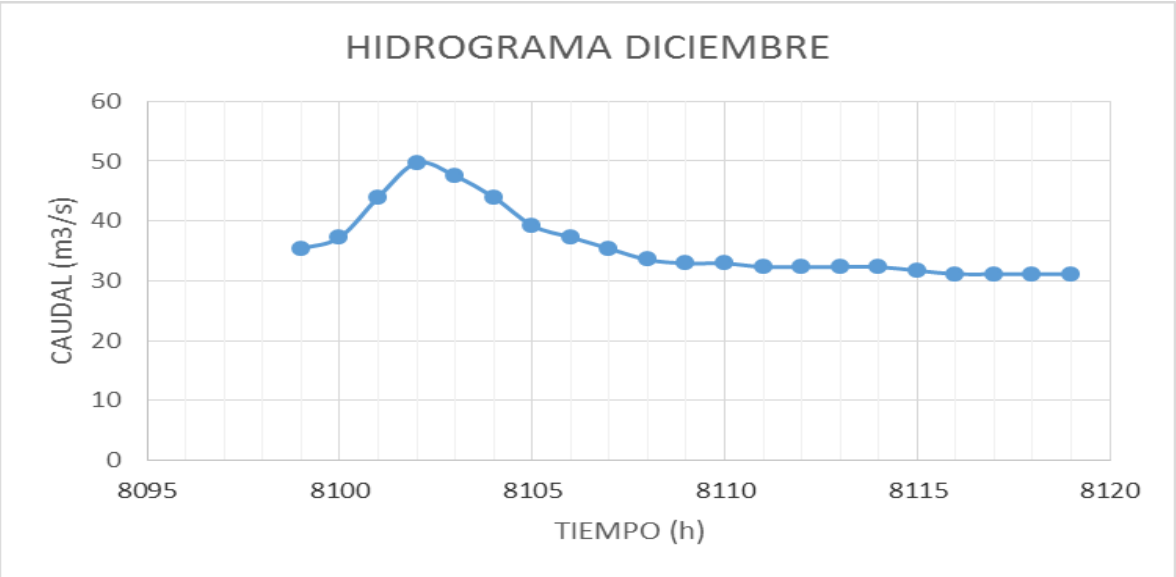


Imagen 44 Hidrograma del mes de Diciembre de 2010

Fuente: los autores

CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ALMACENAMIENTO SEGÚN EL TRAMO DE CAUCE X VARÍAN ENTRE 0,1 Y 0,5, Y K VARIANDO ENTRE 0,5 Y 3,0.

4.1.3 – Aquí se anexan todas las demás curvas con las diferentes combinaciones de K y X.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.2857	C_2 = 0.4286	C_3 = 0.2857	
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954
2	31.1334	8.90	8.36	5.57	22.82
3	41.239	11.78	13.34	6.52	31.65
4	80.7869	23.08	17.67	9.04	49.80
5	56.6005	16.17	34.62	14.23	65.02
6	46.0949	13.17	24.26	18.58	56.01
7	40.5669	11.59	19.75	16.00	47.35
8	37.2874	10.65	17.39	13.53	41.57
9	34.761	9.93	15.98	11.88	37.79
10	34.761	9.93	14.90	10.80	35.63
11	33.5302	9.58	14.90	10.18	34.66
12	32.321	9.23	14.37	9.90	33.51
13	32.321	9.23	13.85	9.57	32.66
14	32.321	9.23	13.85	9.33	32.42
15	31.7245	9.06	13.85	9.26	32.18
16	31.7245	9.06	13.60	9.19	31.85
17	31.1334	8.90	13.60	9.10	31.59
18	30.5477	8.73	13.34	9.03	31.10
19	30.5477	8.73	13.09	8.88	30.70
20	29.9674	8.56	13.09	8.77	30.43
21	29.3925	8.40	12.84	8.69	29.93
4	80.7869				65.02

X =	0.1										
k =	1										
				X	X	X	X				
1	(I_{i-1})	$+(O_{i-1})/2$	Si	$O_i)/2$	0.1	0.2	0.3	0.4			
2	0.0	0.0	22.8	23.7	24.5	25.3	26.1				
3	36.2	27.2	31.8	32.6	33.6	34.5	35.5				
4	61.0	40.7	52.1	52.9	56.0	59.1	62.2				
5	68.7	57.4	63.3	64.2	63.3	62.5	61.7				
6	51.3	60.5	54.2	55.0	54.0	53.0	52.0				
7	43.3	51.7	45.8	46.7	46.0	45.3	44.6				
8	38.9	44.5	40.3	41.1	40.7	40.3	39.9				
9	36.0	39.7	36.7	37.5	37.2	36.9	36.6				
10	34.8	36.7	34.7	35.5	35.5	35.4	35.3				
11	34.1	35.1	33.7	34.5	34.4	34.3	34.2				
12	32.9	34.1	32.6	33.4	33.3	33.2	33.0				
13	32.3	33.1	31.8	32.6	32.6	32.6	32.5				
14	32.3	32.5	31.6	32.4	32.4	32.4	32.4				
15	32.0	32.3	31.3	32.1	32.1	32.0	32.0				
16	31.7	32.0	31.0	31.8	31.8	31.8	31.8				
17	31.4	31.7	30.7	31.5	31.5	31.5	31.4				
18	30.8	31.3	30.2	31.0	31.0	30.9	30.9				
19	30.5	30.9	29.9	30.7	30.7	30.7	30.6				
20	30.3	30.6	29.5	30.4	30.3	30.3	30.2				
21	29.7	30.2	29.0	29.9	29.8	29.8	29.7				
5											

Imagen 45 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,1 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

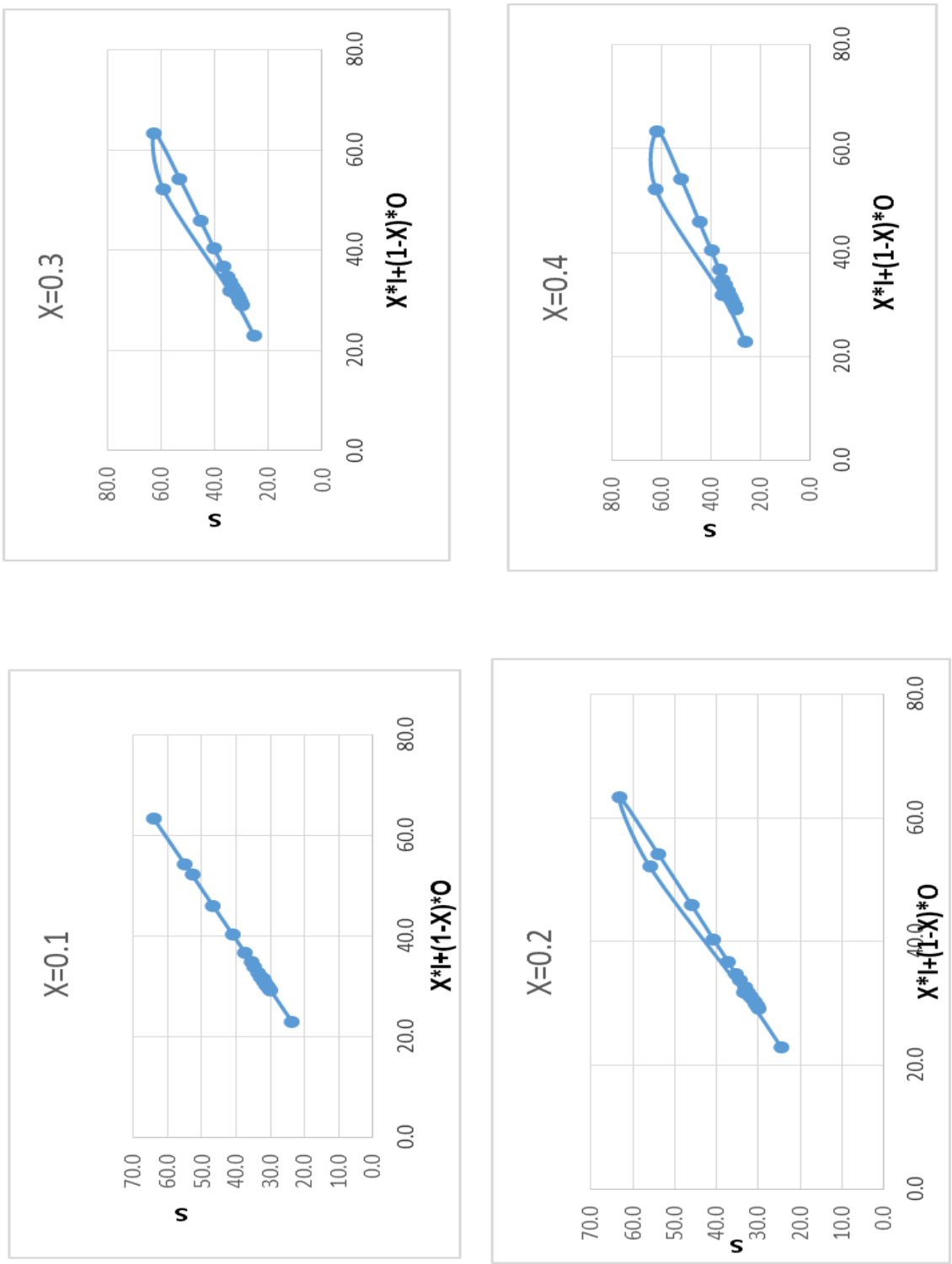


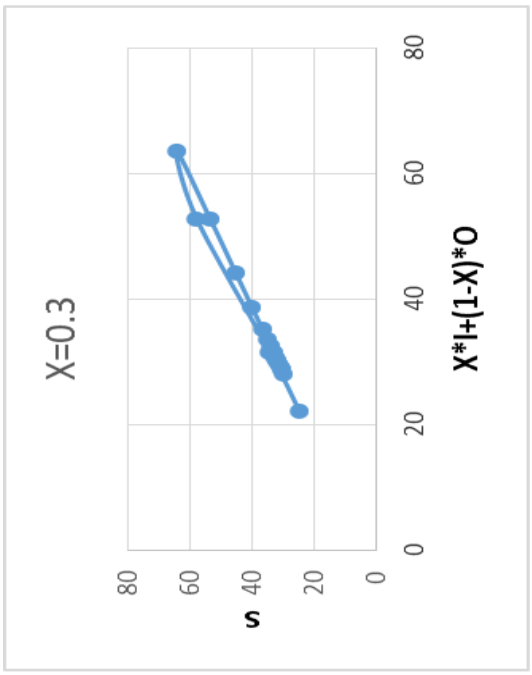
Imagen 46 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

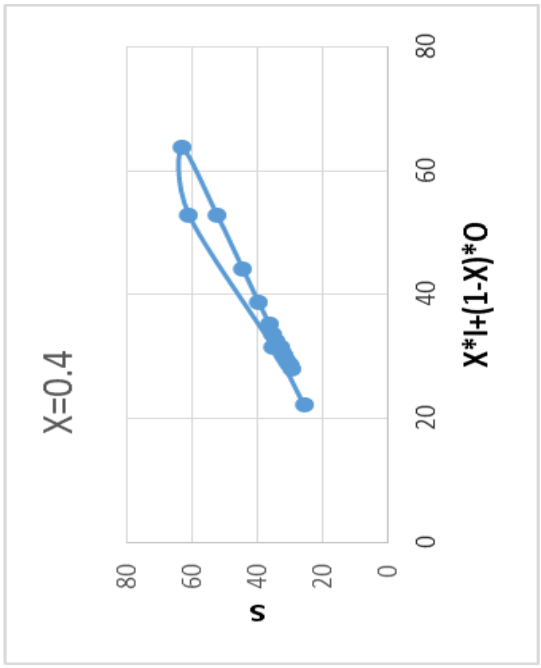
Fuente: Los Autores

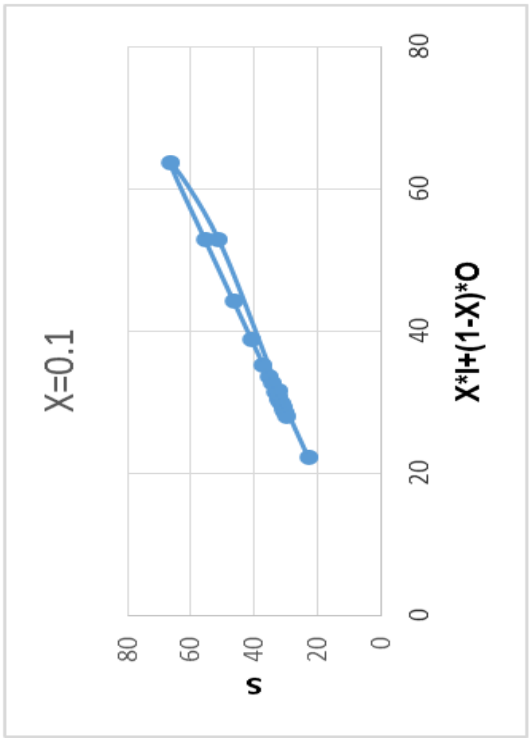
Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.2						
						k =	1						
j(h)	I = cfs	C_1 0.2308	C_2 0.5385	C_3 0.2308						X	X	X	X
1	19.4954	=4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1})+I_i)/2$	$(O_{i-1})+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	7.18	10.50	4.50	22.18	2	0	0	22.18	23.08	23.97	24.87	25.76
3	41.239	9.52	16.76	5.12	31.40	3	36.1862	26.790318	31.58	32.38	33.37	34.35	35.34
4	80.7869	18.64	22.21	7.25	48.09	4	61.01295	39.74717	52.84	51.36	54.63	57.9	61.17
5	56.6005	13.06	43.50	11.10	67.66	5	68.6937	57.877943	63.66	66.56	65.45	64.34	63.24
6	46.0949	10.64	30.48	15.61	56.73	6	51.3477	62.194833	52.81	55.67	54.6	53.54	52.48
7	40.5669	9.36	24.82	13.09	47.27	7	43.3309	52.000854	44.14	46.6	45.93	45.26	44.59
8	37.2874	8.60	21.84	10.91	41.36	8	38.92715	44.315409	38.75	40.95	40.54	40.14	39.73
9	34.761	8.02	20.08	9.54	37.64	9	36.0242	39.500683	35.28	37.36	37.07	36.78	36.49
10	34.761	8.02	18.72	8.69	35.43	10	34.761	36.534958	33.5	35.36	35.29	35.23	35.16
11	33.5302	7.74	18.72	8.18	34.63	11	34.1456	35.028359	32.62	34.52	34.41	34.3	34.19
12	32.321	7.46	18.05	7.99	33.51	12	32.9256	34.067775	31.48	33.39	33.27	33.15	33.03
13	32.321	7.46	17.40	7.73	32.59	13	32.321	33.049656	30.75	32.57	32.54	32.51	32.48
14	32.321	7.46	17.40	7.52	32.38	14	32.321	32.489151	30.58	32.38	32.37	32.37	32.36
15	31.7245	7.32	17.40	7.47	32.20	15	32.02275	32.290977	30.31	32.15	32.1	32.06	32.01
16	31.7245	7.32	17.08	7.43	31.83	16	31.7245	32.015822	30.02	31.82	31.81	31.8	31.79
17	31.1334	7.18	17.08	7.35	31.61	17	31.42895	31.723524	29.73	31.57	31.52	31.47	31.42
18	30.5477	7.05	16.76	7.30	31.11	18	30.84055	31.361144	29.21	31.05	31	30.94	30.88
19	30.5477	7.05	16.45	7.18	30.68	19	30.5477	30.893106	28.86	30.66	30.65	30.64	30.63
20	29.9674	6.92	16.45	7.08	30.44	20	30.25755	30.560451	28.56	30.4	30.35	30.3	30.25
21	29.3925	6.78	16.14	7.03	29.94	21	29.67995	30.194158	28.04	29.89	29.83	29.78	29.72
4	80.7869				67.66	5							

Tabla 33 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.







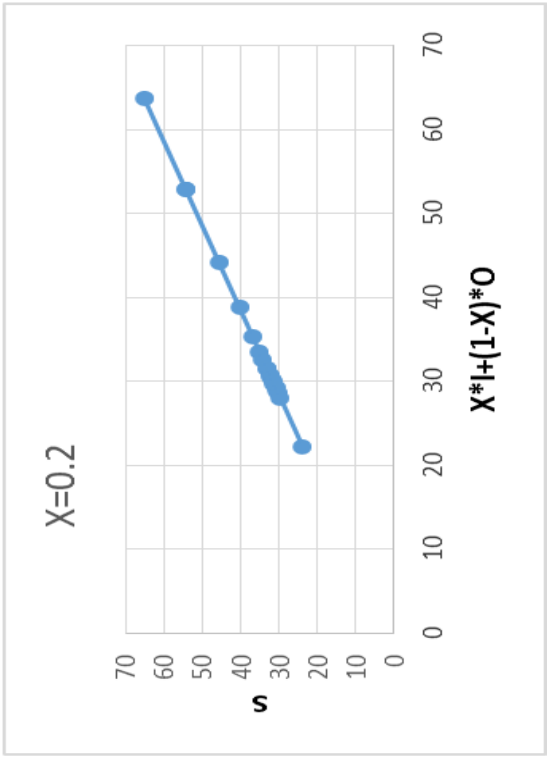


Tabla 34 Funciones de almacenamiento X = 0,2 y K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.3						
						k =	1						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.1667	C_2 = 0.6667	C_3 = 0.1667						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1}) + I_i)/2$	$(O_{i-1}) + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	5.19	13.00	3.25	21.44	2	0	0	21.44	22.4	23.37	24.34	25.31
3	41.239	6.87	20.76	3.57	31.20	3	36.1862	26.318172	31.3	32.21	33.21	34.21	35.22
4	80.7869	13.46	27.49	5.20	46.16	4	61.01295	38.67932	53.64	49.62	53.08	56.55	60.01
5	56.6005	9.43	53.86	7.69	70.98	5	68.6937	58.570803	63.76	69.55	68.11	66.67	65.23
6	46.0949	7.68	37.73	11.83	57.25	6	51.3477	64.115551	50.99	56.13	55.02	53.9	52.79
7	40.5669	6.76	30.73	9.54	47.03	7	43.3309	52.139542	42.18	46.39	45.74	45.09	44.45
8	37.2874	6.21	27.04	7.84	41.10	8	38.92715	44.065049	37.05	40.72	40.34	39.95	39.57
9	34.761	5.79	24.86	6.85	37.50	9	36.0242	39.299641	33.77	37.23	36.95	36.68	36.41
10	34.761	5.79	23.17	6.25	35.22	10	34.761	36.359574	32.17	35.17	35.13	35.08	35.04
11	33.5302	5.59	23.17	5.87	34.63	11	34.1456	34.924862	31.39	34.52	34.41	34.3	34.19
12	32.321	5.39	22.35	5.77	33.51	12	32.9256	34.072144	30.25	33.39	33.27	33.15	33.04
13	32.321	5.39	21.55	5.59	32.52	13	32.321	33.015924	29.55	32.5	32.48	32.46	32.44
14	32.321	5.39	21.55	5.42	32.35	14	32.321	32.436821	29.43	32.35	32.35	32.34	32.34
15	31.7245	5.29	21.55	5.39	32.23	15	32.02275	32.290595	29.17	32.18	32.13	32.08	32.03
16	31.7245	5.29	21.15	5.37	31.81	16	31.7245	32.017683	28.87	31.8	31.79	31.78	31.77
17	31.1334	5.19	21.15	5.30	31.64	17	31.42895	31.724105	28.58	31.59	31.54	31.49	31.44
18	30.5477	5.09	20.76	5.27	31.12	18	30.84055	31.380076	28.04	31.06	31.01	30.95	30.89
19	30.5477	5.09	20.37	5.19	30.64	19	30.5477	30.881663	27.7	30.63	30.62	30.61	30.6
20	29.9674	4.99	20.37	5.11	30.47	20	30.25755	30.555002	27.41	30.42	30.37	30.32	30.27
21	29.3925	4.90	19.98	5.08	29.95	21	29.67995	30.210859	26.88	29.9	29.84	29.79	29.73
4	80.7869				70.98	5							

