

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



# CAPITULO 7

## PROYECTO DE DRENAJE

PROYECTO DE DRENAJE Y VIALIDAD PARA EL LOTEO  
"ALTO MOLVENTO"



## CAPÍTULO 7: PROYECTO DE DRENAJE

### 7.1 GENERALIDADES

La formulación de todo Proyecto de Drenaje se debe ajustar a ciertos principios rectores, los son enumerados según la ASCE (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles) (1992) y Tucci (1994) de la siguiente manera:

- 1) *Ningún usuario urbano debe ampliar la crecida natural:* las crecidas naturales no pueden ser aumentadas por los que ocupan la cuenca, sea un simple loteo u otras obras derivadas del ambiente urbano. Esto se aplica al relleno de zonas bajas, a la impermeabilización de las superficies, a la construcción de calles y avenidas, etc.
- 2) *Los impactos hidrológicos de la urbanización no deben ser transferidos:* las obras y medidas a implementar no pueden reducir el impacto de un área en detrimento de otra u otras. Caso que ello ocurra se deben prever medidas compensatorias.
- 3) *Las aguas pluviales requieren espacio:* una vez que el agua de lluvia alcanza el suelo la misma escurrirá, exista o no un sistema de drenaje adecuado. Siempre que se elimine el almacenamiento natural sin que se adopten medidas compensatorias, el volumen eliminado será ocupado en otro lugar. Canales y conductos desplazan la necesidad de espacio y deben ser proyectados teniendo presente este hecho. En otras palabras, el problema de drenaje urbano es, esencialmente, un problema de asignación de espacio, por lo que es indispensable preservar áreas o sectores para el manejo de las aguas.
- 4) *Las áreas bajas aledañas a los cursos de agua, delineadas por el escurrimiento, son parte de los cursos:* toda ocupación que se realice en estas áreas originará posteriormente la adopción de medidas compensatorias onerosas. La preservación de estas áreas de inundación natural es invariablemente la solución más barata para los problemas de inundación. Adicionalmente ofrece otras ventajas colaterales dentro del espacio urbano como creación de áreas verdes, oportunidades de recreación, preservación de los ecosistemas, etc.
- 5) *La solución de los problemas debe involucrar la adopción de medidas estructurales y no estructurales:* las medidas estructurales implican la alteración del medio físico a través de obras de conducción y regulación. Las medidas no estructurales presuponen una convivencia razonable de la población con los problemas
- 6) *El subsistema de drenaje es parte de un ambiente urbano complejo:* el subsistema de drenaje no debe ser un fin en sí mismo, sino un medio que posibilite la mejora del ambiente urbano de forma más amplia. Debe ser articulado con los otros subsistemas urbanos.
- 7) *Calidad y cantidad del agua constituyen variables del mismo problema:* deben ser consideradas en conjunto.
- 8) *Todo estudio de drenaje urbano debe ser analizado en el contexto integral de las cuencas hidrográficas involucradas:* es necesario eliminar las barreras existentes entre el estudio de los problemas del drenaje urbano (a cargo de las

municipalidades) y el análisis del drenaje regional (a cargo de organismos provinciales o nacionales)

- 9) *Se deben privilegiar los mecanismos naturales de escurrimiento:* preservando los canales y cuerpos naturales de agua
- 10) *Los costos de las medidas estructurales deben ser transferidos a los propietarios de los lotes:* en forma proporcional a la superficie impermeable que posean, ya que ella es la generadora del aumento del escurrimiento.
- 11) *Se debe priorizar el control del escurrimiento pluvial en la fuente.*
- 12) *Los medios de implantación del control de crecidas son el Plan Director de Drenaje Urbano, las legislaciones municipal y provincial y el Manual de Drenaje.* El primero establece las líneas generales, las legislaciones controlan y el Manual orienta.
- 13) *El control de inundaciones es un proceso permanente:* Establecer planes y ordenanzas no es suficiente; es preciso el control permanente para verificar posibles violaciones y para adaptar la legislación a nuevas situaciones; n) Se debe incluir un proceso de formación y esclarecimiento a tomadores de decisión (municipal, provincial y federal), a profesionales y a la población en general

La elaboración de un Proyecto de Drenaje requiere interpretar en forma integral la dinámica del sistema hidrológico y sus respuestas frente a modificaciones que pueden darse en las subcuencas que lo componen. En tal sentido, debe desarrollarse un modelo hidrológico computacional del mismo para simular el Escenario Actual y las diferentes alternativas de obras que se propongan dentro del Proyecto.

## 7.2 OBRAS PROYECTADAS

El Sistema de Drenaje propuesto estará dado por un conjunto de cinco microembalses que permitirán efectuar la regulación de los excedentes hídricos buscando restituir el escurrimiento natural de las cuencas que comprenden el desarrollo inmobiliario. Se destaca también que el manejo superficial de las aguas se hará a través de las calzadas de la vialidad interna del emprendimiento. El proyecto incluye además la ejecución de canales para materializar las servidumbres de paso.

Debido a la topografía de montaña en la que se desarrolla el loteo, así como la disponibilidad de espacios verdes, existen algunos sectores en los que se ve dificultada su regulación. En tal sentido el criterio adoptado a la hora del diseño del sistema de drenaje es sobrerregular en aquellas lagunas que sea factible hacerlo, de manera tal de compensar con aquellas zonas que no es posible regular.

En la Figura 7.1, se puede visualizar la ubicación de las obras proyectadas. De las lagunas proyectadas, se destaca que las dimensiones de las mismas resultan de los volúmenes de excedentes pluviales que se pretende regular, los cuales surgen a partir de las precipitaciones de diseño ya mencionadas. El criterio empleado para definir la ubicación de dichas obras se desprende de la topografía, del amanzanamiento y proyecto vial propuesto, de las áreas verdes disponibles y del uso del suelo aguas debajo de las cuencas. A los caudales erogados por las lagunas se les sumarán los demás escurrimientos de las cuencas y del loteo, y siguiendo su curso aguas abajo serán conducidos a través de las

alcantarillas de la Ruta Provincial N°5 que permiten el paso de los escurrimientos hacia agua debajo de esta.

Se observa también, como parte del sistema de drenaje, el cálculo de una alcantarilla de cruce por debajo de la Calle 01. La misma permitirá dar continuidad a los escurrimientos del cauce principal de la subcuenca 06a que se verán interrumpidos por el terraplén de dicha calle, previsto en el diseño altimétrico de la vía en cuestión.

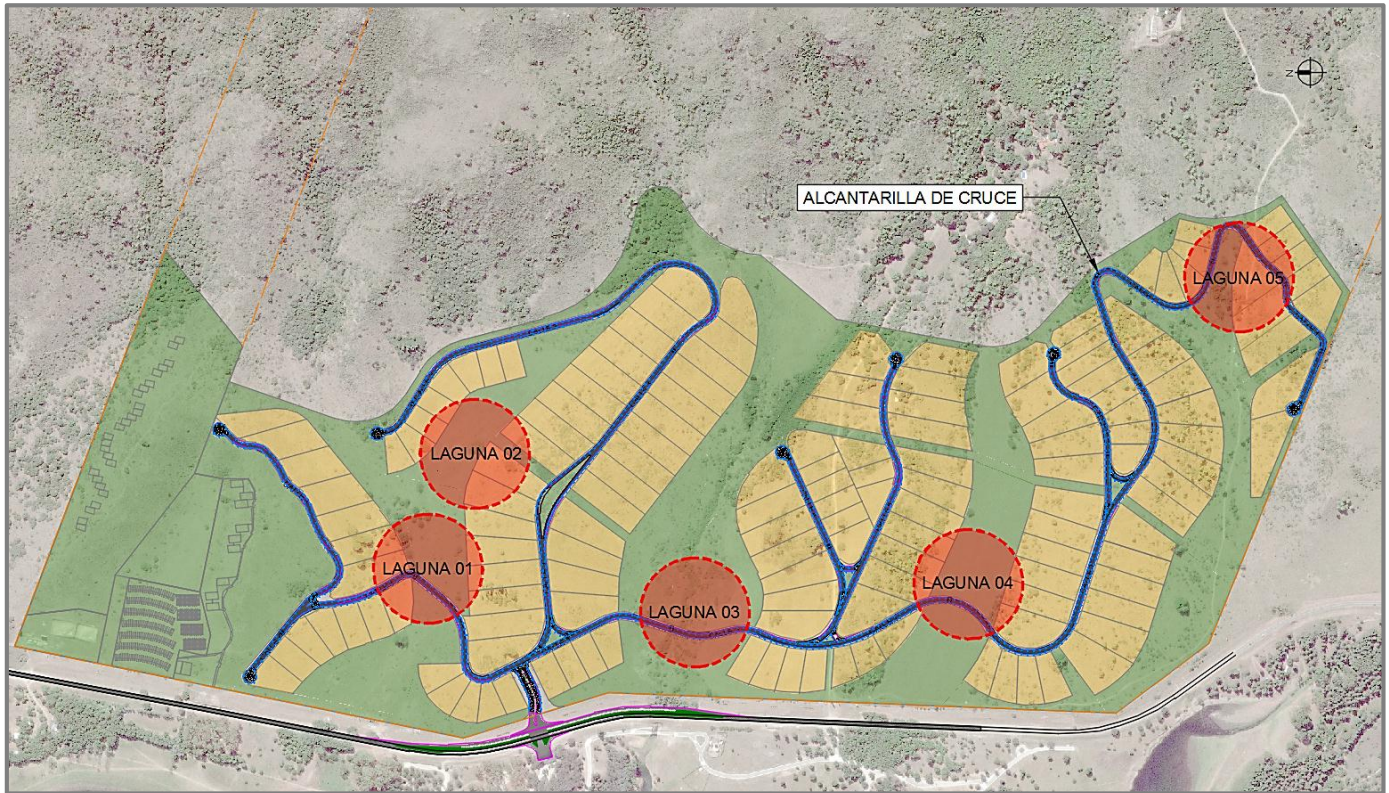


Figura 7.1. Distribución Obras Proyectadas

Para el diseño de las lagunas de regulación se tuvieron en cuenta una serie de factores, los cuales se enuncian a continuación:

