



ESTUDIO DE SUELOS

OBJETIVO:

Determinar las características de los Suelos existentes, con el fin de evaluar su utilización en la Obra de Pavimento Urbano de la Ciudad de Rincón de los Sauces – Etapas II -III –.

ENSAYOS:

El estudio citado responde a las “Normas de Ensayos” de la Dirección Nacional de Vialidad.

Ensayos de clasificación e identificación de Suelos:

- Granulometría
- Límites de Atterberg (Límites Líquidos y Plásticos – Índices de Plasticidad)
- Contenido de Sales

Ensayos de Calidad y Estabilidad de Suelos:

- Densidad Natural
- Densidad máxima por Compactación
- Valores Relativos de Sople Estándar (V.S.R)

DESCRIPCION DE TAREAS:

Se ejecutaron **70 (setenta) Sondcos** a 1 (uno) metro de profundidad, a razón de 150 m de distancia como máximo en los sectores de estudio, para la identificación visual y toma de Muestras en los distintos estratos detectados.

Identificadas las Muestras, y posteriormente trasladadas a Laboratorio, se clasificaron según la Norma de la Dirección Nacional de Vialidad (VNE-4-84).

En base a los resultados obtenidos de los sondcos, se realizaron **(seis) Calicatas** a 0,40 m de profundidad con el objeto identificar y controlar los espesores detectados, realizando los ensayos de:

Densidad in situ a 0,20 y 0,40 m de profundidad **(VNE-8-66)**

Extracción muestras para ensayos Granulométricos **(VNE-7-65 y VNE-1-65)**

Clasificación **(VNE-4-84)**

Límites Atterberg **(VN-E-2-65 Y VN-E-3-65)**

Compactación de Suelos **(VNE-5-59)**

Valor Sople Relativo e Hinchamiento **(VNE-6-60)**

Hincado de Carros Perforados **(Freatímetros)** para el estudio de Aguas Subterráneas

Ing. Giovanni J. Gudiño

Aguayo, 2007

RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

Se anexan Planillas con Resultados de:

- Clasificación de suelos en Sondeos

- Calicatas

Como resultado del ensayo de Valor Soporte según el Método Dinámico Nº 1 de la Norma de Vialidad Nacional (VNE 6-84), se adoptara como **Valor Soporte de Diseño**, el obtenido de la Curva Densidad - Valor Soporte para el 97% de la densidad máxima, del ensayo de Compactación.

Del conjunto de ensayos citados y de los resultados obtenidos de los mismos; se aprecia que los suelos a nivel del primer Horizonte responden en sus características físicas y mecánicas dentro de una cierta uniformidad, es decir: **Suelos Gravo Arenosos** como Gravas Arenosas levemente Cementadas, Arenas, Arena Limosas, Arena con Gravas, pertenecientes a los Grupos **A-1-a, A-1-b y A-2-4**, según Norma VNE 445 - Clasificación de Suelos con un Índice Plástico (IP) < 5. Por otro lado, se observan en lugares muy puntuales, suelos como Arenas, Arcillas y Arenas Arcillosas pertenecientes a los Grupos **A3, A4, A6 y A7** respectivamente, con valores en algunos casos superiores a IP > 5 y < 35.5.

Estos Suelos se encuentran distribuidos en la zona de Estudio, por lo que es importante a tener en cuenta al momento de determinar el Tipo de Pavimento a Diseñar, y en la conformación del Paquete Estructural del Pavimento seleccionado; excepto en aquellos lugares localizados e informados como particulares, a analizar.

OBSERVACIONES:

Corresponde mencionar que en la **calicata N° 3** (Calle Rosas entre Nebuquen y Acaí Mahuadú) no se determinó la densidad in situ de esos suelos debido a las características granulométricas que presentaba (gravas de importante tamaño y de baja cohesividad).

Finalmente, resulta importante destacar que en el conjunto de muestras obtenidas y ensayadas, el contenido de **Sales Solubles y Sulfatos** resultó ser inferior a los valores máximos permitidos por Normas VNE 18-89 (Determinación de Sales Solubles).