Tabla 35 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

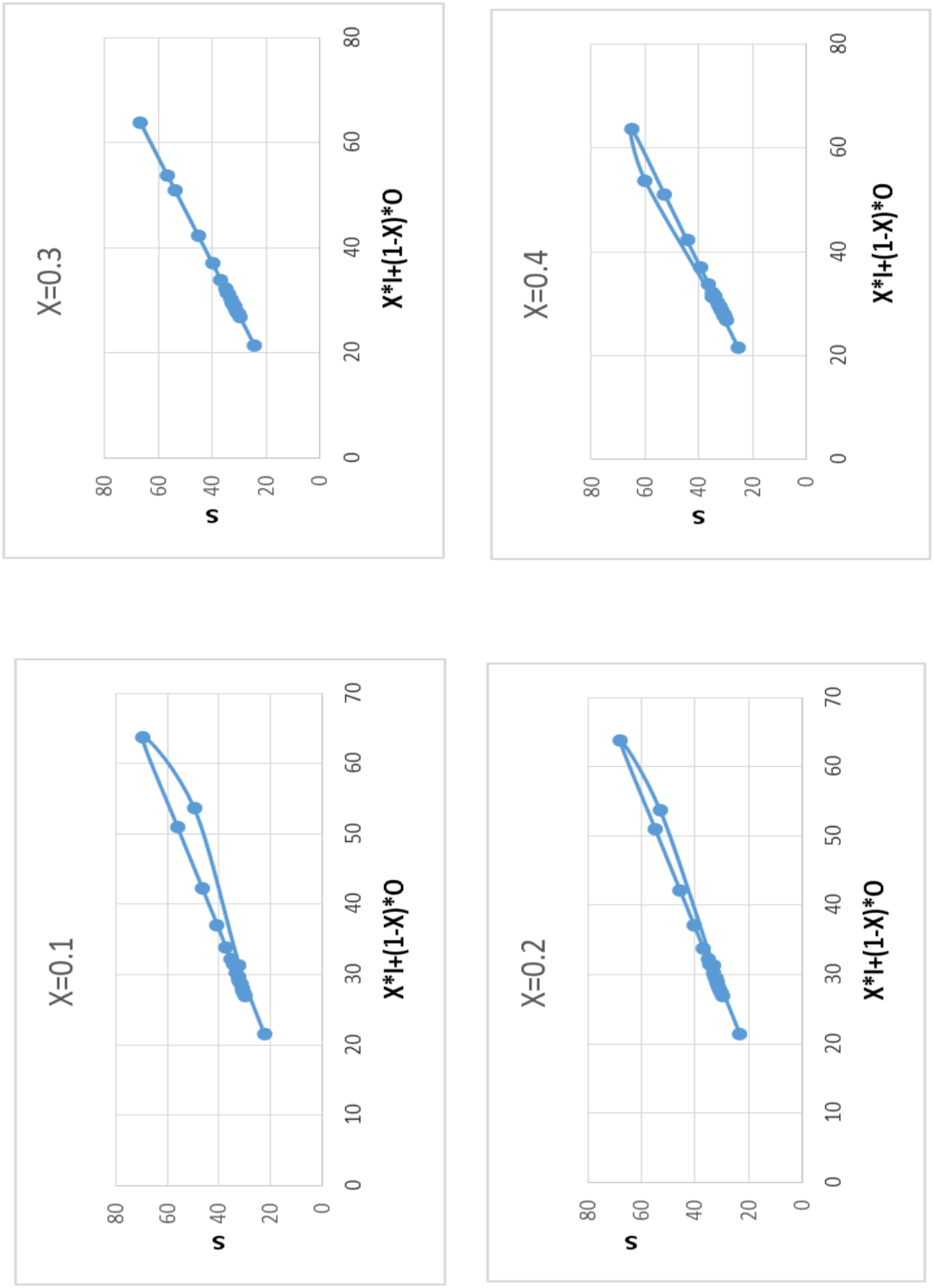


Imagen 47 Funciones de almacenamiento X = 0,3 y K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0.4							
						k = 1							
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0909	C_2 = 0.8182	C_3 = 0.0909						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(o_{i-1)} + o_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	2.83	15.95	1.77	20.55	2	0	0	20.55	21.61	22.67	29.89	33.01
3	41.239	3.75	25.47	1.87	31.09	3	36.1862	25.821836	30.92	32.11	33.12	43.46	47.59
4	80.7869	7.34	33.74	2.83	43.91	4	61.01295	37.500962	54.43	47.6	51.29	68.15	76.23
5	56.6005	5.15	66.10	3.99	75.24	5	68.6937	59.573747	63.55	73.37	71.51	92.22	97.88
6	46.0949	4.19	46.31	6.84	57.34	6	51.3477	66.287704	48.61	56.22	55.09	71.17	75.78
7	40.5669	3.69	37.71	5.21	46.61	7	43.3309	51.977082	39.96	46.01	45.41	58.78	62.84
8	37.2874	3.39	33.19	4.24	40.82	8	38.92715	43.716576	35.17	40.47	40.11	52	55.73
9	34.761	3.16	30.51	3.71	37.38	9	36.0242	39.098648	32.1	37.12	36.86	47.81	51.28
10	34.761	3.16	28.44	3.40	35.00	10	34.761	36.188859	30.67	34.98	34.95	45.43	48.9
11	33.5302	3.05	28.44	3.18	34.67	11	34.1456	34.83486	29.98	34.56	34.44	44.73	48.08
12	32.321	2.94	27.43	3.15	33.52	12	32.9256	34.097351	28.81	33.4	33.28	43.22	46.45
13	32.321	2.94	26.44	3.05	32.43	13	32.321	32.977159	28.15	32.42	32.41	42.13	45.36
14	32.321	2.94	26.44	2.95	32.33	14	32.321	32.380651	28.09	32.33	32.33	42.03	45.26
15	31.7245	2.88	26.44	2.94	32.27	15	32.02275	32.299309	27.82	32.21	32.16	41.79	44.96
16	31.7245	2.88	25.96	2.93	31.77	16	31.7245	32.020778	27.52	31.77	31.76	41.29	44.46
17	31.1334	2.83	25.96	2.89	31.68	17	31.42895	31.724566	27.23	31.62	31.57	41.02	44.13
18	30.5477	2.78	25.47	2.88	31.13	18	30.84055	31.402333	26.66	31.07	31.01	40.29	43.35
19	30.5477	2.78	24.99	2.83	30.60	19	30.5477	30.864998	26.35	30.6	30.59	39.76	42.82
20	29.9674	2.72	24.99	2.78	30.50	20	30.25755	30.550168	26.05	30.45	30.39	39.49	42.49
21	29.3925	2.67	24.52	2.77	29.96	21	29.67995	30.231643	25.5	29.91	29.85	38.78	41.72
4	80.7869				75.24	5							

Tabla 36Tabla 35 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4, y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

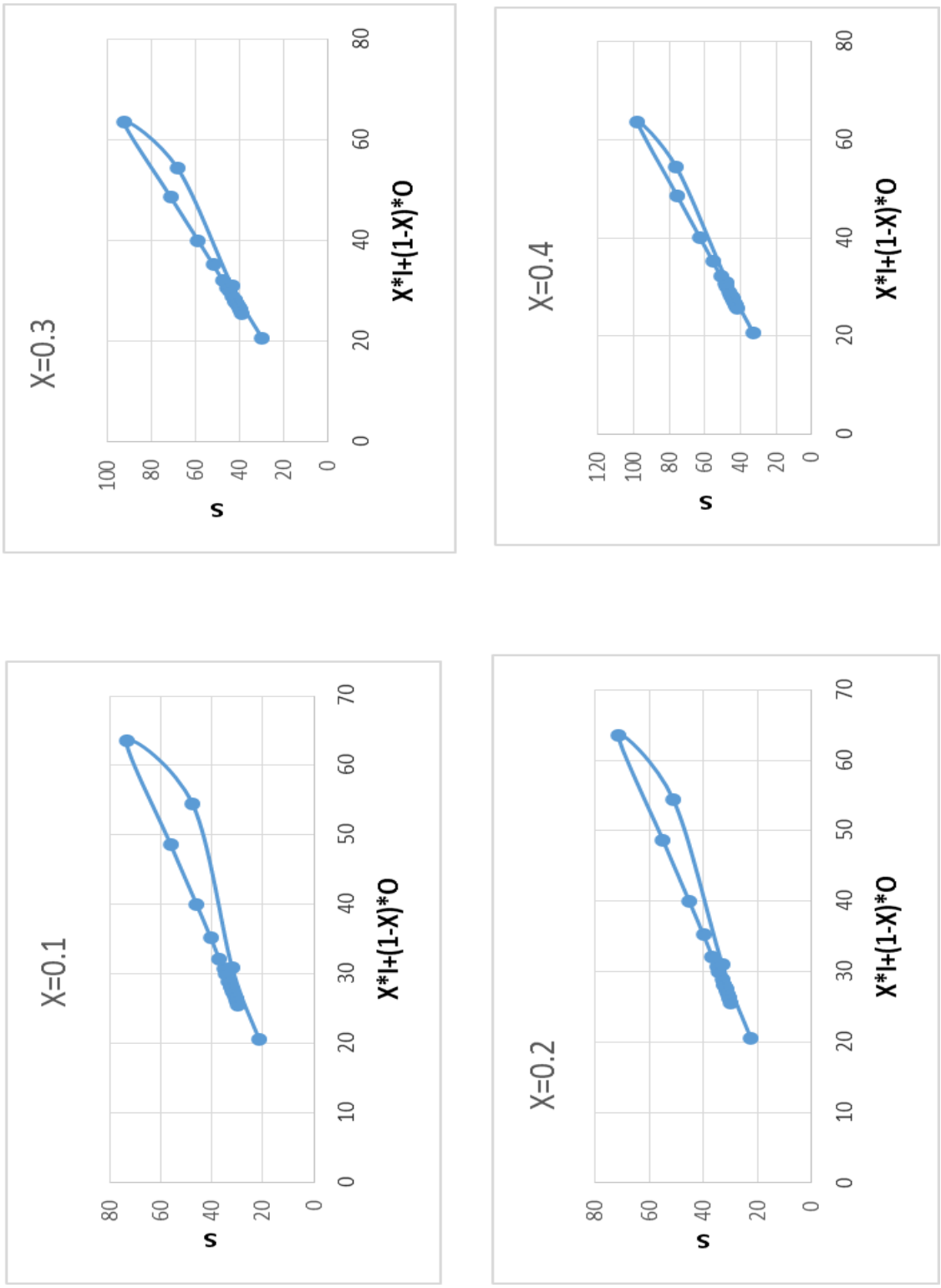


Imagen 48 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0.5							
						k = 1							
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0000	C_2 = 1.0000	C_3 = 0.0000						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1}+I_i)/2$	$(O_{i-1})+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	0.00	19.50	0.00	19.50	2	0	0	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
3	41.239	0.00	31.13	0.00	31.13	3	36.1862	25.3144	30.37	31.13	31.13	31.13	31.13
4	80.7869	0.00	41.24	0.00	41.24	4	61.01295	36.1862	55.19	41.24	41.24	41.24	41.24
5	56.6005	0.00	80.79	0.00	80.79	5	68.6937	61.01295	62.87	80.79	80.79	80.79	80.79
6	46.0949	0.00	56.60	0.00	56.60	6	51.3477	68.6937	45.53	56.6	56.6	56.6	56.6
7	40.5669	0.00	46.09	0.00	46.09	7	43.3309	51.3477	37.51	46.09	46.09	46.09	46.09
8	37.2874	0.00	40.57	0.00	40.57	8	38.92715	43.3309	33.11	40.57	40.57	40.57	40.57
9	34.761	0.00	37.29	0.00	37.29	9	36.0242	38.92715	30.21	37.29	37.29	37.29	37.29
10	34.761	0.00	34.76	0.00	34.76	10	34.761	36.0242	28.94	34.76	34.76	34.76	34.76
11	33.5302	0.00	34.76	0.00	34.76	11	34.1456	34.761	28.33	34.76	34.76	34.76	34.76
12	32.321	0.00	33.53	0.00	33.53	12	32.9256	34.1456	27.11	33.53	33.53	33.53	33.53
13	32.321	0.00	32.32	0.00	32.32	13	32.321	32.9256	26.5	32.32	32.32	32.32	32.32
14	32.321	0.00	32.32	0.00	32.32	14	32.321	32.321	26.5	32.32	32.32	32.32	32.32
15	31.7245	0.00	32.32	0.00	32.32	15	32.02275	32.321	26.2	32.32	32.32	32.32	32.32
16	31.7245	0.00	31.72	0.00	31.72	16	31.7245	32.02275	25.91	31.72	31.72	31.72	31.72
17	31.1334	0.00	31.72	0.00	31.72	17	31.42895	31.7245	25.61	31.72	31.72	31.72	31.72
18	30.5477	0.00	31.13	0.00	31.13	18	30.84055	31.42895	25.02	31.13	31.13	31.13	31.13
19	30.5477	0.00	30.55	0.00	30.55	19	30.5477	30.84055	24.73	30.55	30.55	30.55	30.55
20	29.9674	0.00	30.55	0.00	30.55	20	30.25755	30.5477	24.44	30.55	30.55	30.55	30.55
21	29.3925	0.00	29.97	0.00	29.97	21	29.67995	30.25755	23.86	29.97	29.97	29.97	29.97
4	80.7869				80.79	5							

Tabla 37 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,5 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

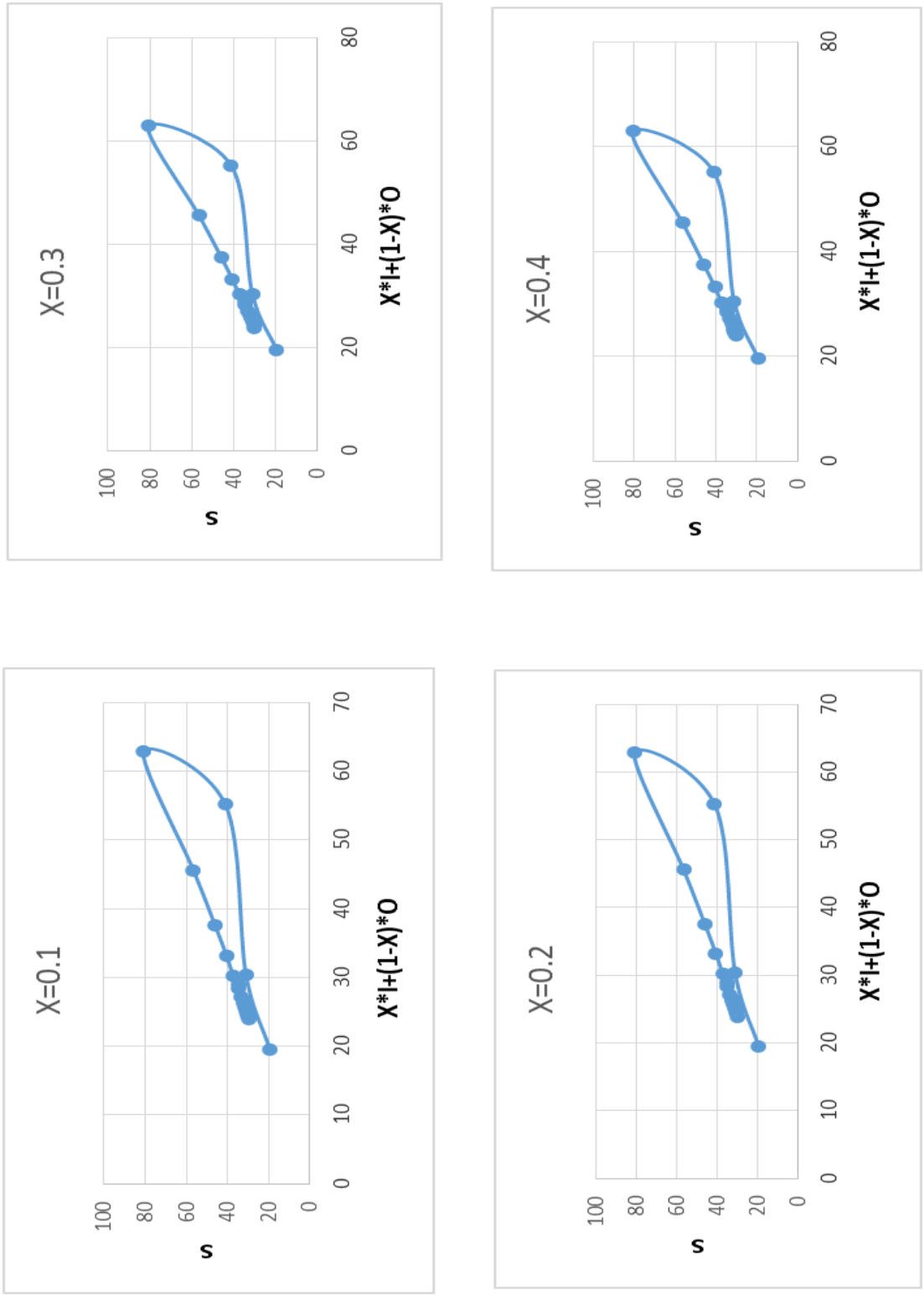


Imagen 49 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.1						
						k =	1.5						
j(h)	I = cfs	$C_1 =$ 0.1892	C_2 0.3514	C_3 0.4595						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1} + I_i)/2$	$(O_{i-1} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	5.89	6.85	8.96	21.70	2	0.0	0.0	21.7	22.6	23.6	24.5	25.5
3	41.239	7.80	10.94	9.97	28.71	3	36.2	25.2	32.7	30.0	31.2	32.5	33.7
4	80.7869	15.28	14.49	13.19	42.96	4	61.0	35.8	57.9	46.7	50.5	54.3	58.1
5	56.6005	10.71	28.38	19.74	58.83	5	68.7	50.9	75.7	58.6	58.4	58.2	57.9
6	46.0949	8.72	19.89	27.03	55.64	6	51.3	57.2	69.8	54.7	53.7	52.8	51.8
7	40.5669	7.67	16.20	25.56	49.43	7	43.3	52.5	60.6	48.5	47.7	46.8	45.9
8	37.2874	7.05	14.25	22.71	44.02	8	38.9	46.7	52.8	43.3	42.7	42.0	41.3
9	34.761	6.58	13.10	20.23	39.90	9	36.0	42.0	46.8	39.4	38.9	38.4	37.8
10	34.761	6.58	12.21	18.33	37.12	10	34.8	38.5	43.1	36.9	36.7	36.4	36.2
11	33.5302	6.34	12.21	17.06	35.61	11	34.1	36.4	40.8	35.4	35.2	35.0	34.8
12	32.321	6.11	11.78	16.36	34.26	12	32.9	34.9	38.8	34.1	33.9	33.7	33.5
13	32.321	6.11	11.36	15.74	33.21	13	32.3	33.7	37.4	33.1	33.0	32.9	32.9
14	32.321	6.11	11.36	15.26	32.73	14	32.3	33.0	36.8	32.7	32.6	32.6	32.6
15	31.7245	6.00	11.36	15.04	32.40	15	32.0	32.6	36.2	32.3	32.3	32.2	32.1
16	31.7245	6.00	11.15	14.88	32.03	16	31.7	32.2	35.7	32.0	32.0	31.9	31.9
17	31.1334	5.89	11.15	14.72	31.75	17	31.4	31.9	35.3	31.7	31.6	31.6	31.5
18	30.5477	5.78	10.94	14.59	31.31	18	30.8	31.5	34.6	31.2	31.2	31.1	31.0
19	30.5477	5.78	10.73	14.38	30.90	19	30.5	31.1	34.0	30.9	30.8	30.8	30.8
20	29.9674	5.67	10.73	14.20	30.60	20	30.3	30.7	33.5	30.5	30.5	30.4	30.3
21	29.3925	5.56	10.53	14.06	30.15	21	29.7	30.4	32.8	30.1	30.0	29.9	29.8
4	80.7869				58.83	5							

Tabla 38Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 1,0 y K = 1,5.

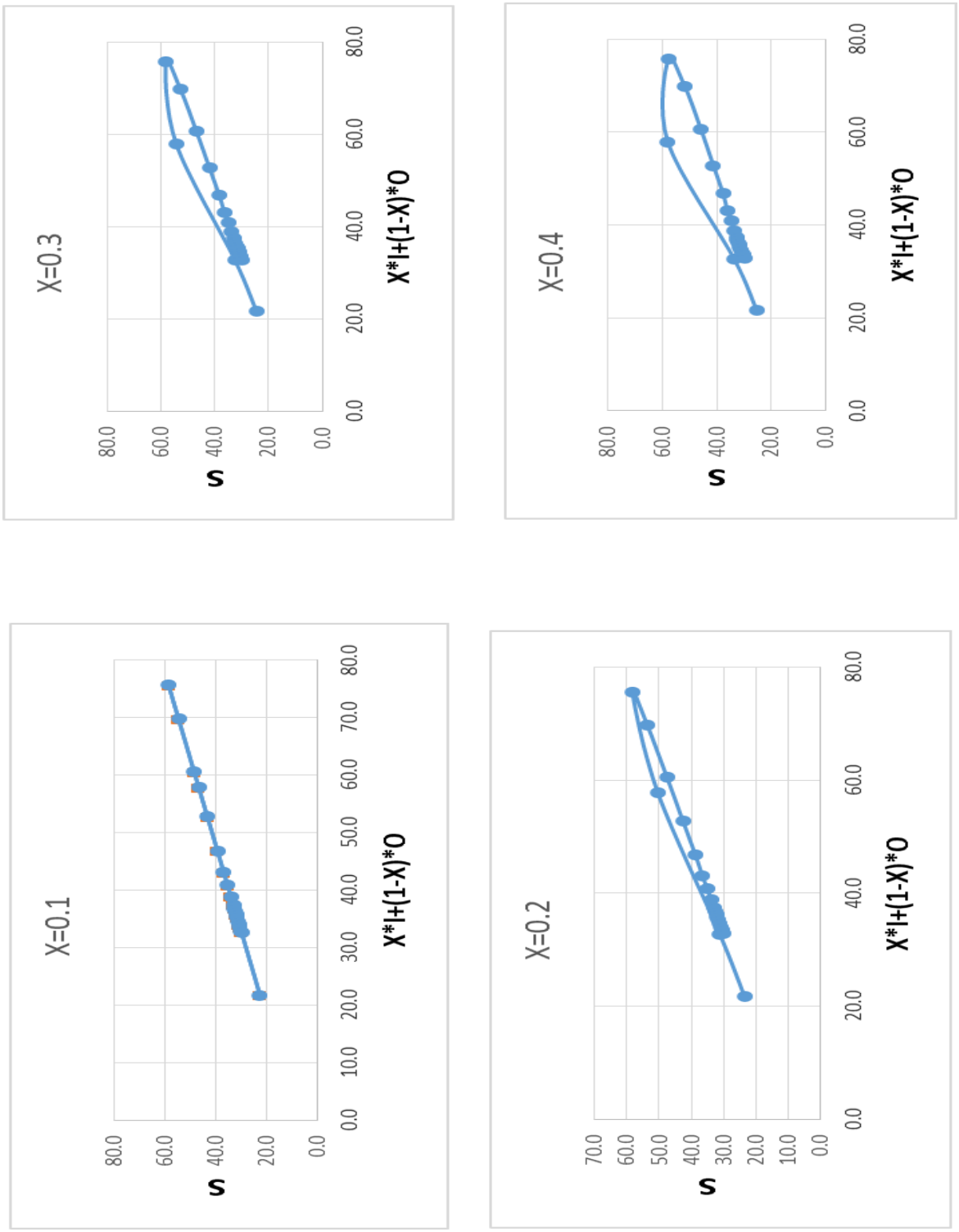


Imagen 50 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.2						
						k =	1.5						
j(h)	I = cfs	$C_1 =$ 0.1176	C_2 0.4706	C_3 0.4118						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1} + I_i)/2$	$(O_{i-1} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	3.66	9.17	8.03	20.86	2	0.0	0.0	20.9	21.9	22.9	23.9	25.0
3	41.239	4.85	14.65	8.59	28.09	3	36.2	24.5	32.6	29.4	30.7	32.0	33.4
4	80.7869	9.50	19.41	11.57	40.48	4	61.0	34.3	59.3	44.5	48.5	52.6	56.6
5	56.6005	6.66	38.02	16.67	61.34	5	68.7	50.9	77.1	60.9	60.4	59.9	59.4
6	46.0949	5.42	26.64	25.26	57.32	6	51.3	59.3	69.1	56.2	55.1	54.0	52.8
7	40.5669	4.77	21.69	23.60	50.07	7	43.3	53.7	58.7	49.1	48.2	47.2	46.3
8	37.2874	4.39	19.09	20.62	44.09	8	38.9	47.1	50.6	43.4	42.7	42.1	41.4
9	34.761	4.09	17.55	18.16	39.79	9	36.0	41.9	44.7	39.3	38.8	38.3	37.8
10	34.761	4.09	16.36	16.39	36.83	10	34.8	38.3	41.1	36.6	36.4	36.2	36.0
11	33.5302	3.94	16.36	15.17	35.47	11	34.1	36.2	39.1	35.3	35.1	34.9	34.7
12	32.321	3.80	15.78	14.60	34.19	12	32.9	34.8	37.2	34.0	33.8	33.6	33.4
13	32.321	3.80	15.21	14.08	33.09	13	32.3	33.6	35.9	33.0	32.9	32.9	32.8
14	32.321	3.80	15.21	13.62	32.64	14	32.3	32.9	35.3	32.6	32.6	32.5	32.5
15	31.7245	3.73	15.21	13.44	32.38	15	32.0	32.5	34.9	32.3	32.2	32.2	32.1
16	31.7245	3.73	14.93	13.33	31.99	16	31.7	32.2	34.4	32.0	31.9	31.9	31.9
17	31.1334	3.66	14.93	13.17	31.77	17	31.4	31.9	33.9	31.7	31.6	31.6	31.5
18	30.5477	3.59	14.65	13.08	31.33	18	30.8	31.5	33.2	31.2	31.2	31.1	31.0
19	30.5477	3.59	14.38	12.90	30.87	19	30.5	31.1	32.7	30.8	30.8	30.8	30.7
20	29.9674	3.53	14.38	12.71	30.61	20	30.3	30.7	32.2	30.5	30.5	30.4	30.4
21	29.3925	3.46	14.10	12.60	30.16	21	29.7	30.4	31.5	30.1	30.0	29.9	29.9
4	80.7869				61.34	5							

Tabla 39 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 2,0 y K = 1,5.

