

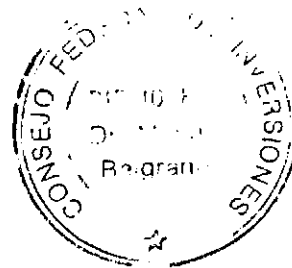
0/H. 1112
619v

Resumen bueno 46458
sin soporte

CONVENIO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE SANTA FE



**LOCALIDAD DE TORTUGAS. VERIFICACIÓN SITUACIÓN DE
RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS EXTREMOS**

INFORME FINAL

**Ing. Ricardo Giacosa
Noviembre 2001**

CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE SANTA FE

**LOCALIDAD DE TORTUGAS. VERIFICACIÓN SITUACIÓN DE
RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS EXTREMOS**

**VERIFICACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE APORTES DE AREAS
RURALES PRÓXIMAS A LA LOCALIDAD DE TORTUGAS**

ITEM A

VERIFICACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE APORTES DE ÁREAS RURALES PRÓXIMAS A LA LOCALIDAD DE TORTUGAS

INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA FÍSICO

2.1. Ubicación geográfica

2.2. Rasgos fisiográficos

3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

3.1. Generalidades

3.2. Delimitación de subcuencas para modelación

3.3. Determinación de tormentas de proyecto

3.4. Determinación de hidrogramas de crecidas

4. VERIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE CONDUCCIÓN DE LOS CANALES INTERCEPTORES

4.1. Canal interceptor Norte N° 1

4.2. Canal interceptor Norte N° 2

4.3. Canal interceptor Norte N° 3

4.4. Canal interceptor Este

5. PUNTOS CRÍTICOS. INFLUENCIA DE LAS OBRAS

6. SÍNTESIS

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO 1 :

Gráficos

1. Hidrogramas para recurrencias de proyecto.

Tablas

1. Parámetros físicos de la cuenca

2. Caudales máximos para distintas recurrencias

3. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 1 vs caudales simulados

4. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 2 vs caudales simulados

5. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 3 vs caudales simulados

6. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal Este vs caudales simulados

Planos

1. Áreas de aportes rurales y urbanos. Ubicación de canales interceptores

ANEXO 2: Fotografías

ANEXO 3 :Archivos de salida modelo de simulación ARHYMO

RESUMEN

El presente trabajo contiene los resultados de la verificación simulación hidrológica-hidráulica de los aportes de áreas rurales a la localidad de Tortugas (Prov. de Santa Fe) y la incidencia de las obras previstas ante tormentas extremas superiores a la de proyecto.

Para la determinación de los caudales máximos en cada una de las subcuencas de aportes al casco urbano, se aplicó el modelo de simulación ARIHYMO. Los mismos fueron determinados para distintos tiempos de recurrencia, en secciones hidrológicas de control previamente seleccionadas y con situaciones de obras proyectadas.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por objeto la aplicación de un modelo de simulación hidrológica para la determinación de caudales máximos asociados a recurrencia de proyecto ($T_r = 10$ años) y para tormentas con recurrencias sensiblemente superiores a las de proyecto.

Para ello se implementó el modelo ARHYMO de transformación lluvia - caudal en diferentes secciones de interés.

Es importante resaltar que si bien no existen registros de caudales medidos, no obstante se dispone de una detallada información cartográfica que permite una adecuada discretización y obtención de los parámetros físicos.

A efectos de evitar el ingreso de caudales provenientes del sector rural al casco urbano, el Gobierno de la Provincia de Santa Fe se encuentra ejecutando una serie de obras hidráulicas que consisten básicamente en canales interceptores y derivadores de dichos excedentes y obras complementarias.

Ante la ocurrencia de precipitaciones intensas registradas en la región, con recurrencias sensiblemente superiores a la de proyecto, se evalúan los eventuales derrames de tormentas que superen la de diseño, y su influencia en el casco urbano.