Los estados y desarrollo de los ensayos de Suelos realizados, se documentan en el **Informe de Avance**, base de información del presente Proyecto.

SUELOS - TRATAMIENTO DE SUBRASANTES

En los ensayos de **Valor Soporte**, se aprecia un suelo de características: **A-1-a**, **A-1-b** y **A-2-4** en su capa superior, de valor soporte variable de regulares a buenos en general (en sus primeros 0 cm.), con valores mas elevados en lugares particulares.  
Para suelos del Tipo: **A-3**, **A-4**, **A-6** y **A-7** en las capas superiores e inferiores, de bajo valor soporte.

-Se adopta como **valor soporte de Diseño en subrasantes** con suelos **A-1-a**, **A-1-b** y **A-2-4**, CBR = 20%.

Seas que deberán reducirse en los sectores de las calles.  
(Para Suelos del Tipo: **A-1-a**, **A-1-b**, y **A-2-4**)

**Lanitz**; entre S/ Nombre y Misiones

**M. E. Duarte**; entre Misiones y Mosconi

**Sánchez**; entre J. García y Felipe Sapag

**Misiones**; entre M. E. Duarte y J. García

**Mendoza**; entre J. M. Belgrano y calle S/ Nombre – sector alto

**Córdoba**; entre Belgrano y S/ Nombre – J. M. de Rosas y Almaguer – J. A. Roca y J. García

**Calles S/ Nombre**; sector,entre Belgrano y J. M. de Rosas (ver croquis tipo de suelos)

**Urquiza**; entre Cañadón Este y Calle S/ Nombre – Mendoza y Misiones

**J. M. de Rosas**; entre Calle S/ Nombre, sector Este y Río Negro

**H. Irigoyen**; entre J. de San Martín y J. A. Roca

**Neuquén**; entre Jujuy y J. D. Perón – J. de San Martín y Urquiza

**Río Negro**; entre Urquiza y M. E. Duarte

**Juan M. Belgrano**; entre G. Álvarez y Misiones – Río Negro y T. del Fuego

**Chubut**; entre Jujuy y D. F. Sarmiento

**Jujuy**; entre Neuquén y Av. 9 de Julio – Río Colorado y La Pampa

**Sarmiento;** entre H. Irigoyen y Auca Mahuida  
**J. de San Martín;** entre Cañadón Este y G. Álvarez  
**J. D. Perón;** entre Cañadón Este y Mendoza  
**Av. 20 de Diciembre** entre Río Negro y Río Colorado  
**Buenos Aires;** entre Ruta prov. Nº 6 y Mosconi  
**Chaco;** entre Bs. As. Y Av. 9 de Julio

- En subrasantes con suelos Tipo A-3, se reemplazara una capa de 10 cm. de espesor, por suelos del Tipo A1-a, provenientes del primer horizonte existentes en el sector, adoptando un valor soporte CBR=20 %.

terrazas que deberán realizarse en los sectores de las calles:  
(Para Suelos del Tipo: A-3)

**J. M. de Rosas;** entre Cañadón Este y Calle Si Nombre  
**Chubut;** entre D. F. Sarmiento y J. M. Belgrano  
**La Pampa;** entre Jujuy y J. D. Perón  
**Río Colorado;** entre Jujuy Y J. M. Belgrano  
**B. Rivadavia;** entre Río Colorado y Chubut  
**F. Sarmiento;** entre Auca Mahuida y Río Negro  
**La Rioja;** entre Bs. As. Y J. D. Perón

- En subrasantes con suelos Tipo A-4, se reemplazara una capa de 15 cm. de espesor, por suelos del Tipo A1-a, provenientes del primer horizonte existentes en el sector, adoptando un valor soporte CBR=20 %.

terrazas que deberán realizarse en los sectores de las calles:  
(Para Suelos del Tipo: A-4)

