

1173.
1173

Ref.: Expediente N° 1341/2003, "Fiscal N° 2 s/
Req. de Instrucción en relación denuncia de
Zanutigh Ana Isabel y otros..".

Santa Fe, 25 de Octubre de 2005.

Sr. Juez de Instrucción Penal de la 7ma. Nominación
Poder Judicial de la Provincia de Santa Fe
Dr. Diego de la Torre
S _____ / _____ D

Nos dirigimos a Ud. a efectos de elevarle a su consideración las respuestas a los
requerimientos de aclaraciones efectuados por el representante del actor Civil, referidas al
informe pericial oportunamente entregado.

Sin otro particular le saludamos atentamente


Jorge Daniel Bacchiaga
DNI N° 16.223.598

Jorge Adolfo Maza
DNI N° 10.036.890

Juan Carlos Bertoni
DNI N° 11.524.873

Recibido y puesto al Despacho hoy 02 de Diciembre
de 2005 siendo las _____ horas.- Con _____


Dr. RUBEN DIAZ
SECRETARIO

Desde esta parte civil en los autos caratulados: "FISCAL N° 2 s/REQUISITORIA DE INSTRUCCIÓN EN RELACION A DENUNCIA DE ZANUTIGH, ANA ISABEL; TEMPORETTI, MARIA CRISTINA; DE OLAZÁBAL, EMILIANO" (Expte. N° 1341/03), de trámite ante el Juzgado Penal de Instrucción de la 7ma. Nominación de la ciudad de Santa Fe y de acuerdo a lo conversado con el Sr. Juez el día martes 30 de agosto de 2005, les solicitamos nos aclaren las siguientes cuestiones:

1. a) En numerosas oportunidades (páginas 16 y 23 del resumen ejecutivo, página 8 respuestas al Sr. Fiscal y página 31 en respuestas al Sr. Juez, página 19 Anexo II, página 17 Anexo XI, entre otros) menciona que: "*según informes antecedentes calle Gorostiaga frente al cierre tiene cota 15 m*".

Se requiere que se especifique cuáles son dichos informes antecedentes, especificando el nombre concreto con que figuran en los Anexos XIII y/o XIV.

Con relación a la cota mínima de desborde de la calle Gorostiaga debe aclararse que en toda la documentación recopilada para el estudio pericial no se han detectado informes técnicos, documentación gráfica de proyecto o memorias descriptivas que resultaran absolutamente coincidentes y que permitieran establecer, sin lugar a interpretaciones inequívocas, la situación en la que se encontraba dicha arteria y los terrenos circundantes en el momento de la crecida.

En tales circunstancias, se ha efectuado una evaluación integral de la documentación antecedente la que incluyó estudios previos, memorias de proyecto, antecedentes topográficos, publicaciones periodísticas y visitas a campo. De esta evaluación integral se dedujo que la cota de la calle Gorostiaga, al momento de la crecida, no podía presentar los valores indicados en el texto del proyecto ejecutivo del tramo II, donde se precisaba una cota de 16,40 m.

Entre los elementos que fueron ponderados en la pericia para adoptar la cota más probable de calle Gorostiaga en oportunidad de la ocurrencia de la crecida del año 2003 cabe citar, en primer lugar, la figura 34c presentada por el MOSP (1994) en su trabajo: *Av. de Circunvalación Santa Fe. Tramo: Alto Nivel Ruta N° 11 – Av. Blas Parera. 2ª Sección: Autopista AP01 – Av. Blas Parera. Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda. Provincia de Santa Fe, MOSP, DPV, Volumen 2 (Planos)*, reproducida aquí en las Figuras 1 y 2. En la misma se puede observar la asignación de la cota de terreno natural igual a 14,90 m en proximidades de la obra, como también la indicación de cota 17,50 m para el coronamiento de la defensa.