2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA FÍSICO

2.1. Ubicación geográfica

La localidad de Tortugas está ubicada sobre la margen este del arroyo homónimo y su casco urbano se desarrolla al sur de la ruta Nacional N° 9.

El arroyo tortugas conjuntamente con el canal San Antonio constituye el límite interprovincial entre Santa Fe y Córdoba hasta su desembocadura en el río Carcarañá.

2.2. Rasgos fisiográficos

La zona en estudio corresponde a las áreas de aportes rurales y suburbanas localizadas al noreste del casco urbano.

Ésta constituye una unidad fisiográfica caracterizada por un relieve muy pronunciado con pendientes de terreno comprendidas entre 2.5 y 7 m/km. El desnivel existente entre las zonas más elevadas y la sección de cierre es de 45 metros en solo 6000 m de distancia.

En la actualidad, la red de drenaje difiere sustancialmente de sus condiciones naturales, y responde la traza de caminos rurales, los cuales tienen un papel determinante en la dinámica hídrica superficial. Éstos actúan como interceptores del escurrimiento y ante la magnitud de las pendientes topográficas los caminos se encuentran a cotas muy inferiores en relación a la de terrenos aledaños producto de procesos erosivos.

Los caminos se comportan como verdaderos canales, y en consecuencia los aportes al casco urbano, se han ido incrementando.

Por otra parte el arroyo Tortugas constituye el límite sur y este, y sus desbordes además de

anegar el casco urbano, impiden el normal drenaje de los excedentes pluviales provenientes de las áreas rurales aledañas.

3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

3.1. Generalidades.

El modelo empleado en este estudio es, hoy en día, una de las herramientas de cálculo hidrológico más difundidas, debido a su versatilidad y adaptabilidad a distintos casos para simular procesos de transformación lluvia-caudal, generados por tormentas en zonas rurales.

Se calcularon hidrogramas en las secciones consideradas como de salida de las subcuencas, y puntos críticos donde se producen interferencias y desvíos de los caudales. Luego se realiza el tránsito de la crecida por estos caminos canales, obteniendo la suma de hidrogramas en cada aporte de subcuenca y realizando un nuevo tránsito de la crecida, hasta llegar a la sección de salida de la cuenca.

3.2. Delimitación de subcuencas para modelación

El modelo ARHYMO permite discretizar la cuenca en subcuencas de aportes y efectuar los traslados de crecidas a través de los cursos ya sean naturales o artificiales.

Se subdividió la cuenca en subcuencas con características hidrológicas homogéneas. Las mismas se presentan en el plano N°1.

Para su definición se utilizó la información topográfica existente, y el plano de dinámica hídrica elaborado por el Convenio C.F.L.-Provincia de S. Fe, en escala 1: 50.000, la cual es suficiente para el grado de detalle requerido. Esta información además fue complementada con una recorrida de campo realizada los días 14-15 de julio 2001.

En total se consideraron 10 subcuencas con áreas comprendidas entre 2 y 11.6 km².

3.3. Determinación de tormentas de proyecto

La determinación de tormentas de diseño correspondientes a diferentes recurrencias T con destino al dimensionamiento o verificación de obras hidráulicas u obras de paso, depende fundamentalmente de la información disponible, tamaño de la cuenca de aportes, del tipo de obra y su importancia.

La tormenta de diseño, también denominada tormenta de proyecto tiene un propósito netamente ingenieril. Cuando se utilizan métodos de transformación lluvia - caudal como hidrogramas unitarios deducidos o sintéticos, o modelos de tormentas, se requiere adoptar criterios de distribución espacial y temporal.

Para el presente caso, se trata de verificar el dimensionamiento de obras de conducción y paso, por lo cual interesa fundamentalmente el caudal máximo a la salida de la cuenca de aportes en la sección de interés, no resultando tan importante el volumen total de escorrentía y la forma del hidrograma.