**Urquiza;** entreCañadón Sector Oeste y Río Negro  
**M. E. Duarte;** entre Mosconi y Río Negro

D. F. Sarmiento; entre Misiones y H. Irigoyen

San Luis ; entre Corrientes y Misiones

Formosa; entre Corrientes y E. Ríos

Entre Ríos; entre Calle sin salida en T y Av. 9 de Julio

Corrientes; entre J. de San Martín y Formosa

- En el caso de **desubrasantes** con suelos de menor calidad a las mencionadas con anterioridad (suelos Tipo A-6 y A-7 ), se reemplazarán los últimos 30 cm., por suelo Tipo A-1a, proveniente de la capa superior (primer horizonte) existente en el sector, y se adoptará como valor soporte de diseño CSR=40%.

**En caso que decorran residuos en los sectores de las calles;**  
**(Para Suelos del Tipo: A-6 y A-7)**

Misiones ; entre Joaquín García y sector Norte de la Ciudad

Catamarca; entre M. E. Duarte y sector Norte de la Ciudad

Mosconi ; entre Joaquín García y F. Sapag

Córdoba; entre Almatuete y J. A. Roca

Urquiza; entre Calle S/ Nombre y Mendoza

**Calles S/ Nombre** entre Calles S/ Nombre, sobre sector Cañadón Este

**J. M. Belgrano;** entre Cañadón Este y Gregorio Álvarez

**Av. 9 de Julio** entre J. M. Belgrano y Misiones

**DOCUMENTACION ADJUNTA:**

Acompañan al presente informe de Suelos:

- Croquis de Ubicación de Sondeos
- Croquis de Ubicación de Calicatas
- Ensayos y Resultados de Sondeos
- Ensayos y Resultados de Calicatas
- Descripción general de Suelos por Arterias

Descripción general de Suelos, por Arterias

**Cariac:** Arenas limosas – Arenas limosas c/ yeso

**M. E. Duarte:** Arenas limosas – Limo arenoso – Arcilla verde clara

**Catamarca:** Arcillas

**Catamarca:** Arcilla limosa gris –Arcilla roja laposa

**Coronel:** Arcilla arenosa c/yeso – Arcilla fina limosa

**Mendoza:** Arena– Arena limosa c/ grava –Arena c/ grava

**Chiriquia:** Limo arcilloso – Grava arenosa c/ yeso aglomerante – Grava arenosa – Relleno y arcilla roja

**Calles S/ Nombre:** Arena Limosa –Arcilla limosa, gris c/ yeso y gris verdosa

**Urquiza:** Arena c/ grava volcánica y material orgánico –Relleno y arcilla roja  
Arena blanca c/ yeso–Grava limo arcillosa – Arcilla roja

**J. M. de Rosas:** Relleno y Arena blanca c/ yeso – Relleno y arenas c/ gravas  
Relleno y arena- Grava arenosa

**El Estero:** Relleno y arena – Arena – Relleno fino c/ gravas

**Nouquén:** Grava arenosa – Relleno y grava arenosa – Relleno y arena –  
Arena limosa y Arena fina limosa

**El Estero:** Arena limosa

**Juan M. Belgrano:** Arena – Relleno y Arenas con gravas – Relleno y limo arcilloso – Arena - Arcillas grises

**Casaca:** Arena fina

**Jujuy:** Arena – Grava limo arenosa

**El Estero:** Arena fina – Arena – Grava arenosa

**La Pampa:** Arena fina



<b>Salinas; Arena; Arena fina; Lino arenoso</b>
Rivadavia; Grava arenosa
<b>Mar. de Jujuy; Arena limosa</b>
Entre Ríos; Lino arenoso
<b>Corrientes; Lino arenoso</b>
J. de San Martín; Arena limosa
<b>San Martín; Arena u gravosa</b>
La Rioja; Arena

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Las Normas para el Estudio de Aguas Subterráneas y Superficiales, indican la necesidad de evaluar la presencia de napas freáticas y filtraciones que pueden afectar las obras a proyectar.  
Las citadas Normas establecen el estudio del régimen de Aguas Subterráneas de acuerdo a las siguientes Etapas:

- Localización de zonas potenciales
- Perforaciones para el estudio
- Eventual acotamiento del nivel freático

Para el presente Estudio se estudiaron las zonas bajas y sectores potenciales de filtraciones, en coincidencia con zonas de deficientes desagües.