- **Obra de Ingreso:** en el caso que la laguna sea totalmente excavada, el ingreso se hace directamente desde la vialidad o mediante un canal sobre el coronamiento de la misma. En los casos en que el fondo de la laguna coincide con el terreno natural, el agua ingresa escurriendo por sobre el mismo.
- **Obra de Salida:** Por lo general, la salida de la laguna puede ser hacia vialidad, hacia terreno natural o si en el terreno existe un canal de conducción se puede verter al mismo.



- Cota de Entrada: Si el ingreso es desde vialidad, la cota de entrada debe estar a la altura de la rasante de la calle en ese punto o unos pocos centímetros por debajo de ella.
- Cota de Salida: La cota de salida debe asegurar que el agua que se descarga lo haga por gravedad, siguiendo su curso por el terreno natural.
- Taludes: Lo recomendable es adoptar taludes lo más tendidos posibles, pues esto favorece la estabilidad del mismo. Se recomiendan taludes 3H:1V. En aquellos casos donde no sea posible efectuar dichos taludes se permiten taludes 2H:1V, debiendo verificar la estabilidad de los mismos.
- Pendiente de Fondo: es preferible seguir la pendiente natural del terreno ya que de esta forma se evita terraplenar o excavar. Ante la necesidad de aumentar el volumen de almacenamiento para una misma área se excava el terreno, atendiendo siempre a garantizar una pendiente de fondo mínima del 0,1% ó 1‰.

### 7.2.1 Laguna de Regulación 01

Este microembalse de regulación fue proyectado con el objetivo de regular la subcuenca de aporte SC02a. Como se puede ver en la Figura 7.2, la ubicación del mismo tiene como objetivo aprovechar el terraplén de la vialidad interna del loteo, generando un cierre que permitirá un almacenamiento en cuña de los volúmenes escurridos y su posterior descarga progresiva, restituyendo el Escenario Actual. El fondo de la laguna coincide con el terreno natural. Las Características de la misma se enuncian a continuación:

- Superficie: 5947,64 m<sup>2</sup>
- Cota de Coronamiento: 809,40 m
- Cota de Fondo: 806,60 m
- Obra de Descarga: Una alcantarilla tipo cajón de hormigón con dimensiones de 1,10 metro de ancho por 1,00 metro de alto y 17 metros de longitud.

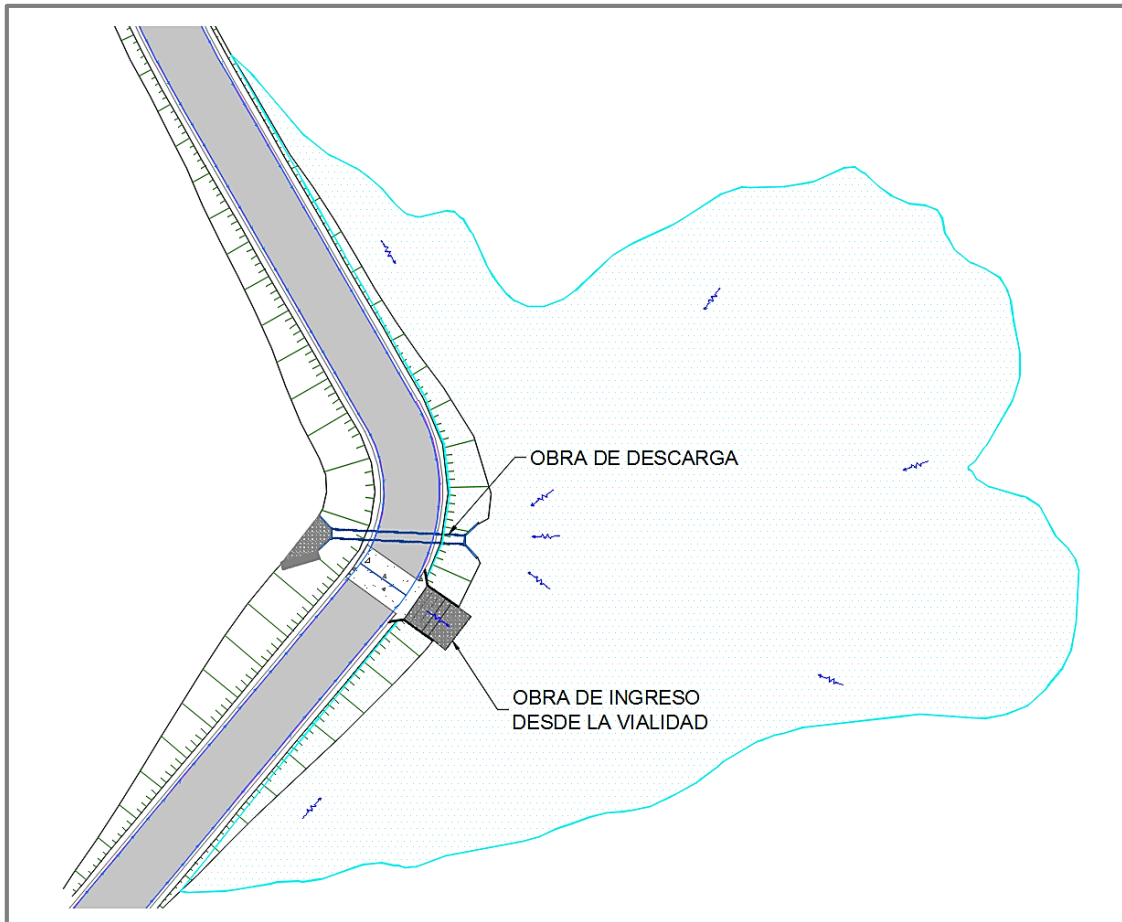


Figura 7.2. Planimetría Laguna de Regulación 01

### 7.2.2 Laguna de Regulación 02

Fue proyectada para controlar los escurrimientos provenientes de la subcuenca de aporte SC02c. La misma puede verse en la Figura 7.3. El fondo se excava a partir de una cota de fondo determinada. Se proyectaron terraplenes para aumentar su capacidad de almacenamiento. Su posición en el espacio busca captar los escurrimientos que llegan allí a través de los bajos de la vialidad interna del predio. Las Características de la misma se enuncian a continuación:

- Superficie: 4772,01 m<sup>2</sup>
- Cota de Coronamiento: 815,00 m
- Cota de Fondo: 812,90 m
- Obra de Descarga: Un descargador de fondo, constituido por un conducto rectangular de hormigón de 0,3 metros x 0,3 metros y un vertedero trapezoidal de 5 metros de longitud de base con taludes 3H:1V ubicado a una cota de 814,40 metros. En la Figura 7.4 se muestra la curva de descarga de dicho vertedero.