Considerando la pequeña extensión de las áreas de aportes superficiales al casco urbano de la localidad de Tortugas, del orden de los 58 Km², las características del terreno (fuertes pendientes), y conducción de excedentes por caminos-canales, hace que el tiempo de concentración sea de aproximadamente 90 minutos, razón por la cual se ha adoptado un paso de tiempo de 10 minutos.

No existe para la cuenca un estudio de lluvias intensas actualizado, ni registros pluviográficos. No obstante en este año en la región se han producido eventos extremos que superan ampliamente las tormentas de proyecto (Tr: 10 años), que si bien tienen una muy baja probabilidad de repetirse en un mismo punto, su ocurrencia en algún punto de la región es de una probabilidad mucho mayor.

A efectos de analizar la incidencia de tormentas de iguales características a las registradas en la región, se analizó información suministrada por el Convenio CFI-Prov. de Santa Fe, seleccionándose un evento considerado extremo medido en la localidad de Bouquet. (164 mm en 2.5 horas) el 26 de enero de 2001.

Para asociar estos eventos extremos a recurrencias de referencia, se utilizaron las curvas IDF de la ciudad de Rosario, por tratarse de una estación climatológica de primer orden, muy confiable y representativa de las lluvias intensas de la región.

En síntesis se escogieron tres tormentas a simular:

- | | | |
|--------------------------|------------------------|---|
| 1. Intens = 43.8 mm/hora | Duración= 90 minutos | Tr: 10 años (tormenta sintética) |
| 2. Intens = 64 mm/hora | Duración = 150 minutos | Tr: > 1000 años (registrado en Bouquet el 26/01/2001) |
| 3. Intens= 64 mm/hora | Duración = 90 minutos | Tr: 25 años |

3.4. Determinación de Hidrogramas de Crecidas.

Para la desagregación de la cuenca se consideró el mismo esquema al utilizado para el proyecto (2). La dinámica de escurrimiento se encuentra fuertemente condicionada por la red de caminos, los cuales actúan de interceptores-derivadores del escurrimiento superficial. En total se determinaron 10 subcuencas de las cuales dos corresponden al casco urbano.

A los efectos de descontar las pérdidas de precipitación y obtener el volumen disponible para escurrir, el modelo utiliza el método de estimación de pérdidas del Servicio de Conservación de Suelos (E.E.U.U.), conocido como método del CN.

Se adoptó, como condición de proyecto, la condición de humedad antecedente tipo II y se seleccionó el número de curva teniendo en cuenta la Información existente respecto al tipo y uso de suelo en las distintas regiones. Asimismo se tuvo en cuenta valores de este parámetro obtenidos en cuencas de similares características y tamaño.

Se efectuaron diferentes ensayos haciendo variar los parámetros de CN (entre 75 y 80) y

calculando la abstracción inicial en forma automática. Esto permite ver la sensibilidad del modelo a esos parámetros. No obstante el no disponer de tormentas y caudales medidos no permitió ajustar el volumen de escurrimiento, por lo que se consideraron condiciones promedio para toda el área.

Se utilizaron las tres tormentas indicadas en el punto 3.3, para determinar los hidrogramas de crecidas de diseño.

Los parámetros físicos utilizados en el computo de producción de cada subcuenca se presentan en la tabla N° 1

En la tabla N° 2 se presentan los caudales pico, tiempo al pico y volúmenes correspondientes a secciones características y para cada una de los eventos simulados.

4. VERIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE CONDUCCIÓN DE LOS CANALES INTERCEPTORES

4.1. Canal interceptor norte N° 1

Este canal de 5700 metros de longitud recibe los aportes de las subcuencas A_1 y A_2 . Entre progresivas 1000 y 5700 aporta el área A_2 y entre progresiva 0 y 1000 recibe la suma de $A_1 + A_2$.

La capacidad de conducción de la calle canal es de 110 m³/seg.