La determinación del nivel de Agua de las napas se realizó por medio de "mediciones "en perforaciones practicadas a tal efecto, utilizándole en primera instancia las perforaciones del Estudio de Suelos.

Se colocaron freáticas con el fin de determinar la altura de la napa de agua, en coincidencia con el balizamiento detallado para los sondeos 1, 21 y 42.

En términos generales no se encontró Agua en el primer metro de perforación del Estudio.

En particular se reitera lo observado y mencionado en el estudio realizado el la Etapa I de Proyecto de Pavimentación en donde se expresa que sobre calle Urquiza esquina Misiones, se detectaron Suelos Saturados.

A partir de este dato se procedió al estudio localizado de esta situación, y se observo que sobre calle Urquiza en una extensión de 300 m hacia calle Mosconi (Parque en menor medida"), nos encontramos con un panorama de similares características de Suelos.

Por lo mencionado, se concluye que esta particularidad de Suelos Saturados proviene de Aguas Servidas por Saturación de Pozos Cloacales, que afectan a un importante sector que circun da del punto de control; sector Norte (alto), con escurrimiento hacia calle Urquiza.

**"Como Prioridad", se recomienda solucionar este inconveniente, mediante Obras de Saneamientos Cloacales, antes de la Ejecución de las obras de Pavimentación".**

#### ESTUDIO DE AGUAS SUPERFICIALES

La localidad de Rincón de los Sauces se encuentra en el Departamento Pehuénches de la Provincia del Neuquén, emplazada sobre la margen derecha del río Colorado y en el sector inferior de dos importantes cuencas pluvioaluvionales que descargan al río Colorado a través de dos cañadones (Este y Oeste) que delimitan el sector urbano central.

La zona de emplazamiento se caracteriza por su aridez y escasa cobertura vegetal y al mismo tiempo por la posibilidad de ocurrencia de precipitaciones intensas durante el período estival.

Por otra parte, las fuertes pendientes del terreno dan origen a que, por las características de las lluvias, se generen zonas de intensa descarga, con concentración de altos caudales de escurrimiento, tanto en los cañadones como superficialmente en los sectores más bajos.

Además, debido al régimen de lluvias, con bajos valores de precipitaciones medias, la zona de influencia se caracteriza por vegetación rala, que deja amplias zonas de suelo desnudo sujeta a erosión hídrica y eólica. De esta manera la escorrentía generada conlleva un importante arrastre de sólidos.

Hasta 1980, Rincón de los Sauces no pasaba de ser un paraje habitado por chacareros dedicados al ganado caprino y ovino. Durante esa década la petrolera estatal, YPF, montó sus primeros campamentos exploratorios en la zona, que vieron sus frutos en 1968, cuando se encontró petróleo en Puesto Hernández, que con el correr de los años se transformó en uno de los principales yacimientos del país. Ello produjo una rápida transformación y el antiguo campamento petrolero se convirtió en un pueblo que fue fundado oficialmente el 20 de Diciembre de 1970.

El casco urbano se desarrolló entre los cañadones Este y Oeste, en principio con sus límites a suficiente distancia de estos y hacia el sur de la ruta provincial N° 6.

Posteriormente, la localidad experimentó una expansión urbana de carácter explosivo y desordenado, ocupándose áreas próximas a los cañadones y también la zona comprendida entre la ruta y el río Colorado, de mayor probabilidad de afectación por desborde de los cañadones, así como por crecidas del río Colorado.

La conjugación de las características antes expuestas:

- la ubicación de la localidad en la zona de descarga de dos importantes cuencas,
- precipitaciones estacionales intensas con arrastre de sedimentos,
- desarrollo urbano explosivo y desordenado con ocupación de áreas inconvenientes, a lo que se suma la eliminación de la cubierta vegetal y el aumento de la impermeabilización del suelo, generados por la urbanización y la actividad hidrocarbúfera, generan un cuadro de situación que incide directamente sobre la zona urbana actual.