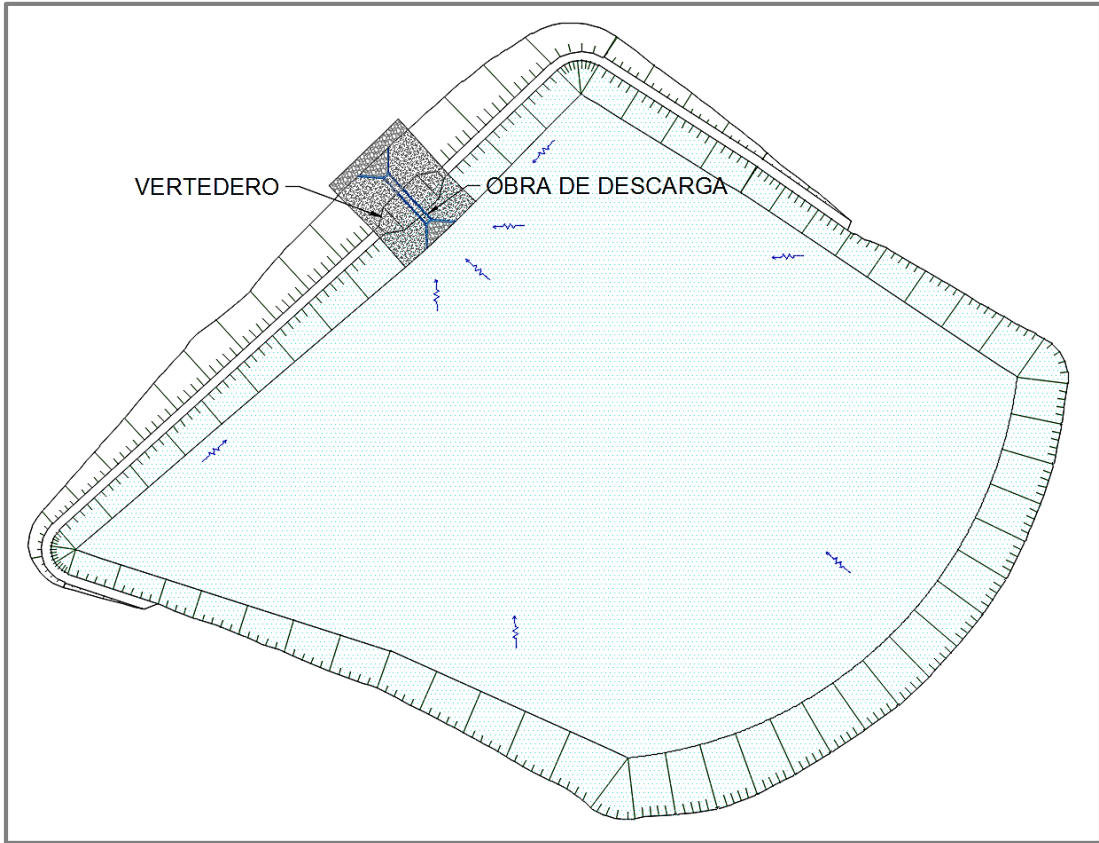


Figura 7.3. Planimetría Laguna de Regulación 02

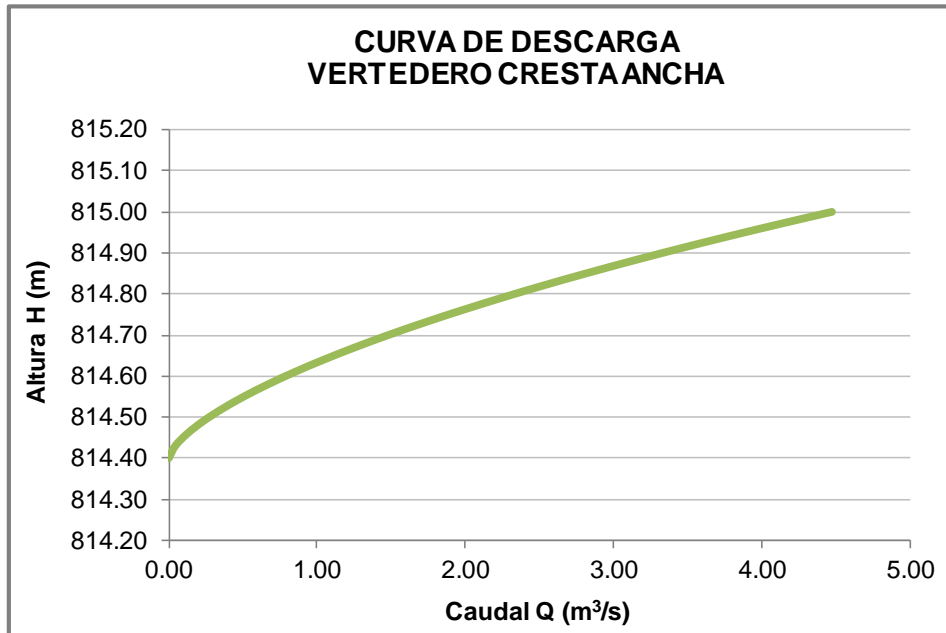


Figura 7.4. Curva de Descarga del Vertedero del Microembalse 02

### 7.2.3 Laguna de Regulación 03

El objetivo de esta laguna (es regular los excedentes provenientes de la subcuenca SC03a. Al igual que la Laguna 01, se buscó aprovechar el terraplén de la vialidad interna generando así un cierre para la regulación de los excedentes. El fondo también coincide con el terreno natural. Las características de la misma son:

- Superficie: 4292,59 m<sup>2</sup>
- Cota de Coronamiento: 806,15 m
- Cota de Fondo: 801,80 m
- Obra de Descarga: Alcantarilla tipo cajón de hormigón. Dimensiones 0,8 metros x 0,8 metros y 23 metros de longitud.

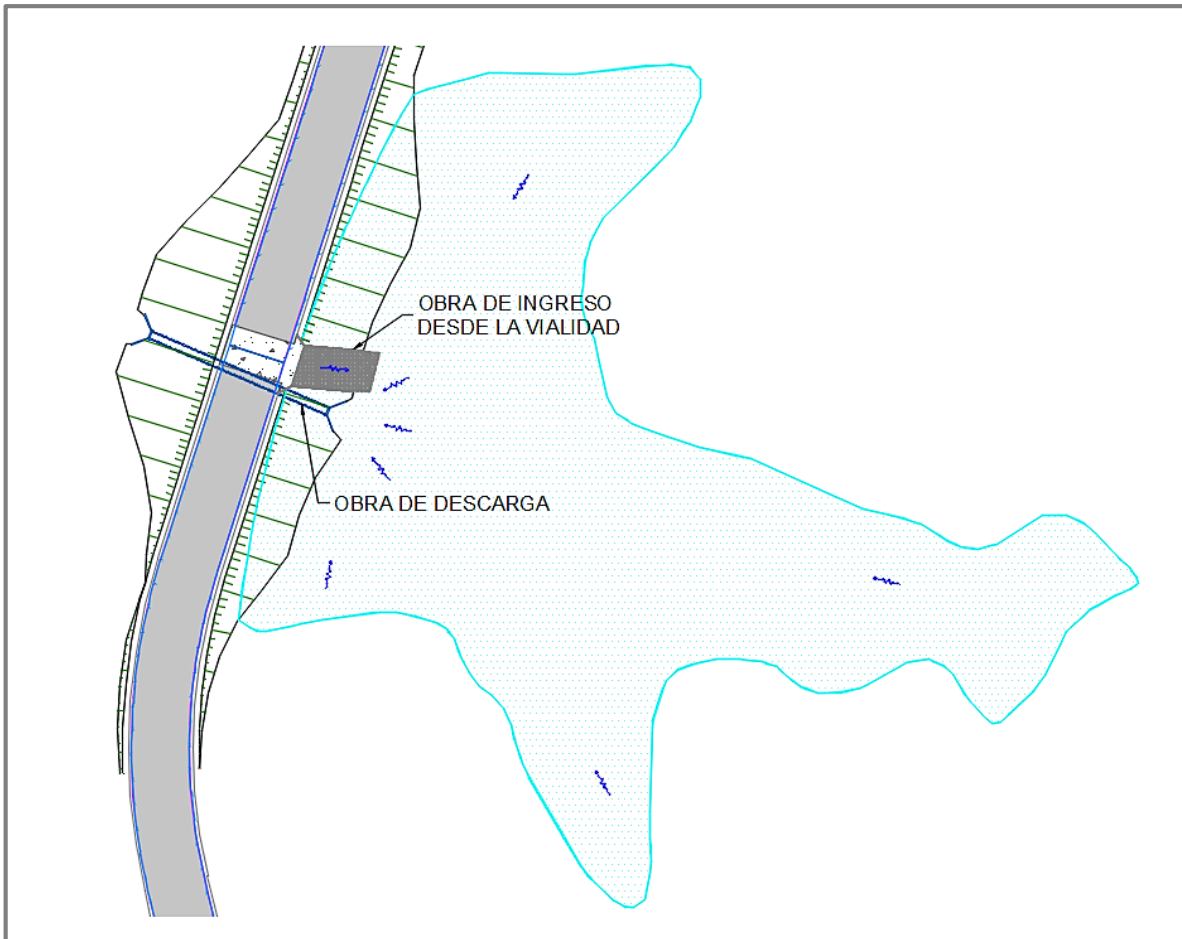


Figura 7.5. Planimetría Laguna de Regulación 03

### 7.2.4 Laguna de Regulación 04

Con esta laguna se pretende regular los excedentes provenientes de la subcuenca SC4a. Las características que presenta el cierre son similares a las de las Lagunas 01 y 03, ejecutándose con el terraplén de la vialidad. La particularidad que presenta ésta, radica en que al ser el bajo menos pronunciado, se tiene menor volumen disponible para el



almacenamiento sin inundar lotes. Para poder subsanar este inconveniente se proyectaron dos terraplenes de contención con una cota de coronamiento determinada que evitan el anegamiento de los lotes de ese sector. Dicha Laguna se muestra en la Figura 7.6. Las características de la misma son:

- Superficie: 7664,20 m<sup>2</sup>
- Cota de Coronamiento: 815,85 m
- Cota de Fondo: 813,50 m
- Cota de Coronamiento de terraplenes laterales: 815,95 m
- Obra de Descarga: Alcantarilla tipo cajón de hormigón, de 0,3 metros x 0,3 metros y 16 metros de longitud.