Fuente: Los Autores.

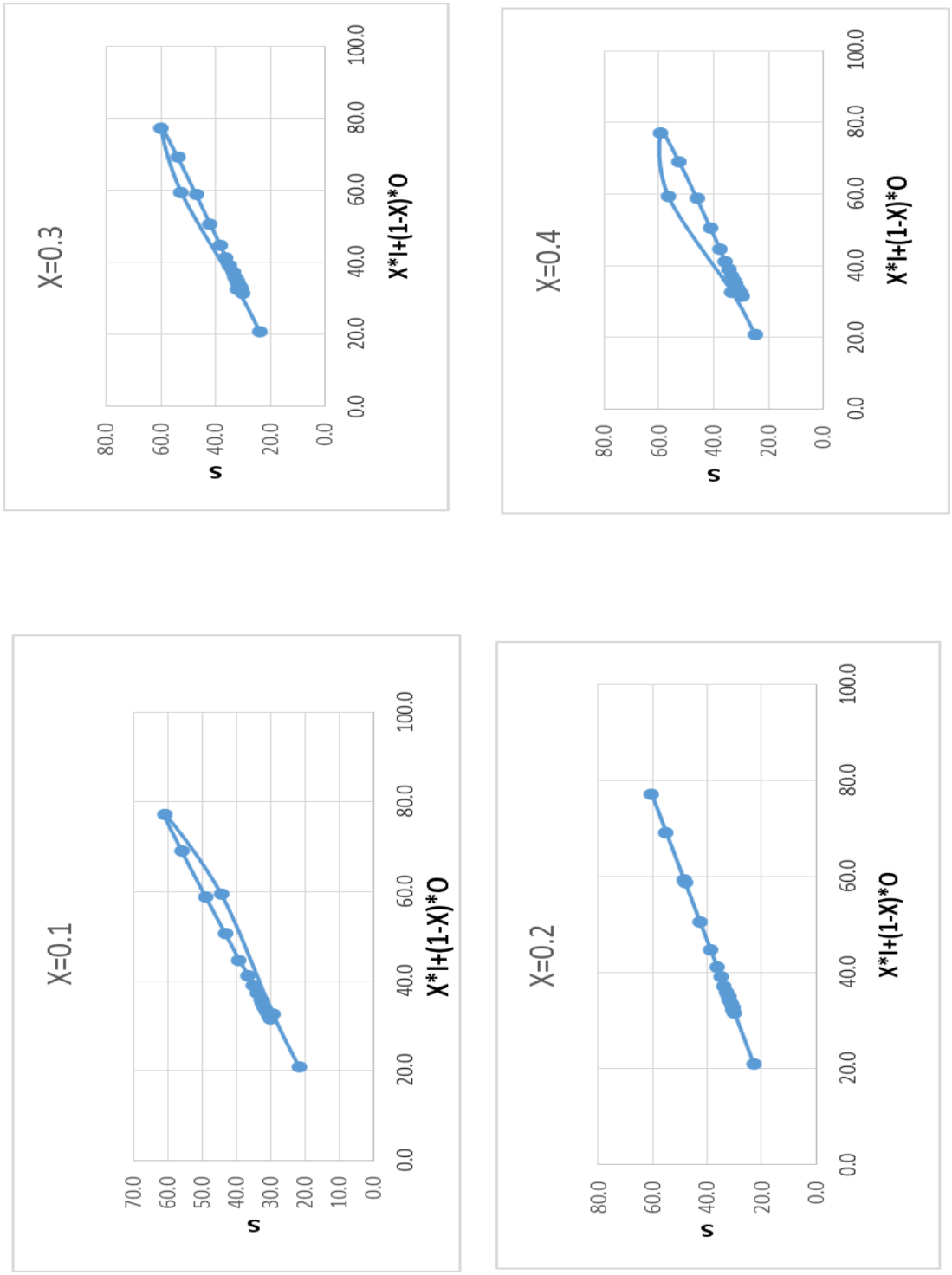


Imagen 51 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0.3							
						k = 1.5							
j(h)	I = cfs	$C_1 =$ 0.0323	C_2 0.6129	C_3 0.3548						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	1.00	11.95	6.92	19.87	2	0.0	0.0	19.9	21.0	22.1	23.2	24.4
3	41.239	1.33	19.08	7.05	27.46	3	36.2	23.7	32.4	28.8	30.2	31.6	33.0
4	80.7869	2.61	25.28	9.74	37.63	4	61.0	32.5	60.9	41.9	46.3	50.6	54.9
5	56.6005	1.83	49.51	13.35	64.69	5	68.7	51.2	78.4	63.9	63.1	62.3	61.5
6	46.0949	1.49	34.69	22.96	59.13	6	51.3	61.9	67.8	57.8	56.5	55.2	53.9
7	40.5669	1.31	28.25	20.98	50.54	7	43.3	54.8	56.3	49.5	48.5	47.6	46.6
8	37.2874	1.20	24.86	17.93	44.00	8	38.9	47.3	48.0	43.3	42.7	42.0	41.3
9	34.761	1.12	22.85	15.61	39.59	9	36.0	41.8	42.2	39.1	38.6	38.1	37.7
10	34.761	1.12	21.31	14.05	36.47	10	34.8	38.0	38.9	36.3	36.1	36.0	35.8
11	33.5302	1.08	21.31	12.94	35.33	11	34.1	35.9	37.2	35.1	35.0	34.8	34.6
12	32.321	1.04	20.55	12.54	34.13	12	32.9	34.7	35.4	33.9	33.8	33.6	33.4
13	32.321	1.04	19.81	12.11	32.96	13	32.3	33.5	34.2	32.9	32.8	32.8	32.7
14	32.321	1.04	19.81	11.70	32.55	14	32.3	32.8	33.7	32.5	32.5	32.5	32.5
15	31.7245	1.02	19.81	11.55	32.38	15	32.0	32.5	33.3	32.3	32.3	32.2	32.1
16	31.7245	1.02	19.44	11.49	31.96	16	31.7	32.2	32.8	31.9	31.9	31.9	31.9
17	31.1334	1.00	19.44	11.34	31.79	17	31.4	31.9	32.4	31.7	31.7	31.6	31.5
18	30.5477	0.99	19.08	11.28	31.35	18	30.8	31.6	31.7	31.3	31.2	31.1	31.0
19	30.5477	0.99	18.72	11.12	30.83	19	30.5	31.1	31.1	30.8	30.8	30.7	30.7
20	29.9674	0.97	18.72	10.94	30.63	20	30.3	30.7	30.6	30.6	30.5	30.4	30.4
21	29.3925	0.95	18.37	10.87	30.18	21	29.7	30.4	29.9	30.1	30.0	29.9	29.9
4	80.7869				64.69	5							

Tabla 40 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,5.

Fuente: Los Autores.

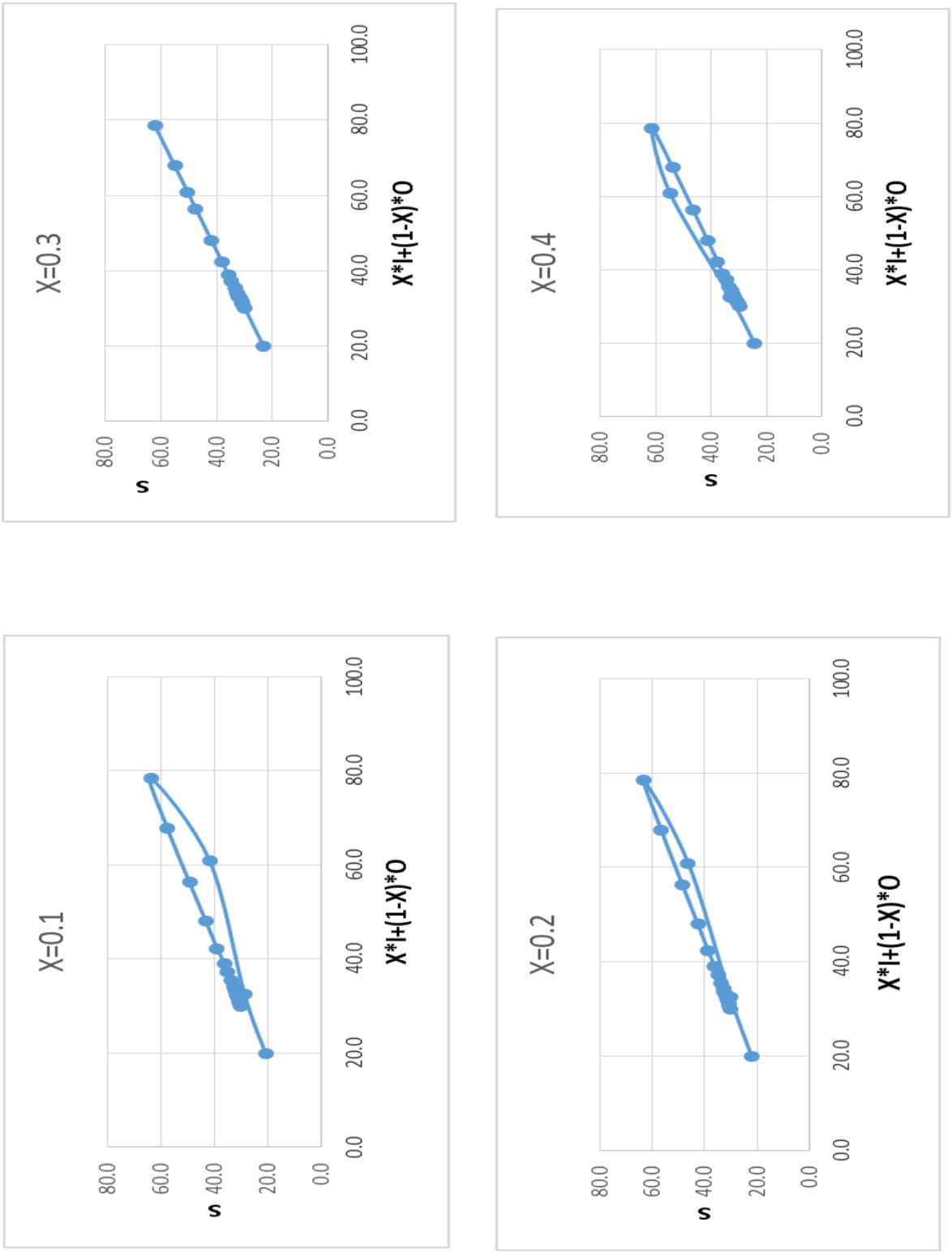


Imagen 52 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.4						
						k =	1.5						
j(h)	I = cfs	$C_1 =$ -0.0714	C_2 0.7857	C_3 0.2857						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-2.22	15.32	5.57	18.66	2	0.0	0.0	18.7	19.9	21.2	22.4	23.7
3	41.239	-2.95	24.46	5.33	26.85	3	36.2	22.8	32.1	28.3	29.7	31.2	32.6
4	80.7869	-5.77	32.40	7.67	34.30	4	61.0	30.6	62.5	39.0	43.6	48.2	52.9
5	56.6005	-4.04	63.48	9.80	69.23	5	68.7	51.8	79.5	68.0	66.7	65.4	64.2
6	46.0949	-3.29	44.47	19.78	60.96	6	51.3	65.1	65.7	59.5	58.0	56.5	55.0
7	40.5669	-2.90	36.22	17.42	50.74	7	43.3	55.8	53.2	49.7	48.7	47.7	46.7
8	37.2874	-2.66	31.87	14.50	43.71	8	38.9	47.2	44.9	43.1	42.4	41.8	41.1
9	34.761	-2.48	29.30	12.49	39.30	9	36.0	41.5	39.4	38.8	38.4	37.9	37.5
10	34.761	-2.48	27.31	11.23	36.06	10	34.8	37.7	36.5	35.9	35.8	35.7	35.5
11	33.5302	-2.40	27.31	10.30	35.22	11	34.1	35.6	35.0	35.1	34.9	34.7	34.5
12	32.321	-2.31	26.35	10.06	34.10	12	32.9	34.7	33.3	33.9	33.7	33.6	33.4
13	32.321	-2.31	25.40	9.74	32.83	13	32.3	33.5	32.1	32.8	32.7	32.7	32.6
14	32.321	-2.31	25.40	9.38	32.47	14	32.3	32.6	31.8	32.5	32.4	32.4	32.4
15	31.7245	-2.27	25.40	9.28	32.41	15	32.0	32.4	31.4	32.3	32.3	32.2	32.1
16	31.7245	-2.27	24.93	9.26	31.92	16	31.7	32.2	30.9	31.9	31.9	31.9	31.8
17	31.1334	-2.22	24.93	9.12	31.82	17	31.4	31.9	30.5	31.8	31.7	31.6	31.5
18	30.5477	-2.18	24.46	9.09	31.37	18	30.8	31.6	29.7	31.3	31.2	31.1	31.0
19	30.5477	-2.18	24.00	8.96	30.78	19	30.5	31.1	29.2	30.8	30.7	30.7	30.7
20	29.9674	-2.14	24.00	8.80	30.66	20	30.3	30.7	28.8	30.6	30.5	30.4	30.4
21	29.3925	-2.10	23.55	8.76	30.21	21	29.7	30.4	28.0	30.1	30.0	30.0	29.9
4	80.7869				69.23	5							

Tabla 41 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4 y K = 1,5

Fuente: Los Autores.

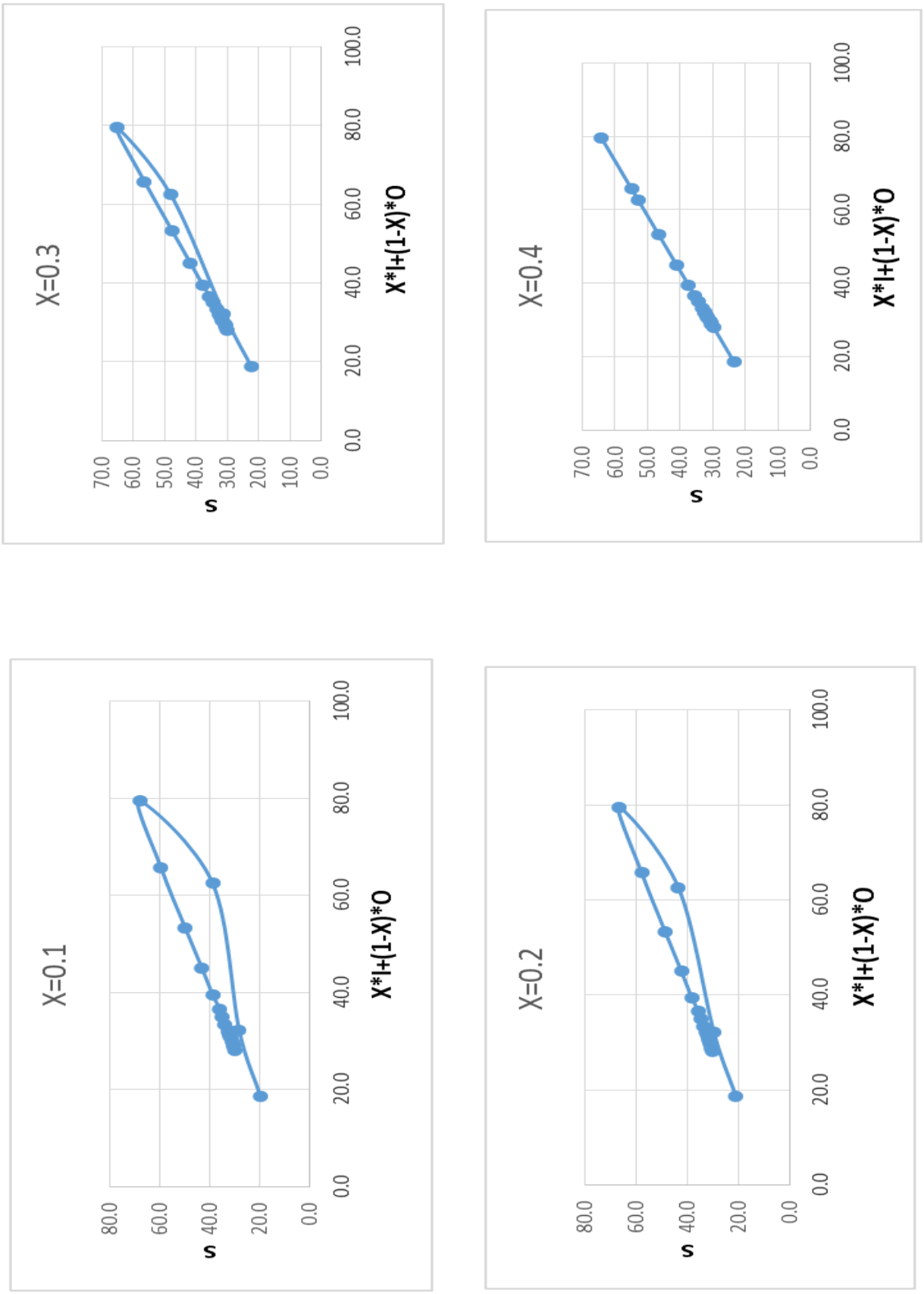


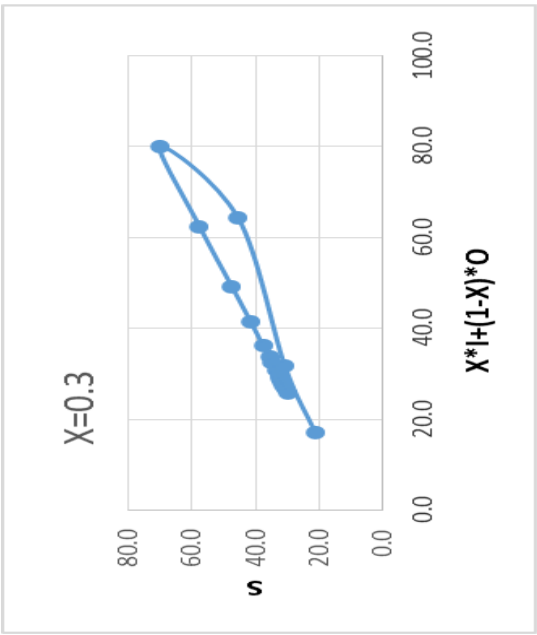
Imagen 53 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

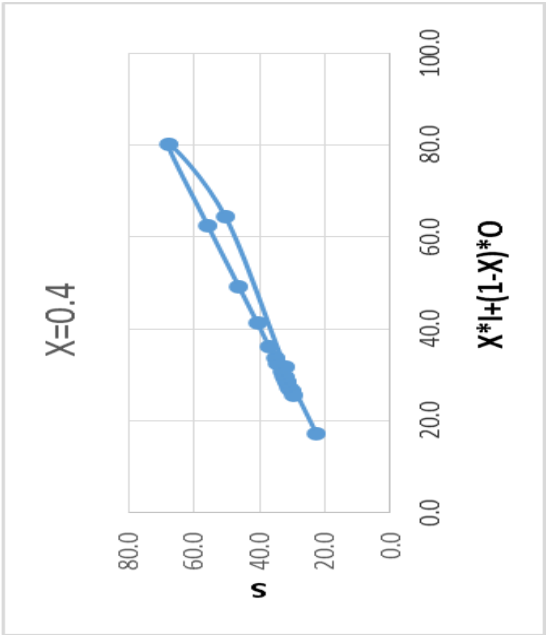
Fuente: Los Autores.