Puede definirse que, originadas por un mismo fenómeno (la precipitación pluvial), de acuerdo con el área receptora se producen dos situaciones que requieren tratamiento particularizado y especial.

En primer lugar, la precipitación que cae sobre las cuencas de aporte origina un fenómeno que se caracteriza, en general, como un **escurrimiento superficial de grandes volúmenes de agua y material sólido de arrastre** constituyendo las avenidas o crecidas pluvioaluvionales que tienden a encauzarse por los cañadones Este y Oeste hacia el río Colorado.

**Cuando la capacidad de transporte de estos cauces es superada por el aporte pluvioaluvional, se produce el desborde y consiguiente anegamiento de sectores del casco urbano que son invadidos por el agua y el material arrastrado por ésta, tal como ocurrió en febrero del año 2004, produciendo importantes inconvenientes y daños y poniendo en riesgo incluso la vida de las personas.**

Por otra parte, en las últimas décadas, en Rincón de los Sauces además de la problemática aluvional, ha aumentado la incidencia de la escorrentía pluvial en el área urbana. Esto ha sido provocado por el aumento de las superficies impermeables que generan no solo mayores volúmenes de escurrimiento superficial, sino que además aumentan la magnitud de los picos de los hidrogramas de escurrimiento, por disminución de la rugosidad.

Asimismo, el desarrollo urbano ha producido la alteración de las condiciones hídricas naturales forzando la concentración del escurrimiento que se incrementa con la impermeabilización de las superficies.

**“Las aguas, tanto de origen aluvional por desborde de los cañadones, como las lluvias caídas en la zona urbanizada, escurren superficialmente cruzando la ciudad hasta las zonas más planas donde deben atravesar la ruta y luego, en la calle Chos Malal, el canal de riego viejo que constituye una verdadera barrera al escurrimiento, hasta descargar en el río Colorado”.**

Al carecer de desagües adecuados, se retarda la evacuación de las aguas pluviales, provocando inundaciones y anegamientos en los sectores bajos de la ciudad, hasta que este volumen drene lentamente.

En mayor o en menor medida toda la población de la ciudad se encuentra afectada directa o indirectamente ante la ocurrencia de precipitaciones intensas, dado que los que no son directamente perjudicados, sufren de todas maneras la afectación de los servicios tales como abastecimiento de agua potable, redes cloacales, electricidad, educación, transporte, etc.

Es de hacer notar que aún sin desborde de los cañadones, en caso de precipitaciones intensas, la ruta provincial Nº 6 queda interrumpida hacia la ciudad de Neuquén dado que su intersección con el cañadón Este se encuentra materializada por medio de un vado. De igual forma queda interrumpido el acceso al aeropuerto de la localidad por el vado de la calle Chos Malal.

Por los motivos citados se decidió plantear obras adecuadas al desarrollo actual y futuro del casco urbano, de modo tal de evitar o mitigar los efectos producidos por las precipitaciones pluviales y los caudales que éstas generan.

Las obras planteadas por el PLAN MAESTRO PLUVIOALUVIONAL, serán analizadas y tenidas en cuenta en particular para el desarrollo del presente Estudio de Pavimentación, aunque dichas obras no ocupen o afecten Art estas pertenecientes a esta etapa (Etapas II - III) de Proyecto.

Se efectuó una recopilación de datos y antecedentes del Estudio " Plan Pluvioaluvional ", realizado en la ciudad de Rincón de los Sauces y su zona de influencia, de donde se obtuvo una completa y abundante información sobre el comportamiento de las Aguas Superficiales, que servirá como base de estudio y análisis para confección del proyecto de Pavimentación que nos compete.