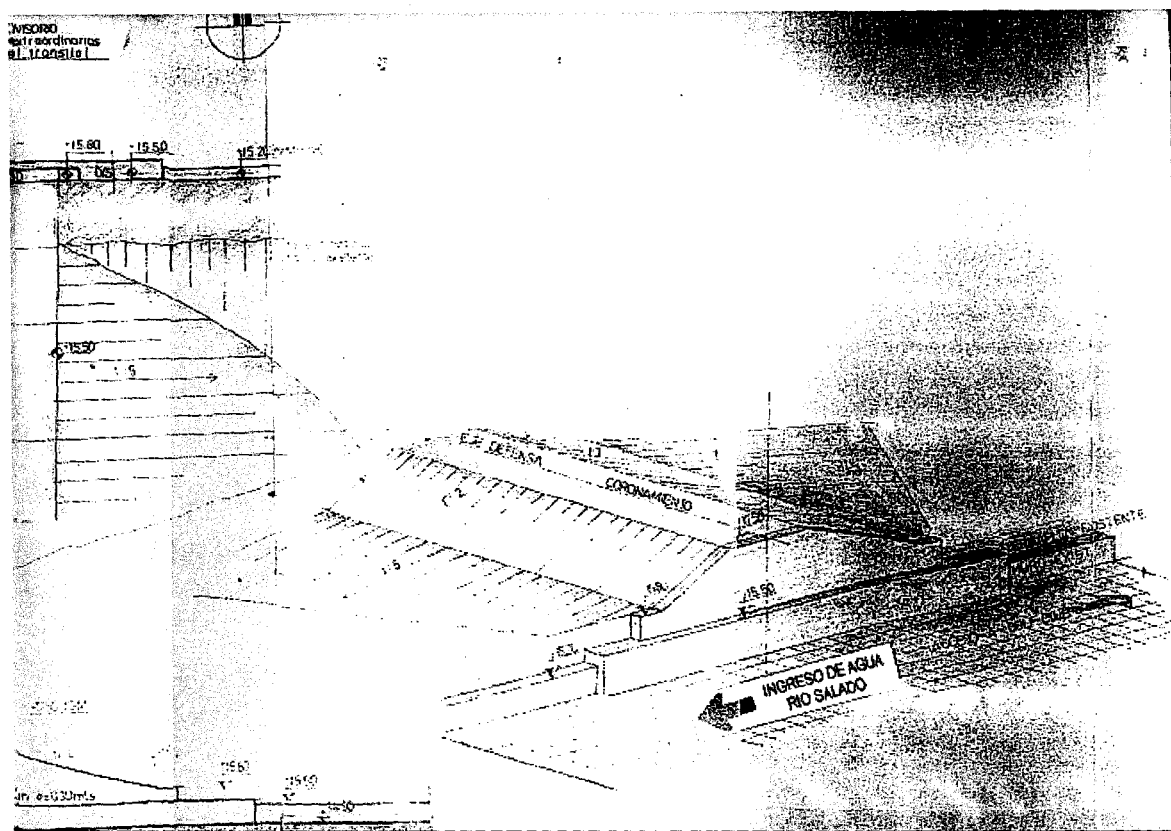


Figura 1. Reproducción parcial de la figura 34c, “muro de empalme del cierre provisorio de la defensa”, incluida en la documentación del MOSP (1994).