Tabla N° 3 Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 1 vs caudales simulados

Tramo	Q canal	Qcalle-canal	Q1	Q2	Q3
000- 1000	5.6 m ³ /seg	110 m ³ /seg	47 m ³ /seg	168 m ³ /seg	90 m ³ /seg
1000 –5700	5.6 m ³ /seg	110 m ³ /seg	26 m ³ /seg	100 m ³ /seg	52 m ³ /seg

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

El canal interceptor norte N° 1 tiene capacidad suficiente para conducir los volúmenes de escurrimientos producidos de las tormentas simuladas N° 1 y 3. Aún en el caso de la tormenta N° 2 si bien los caudales en el tramo próximo a desembocadura (Q=168 m³/seg) superan la capacidad de conducción de la calle canal (Q=110 m³/seg) el bordo impide el paso de los excedentes hacia el sur por lo que dichos volúmenes escurrirían por terreno natural al norte del canal.

Es importante señalar la magnitud de la pendiente de esta calle-canal : 7 m/km. Esto da lugar a que se produzcan velocidades del orden de los 2.2 a 2.5 m/seg., que ante las características de los suelos del lugar son altamente erosivas.

4.2. Canal interceptor N° 2

Este canal interceptor tiene una longitud de 2500 metros y recibe los aportes de las subcuencas B₁₋₁, B₂ y B₃.

La capacidad de conducción de dicho canal determinada por el proyecto se encuentra comprendida entre 11 y 28 m³/seg.

En progresiva 2500 los aportes conducidos por el camino en dirección norte-sur, son interceptados y derivados hacia el canal N° 2 en dirección este-oeste mediante una obra de sobreelevación de calzada y una alcantarilla oblicua de Luz= 4 m, H= 2.5 m .

Los caudales derivados al canal en progresiva 2500 son limitados por la capacidad de conducción de la alcantarilla (11m³/seg). Estos caudales son a su vez laminados por efecto de la sobreelevación de la calzada que impide que el agua continúe en dirección norte-sur.

Entre progresiva 0 y 1250 el canal interceptor N° 2 recibe los aportes de las áreas B₁₋₁, B₂ y los laminados por la alcantarilla correspondiente al área B₃. En este tramo si bien los aportes se incrementan sustancialmente para las tres tormentas, se produce un anegamiento de terreno natural sin sobrepasar la cota de terraplén.

En la tabla N° 4 se presentan las capacidades de conducción del canal interceptor N° 2 en distintos tramos y los respectivos caudales asociados a las tormentas escogidas.

Tabla N° 4 Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 2 vs caudales simulados

Progresiva	Q canal	Q1	Q2	Q3	Areas de Aportes
+000	28 m ³ /seg	42 m ³ /seg	159 m ³ /seg	82 m ³ /seg	B ₁₋₁ + B ₂ + B ₃ .
+1250	18 m ³ /seg	30 m ³ /seg	114.4 m ³ /seg	60 m ³ /seg	B ₂ + B ₃ .
+2500	11 m ³ /seg	20 m ³ /seg	79.4 m ³ /seg	40 m ³ /seg	B ₃ .

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

Es importante señalar que el buen funcionamiento de estos interceptores dependerá en buena medida de un mantenimiento sistemático, por cuanto las velocidades de escorrentía son superiores a los 2 m/seg. lo que da lugar a procesos altamente erosivos.

4.3. Canal interceptor norte N° 3

Este canal interceptor escurre por la cuneta norte de la ruta Nacional N° 9. Tiene una

longitud de 1785 metros y recibe los aportes de la subcuenca D.

La capacidad de conducción de dicho canal determinada por el proyecto se encuentra comprendida entre 4 y 11 m³/seg. En el tramo comprendido entre progresiva 400 y 1000 el recrecimiento de un bordo sobre la cuneta norte, le permite incrementar la capacidad de conducción de caudales extremos que si bien generan anegamientos temporarios sobre la margen derecha del canal, el bordo impide su traspaso hacia la ruta N° 9 y finalmente su acceso al casco urbano.