Con relación a lo manifestado, se adjuntan algunos datos extraídos del Plan Pluvioaluvional:

- Registro de Precipitaciones
- Análisis del comportamiento de excedentes en el casco Urbano
- Niveles de Anegamiento
- Zonas críticas en el casco Urbano para lluvias intensas
- Red de cálculo y asignación de caudales de desborde

En la siguiente tabla se muestran los histogramas de proyecto considerados para la modelación hidrodinámica del sistema de calles del casco urbano.

Histogramas de Diseño para la ciudad de Rincón de los Sauces

Tiempo (min)	Frecuencias		
	2 0000	3 0000	4 0000
(módulo)			
100	10.00	10.00	10.00
125	12.50	12.50	12.50
150	15.00	15.00	15.00
225	22.50	22.50	22.50
300	30.00	30.00	30.00
375	37.50	37.50	37.50
450	45.00	45.00	45.00
525	52.50	52.50	52.50
600	60.00	60.00	60.00

En la siguiente figura se muestra un esquema de la red de calles modelada en el casco urbano de la ciudad.



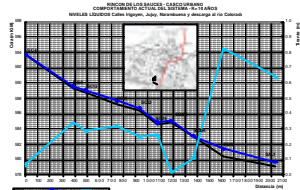
RED DE CALLES MODELADA EN EL CASCO URBANO

Eventos de precipitación intensa sobre la ciudad

Para el análisis del comportamiento de los eventos de lluvias en el propio casco urbano, se consideran los perfiles líquidos obtenidos en las distintas arterias que conforman el mismo. En términos generales, puede decirse que las arterias que son perpendiculares a la ruta provincial N° 6, presentan una importante pendiente longitudinal desde la calle J. M. Belgrano hacia la misma. De ese modo, no se observan en general, sectores con niveles de escurrimiento elevados en gran parte de la traza de las mismas.

El sector de calles que muestra ciertos niveles de agua visibles es el correspondiente a las calles H. Irigoyen y Jujuy, antes de atravesar la traza de la ruta provincial. En esta zona se presentan, para las tormentas analizadas, niveles de escurrimiento sobre la traza de la calle Irigoyen y en el cruce con la ruta, generándose acumulaciones también en la zona previo a la descarga.

En la siguiente figura se muestra, a modo de ejemplo, los niveles máximos registrados en el perfil de calles correspondientes a H. Irigoyen, Jujuy, Nariambueno y Puerto Molina. El resultado corresponde a los excedentes producidos por un evento de 10 años de recurrencia.



Tal como se observa, en la zona central del casco urbano, aguas arriba de la ruta, se registran niveles superiores a 20 cm, detectándose fuertes problemas de escurrimiento en la zona de descarga al río Colorado. En el Anexo B pueden observarse los resultados completos en cuanto a niveles en calle para eventos de distinta recurrencia y para distintas arterias del casco urbano central.

De acuerdo al análisis realizado mediante la evaluación de niveles de escurrimiento en las distintas arterias, pueden destacarse las siguientes características principales respecto del comportamiento de los excedentes pluviométricos en la ciudad.

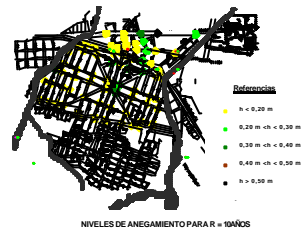
- La pendiente general del terreno presenta una dirección aproximada SONE y SE-NO, en la zona del casco urbano, tendiendo a concentrar los escurrimientos hacia la zona donde se ubica la plaza central de la ciudad.
- De este modo, los escurrimientos generados por las subcuencas urbanas y rurales, son conducidos por calles de relativa fuerte pendiente en la zona occidental, en el sector comprendido entre las calles J. M. Belgrano y J. de San Martín.
- Esta pendiente longitudinal de las calles determina que el flujo se desarrolla con escasos niveles de escurrimiento, excepto en la zona central, principalmente en la calle H. Irigoyen, donde tienden a concentrarse las líneas principales de escurrimiento.
- Los excedentes acceden a la ruta y se concentran principalmente en la intersección de la misma con las calles Cerro Bayo y Naranbueno, desde donde siguen su curso hacia la zona de la descarga.
- La calle Chos Malal, perpendicular a la dirección de escurrimiento principal, actúa como colectora de los excedentes, tendiendo a concentrar los mismos en su parte más deprímida que corresponde al cruce de la misma con la calle Puerto Molina.
- Desde el punto anterior, los excedentes llegan al río a través de la citada calle Puerto Molina (perpendicular al curso de descarga) que cuenta con una zanja lateral de escasa capacidad de conducción.
- Para eventos de tormenta de 5 y 10 años de recurrencia, esa zanja se ve desbordada convirtiéndose la totalidad de la calle en un canal de descarga.