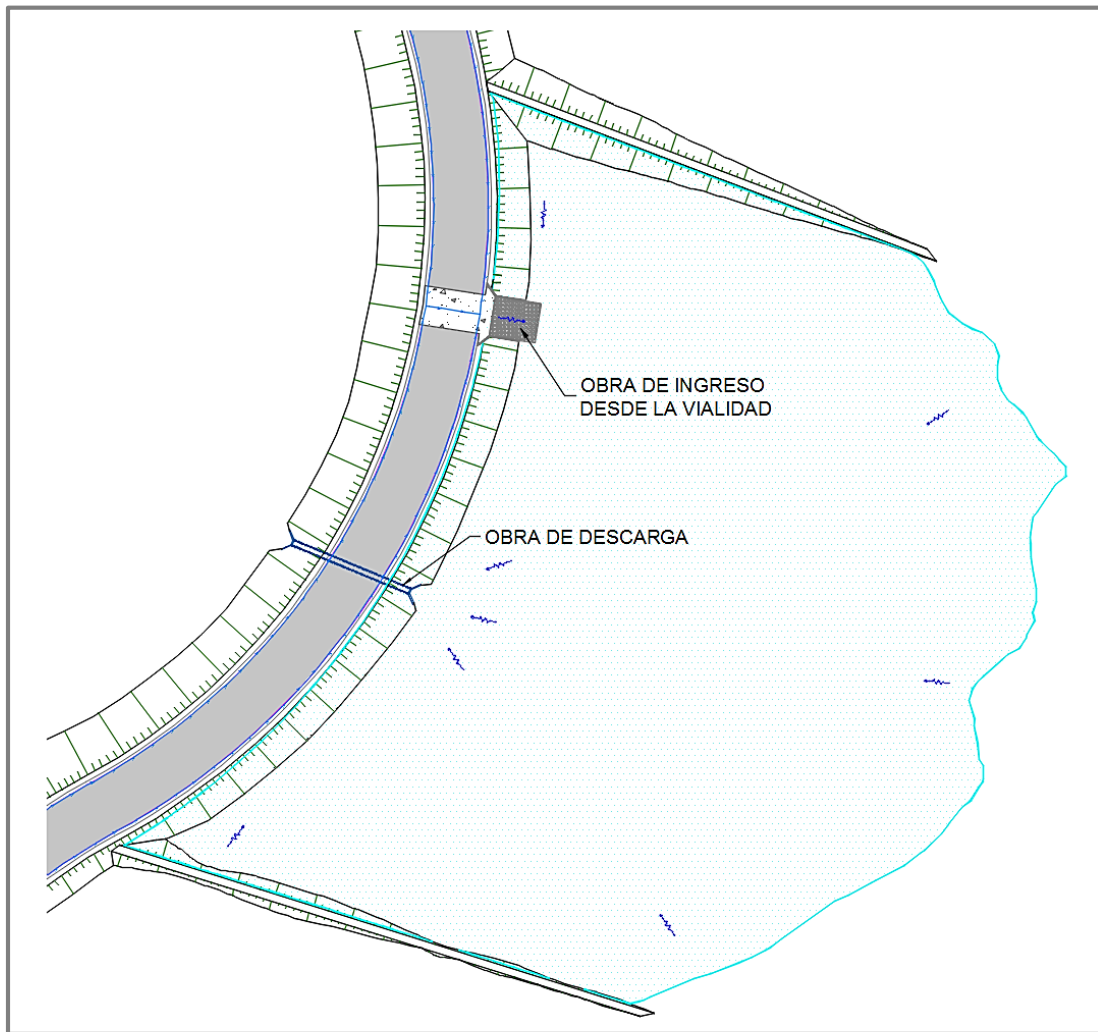


Figura 7.6. Planimetría Laguna de Regulación 04

### 7.2.5 Laguna de Regulación 05

Se proyecta para controlar los escurrimientos provenientes de la Sub Cuenca SC06b. Presenta características similares a la Laguna 02 pues se excava a partir de una cota de

fondo que asegura la descarga de los excedentes hacia el terreno natural. En la Figura 7.7 se observa dicha laguna en planta. Las características de la misma son:

- Superficie: 1095,16 m<sup>2</sup>
- Cota de Coronamiento: 827,00 m
- Cota de Fondo: 825,20 m
- Obra de Descarga: Un descargador de fondo, constituido por un conducto rectangular de hormigón de 0,3 metros x 0,3 metros. También se proyectó un vertedero trapezoidal de 5 metros de longitud y taludes 3H:1V ubicado a una cota de 826,40 metros. La curva de descarga del mismo se presenta en el Figura 7.8.