En progresiva 1785 recibe los aportes del área ubicada al norte de ruta 9 y al este del camino rural, continuación de calle Alcorta.. Estos volúmenes conducidos por el camino rural, en dirección norte-sur, son interceptados y derivados hacia el canal N° 3 en dirección este-oeste por la cuneta norte de la ruta N° 9.

En la tabla N° 5 se presentan las capacidades de conducción del canal interceptor N° 3 en distintos tramos y los respectivos caudales asociados a las tormentas escogidas.

Tabla N° 5 Contraste de capacidades de conducción de canal N° 3 vs caudales simulados

Progresiva	Q canal	Canal hasta bordo	Q1	Q2	Q3
400 m	7 m ³ /seg	105 m ³ /seg	11 m ³ /seg	35 m ³ /seg	21 m ³ /seg
1785 m	4 m ³ /seg	105 m ³ /seg	6 m ³ /seg	20 m ³ /seg	11.2 m ³ /seg

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

4.4. Canal interceptor Este

Este canal intercepta y deriva los aportes de las áreas correspondientes a las subcuencas C1 y C2, conduciéndolas hacia el arroyo Tortugas por la calle localizada inmediatamente al Este del casco urbano.

El canal se desarrolla entre ruta Nacional N° 9 y su desembocadura en el arroyo, con una longitud de 2170 metros. La capacidad de conducción de dicho canal determinada por el proyecto se encuentra comprendida entre 23 y 33 m³/seg. En dicho tramo el recrecimiento de un bordo (altura comprendida entre 0.80 m y 1.60 m), sobre la cuneta Este, le permite incrementar la capacidad de conducción y evitar el traspaso de excedentes hacia el casco urbano.

En la tabla N°6 se presentan las capacidades de conducción del canal interceptor N° 3 en distintos tramos y los respectivos caudales asociados a las tormentas escogidas.

Tabla N° 6 Contraste de capacidades de conducción de canal Este vs caudales

simulados

Progresiva	Q canal	C canal hasta bordo	Q1	Q2	Q3
0 m	33 m ³ /seg	230 m ³ /seg	33 m ³ /seg	130 m ³ /seg	65 m ³ /seg
565 m	33 m ³ /seg	230 m ³ /seg	33 m ³ /seg	130 m ³ /seg	65 m ³ /seg
2170 m	23 m ³ /seg	135 m ³ /seg	25 m ³ /seg	99 m ³ /seg	50 m ³ /seg

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

En progresiva +2170 m (cruce con ruta 9) se inicia el canal interceptor Este, y confluyen los aportes de la subcuenca C₁, en tanto en progresiva +565 m corresponde al cruce con el FFCC y recibe la suma de los aportes de las áreas C₁ y C₂.

El canal y bordos laterales tienen capacidad suficiente para contener los aportes de las crecidas analizadas.

5. PUNTOS CRITICOS. INFLUENCIA DE LAS OBRAS PARA EVENTOS EXTREMOS

Canal Interceptor Norte N° 1

Este canal no presenta problemas en cuanto a posibles transfluencias del escurrimiento hacia el casco urbano para los eventos extremos analizados. Debe considerarse que la magnitud de las velocidades de escurrimiento (2.2 m/seg) producto de las fuertes pendientes da lugar a procesos altamente erosivos.

Canal Interceptor Norte N° 2

El punto crítico de este canal, corresponde a la obra de arte localizada en su inicio (progresiva +2500 m) la cual capta los aportes conducidos por el camino en dirección norte-sur, y los deriva hacia el canal N° 2 en dirección este-oeste. La sobre-elevación de calzada impide la continuidad del flujo en dirección Norte-Sur hacia el casco urbano.

El buen funcionamiento de esta obra dependerá de un correcto mantenimiento, por cuanto los procesos erosivos actualmente observables en dicho camino son de gran magnitud. Las velocidades de escurrimiento estimadas son superiores a los 2 m/seg.

Canal Interceptor Norte N° 3

Este canal no presenta problemas en cuanto a posibles transfluencias de escurrimiento para

los eventos extremos analizados. El principal problema al igual que los canales anteriores, lo constituyen las velocidades altamente erosivas.