Referencias

- $h < 0,20 \text{ m}$
- $0,20 \text{ m} < h < 0,30 \text{ m}$
- $0,30 \text{ m} < h < 0,40 \text{ m}$
- $0,40 \text{ m} < h < 0,50 \text{ m}$
- $h > 0,50 \text{ m}$

Como resultado de este análisis, se pudieron detectar las zonas de potenciales anegamientos para eventos de lluvias intensas registrados en forma directa sobre el casco urbano de la ciudad. En la siguiente figura se muestran los niveles de anegamiento registrados en distintos puntos de la ciudad para un evento de tormenta asociado a 10 años de recurrencia.





NIVELES DE ANEGAMIENTO PARA R = 10 AÑOS

Tal como se aprecia, los mayores niveles de anegamiento se registran en la arteria Ingoyen, en la diagonal 20 de diciembre y en la calle Narambuena, que son los sectores topográficamente más deprimidos de la ciudad y por donde naturalmente tienden a canalizarse los escurrimientos.

En el resto de las arterias, debido a la relativamente alta pendiente del terreno, los niveles resultan inferiores a 20 cm, pudiendo considerarse, en consecuencia, admisibles para el normal desarrollo de la vía urbana.

Finalmente, a modo de resumen, en la siguiente figura se muestran los alcances de la inundación potencial que afectaría a distintos sectores de la ciudad, en forma comparativa para los tres eventos de tormenta analizados.



#### ZONAS CRÍTICAS EN EL CASCO URBANO PARA LLUVIAS INTENSAS

En el Anexo 32 se presentan la totalidad de los resultados obtenidos del análisis hidráulico del casco urbano, indicándose, entre otros elementos, caudales, niveles y velocidades de escurrimiento en distintos puntos de la ciudad.

#### Comportamiento de los desbordes de los cañadones en el casco urbano

Tal como se ha indicado en los estudios básicos hidráulicos e hidrológicos, para la evaluación de la incidencia de los desbordes sobre el comportamiento hidráulico del sistema de calles, se amplió el modelo de simulación, incorporándose sectores aledaños al casco central por donde podrían acceder dichos desbordes.

En la siguiente figura se aprecia un esquema de la red ampliada para este análisis indicándose la zona de desborde de ambos cañadones y los puntos de la ciudad donde fueron asignados los caudales derivados.



#### RED DE CALCULO AMPLIADA Y ASIGNACIÓN DE CAUDALES DE DESBORDE

Del análisis de los resultados obtenidos, cuyos aspectos salientes se presentan en el anexo 3-2 adjunto, pueden efectuarse los siguientes comentarios:

- La mayor discretización del área urbana genera una mejor distribución del flujo excedente proveniente de la zona alta de la ciudad. Este efecto se produce dado que la lluvia que antes se concentraba en el límite inicialmente modelado, ahora escurre por las aristas del sector ampliado hacia el sur de la ciudad.
- Como consecuencia de lo anterior, los niveles máximos tienden a disminuir a costa de un incremento de las velocidades y los caudales que finalmente acceden a la sección final de descarga.
- La existencia de los desbordes considerados no produce alteraciones significativas en los niveles de calle de los perfiles analizados. Esto se debe, principalmente al hecho que los máximos no tienen una magnitud considerable y que su ocurrencia se encuentra levemente desplazada respecto de los hidrogramas generados por las subcuencas urbanas.