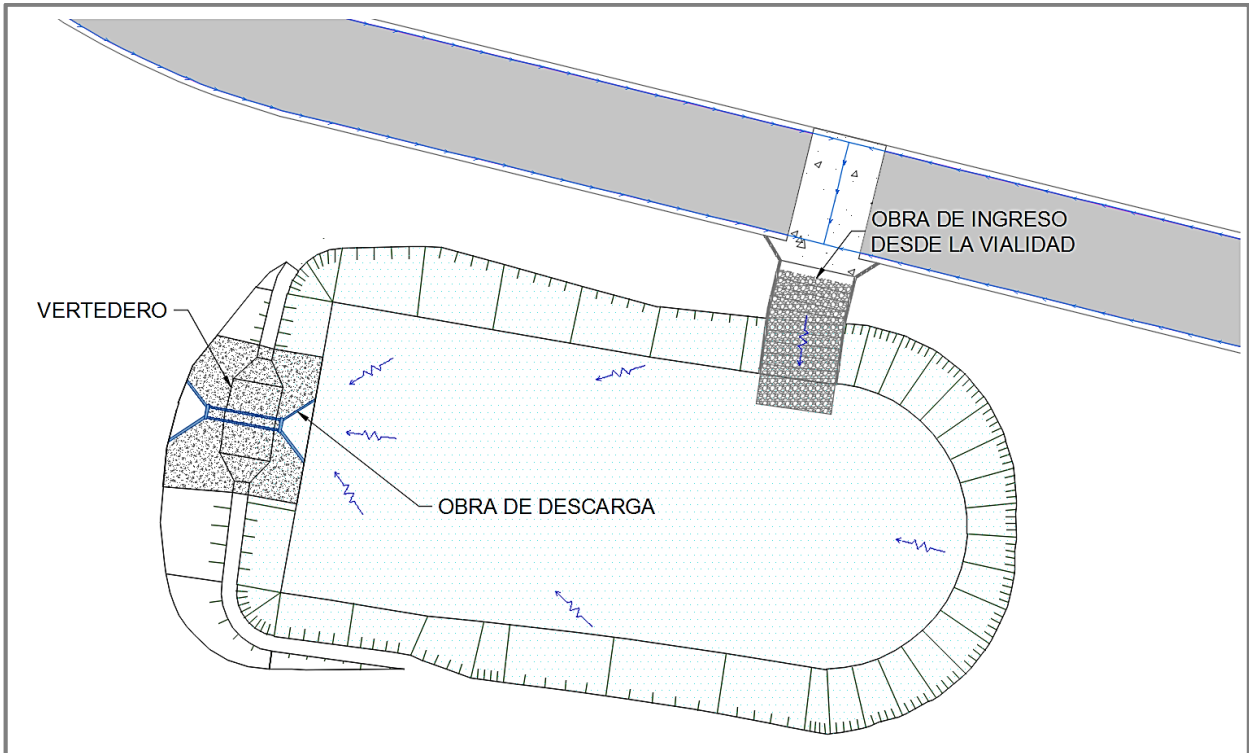


Figura 7.7. Planimetría Laguna de Regulación 05



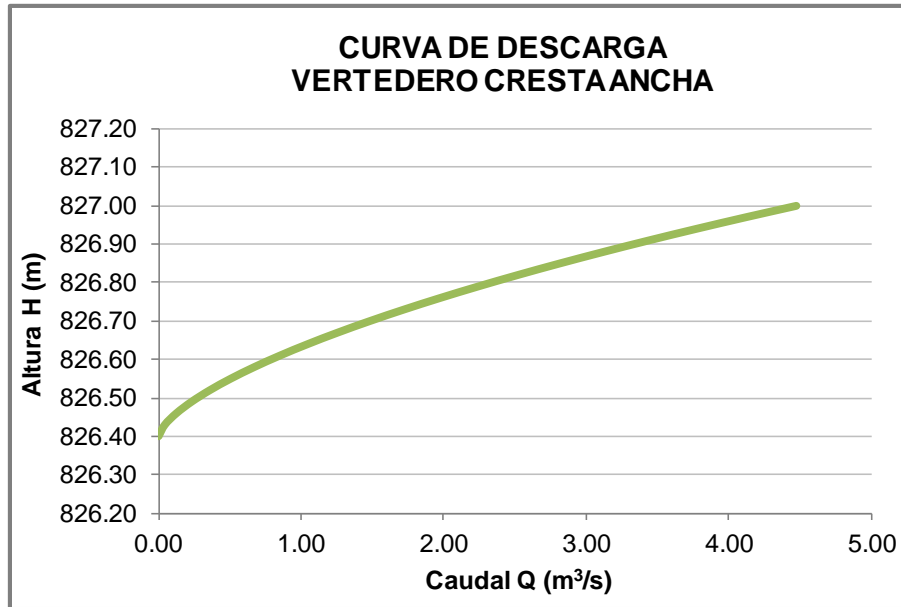


Figura 7.8. Curva de Descarga del Vertedero del Microembalse 05

Los órganos de descarga de las lagunas 02, 04 y 05 se diseñaron con conducto de dimensiones pequeñas (0,3m x 0,3m). Debido a las dimensiones reducidas de los mismos, es recomendable a los efectos de una fácil limpieza y un buen mantenimiento colocar un conducto de mayores dimensiones y regular la descarga del mismo con una compuerta, de forma tal que la sección de descarga sea equivalente al del conducto de dimensiones propuestas.

### 7.2.6 Alcantarilla de Cruce

Esta obra de cruce, por debajo de la Calle 01 en la zona sur del loteo, fue proyectada para permitir que las aguas que escurren a través del bajo natural de la subcuenca 06a continúen su curso hasta la salida del sistema. A partir del caudal obtenido en la modelación hidrológica, se pre dimensionó dicha alcantarilla por medio de la utilización de ábacos provistos en el Manual de Carreteras de la Dirección Nacional de Vialidad. Con estos se obtuvieron a priori las dimensiones aproximadas de la alcantarilla, que trabajará con control de entrada. Para la utilización de los mismo se partió del caudal que ingresará a ella y la altura de carga  $H_e$  a la entrada. Luego, por medio de un modelo de software se procedió a la verificación hidráulica.

La alcantarilla diseñada se encuentra debajo de la Calle 01 en la progresiva 2+940,41. Las características que presenta son:

- Eje: Calle 01
- Progresiva: 2+940,41.
- Sección: Cajón.
- Material: Hormigón.
- Número de Bocas: 1.
- Altura: 1 m.

- Ancho: 1 m.
- Longitud: 16 m.
- Pendiente: 10%.
- Caudal para TR 25 años: 2,193 m<sup>3</sup>/s.
- Caudal para TR 100 años: 3,764 m<sup>3</sup>/s.

Los resultados hidráulicos de la alcantarilla se muestran en la Tabla 7.1. En la Figura 7.9 se representa esquemáticamente una vista de la alcantarilla proyectada entregada por la salida del modelo computacional de cálculo.

Tabla 7.1. Alcantarilla de Cruce Proyectada

| Alcantarilla      | Cota    | Cota   | Cota    | Tapada | H <sub>e</sub><br>adm | He         |             |      |          |
|-------------------|---------|--------|---------|--------|-----------------------|------------|-------------|------|----------|
|                   | Entrada | Salida | Rasante |        |                       | TR 25 AÑOS | TR 100 AÑOS |      |          |
|                   | (m)     | (m)    | (m)     | (m)    | (m)                   | (m)        | (m)         |      |          |
| CALLE 01<br>SC06a | 831,54  | 829.94 | 832,74  | 0,45   | 1,45                  | 0,75       | Verifica    | 1,16 | Verifica |

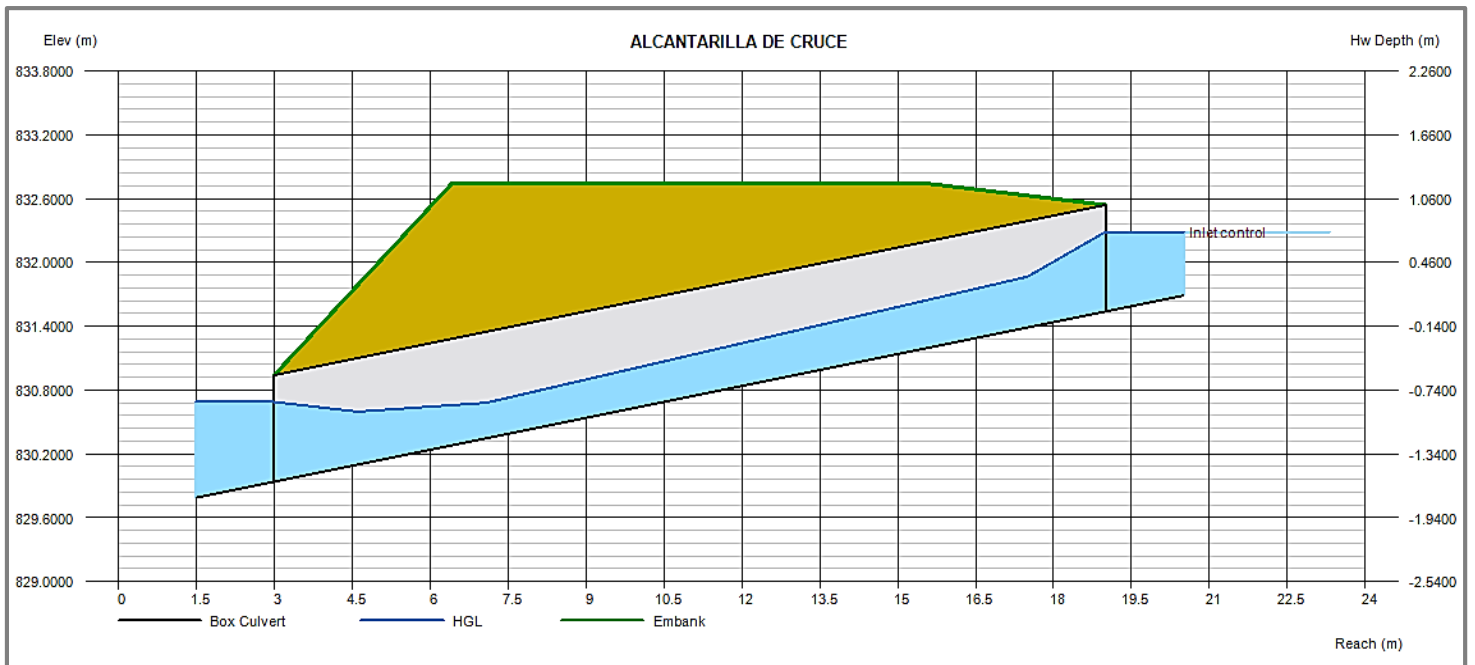


Figura 7.9. Salida del modelo de cálculo de alcantarillas

### 7.2.7 Aplicación del Modelo Hidrológico

Luego de determinados los espacios donde se ubicarán las Lagunas de Regulación, el paso siguiente consistió en proponer tamaños de lagunas que permitan almacenar el caudal a regular y luego verificar si estos permitían lograr un manejo eficiente de los escurrimientos. A partir de aquí el proceso adquirió el carácter de iterativo, en un ida y vuelta hasta alcanzar la superficie y profundidad de laguna necesaria para poder regular de manera óptima los excedentes pluviales, pues es muy difícil que se logre el volumen necesario en la primera propuesta efectuada.

Para determinar las dimensiones finales de cada laguna se efectuó la modelación hidrológica del Escenario Futuro-Regulado, es decir, considerando el uso de suelo futuro y las obras de regulación de excedentes proyectadas funcionando. Dicha modelación se realizó con el ya mencionado software HEC-HMS.

El ingreso de datos que debe hacerse en el HEC-HMS necesita de las lagunas son los que se muestran a continuación:

| Parameter           | Value              |
|---------------------|--------------------|
| Basin Name          | MACRO REGULADO     |
| Element Name        | LAG01              |
| Description         |                    |
| Downstream          | C2                 |
| Method              | Outflow Structures |
| Storage Method      | Elevation-Area     |
| *Elev-Area Function | LAG01              |
| Initial Condition   | Inflow = Outflow   |
| Main Tailwater      | Assume None        |
| Auxiliary           | --None--           |
| Time Step Method    | Automatic Adaption |
| Outlets             | 1                  |
| Spillways           | 0                  |
| Dam Tops            | 1                  |
| Pumps               | 0                  |
| Dam Break           | No                 |
| Dam Seepage         | No                 |
| Release             | No                 |
| Evaporation         | No                 |

Figura 7.10. Parámetros a ingresar para reservorios. HEC-HMS

- Relación Área-Elevación (Elev-Area Function): Se cargan valores del área de almacenamiento de la laguna para distintas alturas desde la cota de fondo hasta el coronamiento (curva altura-almacenamiento). Estos datos se extraen del dibujo de la laguna en Civil 3D.
- Datos del Coronamiento (Dam Tops): Cota de coronamiento, Longitud de coronamiento. Coeficiente: 1.5.