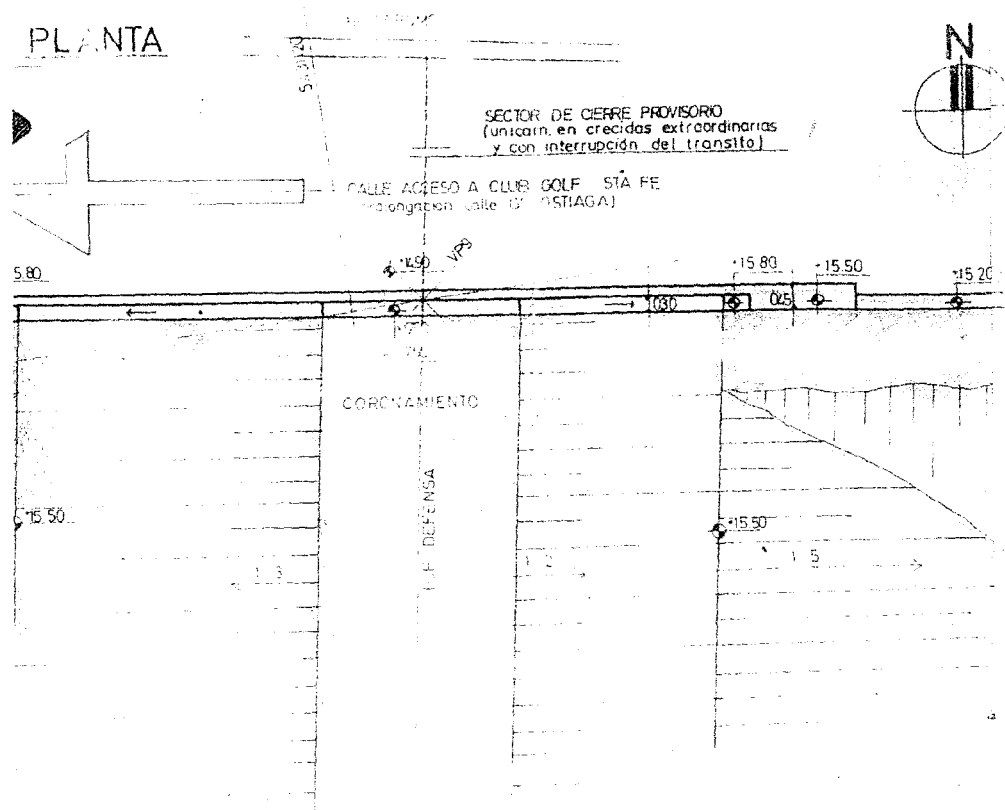


Figura 2. Reproducción parcial de la figura 34c, “muro de empalme del cierre provisorio de la defensa”, incluida en la documentación del MOSP (1994).

Por otra parte, durante el peritaje fue consultado un material originalmente preparado por el Centro de Cartografía (CECyF) de la FICH-UNL (plano con curvas de nivel definidas digitalmente, aunque sin valores de cotas) y su similar aparecido en el vespertino El Litoral en su edición del 07/05/2004 (en este caso con cotas). La consideración de todos estos elementos, tomando como referencia la cota del cero del hidrómetro del Dique 2 del Puerto de Santa Fe, permiten suponer como válida una cota del orden de 15,0 m para el terreno natural próximo al extremo Oeste de calle Gorostiaga.

Asimismo, a partir del estudio efectuado por el INCyTH, "Estudio de Delimitación de áreas de riesgo hídrico en Santa Fe" (1992), se han analizado las curvas de nivel del terreno natural existentes en la prolongación hacia el río de la calle Gorostiaga. En dicha documentación no se aprecian sectores del terreno, en esa sección de la calle, con cotas superiores al nivel 15,0 m.

Por último, si se considera que la cota de proyecto con la cual se concibió y construyó el tramo II de la defensa fue fijada en 17,50 m y si se analiza la documentación fotográfica y filmica antecedente, que ilustra el ingreso de las aguas por la zona deprimida de la calle Gorostiaga, puede observarse que la altura de la sección de ingreso superaba ampliamente el valor de 1 m. En las Figuras 3 y 4 pueden observarse las circunstancias antes descriptas.

En ambas imágenes se ve la posición relativa de la superficie libre del escurrimiento con relación a la cota de coronamiento del terraplén.



Figura 3. Fotografía extraída de la página de Internet de la DNV (www.vialidad.gov.ar/provincias/santafe/fotos_inundacion.htm).