Canal Este

Para los eventos de diseño, el canal tiene capacidad suficiente para conducir los valores de caudales.

Para eventos extremos, este canal tiene dos puntos críticos y corresponden a las obras de arte en los cruces de ruta 9 (2170 m) y FFCC (+565 m). Ambas obras tienen una capacidad de conducción de 23 m³/seg.

En la primera, en caso de producirse tormentas que superen a la de diseño, los volúmenes que excedan la capacidad de conducción de la alcantarilla, sobrepasarían la calzada de ruta 9 ingresando al casco urbano.

En la segunda alcantarilla converge el flujo paralelo a la vía del FFCC (sentido Este-Oeste) y el proveniente del canal interceptor Este (sentido Norte-Sur) lo cual ante las fuertes pendientes introduce un factor de riesgo a la erosión. Si bien la capacidad de conducción es similar a la alcantarilla de ruta 9 en caso de producirse tormentas superior a la de diseño, el bordo sobre la margen derecha del canal interceptor Este, contendría los desbordes del canal.

Una tormenta de similares características a la registrada en Bouquet, generaría caudales de casi 100 m³/seg, que si bien no sobrepasa la cota de la defensa correspondiente al canal Este tiene su punto crítico en su intersección con ruta 9 ya que esta obra de paso admite 23 m³/seg. Ello arrojaría un volumen de ingreso al casco urbano del orden de 0.58 Hm³. En caso de que ingrese toda la masa de agua (hipótesis en caso de ruptura del terraplén de tierra), el volumen adicional sería de 0.36 Hm³. Estos volúmenes ingresarían por el sector noreste de la ciudad generando anegamientos temporales en dicho sector, y serían retenidos en los sectores bajos de la localidad que se encuentran por debajo de cota 72 m.

Ante este escenario planteado, es importante señalar además del nivel de inundación, el carácter de torrencialidad que tendrían las aguas con velocidades superiores a los 2m/seg estimándose una altura de lámina del orden de los 0.50 metros.

6. SÍNTESIS

- Las características topográficas de la región, la localización del casco urbano, y la traza de los caminos, da lugar a que el escurrimiento superficial, converja hacia el área urbana.
- Las tormentas de gran intensidad y corta duración generan caudales picos de gran magnitud concentrados en breves periodos de tiempo.
- Los terraplenes de los canales interceptores diseñados para una tormenta de recurrencia Tr 10 años cumplen adecuadamente con la finalidad de interceptar los

volúmenes de escorrentía. Dichas obras no incrementan los caudales picos y volúmenes de escorrentía.

- Un aspecto importante a señalar son las altas velocidades de escorrentía (superiores a los 2 m/s) que introducen un riesgo erosivo muy alto sobre las obras. Se sugiere un monitoreo continuo del estado y mantenimiento preventivo de las obras.
- Se considera importante precisar y difundir en la población, que las obras son a los efectos de disminuir el actual riesgo de inundación. Esto es considerado de vital importancia para no introducir expectativas erróneas sobre la finalidad y alcances de dichas obras.
- Para eventos extremos de similares características a las registradas en Bouquet, (160 mm en 2.5 horas) o aún menores pero que superen las condiciones de diseño, deberán plantearse sistemas de alerta temprana y acciones a ser encaradas por la comunidad.
- En los canales interceptores 1,2 y 3 se verifica una capacidad de conducción adecuada para los eventos analizados. El caso del canal interceptor Este, presenta un punto crítico en su intersección con ruta 9 que no es posible de solucionar por las características topográficas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. PAOLI C. , MACEDO G. (1998) Determinación de las curvas intensidad –duración – recurrencia y tormentas de diseño para la ciudad de Rosario. INA CRL.
2. ROUDE E. (1999) Estudios hidrológicos e hidráulicos en la cuenca del arroyo Tortugas. Propuestas de solución al problema de anegamientos urbanos. Convenio Consejo Federal de Inversiones – Pcia de Santa Fe.
3. CHOW, V. T., 1982: Hidráulica de canales abiertos. De. Diana, México.
4. U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE, 1986. Technical Release Nro. 55, Urban hydrology for Small Watersheds. National Engineering. Publications.
5. FERNANDEZ, Pedro; MAZA, J. y FORNERO, L. HYMO 10 (versión 1984). Manual del usuario. INA - CRA, 1984.
6. FERNANDEZ, Pedro; MAZA, J. y FORNERO, L. ARHYMO (versión 1995). Manual del