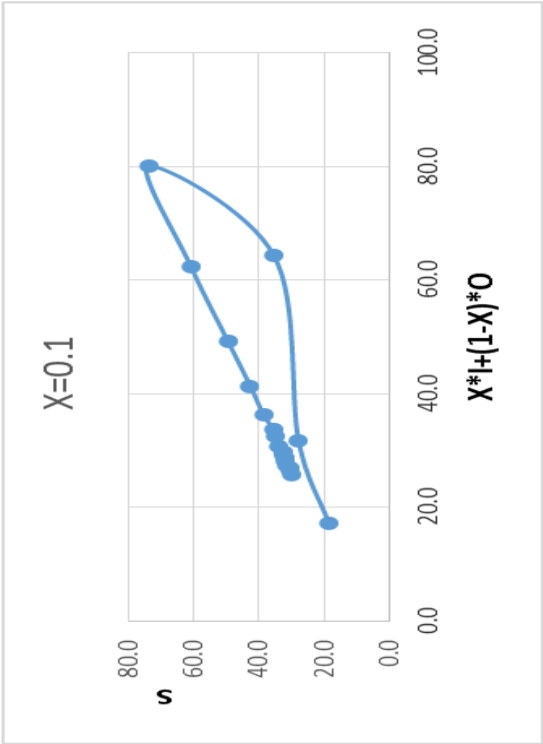
Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.5						
						k =	1.5						
j(h)	I = cfs	C_1 = -0.2000	C_2 1.0000	C_3 0.2000						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1})+I_i)/2$	$(O_{i-1})+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-6.23	19.50	3.90	17.17	2	0.0	0.0	17.2	18.6	20.0	21.4	22.8
3	41.239	-8.25	31.13	3.43	26.32	3	36.2	21.7	31.6	27.8	29.3	30.8	32.3
4	80.7869	-16.16	41.24	5.26	30.35	4	61.0	28.3	64.3	35.4	40.4	45.5	50.5
5	56.6005	-11.32	80.79	6.07	75.54	5	68.7	52.9	80.0	73.6	71.7	69.9	68.0
6	46.0949	-9.22	56.60	15.11	62.49	6	51.3	69.0	62.4	60.8	59.2	57.6	55.9
7	40.5669	-8.11	46.09	12.50	50.48	7	43.3	56.5	49.2	49.5	48.5	47.5	46.5
8	37.2874	-7.46	40.57	10.10	43.21	8	38.9	46.8	41.3	42.6	42.0	41.4	40.8
9	34.761	-6.95	37.29	8.64	38.98	9	36.0	41.1	36.2	38.6	38.1	37.7	37.3
10	34.761	-6.95	34.76	7.80	35.60	10	34.8	37.3	33.7	35.5	35.4	35.4	35.3
11	33.5302	-6.71	34.76	7.12	35.18	11	34.1	35.4	32.5	35.0	34.8	34.7	34.5
12	32.321	-6.46	33.53	7.04	34.10	12	32.9	34.6	30.8	33.9	33.7	33.6	33.4
13	32.321	-6.46	32.32	6.82	32.68	13	32.3	33.4	29.7	32.6	32.6	32.6	32.5
14	32.321	-6.46	32.32	6.54	32.39	14	32.3	32.5	29.5	32.4	32.4	32.4	32.4
15	31.7245	-6.34	32.32	6.48	32.45	15	32.0	32.4	29.1	32.4	32.3	32.2	32.2
16	31.7245	-6.34	31.72	6.49	31.87	16	31.7	32.2	28.6	31.9	31.8	31.8	31.8
17	31.1334	-6.23	31.72	6.37	31.87	17	31.4	31.9	28.2	31.8	31.7	31.7	31.6
18	30.5477	-6.11	31.13	6.37	31.40	18	30.8	31.6	27.4	31.3	31.2	31.1	31.1
19	30.5477	-6.11	30.55	6.28	30.72	19	30.5	31.1	26.9	30.7	30.7	30.7	30.6
20	29.9674	-5.99	30.55	6.14	30.70	20	30.3	30.7	26.4	30.6	30.6	30.5	30.4
21	29.3925	-5.88	29.97	6.14	30.23	21	29.67995	30.4631191	25.66	30.1	30.1	30.0	29.9
4	80.7869				75.54	5							

Tabla 42 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,5 y K = 1,5.

Fuente: Los Autores.







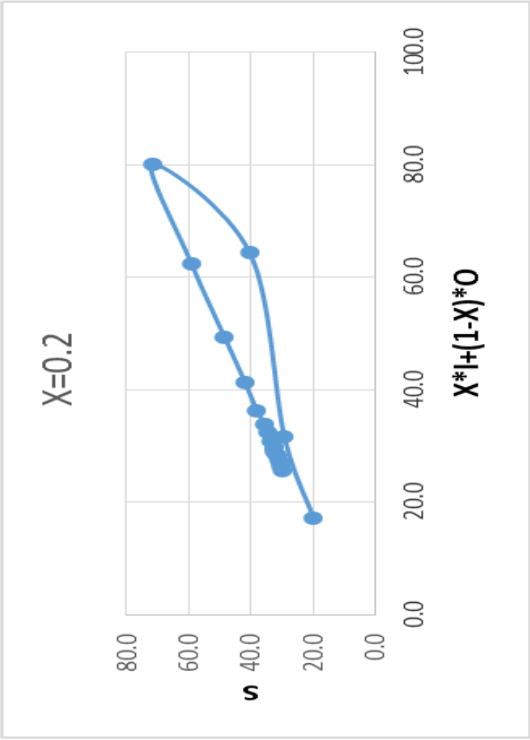


Imagen 54 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.1						
						k =	2						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0000	C_2 = 0.0000	C_3 = 0.0000						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	5.89	6.85	0.00	12.74	2	0.0	0.0	12.7	14.6	16.4	18.3	20.1
3	41.239	7.80	10.94	0.00	18.74	3	36.2	15.7	33.2	21.0	23.2	25.5	27.7
4	80.7869	15.28	14.49	0.00	29.77	4	61.0	24.3	69.9	34.9	40.0	45.1	50.2
5	56.6005	10.71	28.38	0.00	39.09	5	68.7	34.4	104.2	40.8	42.6	44.3	46.1
6	46.0949	8.72	19.89	0.00	28.61	6	51.3	33.9	121.7	30.4	32.1	33.9	35.6
7	40.5669	7.67	16.20	0.00	23.87	7	43.3	26.2	138.8	25.5	27.2	28.9	30.5
8	37.2874	7.05	14.25	0.00	21.31	8	38.9	22.6	155.1	22.9	24.5	26.1	27.7
9	34.761	6.58	13.10	0.00	19.68	9	36.0	20.5	170.7	21.2	22.7	24.2	25.7
10	34.761	6.58	12.21	0.00	18.79	10	34.8	19.2	186.2	20.4	22.0	23.6	25.2
11	33.5302	6.34	12.21	0.00	18.56	11	34.1	18.7	201.7	20.1	21.6	23.0	24.5
12	32.321	6.11	11.78	0.00	17.90	12	32.9	18.2	216.4	19.3	20.8	22.2	23.7
13	32.321	6.11	11.36	0.00	17.47	13	32.3	17.7	231.0	19.0	20.4	21.9	23.4
14	32.321	6.11	11.36	0.00	17.47	14	32.3	17.5	245.8	19.0	20.4	21.9	23.4
15	31.7245	6.00	11.36	0.00	17.36	15	32.0	17.4	260.5	18.8	20.2	21.7	23.1
16	31.7245	6.00	11.15	0.00	17.15	16	31.7	17.3	274.9	18.6	20.1	21.5	23.0
17	31.1334	5.89	11.15	0.00	17.04	17	31.4	17.1	289.3	18.4	19.9	21.3	22.7
18	30.5477	5.78	10.94	0.00	16.72	18	30.8	16.9	303.2	18.1	19.5	20.9	22.2
19	30.5477	5.78	10.73	0.00	16.51	19	30.5	16.6	317.2	17.9	19.3	20.7	22.1
20	29.9674	5.67	10.73	0.00	16.40	20	30.3	16.5	331.0	17.8	19.1	20.5	21.8
21	29.3925	5.56	10.53	0.00	16.09	21	29.7	16.2	344.4	17.4	18.8	20.1	21.4
4	80.7869				39.09	5							

Tabla 43 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2y K = 2,0.

Fuente: Los Autores.

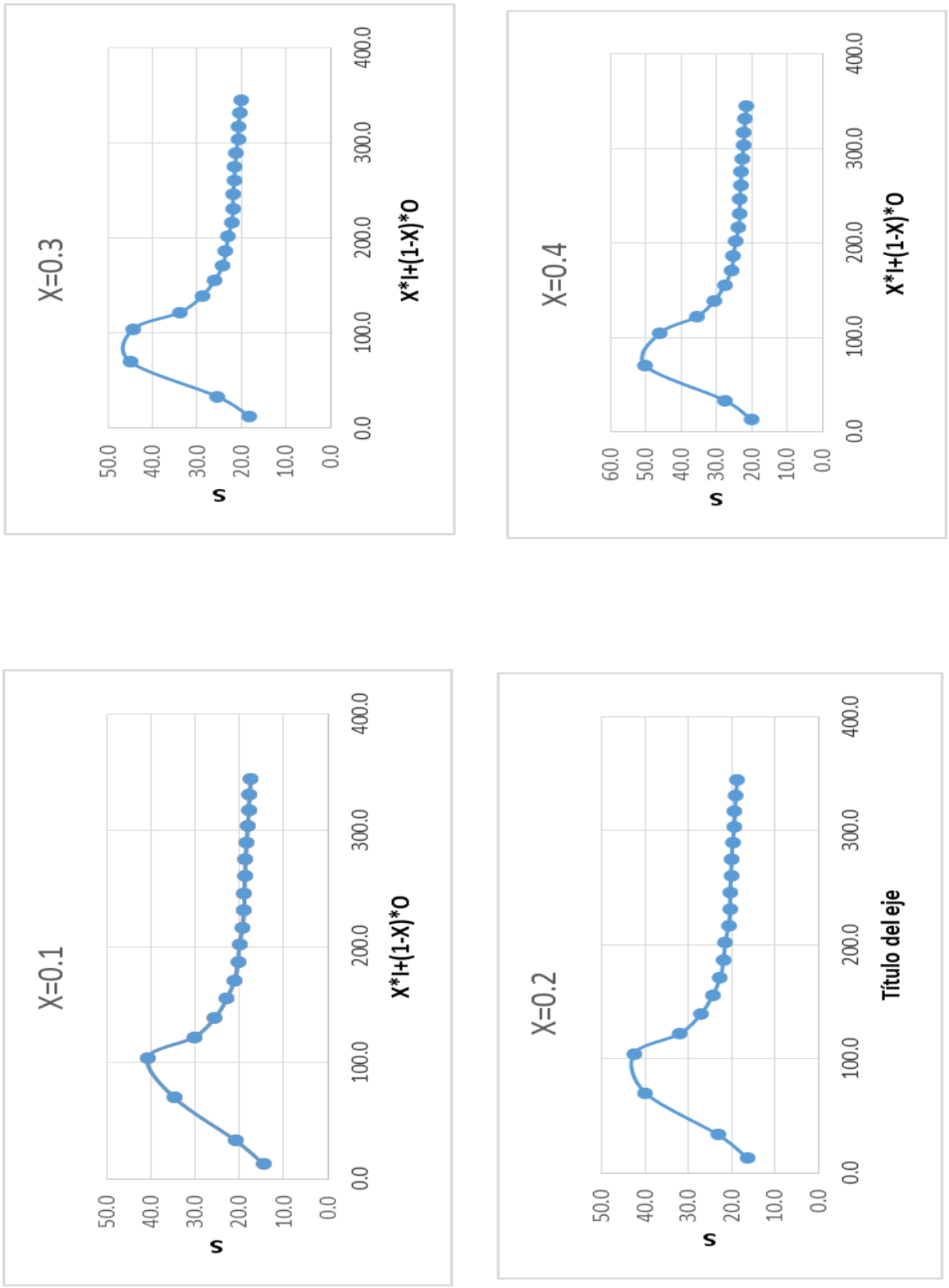


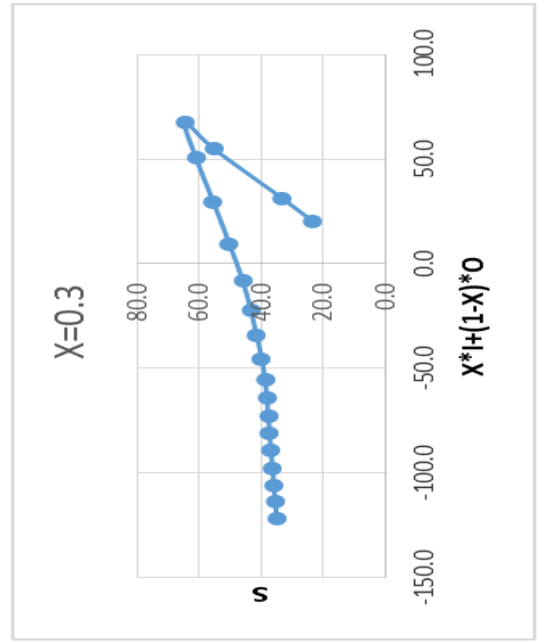
Imagen 55 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

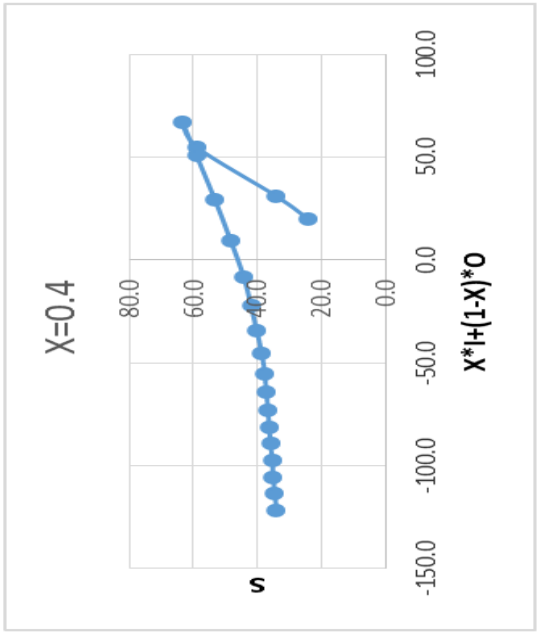
Fuente: Los Autores.

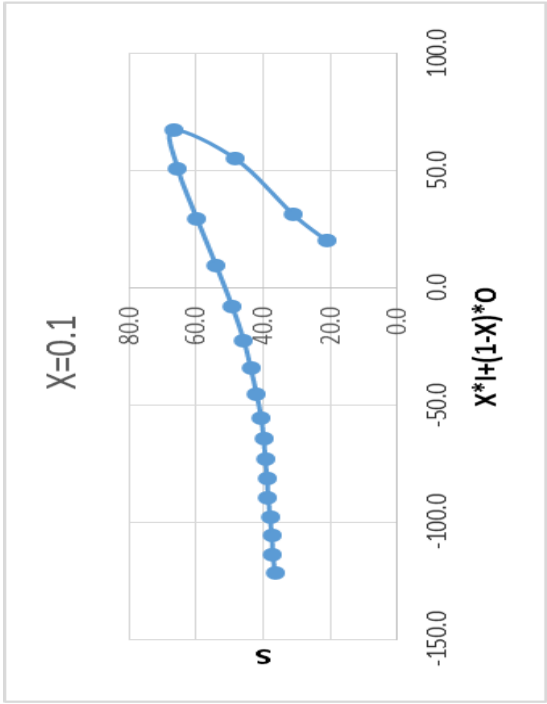
Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.2						
						k =	2						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0476	C_2 = 0.4286	C_3 = 0.5238						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	1.48	8.36	10.21	20.05	2	0.0	0.0	20.0	21.2	22.3	23.4	24.5
3	41.239	4.85	14.65	10.50	30.00	3	36.2	25.0	31.2	31.1	32.3	33.4	34.5
4	80.7869	9.50	19.41	15.72	44.63	4	61.0	37.3	54.9	48.2	51.9	55.5	59.1
5	56.6005	6.66	38.02	23.38	68.05	5	68.7	56.3	67.3	66.9	65.8	64.6	63.5
6	46.0949	5.42	26.64	35.65	67.71	6	51.3	67.9	50.7	65.5	63.4	61.2	59.1
7	40.5669	4.77	21.69	35.46	61.93	7	43.3	64.8	29.2	59.8	57.7	55.5	53.4
8	37.2874	4.39	19.09	32.44	55.92	8	38.9	58.9	9.2	54.1	52.2	50.3	48.5
9	34.761	4.09	17.55	29.29	50.93	9	36.0	53.4	-8.2	49.3	47.7	46.1	44.5
10	34.761	4.09	16.36	26.68	47.12	10	34.8	49.0	-22.4	45.9	44.7	43.4	42.2
11	33.5302	3.94	16.36	24.68	44.99	11	34.1	46.1	-34.3	43.8	42.7	41.5	40.4
12	32.321	3.80	15.78	23.56	43.15	12	32.9	44.1	-45.5	42.1	41.0	39.9	38.8
13	32.321	3.80	15.21	22.60	41.61	13	32.3	42.4	-55.5	40.7	39.8	38.8	37.9
14	32.321	3.80	15.21	21.80	40.81	14	32.3	41.2	-64.4	40.0	39.1	38.3	37.4
15	31.7245	3.73	15.21	21.38	40.32	15	32.0	40.6	-73.0	39.5	38.6	37.7	36.9
16	31.7245	3.73	14.93	21.12	39.78	16	31.7	40.0	-81.3	39.0	38.2	37.4	36.6
17	31.1334	3.66	14.93	20.84	39.43	17	31.4	39.6	-89.5	38.6	37.8	36.9	36.1
18	30.5477	3.59	14.65	20.65	38.90	18	30.8	39.2	-97.8	38.1	37.2	36.4	35.6
19	30.5477	3.59	14.38	20.38	38.34	19	30.5	38.6	-105.9	37.6	36.8	36.0	35.2
20	29.9674	3.53	14.38	20.09	37.99	20	30.3	38.2	-113.8	37.2	36.4	35.6	34.8
21	29.3925	3.46	14.10	19.90	37.46	21	29.7	37.7	-121.8	36.7	35.8	35.0	34.2
4	80.7869				68.05	5							

Tabla 44 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2 y K = 2,0.

Fuente: Los Autores.







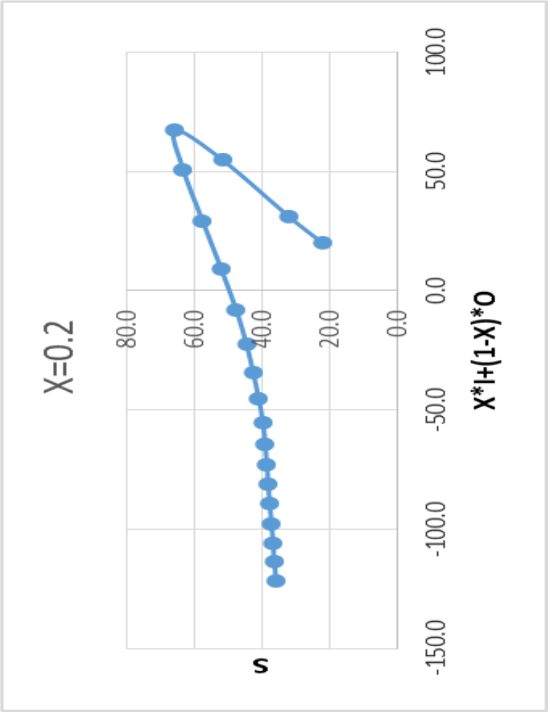


Imagen 56Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.3						
						k =	2						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0526	C_2 = 0.5789	C_3 = 0.4737						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-1.64	11.29	9.23	18.88	2	0.0	0.0	18.9	20.1	21.3	22.6	23.8
3	41.239	-2.17	18.02	8.94	24.80	3	36.2	21.8	33.2	26.4	28.1	29.7	31.4
4	80.7869	-4.25	23.88	11.75	31.37	4	61.0	28.1	66.2	36.3	41.3	46.2	51.1
5	56.6005	-2.98	46.77	14.86	58.65	5	68.7	45.0	89.8	58.4	58.2	58.0	57.8
6	46.0949	-2.43	32.77	27.78	58.13	6	51.3	58.4	82.8	56.9	55.7	54.5	53.3
7	40.5669	-2.14	26.69	27.53	52.08	7	43.3	55.1	71.0	50.9	49.8	48.6	47.5
8	37.2874	-1.96	23.49	24.67	46.20	8	38.9	49.1	60.8	45.3	44.4	43.5	42.6
9	34.761	-1.83	21.59	21.88	41.64	9	36.0	43.9	52.9	41.0	40.3	39.6	38.9
10	34.761	-1.83	20.12	19.72	38.02	10	34.8	39.8	47.9	37.7	37.4	37.0	36.7
11	33.5302	-1.76	20.12	18.01	36.37	11	34.1	37.2	44.8	36.1	35.8	35.5	35.2
12	32.321	-1.70	19.41	17.23	34.94	12	32.9	35.7	42.1	34.7	34.4	34.2	33.9
13	32.321	-1.70	18.71	16.55	33.56	13	32.3	34.2	40.1	33.4	33.3	33.2	33.1
14	32.321	-1.70	18.71	15.90	32.91	14	32.3	33.2	39.2	32.8	32.8	32.7	32.7
15	31.7245	-1.67	18.71	15.59	32.63	15	32.0	32.8	38.5	32.5	32.4	32.4	32.3
16	31.7245	-1.67	18.37	15.46	32.15	16	31.7	32.4	37.8	32.1	32.1	32.0	32.0
17	31.1334	-1.64	18.37	15.23	31.96	17	31.4	32.1	37.2	31.9	31.8	31.7	31.6
18	30.5477	-1.61	18.02	15.14	31.56	18	30.8	31.8	36.3	31.5	31.4	31.3	31.2
19	30.5477	-1.61	17.69	14.95	31.02	19	30.5	31.3	35.5	31.0	30.9	30.9	30.8
20	29.9674	-1.58	17.69	14.70	30.80	20	30.3	30.9	34.9	30.7	30.6	30.6	30.5
21	29.3925	-1.55	17.35	14.59	30.39	21	29.7	30.6	34.0	30.3	30.2	30.1	30.0
4	80.7869				58.65	5							

Tabla 45Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 2,0.