Reservoir Dam Top 1 Options

**Basin Name: MACRO REGULADO**  
**Element Name: LAG01**

Method: Level Overflow  
 Direction: Main

\*Elevation (M)  
 \*Length (M)  
 \*Coefficient (M<sup>0.5/S</sup>)

Figura 7.11. Datos acerca del Coronamiento. HEC-HMS

- Datos de la descarga: Número de conductos de descarga, forma de la sección, longitud del conducto, dimensiones de la sección transversal, cota del conducto a la entrada y salida y coeficientes de entrada y salida.

Reservoir Outlet 1 Options

**Basin Name: MACRO REGULADO**  
**Element Name: LAG02**

Method: Culvert Outlet  
 Direction: Main

Number Barrels: 1

Solution Method: Automatic  
 Shape: Circular  
 Chart: 1: Concrete Pipe Culvert  
 Scale: 1: Square edge entrance with headwall

\*Length (M)  
 \*Diameter (M)  
 \*Inlet Elevation (M)  
 \*Entrance Coefficient:  
 \*Outlet Elevation (M)  
 \*Exit Coefficient:  
 \*Mannings n:

Figura 7.12. Datos de la descarga. HEC-HMS

- Datos del Vertedero: Tipo de vertedero y la curva de altura-caudal del vertedero

**Basin Name: MACRO REGULADO**  
**Element Name: LAG02**

Method: Specified Spillway  
 Direction: Main

\*Rating Curve: VERT02

Figura 7.13. Datos del Vertedero. HEC-HMS



El esquema de modelación del Escenario Futuro-Regulado, se puede observar en la Figura 7.14. Se puede apreciar que lo único que lo diferencia de la situación futura es la incorporación de los reservorios que representan las lagunas de regulación.

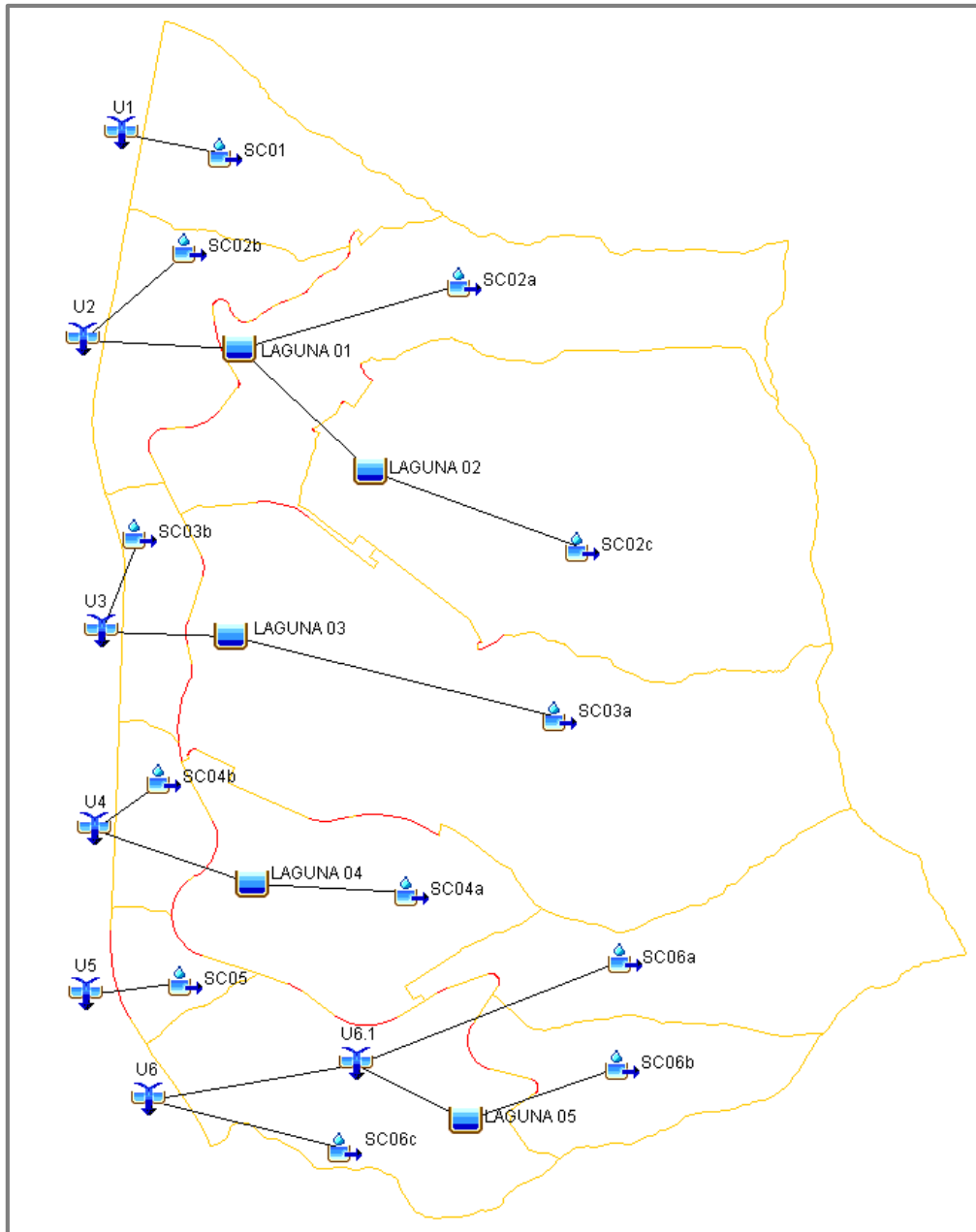


Figura 7.14. Esquema de Modelación Escenario Futuro Regulado. HEC-HMS

### 7.2.8 Análisis de los Resultados

Luego de la modelación de las lagunas con sus tamaños definitivos se realizó el análisis de los resultados obtenidos. A continuación, en la Tabla 7.2 se muestran los caudales obtenidos para la lluvia de diseño.

Tabla 7.2 Caudales y Volúmenes para lluvia de 60min de duración. Escenario Regulado

| ESCENARIO REGULADO |             |               |             |               |             |               |             |               |             |               |
|--------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Elemento           | TR 2        |               | TR 5        |               | TR 10       |               | TR 25       |               | TR 100      |               |
|                    | Q<br>(m³/s) | V<br>(1000m³) | Q<br>(m³/s) | V<br>(1000m³) | Q<br>(m³/s) | V<br>(1000m³) | Q<br>(m³/s) | V<br>(1000m³) | Q<br>(m³/s) | V<br>(1000m³) |
| SC01               | 0,117       | 0,191         | 0,524       | 0,807         | 0,912       | 1,401         | 1,516       | 2,340         | 2,591       | 4,051         |
| SC02a              | 0,340       | 0,655         | 1,174       | 2,231         | 1,924       | 3,666         | 3,070       | 5,868         | 5,097       | 9,785         |
| SC02b              | 0,166       | 0,237         | 0,638       | 0,861         | 1,053       | 1,439         | 1,675       | 2,335         | 2,752       | 3,941         |
| SC02c              | 0,376       | 0,757         | 1,566       | 3,062         | 2,693       | 5,264         | 4,451       | 8,722         | 7,624       | 14,999        |
| SC03a              | 0,525       | 1,182         | 1,906       | 4,225         | 3,174       | 7,034         | 5,128       | 11,375        | 8,615       | 19,144        |
| SC03b              | 0,092       | 0,126         | 0,337       | 0,446         | 0,551       | 0,740         | 0,867       | 1,194         | 1,417       | 2,005         |
| SC04a              | 0,255       | 0,425         | 0,914       | 1,485         | 1,509       | 2,458         | 2,419       | 3,956         | 4,018       | 6,629         |
| SC04b              | 0,059       | 0,089         | 0,249       | 0,347         | 0,423       | 0,592         | 0,686       | 0,975         | 1,146       | 1,667         |
| SC05               | 0,042       | 0,076         | 0,155       | 0,274         | 0,259       | 0,457         | 0,417       | 0,740         | 0,700       | 1,246         |
| SC06a              | 0,180       | 0,334         | 0,766       | 1,378         | 1,322       | 2,379         | 2,193       | 3,956         | 3,764       | 6,824         |
| SC06b              | 0,135       | 0,218         | 0,528       | 0,811         | 0,886       | 1,364         | 1,435       | 2,223         | 2,401       | 3,767         |
| SC06c              | 0,195       | 0,362         | 0,768       | 1,393         | 1,301       | 2,364         | 2,129       | 3,880         | 3,614       | 6,616         |
| LAGUNA 01          | 0,415       | 1,410         | 1,205       | 4,474         | 1,836       | 6,645         | 2,898       | 12,100        | 5,022       | 22,223        |
| LAGUNA 02          | 0,118       | 0,756         | 0,207       | 2,250         | 0,359       | 2,990         | 1,930       | 6,244         | 5,110       | 12,452        |
| LAGUNA 03          | 0,502       | 1,182         | 1,729       | 4,225         | 2,368       | 7,032         | 3,038       | 11,372        | 4,410       | 19,140        |
| LAGUNA 04          | 0,111       | 0,425         | 0,193       | 1,485         | 0,229       | 2,337         | 0,262       | 3,012         | 0,292       | 3,578         |
| LAGUNA 05          | 0,107       | 0,218         | 0,210       | 0,811         | 0,577       | 1,364         | 1,215       | 2,223         | 2,286       | 3,766         |
| U1                 | 0,117       | 0,191         | 0,524       | 0,807         | 0,912       | 1,401         | 1,516       | 2,340         | 2,591       | 4,051         |
| U2                 | 0,521       | 1,647         | 1,553       | 5,335         | 2,371       | 8,084         | 3,488       | 14,435        | 5,332       | 26,164        |
| U3                 | 0,533       | 1,308         | 1,815       | 4,670         | 2,472       | 7,772         | 3,178       | 12,566        | 4,598       | 21,144        |
| U4                 | 0,141       | 0,514         | 0,380       | 1,832         | 0,584       | 2,929         | 0,878       | 3,987         | 1,375       | 5,245         |
| U5                 | 0,042       | 0,076         | 0,155       | 0,274         | 0,259       | 0,457         | 0,417       | 0,740         | 0,700       | 1,246         |
| U6                 | 0,479       | 0,914         | 1,727       | 3,581         | 3,061       | 6,107         | 5,522       | 10,060        | 9,646       | 17,207        |