usuario. INA - CRA,

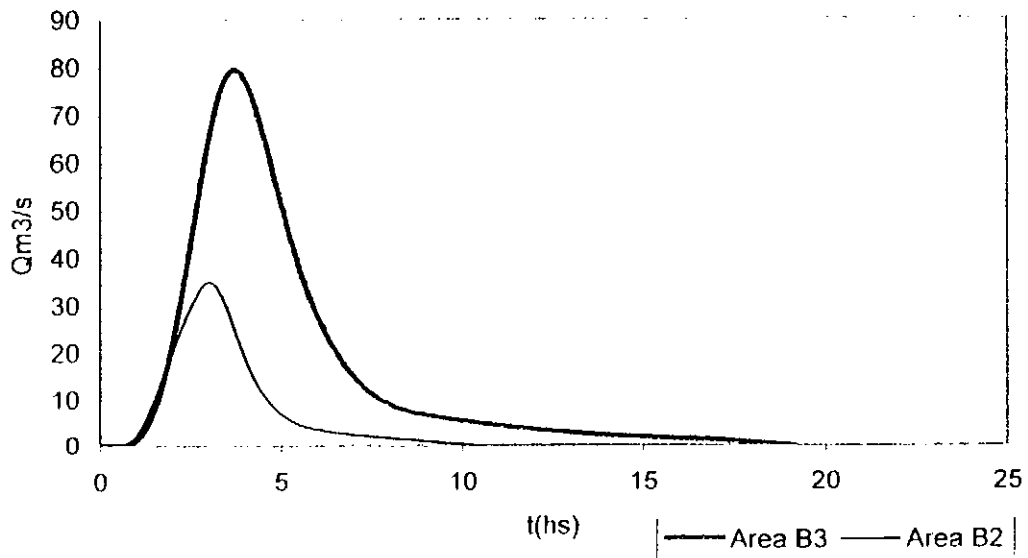
7. LINSLEY, R.; KOHLER M.; PAULUS J. Hidrología para Ingenieros. De. Mc Graw-Hill, 1975.