Fuente: Los Autores.

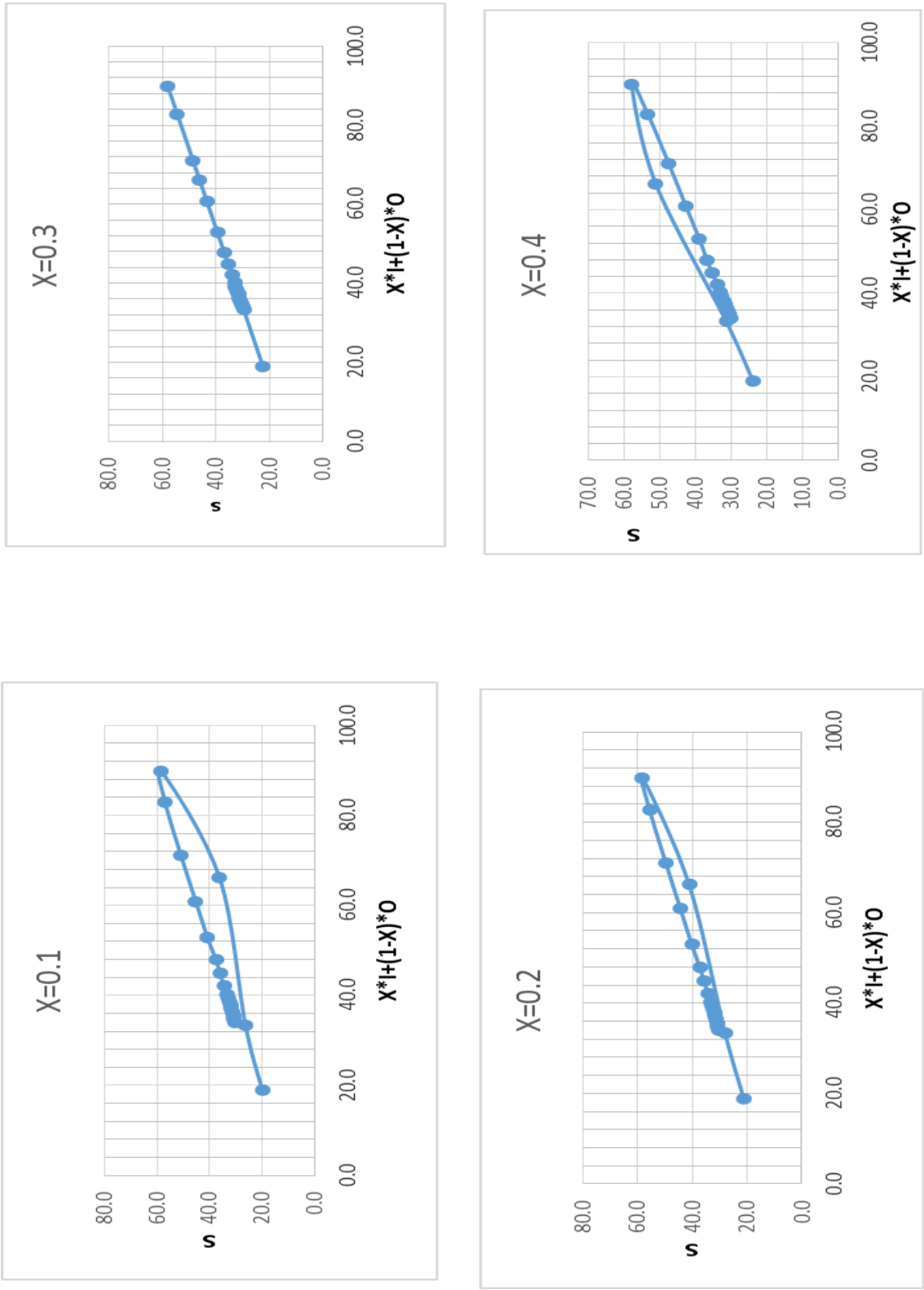


Imagen 57 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.4						
						k =	2						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.1765	C_2 = 0.7647	C_3 = 0.4118						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1}+I_i)/2$	$(O_{i-1}+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-5.49	14.91	8.03	17.44	2	0.0	0.0	17.4	18.8	20.2	21.5	22.9
3	41.239	-7.28	23.81	7.18	23.71	3	36.2	20.6	33.1	25.5	27.2	29.0	30.7
4	80.7869	-14.26	31.54	9.76	27.04	4	61.0	25.4	68.7	32.4	37.8	43.2	48.5
5	56.6005	-9.99	61.78	11.14	62.93	5	68.7	45.0	92.4	62.3	61.7	61.0	60.4
6	46.0949	-8.13	43.28	25.91	61.06	6	51.3	62.0	81.8	59.6	58.1	56.6	55.1
7	40.5669	-7.16	35.25	25.14	53.23	7	43.3	57.1	67.9	52.0	50.7	49.4	48.2
8	37.2874	-6.58	31.02	21.92	46.36	8	38.9	49.8	57.1	45.5	44.5	43.6	42.7
9	34.761	-6.13	28.51	19.09	41.47	9	36.0	43.9	49.2	40.8	40.1	39.5	38.8
10	34.761	-6.13	26.58	17.08	37.52	10	34.8	39.5	44.4	37.2	37.0	36.7	36.4
11	33.5302	-5.92	26.58	15.45	36.12	11	34.1	36.8	41.8	35.9	35.6	35.3	35.1
12	32.321	-5.70	25.64	14.87	34.81	12	32.9	35.5	39.2	34.6	34.3	34.1	33.8
13	32.321	-5.70	24.72	14.33	33.35	13	32.3	34.1	37.5	33.2	33.1	33.0	32.9
14	32.321	-5.70	24.72	13.73	32.74	14	32.3	33.0	36.8	32.7	32.7	32.6	32.6
15	31.7245	-5.60	24.72	13.48	32.60	15	32.0	32.7	36.1	32.5	32.4	32.3	32.2
16	31.7245	-5.60	24.26	13.42	32.08	16	31.7	32.3	35.5	32.0	32.0	32.0	31.9
17	31.1334	-5.49	24.26	13.21	31.98	17	31.4	32.0	34.9	31.9	31.8	31.7	31.6
18	30.5477	-5.39	23.81	13.17	31.58	18	30.8	31.8	33.9	31.5	31.4	31.3	31.2
19	30.5477	-5.39	23.36	13.01	30.97	19	30.5	31.3	33.2	30.9	30.9	30.8	30.8
20	29.9674	-5.29	23.36	12.75	30.83	20	30.3	30.9	32.6	30.7	30.7	30.6	30.5
21	29.3925	-5.19	22.92	12.69	30.42	21	29.7	30.6	31.6	30.3	30.2	30.1	30.0
4	80.7869				62.93	5							

Tabla 46Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4 y K = 2,0.

Fuente: Los Autores.

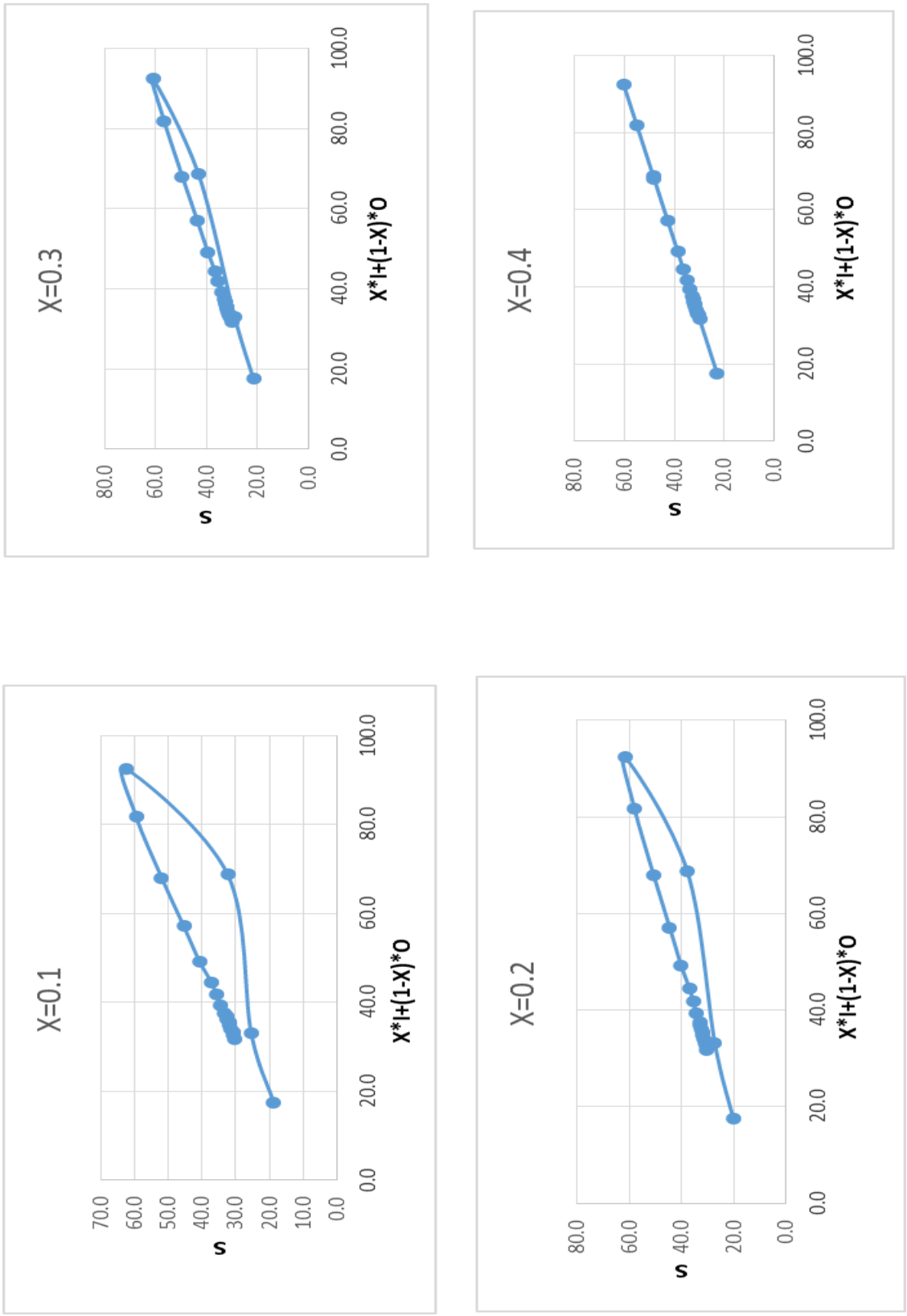


Imagen 58Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.5						
						k =	2						
j(h)	I = cfs	C_1 -0.3333	C_2 1.0000	C_3 0.3333						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1}+I_i)/2$	$(O_{i-1}+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-10.38	19.50	6.50	15.62	2	0.0	0.0	15.6	17.2	18.7	20.3	21.8
3	41.239	-13.75	31.13	5.21	22.59	3	36.2	19.1	32.7	24.5	26.3	28.2	30.1
4	80.7869	-26.93	41.24	7.53	21.84	4	61.0	22.2	71.5	27.7	33.6	39.5	45.4
5	56.6005	-18.87	80.79	7.28	69.20	5	68.7	45.5	94.7	67.9	66.7	65.4	64.2
6	46.0949	-15.36	56.60	23.07	64.30	6	51.3	66.8	79.3	62.5	60.7	58.8	57.0
7	40.5669	-13.52	46.09	21.43	54.01	7	43.3	59.2	63.4	52.7	51.3	50.0	48.6
8	37.2874	-12.43	40.57	18.00	46.14	8	38.9	50.1	52.3	45.3	44.4	43.5	42.6
9	34.761	-11.59	37.29	15.38	41.08	9	36.0	43.6	44.7	40.4	39.8	39.2	38.6
10	34.761	-11.59	34.76	13.69	36.87	10	34.8	39.0	40.5	36.7	36.4	36.2	36.0
11	33.5302	-11.18	34.76	12.29	35.87	11	34.1	36.4	38.3	35.6	35.4	35.2	34.9
12	32.321	-10.77	33.53	11.96	34.71	12	32.9	35.3	35.9	34.5	34.2	34.0	33.8
13	32.321	-10.77	32.32	11.57	33.12	13	32.3	33.9	34.3	33.0	33.0	32.9	32.8
14	32.321	-10.77	32.32	11.04	32.59	14	32.3	32.9	33.8	32.6	32.5	32.5	32.5
15	31.7245	-10.57	32.32	10.86	32.61	15	32.0	32.6	33.2	32.5	32.4	32.3	32.3
16	31.7245	-10.57	31.72	10.87	32.02	16	31.7	32.3	32.6	32.0	32.0	31.9	31.9
17	31.1334	-10.38	31.72	10.67	32.02	17	31.4	32.0	32.0	31.9	31.8	31.8	31.7
18	30.5477	-10.18	31.13	10.67	31.62	18	30.8	31.8	31.0	31.5	31.4	31.3	31.2
19	30.5477	-10.18	30.55	10.54	30.91	19	30.5	31.3	30.3	30.9	30.8	30.8	30.8
20	29.9674	-9.99	30.55	10.30	30.86	20	30.3	30.9	29.7	30.8	30.7	30.6	30.5
21	29.3925	-9.80	29.97	10.29	30.46	21	29.7	30.7	28.7	30.4	30.2	30.1	30.0
4	80.7869				69.20	5							

Tabla 47Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,5 y K = 2,0.

Fuente: Los Autores.

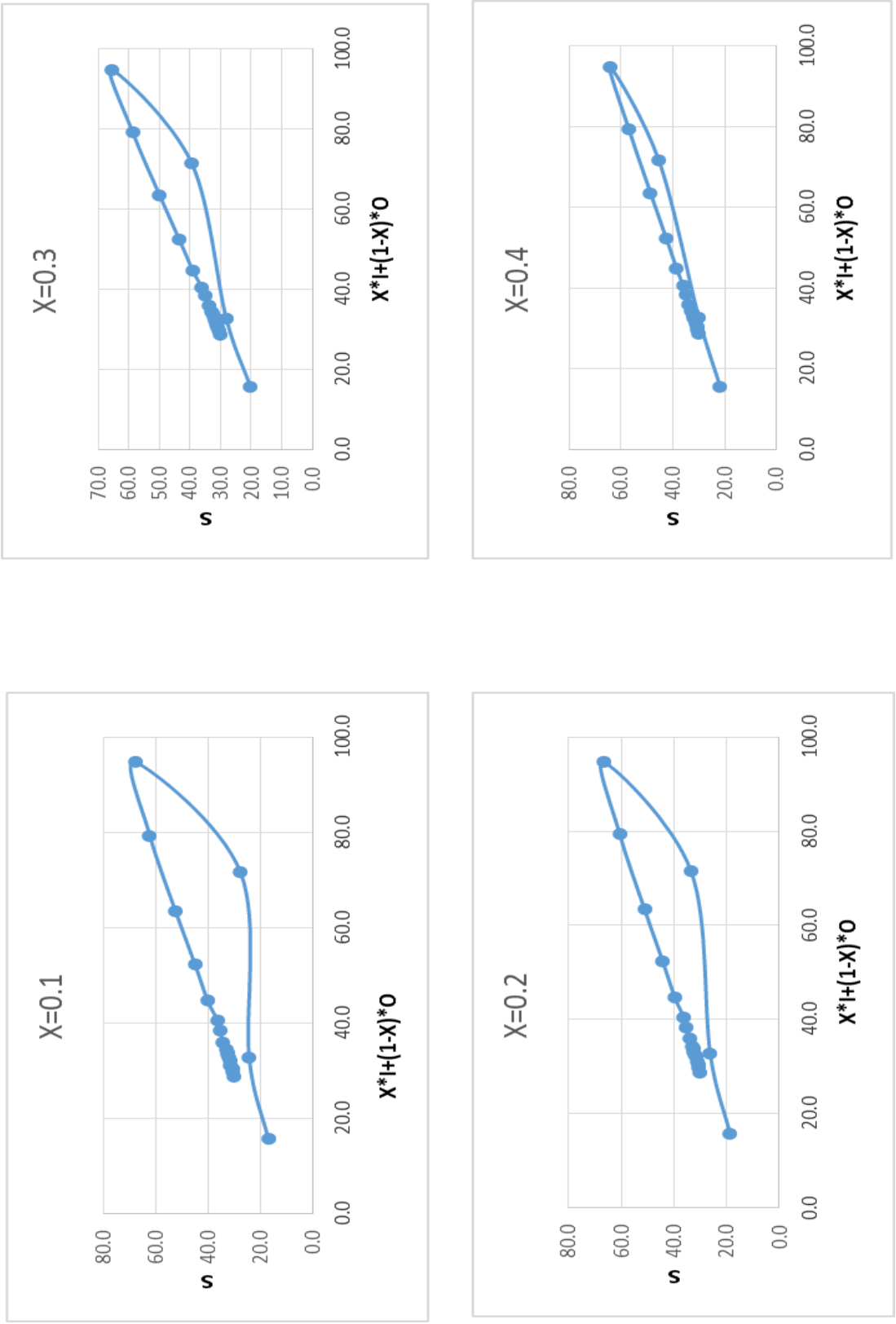


Imagen 59Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.1						
						k =	2.5						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0909	C_2 = 0.2727	C_3 = 0.6364					X	X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1}) + I_i)/2$	$(O_{i-1}) + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	2.83	5.32	12.41	20.55	2	0.0	0.0	20.6	21.6	22.7	23.7	24.8
3	41.239	3.75	8.49	13.08	25.32	3	36.2	22.9	33.8	26.9	28.5	30.1	31.7
4	80.7869	7.34	11.25	16.11	34.70	4	61.0	30.0	64.8	39.3	43.9	48.5	53.1
5	56.6005	5.15	22.03	22.08	49.26	5	68.7	42.0	91.5	50.0	50.7	51.5	52.2
6	46.0949	4.19	15.44	31.35	50.98	6	51.3	50.1	92.7	50.5	50.0	49.5	49.0
7	40.5669	3.69	12.57	32.44	48.70	7	43.3	49.8	86.2	47.9	47.1	46.3	45.4
8	37.2874	3.39	11.06	30.99	45.44	8	38.9	47.1	78.1	44.6	43.8	43.0	42.2
9	34.761	3.16	10.17	28.92	42.25	9	36.0	43.8	70.3	41.5	40.8	40.0	39.3
10	34.761	3.16	9.48	26.89	39.53	10	34.8	40.9	64.1	39.0	38.6	38.1	37.6
11	33.5302	3.05	9.48	25.15	37.68	11	34.1	38.6	59.7	37.3	36.9	36.4	36.0
12	32.321	2.94	9.14	23.98	36.06	12	32.9	36.9	55.7	35.7	35.3	34.9	34.6
13	32.321	2.94	8.81	22.95	34.70	13	32.3	35.4	52.7	34.5	34.2	34.0	33.7
14	32.321	2.94	8.81	22.08	33.84	14	32.3	34.3	50.7	33.7	33.5	33.4	33.2
15	31.7245	2.88	8.81	21.53	33.23	15	32.0	33.5	49.2	33.1	32.9	32.8	32.6
16	31.7245	2.88	8.65	21.15	32.68	16	31.7	33.0	48.0	32.6	32.5	32.4	32.3
17	31.1334	2.83	8.65	20.80	32.28	17	31.4	32.5	46.9	32.2	32.1	31.9	31.8
18	30.5477	2.78	8.49	20.54	31.81	18	30.8	32.0	45.7	31.7	31.6	31.4	31.3
19	30.5477	2.78	8.33	20.24	31.35	19	30.5	31.6	44.7	31.3	31.2	31.1	31.0
20	29.9674	2.72	8.33	19.95	31.01	20	30.3	31.2	43.8	30.9	30.8	30.7	30.6
21	29.3925	2.67	8.17	19.73	30.58	21	29.7	30.8	42.7	30.5	30.3	30.2	30.1
4	80.7869				50.98	6							

Tabla 48Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,1 y K = 2,5.

Fuente: Los Autores.