Para determinar si las lagunas diseñadas lograban restituir la Situación Actual se compararon los caudales de esta con la Situación Regulada. En la siguiente Tabla se puede observar la diferencia entre ambos Escenarios:

Tabla 7.3 Diferencia de Caudales entre Escenario Actual y Regulado.

| <b>DIFERENCIA = REGULADO - ACTUALES</b> |                      |                      |                       |                       |                        |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>Elemento</b>                         | <b>TR 2 - 60 min</b> | <b>TR 5 - 60 min</b> | <b>TR 10 - 60 min</b> | <b>TR 25 - 60 min</b> | <b>TR 100 - 60 min</b> |
|   | <b>Q</b>             | <b>Q</b>             | <b>Q</b>              | <b>Q</b>              | <b>Q</b>               |
| U1                                      | 0,002                | 0,002                | 0,001                 | -0,001                | -0,008                 |
| U2                                      | 0,108                | -0,228               | -0,734                | -1,715                | -3,700                 |
| U3                                      | 0,253                | 0,612                | 0,377                 | -0,330                | -1,489                 |
| U4                                      | -0,044               | -0,442               | -0,849                | -1,518                | -2,764                 |
| U5                                      | 0,005                | -0,020               | -0,045                | -0,085                | -0,149                 |
| U6                                      | 0,231                | 0,661                | 1,205                 | 2,414                 | 4,253                  |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>0,555</b>         | <b>0,585</b>         | <b>-0,045</b>         | <b>-1,235</b>         | <b>-3,857</b>          |

Como puede observarse en la Tabla 7.3 por un lado existen elementos de salida del sistema que presentan diferencias negativas, mientras que, por otro lado, hay elementos para los cuales las diferencias son positivas. En el primero de los casos se logra sobre regular los excedentes generados, siendo el caudal de descarga inferior al caudal que tiene lugar en el Escenario Actual. En tanto las diferencias positivas indican que no se logra regular los excedentes.

Si se considera la totalidad de los excedentes generados en el loteo, se puede decir que con las obras de regulación propuestas, para recurrencias de 10, 25 y 100 años, se logra descargar caudales inferiores a los descargados actualmente, en tanto que para recurrencias de 2 y 5 años, los caudales en un escenario futuro, serán muy próximos a los actuales.

De esta forma se puede concluir que el sistema de drenaje planteado permite la regulación de los excedentes, sobre regulando algunas cuencas de manera tal de compensar el aumento de caudales generado en las restantes. Por lo tanto, se logró cumplir con el criterio de diseño del sistema, mencionado anteriormente.

En la Figura 7.15. y Figura 7.16 se muestran a modo de ejemplo, los hidrogramas de salida y entrada de la Laguna 04 para recurrencias de 25 y 100 años. En las mismas se puede distinguir el hidrograma de entrada y el de salida, en líneas de punto y línea continua respectivamente, notándose que logra disminuirse el caudal pico a la salida de la laguna y por otro lado un retardo en el tiempo en el que ocurre dicho pico.

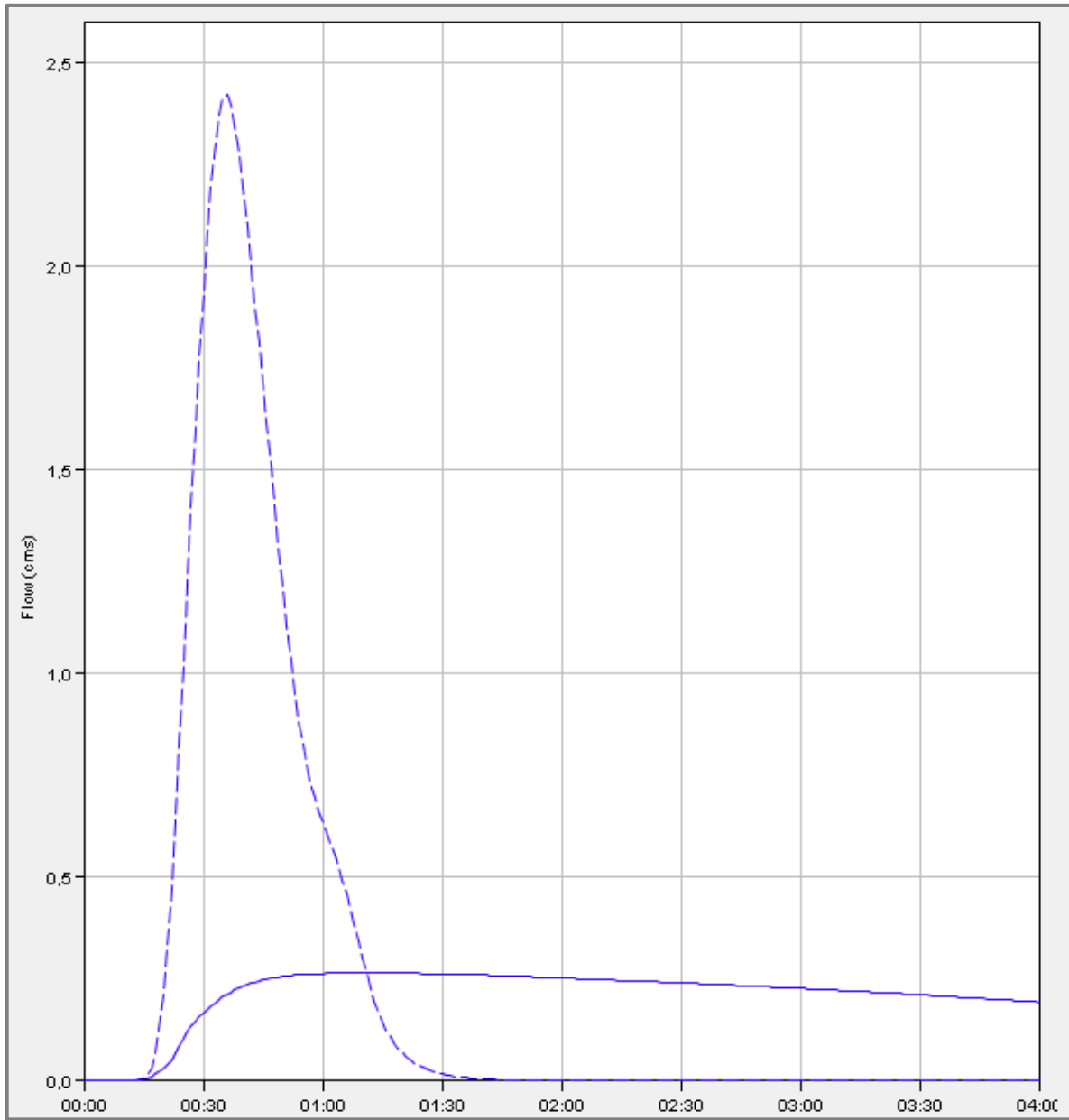


Figura 7.15. Hidrogramas de Entrada y Salida. Laguna 04. TR25 y d=60min.