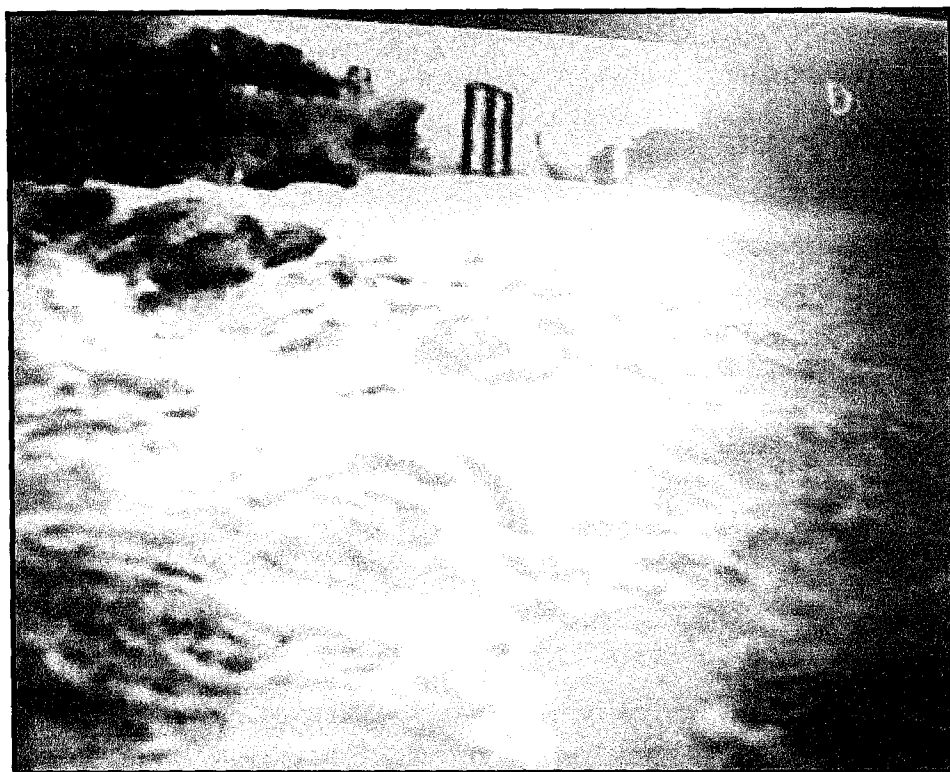


Figura 4. Imagen tomada del video “La Lección del Salado” (Cable & Diario, 2003).

El análisis de la documentación disponible permitió establecer las siguientes consideraciones:

- En primer término, no se consideró factible que la cota del terreno en la prolongación sur de la calle Gorostiaga tuviera, al momento de la crecida ocurrida en el año 2003, la cota indicada en el proyecto ejecutivo del tramo II (16,40 m).
- Los antecedentes topográficos y los estudios previos demuestran que la cota de referencia de esa calle debería encontrarse en el orden de los 15,0 m, valor compatible con lo observado en la documentación filmica analizada.

Más allá de los antecedentes analizados, esta consideración resulta compatible con la evolución de niveles de escurrimiento del río Salado durante la crecida y el momento en que los antecedentes marcan que se produjo el ingreso de las aguas a la ciudad.

En efecto, de acuerdo a la modelación hidrodinámica realizada, se obtuvo la variación de niveles en la zona de ingreso del flujo a la ciudad. De dicha modelación se obtiene que los niveles del río Salado alcanzan, el día domingo 27 de Abril de 2003, una cota levemente superior a los 15,0 m. Para dicha fecha, según informan las autoridades provinciales, se comienza a detectar el ingreso de las aguas a la ciudad, situación que puede ser considerada como verificación de que las cotas topográficas en la zona de ingreso no podían encontrarse en cota 16,40 m.