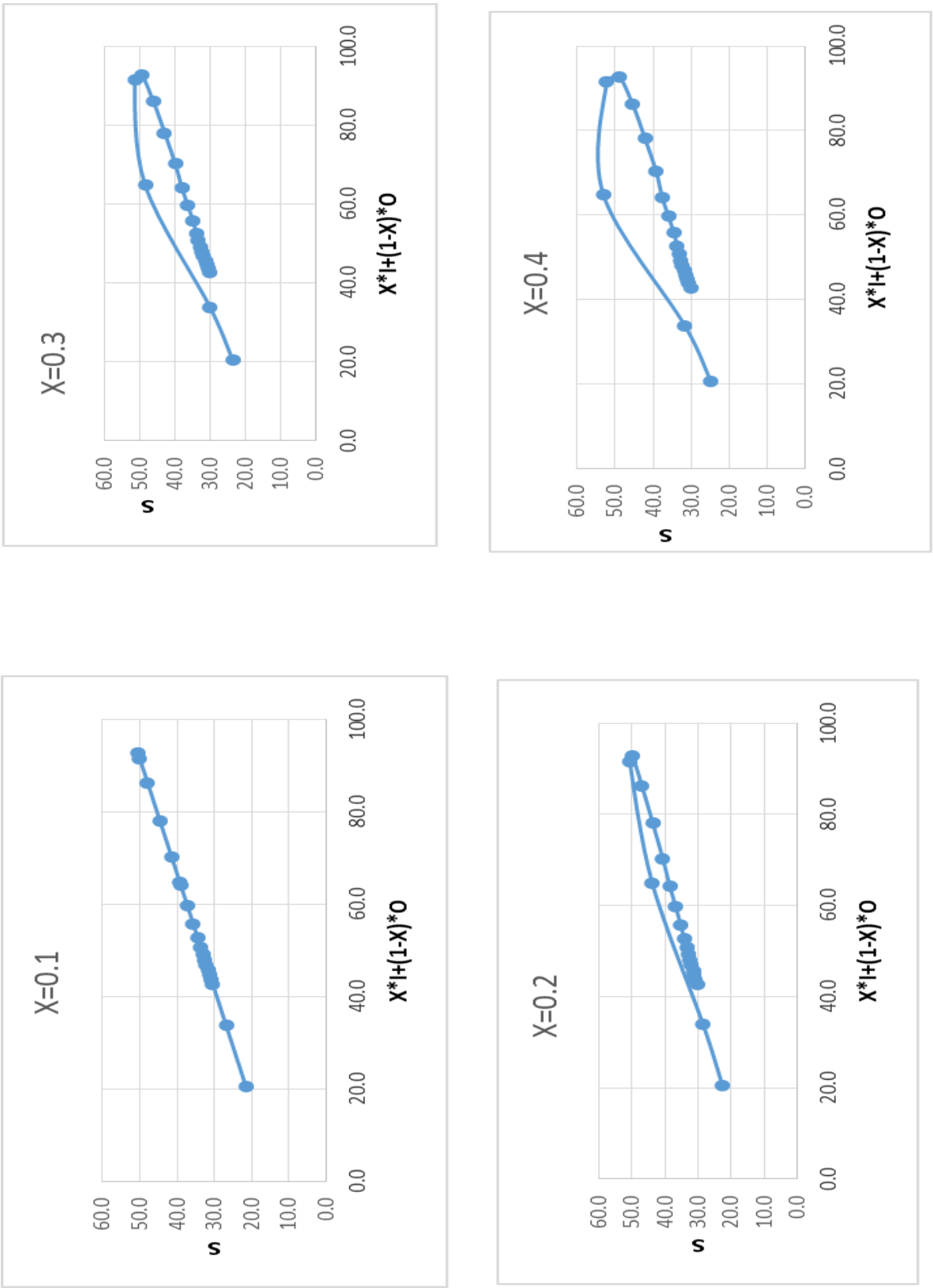


Imagen 60 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.2						
						k =	2.5						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0000	C_2 = 0.4000	C_3 = 0.6000						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	0.00	7.80	11.70	19.50	2	0.0	0.0	19.5	20.7	21.8	23.0	24.2
3	41.239	0.00	12.45	11.70	24.15	3	36.2	21.8	33.9	25.9	27.6	29.3	31.0
4	80.7869	0.00	16.50	14.49	30.99	4	61.0	27.6	67.3	36.0	40.9	45.9	50.9
5	56.6005	0.00	32.31	18.59	50.91	5	68.7	40.9	95.1	51.5	52.0	52.6	53.2
6	46.0949	0.00	22.64	30.54	53.18	6	51.3	52.0	94.4	52.5	51.8	51.1	50.3
7	40.5669	0.00	18.44	31.91	50.35	7	43.3	51.8	85.9	49.4	48.4	47.4	46.4
8	37.2874	0.00	16.23	30.21	46.44	8	38.9	48.4	76.5	45.5	44.6	43.7	42.8
9	34.761	0.00	14.91	27.86	42.78	9	36.0	44.6	67.9	42.0	41.2	40.4	39.6
10	34.761	0.00	13.90	25.67	39.57	10	34.8	41.2	61.5	39.1	38.6	38.1	37.6
11	33.5302	0.00	13.90	23.74	37.65	11	34.1	38.6	57.0	37.2	36.8	36.4	36.0
12	32.321	0.00	13.41	22.59	36.00	12	32.9	36.8	53.1	35.6	35.3	34.9	34.5
13	32.321	0.00	12.93	21.60	34.53	13	32.3	35.3	50.2	34.3	34.1	33.9	33.6
14	32.321	0.00	12.93	20.72	33.65	14	32.3	34.1	48.4	33.5	33.4	33.2	33.1
15	31.7245	0.00	12.93	20.19	33.12	15	32.0	33.4	47.0	33.0	32.8	32.7	32.6
16	31.7245	0.00	12.69	19.87	32.56	16	31.7	32.8	45.9	32.5	32.4	32.3	32.2
17	31.1334	0.00	12.69	19.54	32.23	17	31.4	32.4	45.0	32.1	32.0	31.9	31.8
18	30.5477	0.00	12.45	19.34	31.79	18	30.8	32.0	43.8	31.7	31.5	31.4	31.3
19	30.5477	0.00	12.22	19.07	31.29	19	30.5	31.5	42.8	31.2	31.1	31.1	31.0
20	29.9674	0.00	12.22	18.78	30.99	20	30.3	31.1	41.9	30.9	30.8	30.7	30.6
21	29.3925	0.00	11.99	18.60	30.58	21	29.7	30.8	40.8	30.5	30.3	30.2	30.1
4	80.7869				53.18	6							

Tabla 49 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,2 y K = 2,5.

Fuente: Los Autores.

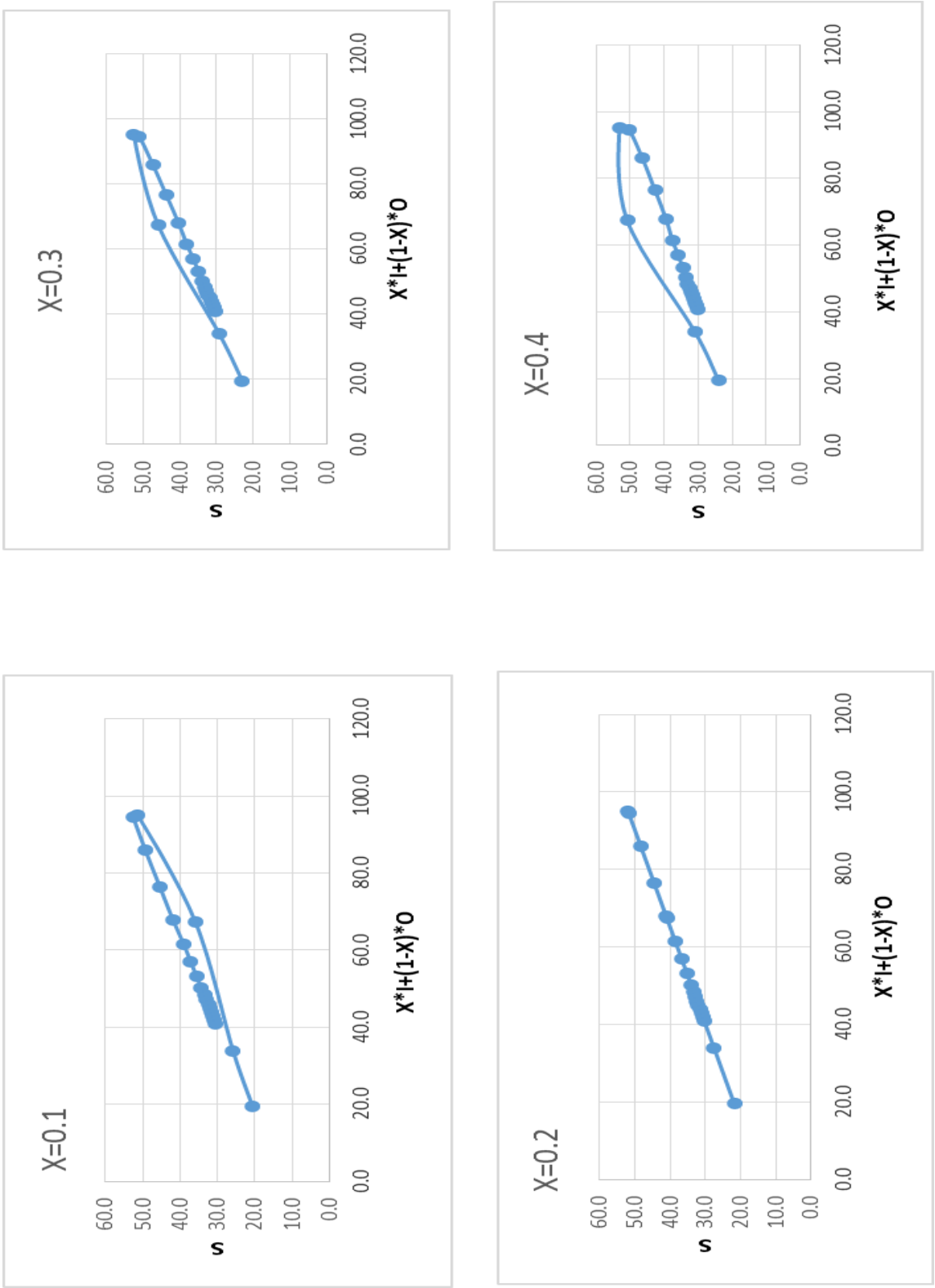


Imagen 61 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.3						
						k =	2.5						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.1111	C_2 = 0.5556	C_3 = 0.5556						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-3.46	10.83	10.83	18.20	2	0.0	0.0	18.2	19.5	20.8	22.1	23.4
3	41.239	-4.58	17.30	10.11	22.83	3	36.2	20.5	33.9	24.7	26.5	28.4	30.2
4	80.7869	-8.98	22.91	12.68	26.62	4	61.0	24.7	70.2	32.0	37.4	42.9	48.3
5	56.6005	-6.29	44.88	14.79	53.38	5	68.7	40.0	98.9	53.7	54.0	54.3	54.7
6	46.0949	-5.12	31.44	29.66	55.98	6	51.3	54.7	95.5	55.0	54.0	53.0	52.0
7	40.5669	-4.51	25.61	31.10	52.20	7	43.3	54.1	84.8	51.0	49.9	48.7	47.5
8	37.2874	-4.14	22.54	29.00	47.39	8	38.9	49.8	73.9	46.4	45.4	44.4	43.4
9	34.761	-3.86	20.72	26.33	43.18	9	36.0	45.3	64.6	42.3	41.5	40.7	39.8
10	34.761	-3.86	19.31	23.99	39.44	10	34.8	41.3	58.1	39.0	38.5	38.0	37.6
11	33.5302	-3.73	19.31	21.91	37.50	11	34.1	38.5	53.8	37.1	36.7	36.3	35.9
12	32.321	-3.59	18.63	20.83	35.87	12	32.9	36.7	50.0	35.5	35.2	34.8	34.4
13	32.321	-3.59	17.96	19.93	34.29	13	32.3	35.1	47.2	34.1	33.9	33.7	33.5
14	32.321	-3.59	17.96	19.05	33.42	14	32.3	33.9	45.7	33.3	33.2	33.1	33.0
15	31.7245	-3.52	17.96	18.56	33.00	15	32.0	33.2	44.5	32.9	32.7	32.6	32.5
16	31.7245	-3.52	17.62	18.33	32.43	16	31.7	32.7	43.5	32.4	32.3	32.2	32.1
17	31.1334	-3.46	17.62	18.02	32.18	17	31.4	32.3	42.7	32.1	32.0	31.9	31.8
18	30.5477	-3.39	17.30	17.88	31.78	18	30.8	32.0	41.5	31.7	31.5	31.4	31.3
19	30.5477	-3.39	16.97	17.66	31.23	19	30.5	31.5	40.6	31.2	31.1	31.0	31.0
20	29.9674	-3.33	16.97	17.35	30.99	20	30.3	31.1	39.7	30.9	30.8	30.7	30.6
21	29.3925	-3.27	16.65	17.22	30.60	21	29.7	30.8	38.6	30.5	30.4	30.2	30.1
4	80.7869				55.98	6							

Tabla 50 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 2,5.

Fuente: Los Autores.

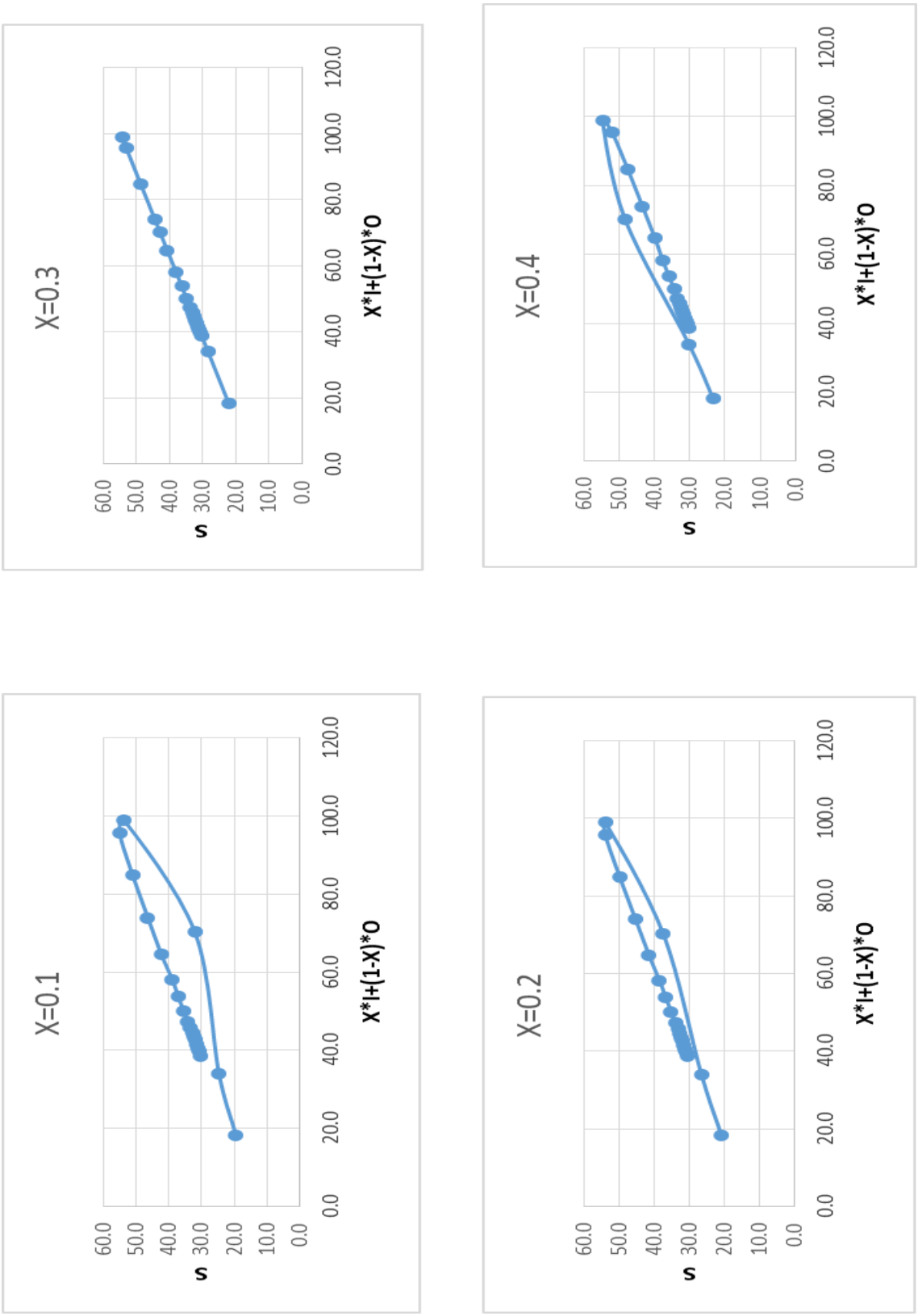


Imagen 62Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.4						
						k =	2.5						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.2500	C_2 = 0.7500	C_3 = 0.5000						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-7.78	14.62	9.75	16.59	2	0.0	0.0	16.6	18.0	19.5	21.0	22.4
3	41.239	-10.31	23.35	8.29	21.33	3	36.2	19.0	33.8	23.3	25.3	27.3	29.3
4	80.7869	-20.20	30.93	10.67	21.40	4	61.0	21.4	73.5	27.3	33.3	39.2	45.2
5	56.6005	-14.15	60.59	10.70	57.14	5	68.7	39.3	102.9	57.1	57.0	57.0	56.9
6	46.0949	-11.52	42.45	28.57	59.50	6	51.3	58.3	95.9	58.2	56.8	55.5	54.1
7	40.5669	-10.14	34.57	29.75	54.18	7	43.3	56.8	82.4	52.8	51.5	50.1	48.7
8	37.2874	-9.32	30.43	27.09	48.19	8	38.9	51.2	70.1	47.1	46.0	44.9	43.8
9	34.761	-8.69	27.97	24.10	43.37	9	36.0	45.8	60.4	42.5	41.6	40.8	39.9
10	34.761	-8.69	26.07	21.69	39.07	10	34.8	41.2	53.9	38.6	38.2	37.8	37.3
11	33.5302	-8.38	26.07	19.53	37.22	11	34.1	38.1	49.9	36.9	36.5	36.1	35.7
12	32.321	-8.08	25.15	18.61	35.68	12	32.9	36.4	46.4	35.3	35.0	34.7	34.3
13	32.321	-8.08	24.24	17.84	34.00	13	32.3	34.8	43.9	33.8	33.7	33.5	33.3
14	32.321	-8.08	24.24	17.00	33.16	14	32.3	33.6	42.6	33.1	33.0	32.9	32.8
15	31.7245	-7.93	24.24	16.58	32.89	15	32.0	33.0	41.6	32.8	32.7	32.5	32.4
16	31.7245	-7.93	23.79	16.44	32.31	16	31.7	32.6	40.8	32.2	32.2	32.1	32.1
17	31.1334	-7.78	23.79	16.15	32.16	17	31.4	32.2	40.0	32.1	32.0	31.9	31.8
18	30.5477	-7.64	23.35	16.08	31.79	18	30.8	32.0	38.8	31.7	31.5	31.4	31.3
19	30.5477	-7.64	22.91	15.90	31.17	19	30.5	31.5	37.9	31.1	31.0	31.0	30.9
20	29.9674	-7.49	22.91	15.59	31.00	20	30.3	31.1	37.0	30.9	30.8	30.7	30.6
21	29.3925	-7.35	22.48	15.50	30.63	21	29.7	30.8	35.9	30.5	30.4	30.3	30.1
4	80.7869				59.50	6							

Tabla 51 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,4 y K = 2,5.

Fuente: Los Autores.

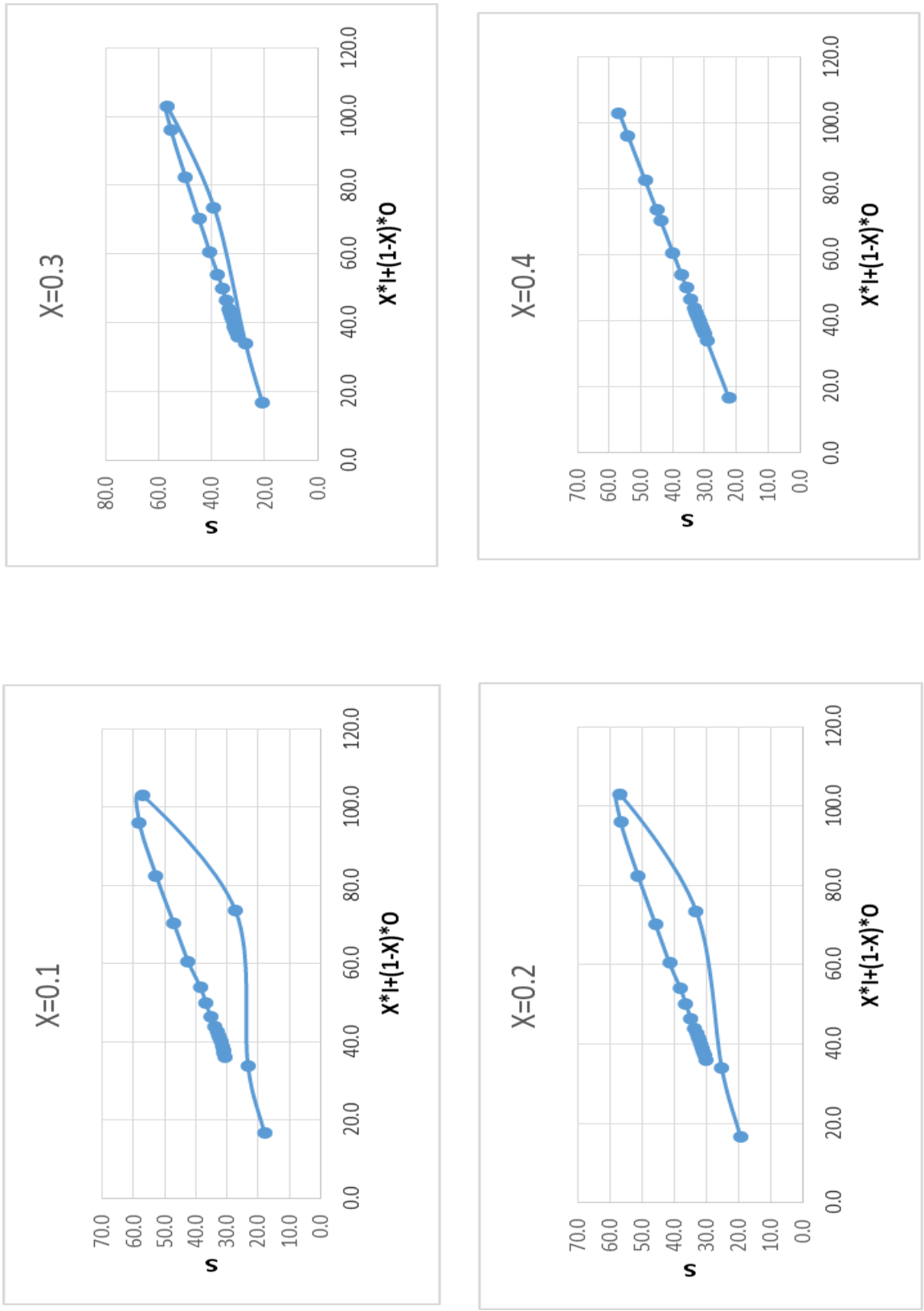


Imagen 63 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.5						
						k =	2.5						
j(h)	I = cfs	C_1-0.4286	$C_2$1.0000	C_3 0.4286						X	X	X	X
1	19.4954	19.4954	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-13.34	19.50	8.36	14.51	2	0.0	0.0	14.5	16.2	17.8	19.5	21.2
3	41.239	-17.67	31.13	6.22	19.68	3	36.2	17.1	33.6	21.8	24.0	26.1	28.3
4	80.7869	-34.62	41.24	8.43	15.05	4	61.0	17.4	77.3	21.6	28.2	34.8	41.3
5	56.6005	-24.26	80.79	6.45	62.98	5	68.7	39.0	106.9	62.3	61.7	61.1	60.4
6	46.0949	-19.75	56.60	26.99	63.84	6	51.3	63.4	94.9	62.1	60.3	58.5	56.7
7	40.5669	-17.39	46.09	27.36	56.07	7	43.3	60.0	78.2	54.5	53.0	51.4	49.9
8	37.2874	-15.98	40.57	24.03	48.62	8	38.9	52.3	64.8	47.5	46.3	45.2	44.1
9	34.761	-14.90	37.29	20.84	43.23	9	36.0	45.9	54.9	42.4	41.5	40.7	39.8
10	34.761	-14.90	34.76	18.53	38.39	10	34.8	40.8	48.9	38.0	37.7	37.3	36.9
11	33.5302	-14.37	34.76	16.45	36.84	11	34.1	37.6	45.4	36.5	36.2	35.8	35.5
12	32.321	-13.85	33.53	15.79	35.47	12	32.9	36.2	42.2	35.2	34.8	34.5	34.2
13	32.321	-13.85	32.32	15.20	33.67	13	32.3	34.6	39.9	33.5	33.4	33.3	33.1
14	32.321	-13.85	32.32	14.43	32.90	14	32.3	33.3	39.0	32.8	32.8	32.7	32.7
15	31.7245	-13.60	32.32	14.10	32.82	15	32.0	32.9	38.1	32.7	32.6	32.5	32.4
16	31.7245	-13.60	31.72	14.07	32.20	16	31.7	32.5	37.4	32.1	32.1	32.1	32.0
17	31.1334	-13.34	31.72	13.80	32.18	17	31.4	32.2	36.6	32.1	32.0	31.9	31.8
18	30.5477	-13.09	31.13	13.79	31.83	18	30.8	32.0	35.4	31.7	31.6	31.4	31.3
19	30.5477	-13.09	30.55	13.64	31.10	19	30.5	31.5	34.5	31.0	31.0	30.9	30.9
20	29.9674	-12.84	30.55	13.33	31.03	20	30.3	31.1	33.7	30.9	30.8	30.7	30.6
21	29.3925	-12.60	29.97	13.30	30.67	21	29.7	30.9	32.5	30.5	30.4	30.3	30.2
4	80.7869				63.84	6							