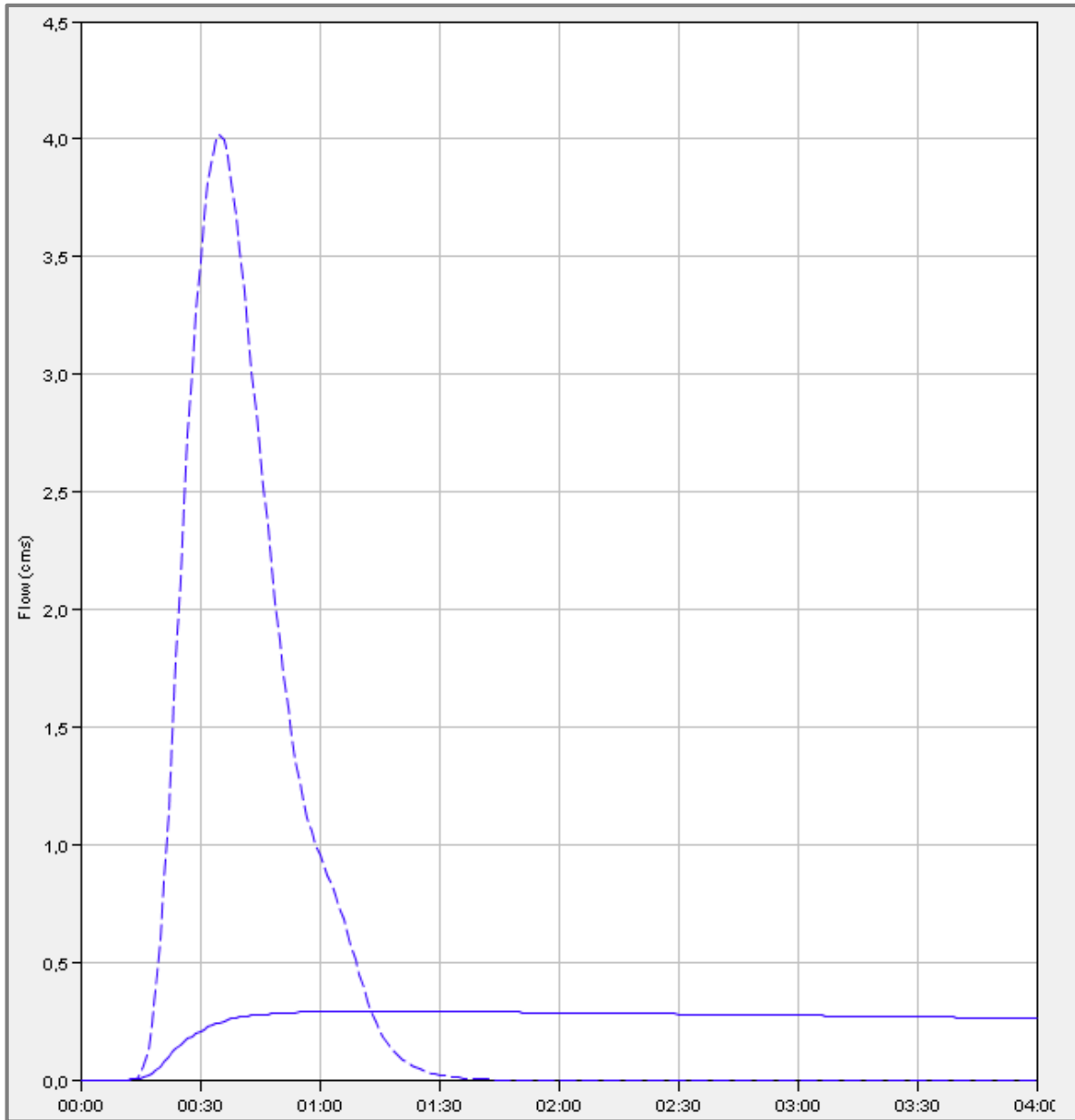


Figura 7.16. Hidrogramas de Entrada y Salida. Laguna 04. TR100 y d=60min

Por otro lado, podemos ver a modo de ejemplo para la Laguna 02, la forma que presentan los hidrogramas de salida y entrada cuando la Laguna posee además del descargador de fondo, un vertedero que también permite descargar los escurrimientos en forma controlada, pero que solo funciona cuando el volumen de agua que se almacena alcanza una determinada cota. Para identificar su forma podemos ver en la Figura 7.17 que el hidrograma de salida (trazo intermitente) transcurridos poco más de los 30 primeros minutos de precipitación, produce un sobresalto en la gráfica. Dicho momento indica que los volúmenes almacenados superan el nivel del vertedero descargando a través los excedentes a través del mismo en forma controlada.

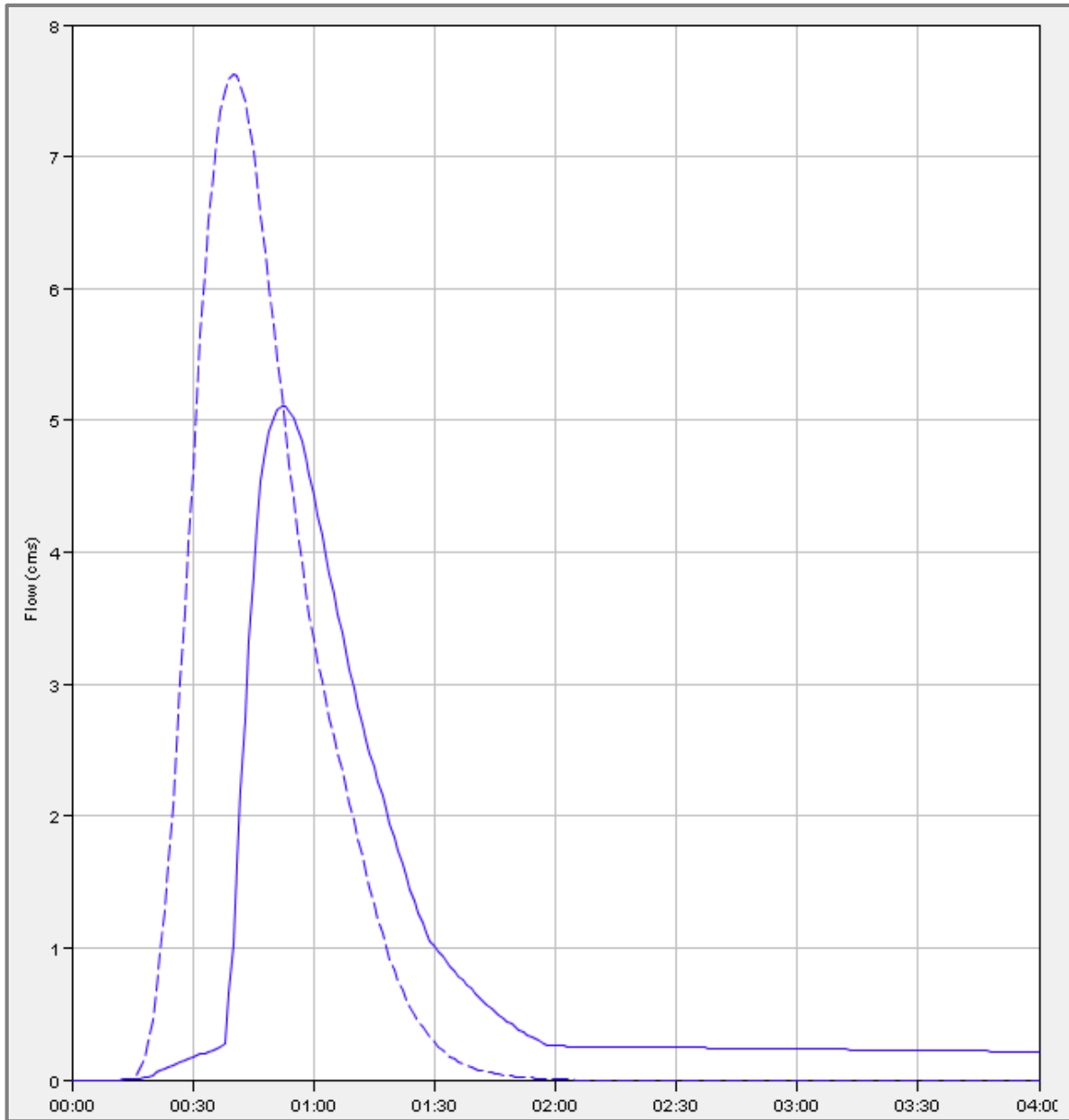


Figura 7.17. Hidrograma de Entrada y Salida. Laguna 02. TR100 y d=60min.