b) En páginas 30, 33 y 38 de respuestas al Sr. Juez, página 7 de respuestas al Sr. Fiscal y en dos oportunidades página 16 respuestas al actor civil, se transcriben párrafos del proyecto ejecutivo de la obra de defensa del tramo II, denominado: "Av. de Circunvalación de la ciudad de Santa Fe. Tramo: Alto nivel RN n° 11 – Av. Blas Parera. 2ª Sección: Autopista AP01 – Av. Blas Parera. Informe Final – Proyecto Ejecutivo – Obras Hidráulicas 1996", donde dice: *"la calle Gorostiaga tiene frente a dicho cierre una cota de 16.40 IGM."*

Se requiere expliquen a qué Uds. atribuyen esta diferencia de cotas.

Tal como fue señalado a lo largo del informe pericial, el antecedente mencionado en la presente pregunta, corresponde al proyecto ejecutivo del tramo II de defensa de la ciudad, realizado por la DPV en el año 1996. Se ha señalado efectivamente que en dicha documentación se cita específicamente a la cota 16,40 m como valor de referencia para la prolongación de la calle Gorostiaga.

Si bien, sobre la base de las consideraciones efectuadas en la respuesta anterior, esta pericia considera que, al momento de la crecida del año 2003, el valor de cota antes indicado no resultaría compatible con los antecedentes existentes, la discrepancia mencionada puede atribuirse a los siguientes dos factores:

- Una inapropiada redacción en el pliego de la DPV dado que la cota 16,40 m estaría referida, en realidad, a la cota de coronamiento del terraplén de defensa en su empalme con el muro. Según versiones recabadas durante el desarrollo del trabajo pericial, la cota de coronamiento general de la obra (17,50 m) habría sido rebajada en aproximadamente 1 m (a cota 16,40 m) en los metros finales de la obra en las proximidades del muro de la calle Gorostiaga a los efectos de generar una transición relativamente gradual entre la cota máxima de la obra y el terreno natural circundante en el sector.
- Por otra parte, aún considerando lo expresado en el punto anterior, no se afirma que la mencionada cota de 16,40 m no existiera en el momento de la elaboración del proyecto ejecutivo. En tal sentido, no se descarta, en consecuencia, que la afirmación realizada en el proyecto ejecutivo haga referencia a un punto o sector singular de la zona del hipódromo, el cual pudiera haber sido modificado posteriormente. Tampoco se descarta que pudiera existir un error en el valor indicado en el informe de proyecto antecedente.

-Tomo II Planos lamina 34 C "muro de empalme del cierre provisorio de la defensa"

Más allá de estas consideraciones, la pericia considera importante las apreciaciones efectuadas en la respuesta anterior con respecto a que no existirían elementos de juicio valederos que permitieran corroborar la existencia de la cota indicada en el proyecto en el momento de ocurrencia de la crecida del año 2003.

ANTONIO
NOTIFICADOR
JUDICIAL

2. En la respuesta a la pregunta 12 del Sr. Juez:

a) queda claro que no se realizó la simulación de qué hubiera ocurrido en 2003 si la obra complementaria prevista en el proyecto del Tramo II se hubiera concretado con antelación a la crecida y hubiera resistido.

Tal como fue descrito en el informe pericial, y en particular en la respuesta a la pregunta N° 12 del Sr. Juez, la obra complementaria prevista en el proyecto ejecutivo del tramo II consistía en la ejecución de un terraplén provisorio de emergencia, materializado con bolsas de arena.

En la descripción de las características de la obra, según el informe de proyecto antecedente, no se hace mención específica acerca de la geometría y cotas que debería tener ese terraplén provisorio. Tampoco se aclara o especifica en ninguna documentación gráfica comprendida en la información del proyecto antecedente.