8. WILLIAMS, J. R. HYMO Flood Routing. Journal of Hydrology. Vol. 26-1975.

ANEXO 1

GRÁFICOS, TABLAS Y PLANOS

Caudales simulados subcuencas B
Tormenta 164 mm - duracion 150 minutos



Caudales simulados subcuencas C
Tormenta 164 mm - duracion 150 minutos

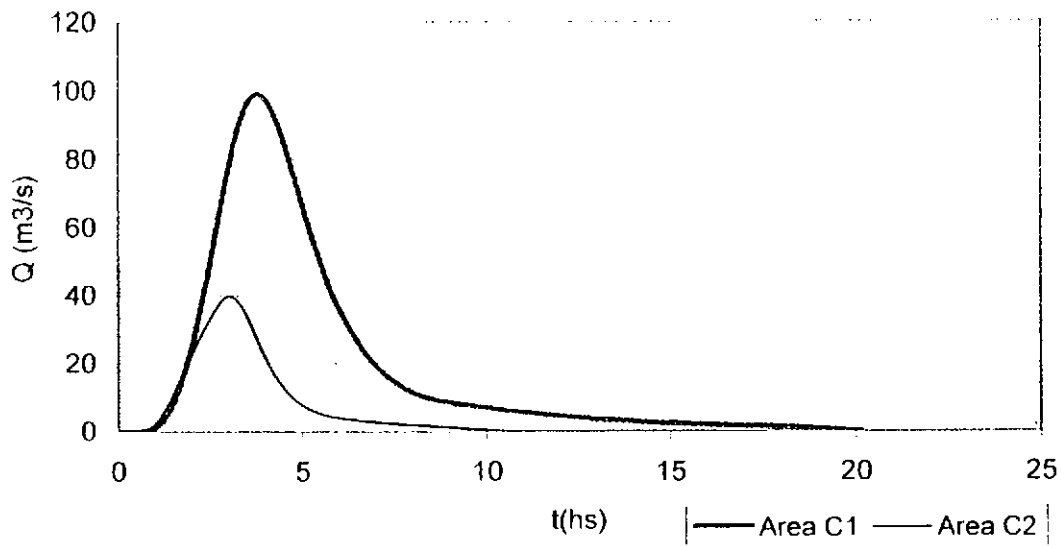


Gráfico N° 1

Tabla N° 1

PARAMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA

SUBCUENCA	DENOMINACION	SUPERFICIE (Km ²)	DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/km)
A1	311	6.8	45	7500	6.0
A2	312	11.67	46.5	8200	5.7
B1	321	6.1	15	2700	5.6
B2	322	3.3	22.5	3000	7.5
B3	323	10.6	34	8300	4.1
C1	331	13.2	34	6500	5.2
C2	332	3.7	24	2800	8.6
D	341	4.6	27.5	3500	7.9
U1	351	3.3	12.5	2000	6.2
U2	352	2.1	2.5	1000	2.5

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES A LOCALIDAD DE TORTUGAS

Tormenta sintética

Precipitación total : 65 mm

Intensidad: 43.8 mm/hora

Archivo: M10.sal

Duración: 90 minutos

Tr: 10 años

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
A1	311	21	2.1	0.17	
A2	312	26.4	2.6	0.28	
B1	321	14.6	2.3	0.17	
B2	322	10	1.8	0.08	
B3	323	20.3	2.6	0.25	
B1+B2+B3		42.1	2.3	0.50	
C1	331	25.3	2.8	0.32	
C2	332	11.4	2	0.09	
C1+C2		33	2.5	0.4	
D	341	15.2	2	0.12	
U1	351	13.9	0.9	0.13	
U2	352	3.2	1.8	0.06	

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES A LOCALIDAD DE TORTUGAS

Precipitación total: 160 mm

Intensidad: 64. mm/hora

Archivo: pp164mm.sal

Duración: 150 minutos

Tr: >>> 50 años

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
A1	311	68.4	3.3	0.72	
A2	312	100	3.5	1.2	
B1	321	51	3.3	0.67	
B2	322	35	3	0.34	
B3	323	79.4	3.6	1.09	
B1+B2+B3		159	3.3	2.1	
C1	331	99	3.8	1.36	
C2	332	39.7	3	0.38	
C1+C2		130	3.5	1.74	
D	341	49.5	3.2	0.49	
U1	351	16.6	2.7	0.41	
U2	352	13.3	2.8	0.25	

Observaciones:

tormenta registrada en Bouquet el 26-enero-2001: 160 mm en 150 minutos.

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES A LOCALIDAD DE TORTUGAS

Precipitación total: 96 mm

Intensidad: 64 mm/hora

Archivo: pp96mm.sal

Duración: 90 minutos

Tr: 25 años

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
A1	311	38	2.6	0.33	
A2	312	52	3	0.55	
B1	321	27.4	2.5	0.32	
B2	322	20	2.9	0.16	
B3	323	40	3	0.5	
B1+B2+B3		82	2.6	0.98	
C1	331	49.8	3	0.62	
C2	332	22.7	2.1	0.17	
C1+C2		65.2	2.8	0.8	
D	341	28.8	2.3	0.23	
U1	351	12.3	1.6	0.22	
U2	352	7.2	2.1	0.125	