Tabla 52 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: los autores

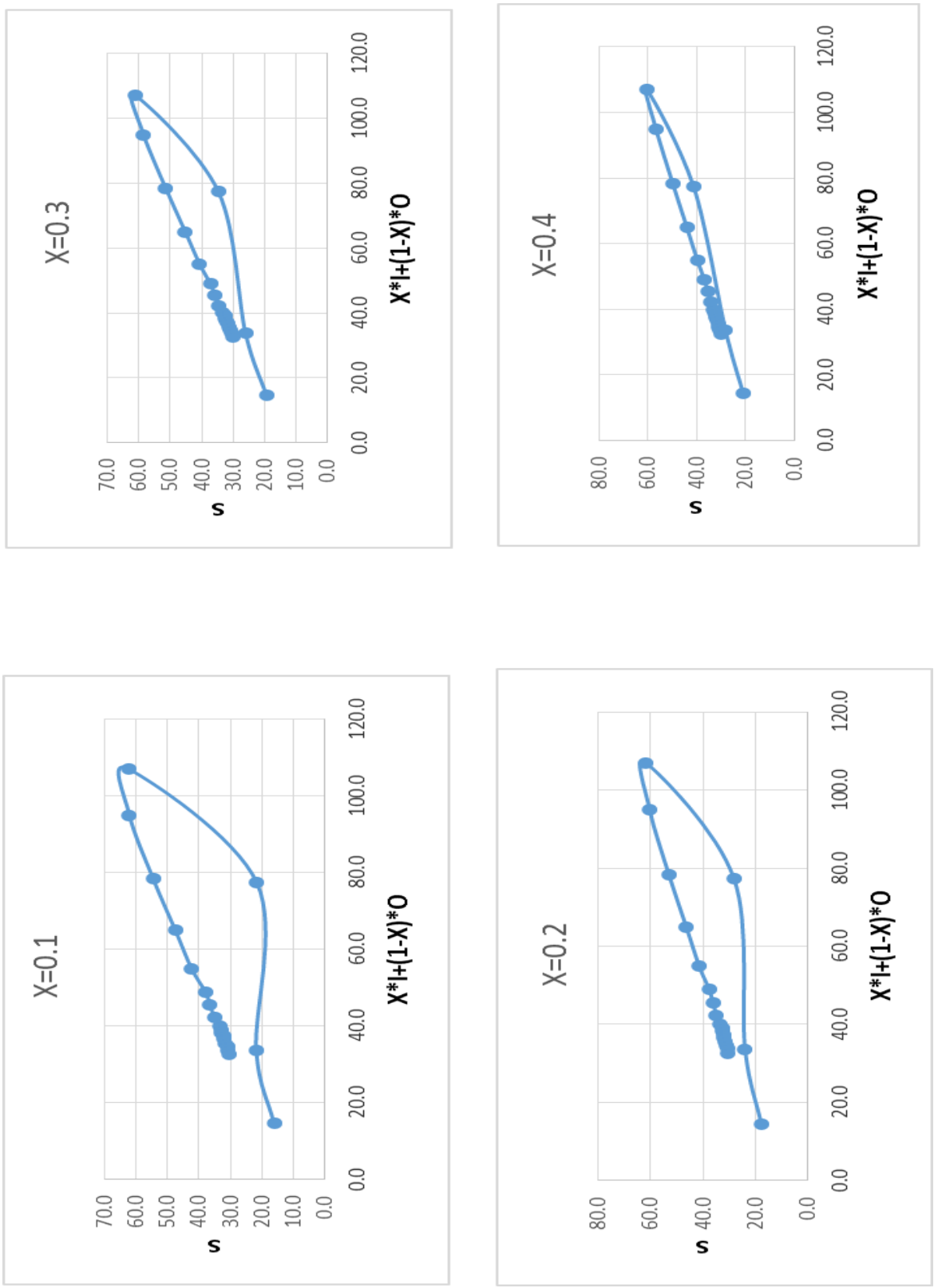


Imagen 64 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0.1							
						k = 3							
j(h)	I = cfs	C_1 0.0625	C_2 0.2500	C_3 0.6875						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1})+I_i)/2$	$(O_{i-1})+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	1.95	4.87	13.40	20.22	2	0.0	0.0	20.2	21.3	22.4	23.5	24.6
3	41.239	2.58	7.78	13.90	24.26	3	36.2	22.2	34.2	26.0	27.7	29.4	31.1
4	80.7869	5.05	10.31	16.68	32.04	4	61.0	28.2	67.0	36.9	41.8	46.7	51.5
5	56.6005	3.54	20.20	22.03	45.76	5	68.7	38.9	96.8	46.8	47.9	49.0	50.1
6	46.0949	2.88	14.15	31.46	48.49	6	51.3	47.1	101.0	48.3	48.0	47.8	47.5
7	40.5669	2.54	11.52	33.34	47.40	7	43.3	47.9	96.4	46.7	46.0	45.3	44.7
8	37.2874	2.33	10.14	32.59	45.06	8	38.9	46.2	89.1	44.3	43.5	42.7	41.9
9	34.761	2.17	9.32	30.98	42.47	9	36.0	43.8	81.4	41.7	40.9	40.2	39.4
10	34.761	2.17	8.69	29.20	40.06	10	34.8	41.3	74.9	39.5	39.0	38.5	37.9
11	33.5302	2.10	8.69	27.54	38.33	11	34.1	39.2	69.8	37.8	37.4	36.9	36.4
12	32.321	2.02	8.38	26.35	36.75	12	32.9	37.5	65.2	36.3	35.9	35.4	35.0
13	32.321	2.02	8.08	25.27	35.37	13	32.3	36.1	61.5	35.1	34.8	34.5	34.1
14	32.321	2.02	8.08	24.32	34.42	14	32.3	34.9	58.9	34.2	34.0	33.8	33.6
15	31.7245	1.98	8.08	23.66	33.72	15	32.0	34.1	56.9	33.5	33.3	33.1	32.9
16	31.7245	1.98	7.93	23.19	33.10	16	31.7	33.4	55.2	33.0	32.8	32.7	32.5
17	31.1334	1.95	7.93	22.76	32.63	17	31.4	32.9	53.7	32.5	32.3	32.2	32.0
18	30.5477	1.91	7.78	22.43	32.13	18	30.8	32.4	52.2	32.0	31.8	31.7	31.5
19	30.5477	1.91	7.64	22.09	31.63	19	30.5	31.9	50.9	31.5	31.4	31.3	31.2
20	29.9674	1.87	7.64	21.75	31.26	20	30.3	31.4	49.7	31.1	31.0	30.9	30.7
21	29.3925	1.84	7.49	21.49	30.82	21	29.7	31.0	48.3	30.7	30.5	30.4	30.2
4	80.7869				48.49	6							

Tabla 53 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

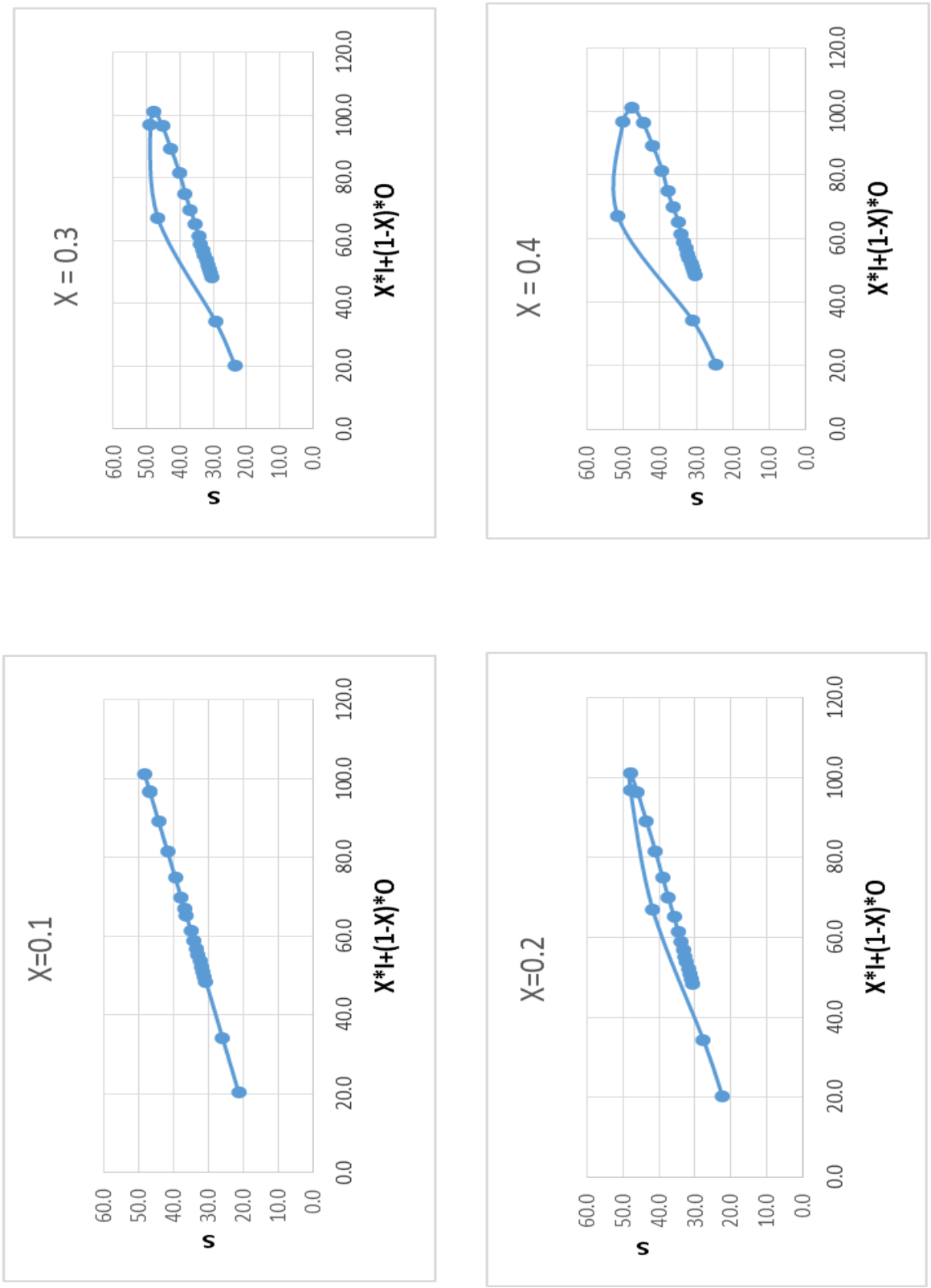


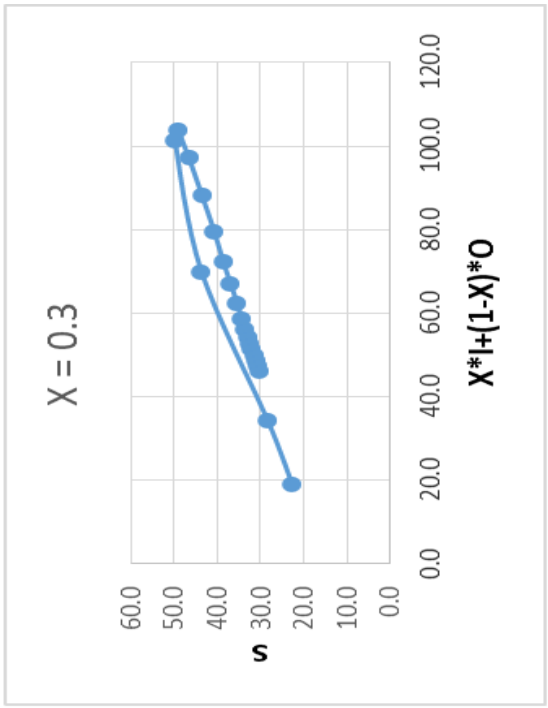
Imagen 65 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

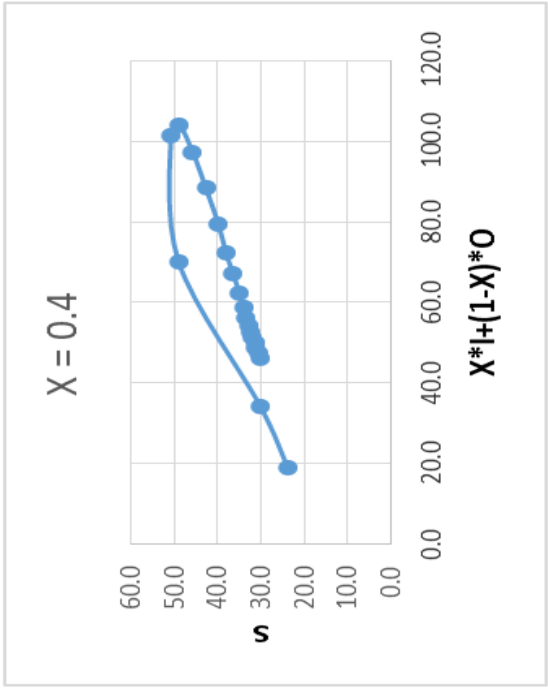
Fuente: Los Autores.

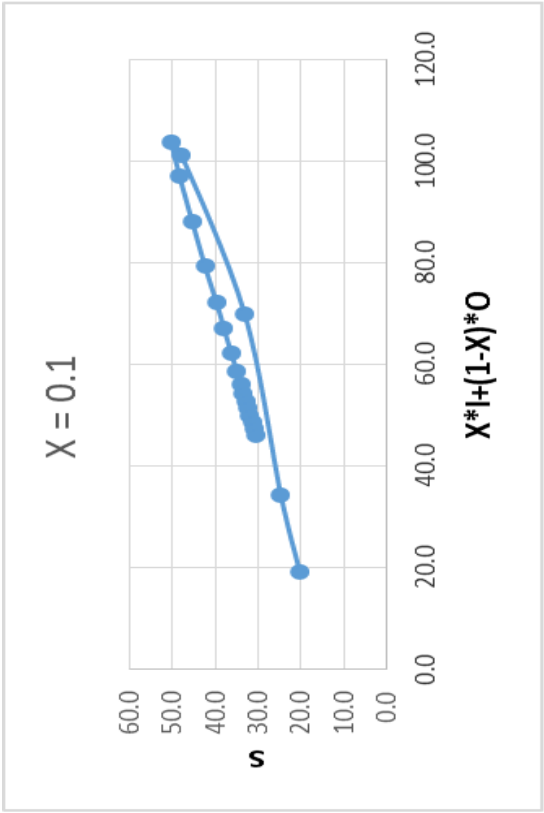
Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X = 0.2							
						k = 3							
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.0345	C_2 = 0.3793	C_3 = 0.6552						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-1.07	7.39	12.77	19.09	2	0.0	0.0	19.1	20.3	21.5	22.7	23.9
3	41.239	-1.42	11.81	12.51	22.90	3	36.2	21.0	34.3	24.7	26.6	28.4	30.2
4	80.7869	-2.79	15.64	15.00	27.86	4	61.0	25.4	69.9	33.2	38.4	43.7	49.0
5	56.6005	-1.95	30.64	18.25	46.94	5	68.7	37.4	101.2	47.9	48.9	49.8	50.8
6	46.0949	-1.59	21.47	30.76	50.64	6	51.3	48.8	103.8	50.2	49.7	49.3	48.8
7	40.5669	-1.40	17.48	33.18	49.26	7	43.3	49.9	97.2	48.4	47.5	46.7	45.8
8	37.2874	-1.29	15.39	32.27	46.38	8	38.9	47.8	88.3	45.5	44.6	43.6	42.7
9	34.761	-1.20	14.14	30.38	43.33	9	36.0	44.9	79.4	42.5	41.6	40.8	39.9
10	34.761	-1.20	13.19	28.39	40.37	10	34.8	41.9	72.3	39.8	39.3	38.7	38.1
11	33.5302	-1.16	13.19	26.45	38.48	11	34.1	39.4	67.1	38.0	37.5	37.0	36.5
12	32.321	-1.11	12.72	25.21	36.82	12	32.9	37.6	62.3	36.4	35.9	35.5	35.0
13	32.321	-1.11	12.26	24.12	35.27	13	32.3	36.0	58.6	35.0	34.7	34.4	34.1
14	32.321	-1.11	12.26	23.11	34.25	14	32.3	34.8	56.2	34.1	33.9	33.7	33.5
15	31.7245	-1.09	12.26	22.44	33.61	15	32.0	33.9	54.3	33.4	33.2	33.0	32.9
16	31.7245	-1.09	12.03	22.02	32.96	16	31.7	33.3	52.7	32.8	32.7	32.6	32.5
17	31.1334	-1.07	12.03	21.59	32.55	17	31.4	32.8	51.4	32.4	32.3	32.1	32.0
18	30.5477	-1.05	11.81	21.33	32.08	18	30.8	32.3	49.9	31.9	31.8	31.6	31.5
19	30.5477	-1.05	11.59	21.02	31.55	19	30.5	31.8	48.6	31.5	31.4	31.3	31.2
20	29.9674	-1.03	11.59	20.67	31.23	20	30.3	31.4	47.5	31.1	31.0	30.8	30.7
21	29.3925	-1.01	11.37	20.46	30.81	21	29.7	31.0	46.2	30.7	30.5	30.4	30.2
4	80.7869				50.64	6							

Tabla 54 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.