En consecuencia, el proyecto preveía una acción complementaria que, para su implementación, requería un análisis previo que definiera su longitud, su disposición en planta, su cota de coronamiento y, principalmente, una indicación más certera de los medios técnicos y humanos requeridos para su implementación y la oportunidad en que la misma debía realizarse en función de del monitoreo de la evolución de niveles en el río Salado. Al menos eso surge del análisis de la documentación de proyecto disponible.

Por esta razón, la modelación de una situación hipotética de implementación del terraplén provisorio solo podía arrojar resultados congruentes con los criterios de diseño que plantearan los peritos para el caso analizado y no con la verificación de una alternativa concreta prevista en el diseño de las obras.

Más allá de lo expuesto, la simulación hidrodinámica realizada determinó que, sin la existencia de ingresos en la ciudad, los niveles del río Salado en la zona del Hipódromo hubieran alcanzado valores cercanos a la cota 17,00 m. Esta situación determina que, cualquier cierre provisorio definido en la emergencia debería haber contado con una altura de coronamiento superior a ese valor para evitar completamente el ingreso de las aguas a la ciudad.

Si se admite que la cota de la calle Gorostiaga presentaba, al momento de la crecida un valor cercano a 15,00 m, se consideró inviable la ejecución de un terraplén provisorio con una altura superior a los 2,00 m, ejecutado con elementos individuales tales como bolsas de arena, con una longitud considerable y con medios técnicos y humanos no compatibles con los razonablemente disponibles en circunstancias de emergencia como las ocurridas en esa oportunidad.

Las consideraciones antes expuestas determinaron que no resultara razonable modelar en forma hipotética una obra no definida, considerándose, tal como se aclaró reiteradamente en el informe, que la obra que debió haberse ejecutado es el tramo III de la defensa de la ciudad. Esta acción, indudablemente, no podía considerarse una acción complementaria de emergencia, debiendo haberse planificado su geometría y su implementación en el terreno con suficiente anticipación al momento de ocurrencia de la crecida.

b) ¿Cuál es la altura del alteo según el proyecto ejecutivo de la obra de defensa del tramo II, denominado: "Av. de Circunvalación de la ciudad de Santa Fe. Tramo: Alto nivel RN n° 11 – Av. Blas Parera. 2ª Sección: Autopista AP01 – Av. Blas Parera. Informe Final – Proyecto Ejecutivo – Obras Hidráulicas 1996"?

Tal como se destacó en el punto anterior, el proyecto ejecutivo de la obra de defensa, Tramo II, indica el tipo de medida complementaria que debía realizarse en la emergencia pero no hace mención alguna a su geometría, razón por la cual no se indica la altura del alteo a la que hace referencia la presente pregunta.

c) ¿Por qué en distintas oportunidades Uds. asignan 1 (un) metro de altura de dicho alteo (página 31 respuesta al Sr. Juez, página 8 de respuestas al Sr. Fiscal, página 17 del actor civil) y no otra mayor?

No habiéndose definido en el proyecto ejecutivo de las obras del tramo II la altura del alteo necesaria para incrementar el nivel de resguardo de la ciudad, en el análisis integral efectuado durante el desarrollo del informe pericial, se ha considerado un alteo del orden de 1 m, como obra factible de ejecutar, por los siguientes motivos:

- Los antecedentes registrados durante la crecida del año 1998 demuestran que fue factible construir un alteo con alturas del orden de las indicadas en forma previa a la crecida. En esta afirmación debe considerarse como elemento adicional que la evolución de niveles de la crecida del año antes citado resultó diferente en cuanto a tasas de crecimiento con relación a la ocurrida en el año 2003.
- Por otra parte, la ejecución de este tipo de obras en condiciones de emergencia presenta dificultades que impiden pensar en la materialización, en corto tiempo, de obras relativamente importantes en altura. Debe considerarse que las condiciones climáticas y del terreno imperantes durante los días previos al ingreso del agua a la ciudad dificultaban la concreción de terraplenes provisorios de tierra de longitudes importantes. En tal sentido se señala que las condiciones de humedad del terreno de apoyo, así como del potencial material que debería utilizarse para la construcción del terraplén, no resultan adecuadas para alcanzar niveles óptimos de compactación que garanticen una adecuada estabilidad de la estructura frente a la acción dinámica y estática del agua.
- Por otra parte, la implementación de terraplenes provisorios con bolsas de arena debería ejecutarse con medios manuales, requiriéndose contar con una importante cantidad de personal para la realización de obras extensas en cortos períodos de tiempo.
- Las consultas realizadas con especialistas del tema permitieron establecer que, dadas las condiciones de borde imperantes en el momento de la crecida, la implementación de terraplenes provisorios con bolsas de arena, con alturas superiores a 1 m o 1,5 m, no resultaban factibles de ejecutarse. Debe contemplarse al respecto que el proceso de materialización de este tipo de obras requiere la ejecución secuencial de llenado, traslado y distribución de bolsas en forma ordenada para garantizar niveles mínimos de estabilidad, siempre y cuando no se produzca el sobrepaso del flujo por sobre las mismas.

ANTONIO
AL NOTIFICADOR
DEL JUICIO

1187

d) ¿Cuáles fueron la traza y longitud consideradas de la obra complementaria del Tramo II para responder esta pregunta?

La pregunta N° 12 del Sr. Juez establecía si *“se debía, en consideración a la finalización de Tramo II, ejecutarse obras complementarias, al tramo realizado, de la obra, y hasta tanto se ejecutara el próximo módulo”*.

La respuesta establecida en el informe pericial se centró, en primer término, en establecer qué se entendía como medida complementaria, entendiéndose que las mismas son acciones estructurales de una envergadura tal que resultan factibles de realizar en un corto período de tiempo y con medios técnicos y económicos acotados. Dentro de estos términos se encuadra la metodología de materialización de terraplenes provisionarios prevista en el proyecto ejecutivo del tramo II de la defensa.

Tal como se dijo anteriormente, esta medida de emergencia no contaba con una geometría predefinida, al menos en los términos que pudiera considerarse una obra complementaria de emergencia.

La consideración de la altura que debería haber alcanzado este terraplén provisionario, a la luz de los niveles máximos que se hubieran registrado en el río Salado, impidieron considerar a esta acción como una medida complementaria factible de ejecutar durante o en días previos a la ocurrencia de la crecida. Se consideró que al menos la obra debería haber contado con una cota superior a los 17,00 m y una disposición en planta que rodeara el frente sur del hipódromo hasta alcanzar la calle Estado de Israel.

Tal como se dijo, no se efectuaron más consideraciones acerca de la traza y/o cotas de esta obra toda vez que la misma fue considerada como inviable de ejecutar durante el evento.

Contrariamente, se consideró como obra complementaria relativamente factible de haberse ejecutado en días previos al ingreso de las aguas, una protección del extremo final del terraplén de defensa. Tal como se aclaró en el informe pericial, esta medida no hubiera impedido el ingreso del agua a la ciudad, pero, probablemente, al mantener estable la sección de ingreso, hubiera reducido los caudales que finalmente ingresaron.

En respuesta a la pregunta 5-16 del actor civil y 15 del Sr. Juez:

En las páginas 17 y 38 respectivamente se afirma:

La misma no hubiera sido eficaz a los efectos de evitar su sobrepaso, no pudiendo garantizarse su estabilidad con una carga de aproximadamente 1 m por sobre su cresta."
 ¿Cuáles son las consideraciones realizadas para aseverarlo, dónde se puede consultar?