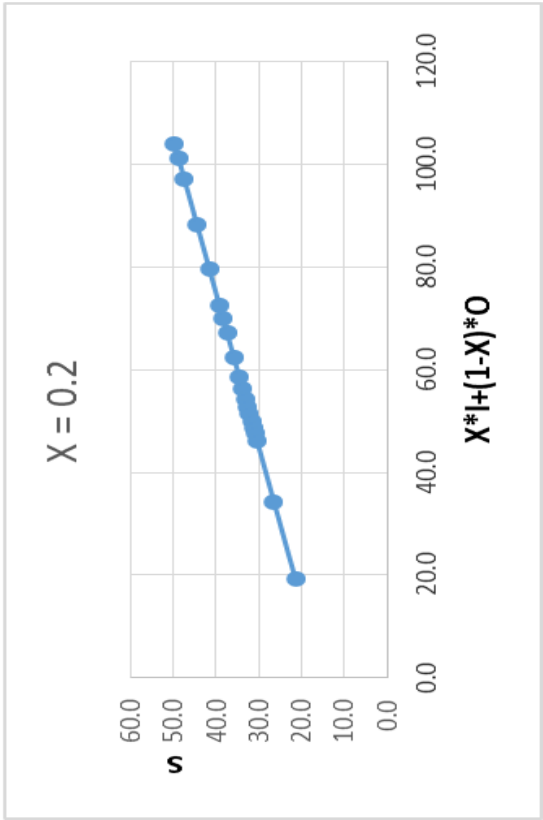


Imagen 66 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.3						
						k =	3						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.1538	C_2 = 0.5385	C_3 = 0.6154						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1}+I_i)/2$	$(O_{i-1}+O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-4.79	10.50	12.00	17.70	2	0	0	17.7	19.05	20.39	21.73	23.08
3	41.239	-6.34	16.76	10.90	21.32	3	36.1862	19.5099811	34.38	23.31	25.3	27.29	29.28
4	80.7869	-12.43	22.21	13.12	22.89	4	61.01295	22.1044114	73.29	28.68	34.47	40.26	46.05
5	56.6005	-8.71	43.50	14.09	48.88	5	68.6937	35.8875801	106.1	49.65	50.43	51.2	51.97
6	46.0949	-7.09	30.48	30.08	53.47	6	51.3477	51.1739339	106.3	52.73	51.99	51.26	50.52
7	40.5669	-6.24	24.82	32.90	51.48	7	43.3309	52.4741209	97.13	50.39	49.3	48.21	47.12
8	37.2874	-5.74	21.84	31.68	47.79	8	38.92715	49.6349975	86.42	46.74	45.69	44.64	43.59
9	34.761	-5.35	20.08	29.41	44.14	9	36.0242	45.9632023	76.48	43.2	42.26	41.33	40.39
10	34.761	-5.35	18.72	27.16	40.53	10	34.761	42.3348476	68.91	39.95	39.38	38.8	38.22
11	33.5302	-5.16	18.72	24.94	38.50	11	34.1456	39.5165062	63.53	38	37.51	37.01	36.51
12	32.321	-4.97	18.05	23.69	36.78	12	32.9256	37.6384653	58.82	36.33	35.88	35.44	34.99
13	32.321	-4.97	17.40	22.63	35.06	13	32.321	35.9188402	55.22	34.79	34.51	34.24	33.97
14	32.321	-4.97	17.40	21.58	34.01	14	32.321	34.5350555	53.01	33.84	33.67	33.5	33.33
15	31.7245	-4.88	17.40	20.93	33.45	15	32.02275	33.7293803	51.3	33.28	33.11	32.93	32.76
16	31.7245	-4.88	17.08	20.59	32.79	16	31.7245	33.1188687	49.91	32.68	32.57	32.47	32.36
17	31.1334	-4.79	17.08	20.18	32.47	17	31.42895	32.6280423	48.71	32.34	32.2	32.07	31.93
18	30.5477	-4.70	16.76	19.98	32.05	18	30.84055	32.257376	47.29	31.9	31.75	31.6	31.45
19	30.5477	-4.70	16.45	19.72	31.47	19	30.5477	31.7574968	46.08	31.38	31.29	31.19	31.1
20	29.9674	-4.61	16.45	19.37	31.20	20	30.25755	31.3368288	45	31.08	30.96	30.83	30.71
21	29.3925	-4.52	16.14	19.20	30.82	21	29.67995	31.0105831	43.67	30.67	30.53	30.39	30.25
4	80.7869				53.47	6							

Tabla 55 Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

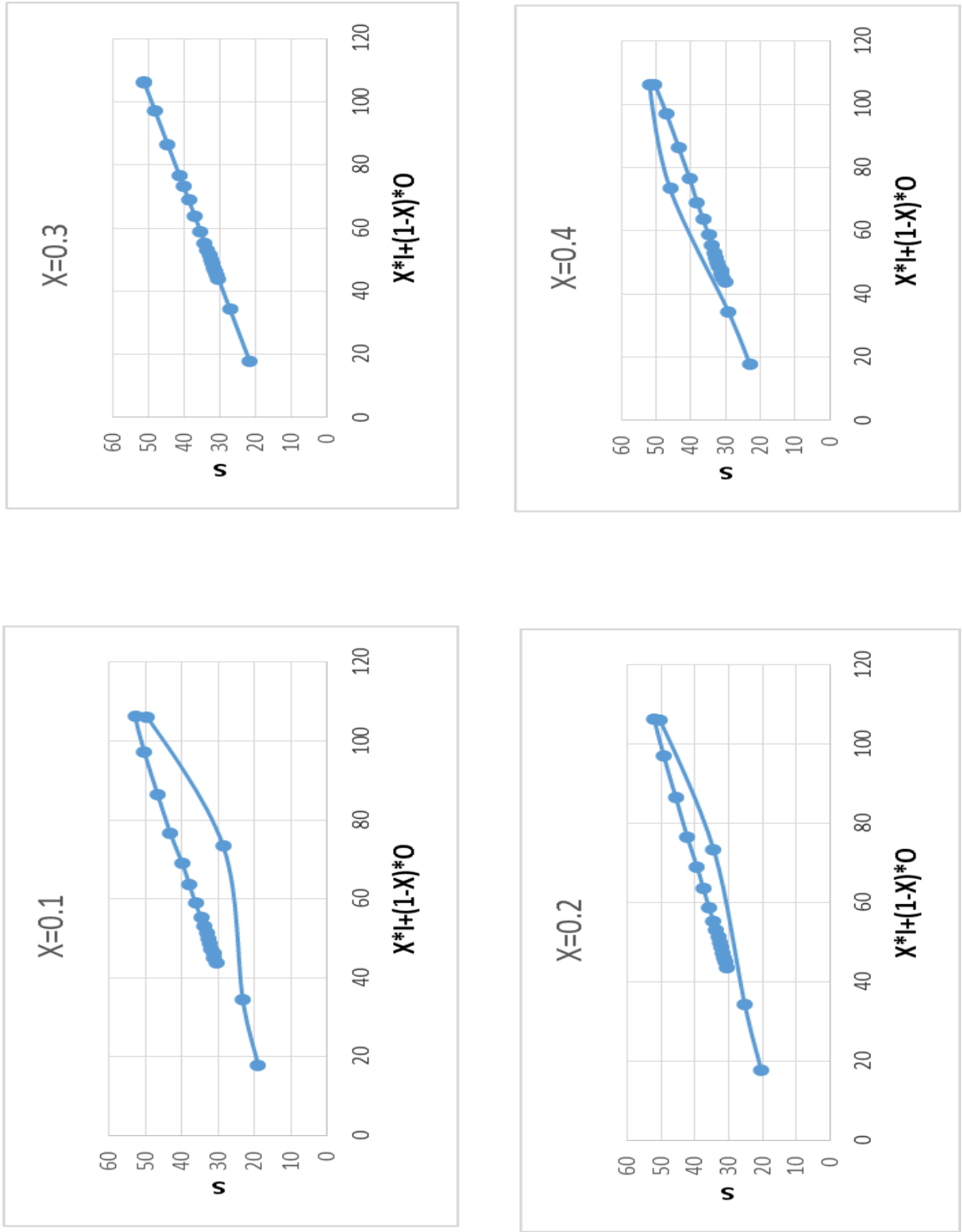


Imagen 67 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.4						
						k =	3						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.3043	C_2 = 0.7391	C_3 = 0.5652						X	X	X	X
1	19.4954	0	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1)} + I_i)/2$	$(O_{i-1)} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-9.48	14.41	11.02	15.95	2	0	0	15.95	17.47	18.99	20.51	22.03
3	41.239	-12.55	23.01	9.02	19.48	3	36.1862	17.7155913	34.42	21.65	23.83	26.01	28.18
4	80.7869	-24.59	30.48	11.01	16.90	4	61.01295	18.1903233	77.25	23.29	29.68	36.07	42.46
5	56.6005	-17.23	59.71	9.55	52.04	5	68.6937	34.4712371	111.5	52.5	52.95	53.41	53.86
6	46.0949	-14.03	41.84	29.41	57.22	6	51.3477	54.6297862	108.2	56.11	54.99	53.88	52.77
7	40.5669	-12.35	34.07	32.34	54.07	7	43.3309	55.6426878	95.88	52.72	51.37	50.02	48.67
8	37.2874	-11.35	29.98	30.56	49.19	8	38.92715	51.6300083	83.17	48	46.81	45.62	44.43
9	34.761	-10.58	27.56	27.81	44.79	9	36.0242	46.990533	72.21	43.78	42.78	41.78	40.78
10	34.761	-10.58	25.69	25.31	40.43	10	34.761	42.6070143	64.36	39.86	39.29	38.73	38.16
11	33.5302	-10.20	25.69	22.85	38.34	11	34.1456	39.3829994	59.12	37.86	37.38	36.9	36.42
12	32.321	-9.84	24.78	21.67	36.62	12	32.9256	37.4771736	54.57	36.19	35.76	35.33	34.9
13	32.321	-9.84	23.89	20.70	34.75	13	32.321	35.6822372	51.21	34.51	34.26	34.02	33.78
14	32.321	-9.84	23.89	19.64	33.69	14	32.321	34.2208297	49.31	33.56	33.42	33.28	33.14
15	31.7245	-9.66	23.89	19.04	33.28	15	32.02275	33.4855885	47.85	33.12	32.97	32.81	32.66
16	31.7245	-9.66	23.45	18.81	32.60	16	31.7245	32.9403435	46.63	32.51	32.43	32.34	32.25
17	31.1334	-9.48	23.45	18.43	32.40	17	31.42895	32.5016659	45.56	32.27	32.15	32.02	31.89
18	30.5477	-9.30	23.01	18.31	32.03	18	30.84055	32.2143459	44.18	31.88	31.73	31.58	31.44
19	30.5477	-9.30	22.58	18.10	31.38	19	30.5477	31.7061716	43.03	31.3	31.22	31.13	31.05
20	29.9674	-9.12	22.58	17.74	31.20	20	30.25755	31.2907948	41.99	31.07	30.95	30.83	30.71
21	29.3925	-8.95	22.15	17.63	30.84	21	29.67995	31.0173493	40.66	30.69	30.55	30.4	30.26
4	80.7869				57.22	6							

Tabla 56Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

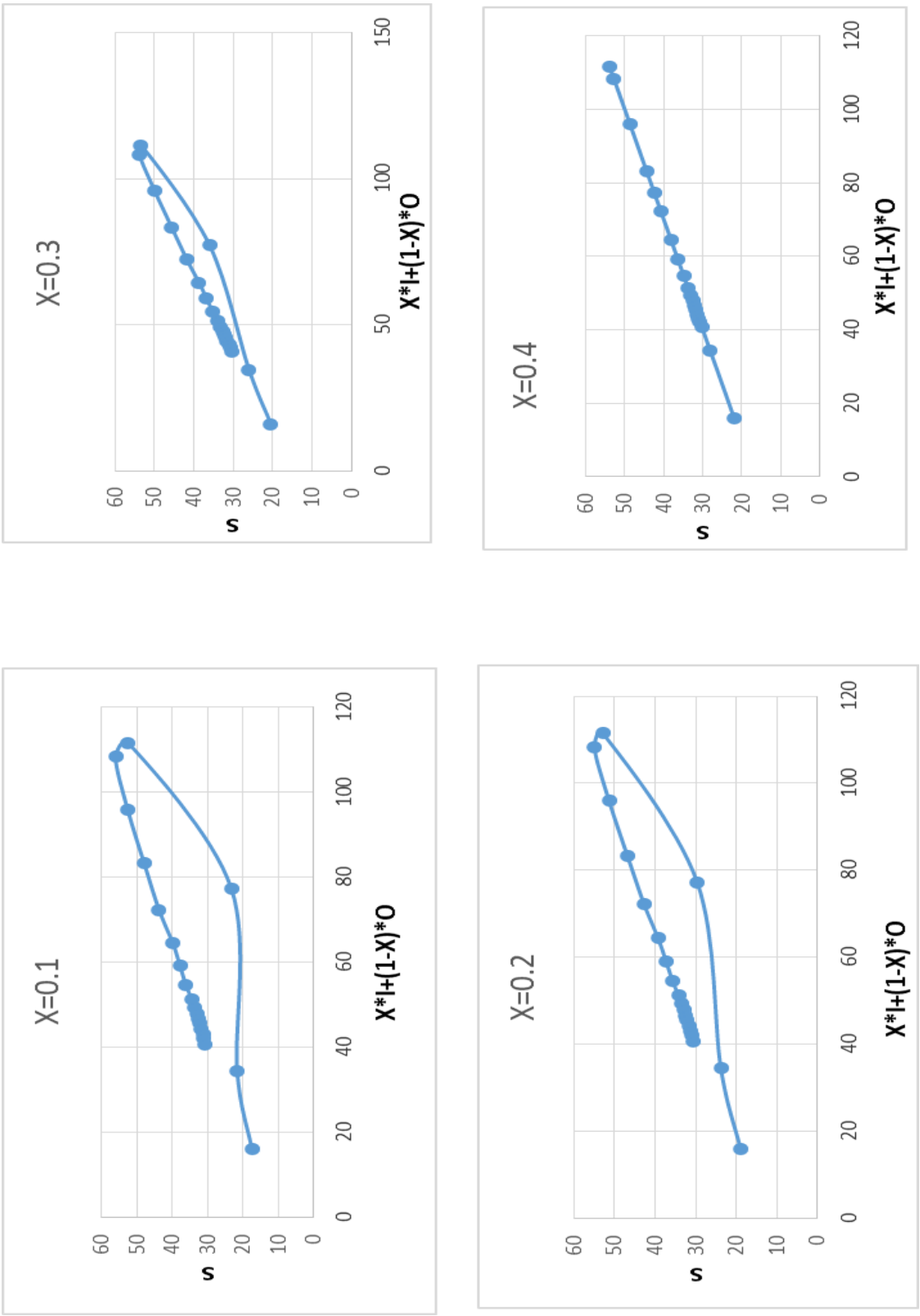


Imagen 68 Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

Periodo de tránsito	Caudal de entrada	$C_1 I_{j+1}$	$C_2 I_j$	$C_3 Q_j$	Caudal de salida Q	X =	0.5						
						k =	3						
j(h)	I = cfs	C_1 = 0.5000	C_2 = 1.0000	C_3 = 0.5000						X	X	X	X
1	19.4954	4.535	0	0	19.4954	1	$(I_{i-1} + I_i)/2$	$(O_{i-1} + O_i)/2$	Si	0.1	0.2	0.3	0.4
2	31.1334	-15.57	19.50	9.75	13.68	2	0	0	13.68	15.42	17.17	18.91	20.66
3	41.239	-20.62	31.13	6.84	17.35	3	36.1862	15.51425	34.35	19.74	22.13	24.52	26.91
4	80.7869	-40.39	41.24	8.68	9.52	4	61.01295	13.43685	81.92	16.65	23.77	30.9	38.03
5	56.6005	-28.30	80.79	4.76	57.25	5	68.6937	33.384525	117.2	57.18	57.12	57.05	56.99
6	46.0949	-23.05	56.60	28.62	62.18	6	51.3477	59.7121125	108.9	60.57	58.96	57.35	55.74
7	40.5669	-20.28	46.09	31.09	56.90	7	43.3309	59.5383063	92.66	55.27	53.63	52	50.37
8	37.2874	-18.64	40.57	28.45	50.37	8	38.92715	53.6364781	77.95	49.06	47.76	46.45	45.14
9	34.761	-17.38	37.29	25.19	45.09	9	36.0242	47.7332891	66.24	44.06	43.03	41.99	40.96
10	34.761	-17.38	34.76	22.55	39.93	10	34.761	42.5103445	58.49	39.41	38.89	38.38	37.86
11	33.5302	-16.77	34.76	19.96	37.96	11	34.1456	38.9433723	53.7	37.52	37.07	36.63	36.19
12	32.321	-16.16	33.53	18.98	36.35	12	32.9256	37.1544861	49.47	35.95	35.54	35.14	34.74
13	32.321	-16.16	32.32	18.17	34.34	13	32.321	35.3423431	46.45	34.13	33.93	33.73	33.53
14	32.321	-16.16	32.32	17.17	33.33	14	32.321	33.8316715	44.94	33.23	33.13	33.03	32.93
15	31.7245	-15.86	32.32	16.66	33.12	15	32.02275	33.2254608	43.73	32.98	32.84	32.7	32.56
16	31.7245	-15.86	31.72	16.56	32.42	16	31.7245	32.7732304	42.68	32.35	32.28	32.21	32.14
17	31.1334	-15.57	31.72	16.21	32.37	17	31.42895	32.3966402	41.72	32.25	32.12	32	31.88
18	30.5477	-15.27	31.13	16.18	32.04	18	30.84055	32.2069951	40.35	31.89	31.75	31.6	31.45
19	30.5477	-15.27	30.55	16.02	31.30	19	30.5477	31.6701975	39.23	31.22	31.15	31.07	31
20	29.9674	-14.98	30.55	15.65	31.21	20	30.25755	31.2540238	38.23	31.09	30.96	30.84	30.71
21	29.3925	-14.70	29.97	15.61	30.88	21	29.67995	31.0445869	36.87	30.73	30.58	30.43	30.28
4	80.7869				62.18	6							

Tabla 57Cálculo de coeficientes de almacenamiento para un x = 0,3 y K = 1,0.

Fuente: Los Autores.

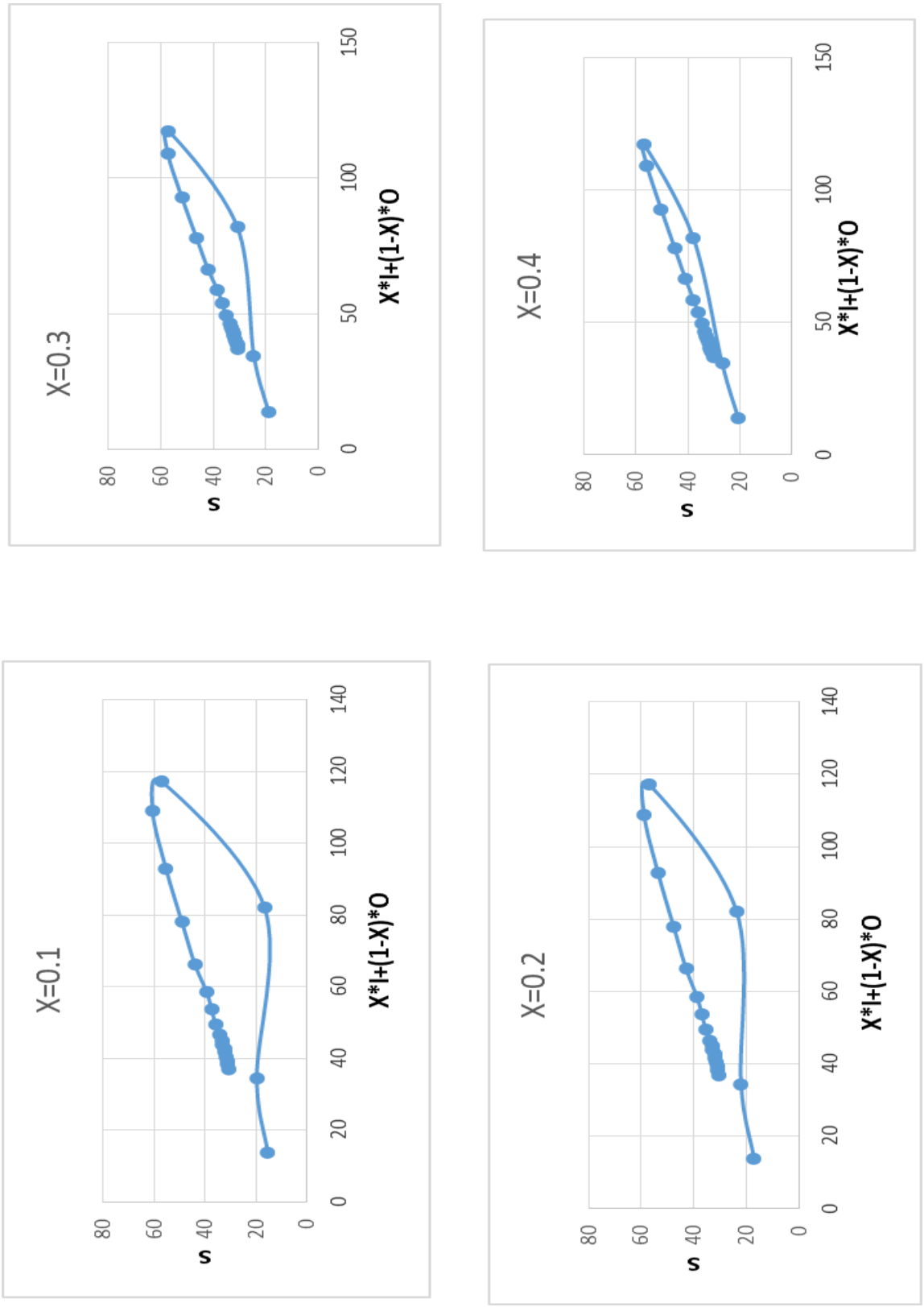


Imagen 69Funciones de almacenamiento K = 1 versus X variando entre 0,1 a 0,4.

Fuente: Los Autores.

BIBLIOGRAFÍA.

Chow V.T. Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial Nomos S.A. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 2000.

Chow V.T. Hidrología Aplicada. Editorial Nomos S.A. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 2000.

DIAZ ARDILA WILFREDO A. Montaje y calibración de una estación hidrométrica automática para medición en el río oro. Bucaramanga, Colombia, 2006. Disponible en: < http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/1803/2/122090.pdf>

EOI-ESCUELA DE NEGOCIOS. Caudales en ríos. Instrumentos de medida y redes. Disponible en: <http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45239/componente45237.pdf>

ICONTEC. Normas técnicas colombianas sobre documentación, tesis y otros trabajos de grado. Bogotá. 1997

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, Bases Conceptuales y Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Departamental, Editorial Linotipia Bolívar, Primera Edición, Santa Fe de Bogotá - Colombia, 1997.

JUAN P.MARTIN VIDE Ingeniería de ríos primera edición marzo de 2002 segunda edición 2006.

LINSLEY R.K. (Jr)., KOHLER M.A. y PAULHUS J.L.H., 1958, 1967, 1977 (2ª edición) "Hidrología para ingenieros" 386 págs. Ed. Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A. Bogotá.

MINTEGUI J.A., ROBREDO J.C. (1993) "Métodos para la estimación de los efectos torrenciales en una cuenca hidrográfica. Manual para un programa básico.". Fundación Conde del Valle Salazar. E.T.S. de Ingenieros de Montes de Madrid.

RAVELO GARCÍA ALICIA (2005). “Métodos Hidráulicos e Hidrológicos para el tránsito de avenidas en cauces”. Tesis de maestría. División de Estudios de Posgrado; Faculta de Ingeniería,UNAM.

SÁNCHEZ, F. J. (2013).- Tránsito de hidrogramas. Universidad de Salamanca, Dpto. Geología. Disponible en:< http://hidrologia.usal.es>

TEMEZ, J.R. (1978 Y 1989). “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales" M.O.P.U. Dirección General de Carreteras. Madrid.