Bajo la hipótesis que se hubiera podido materializar un terraplén provisorio de 1 m de altura por sobre la cota de la calle Gorostiaga, cabe la realización de las siguientes consideraciones respecto al comportamiento de dicha obra frente a la acción del flujo existente por el río Salado:

- Si los niveles del río Salado se mantenían por debajo de la cota de coronamiento del terraplén provisorio, la acción del flujo sobre la estructura estaría vinculada a un empuje hidrostático sobre la cara externa del terraplén. La resistencia de esta estructura se encontraría vinculada a la conformación geométrica con la que se hubiera materializado la misma, más precisamente al ancho de coronamiento, a la disposición de bolsas en su base y a la disposición relativa de las bolsas que conforman el cuerpo del terraplén.
- No obstante, bajo la hipótesis que el terraplén se hubiera materializado con al menos dos hileras de bolsas de arena, es dable suponer que la resistencia del conjunto hubiera sido adecuada para garantizar la estabilidad frente a niveles de escurrimiento inferiores a su cota de coronamiento.
- En el caso que los caudales de escurrimiento del río Salado, tal como ocurrió efectivamente durante la crecida del año 2003, hubieran resultado superiores a la cota 16,00 m, el agua hubiera ingresado igualmente a la ciudad, funcionando el cierre de emergencia como un vertedero de pared gruesa.
- Bajo estas condiciones de funcionamiento, y admitiendo que los límites laterales de este vertedero se mantuvieran estables, una carga de al menos 1 m por sobre su cresta hubieran determinado ingresos superiores a 100 m³/s, con velocidades por sobre la estructura superiores a 1,7 m/s.
- En tales circunstancias, además de la estabilidad estática de la estructura, debería garantizarse la estabilidad frente a la acción dinámica del flujo así como la estabilidad del pie de la estructura, debiendo amortiguar la misma los efectos de la elevada energía cinética remanente aguas abajo de la descarga. Debe considerarse, al respecto, que la metodología constructiva de este tipo de obras, sumada a los escasos tiempos disponibles para su materialización no permiten garantizar un nivel de terminación acorde con las solicitudes a las que finalmente puede estar sometida.
- Por otra parte, no es factible suponer, a priori, que el terreno de apoyo, bajo las condiciones existentes en la zona de ingreso y frente a los prolongados períodos de precipitaciones, no resultara susceptible de ser erosionado por la acción dinámica de la corriente, comprometiendo en tales circunstancias la estabilidad global de la obra de defensa.
- Las consideraciones anteriores fueron realizadas sobre la hipótesis que la longitud de vertimiento se mantuviera estable durante el proceso de derivación de caudales desde el río hacia la ciudad. Tal circunstancia tampoco resulta factible de garantizar toda vez que, aún manteniéndose el terraplén inalterado por la acción del flujo, no es posible afirmar que no se hubiera producido igualmente, la erosión y posterior colapso del muro extremo del tramo II del terraplén de defensa. Esta circunstancia hubiera dado lugar, también, a un ingreso no controlado del flujo en la ciudad, pudiendo comprometer la estabilidad del conjunto.

Por las razones expuestas se expresó en el informe pericial que, aún habiéndose logrado materializar el terraplén provisorio, no hubiera sido posible garantizar su estabilidad.

Se destaca que los fenómenos hidráulicos vinculados a obras como las aquí tratadas pueden encontrarse en diversas fuentes bibliográficas específicas del tema, tales como los manuales de pequeñas obras hidráulicas del USBR.

En la página 18 del actor civil se concluye:

“...expuesto, y respondiendo a lo cuestionado, es que se indica que cualquier alternativa de obra asociada al cierre provisorio del tramo II, previsto en el proyecto, conduce a suponer volúmenes y tiempos de ingreso iguales o similares a los que efectivamente se verificaron (en el orden de 700 m³/s), según que la obra se mantuviese estable o no respectivamente.”

Se solicita se explique por qué se afirma que los volúmenes de ingreso hubieran sido iguales si la obra complementaria se mantenía estable y por lo tanto no se erosionaba el terraplén y el ingreso del agua se producía con un retardo de 24 hs, tal como se afirma en pág. 17 de dicha respuesta.

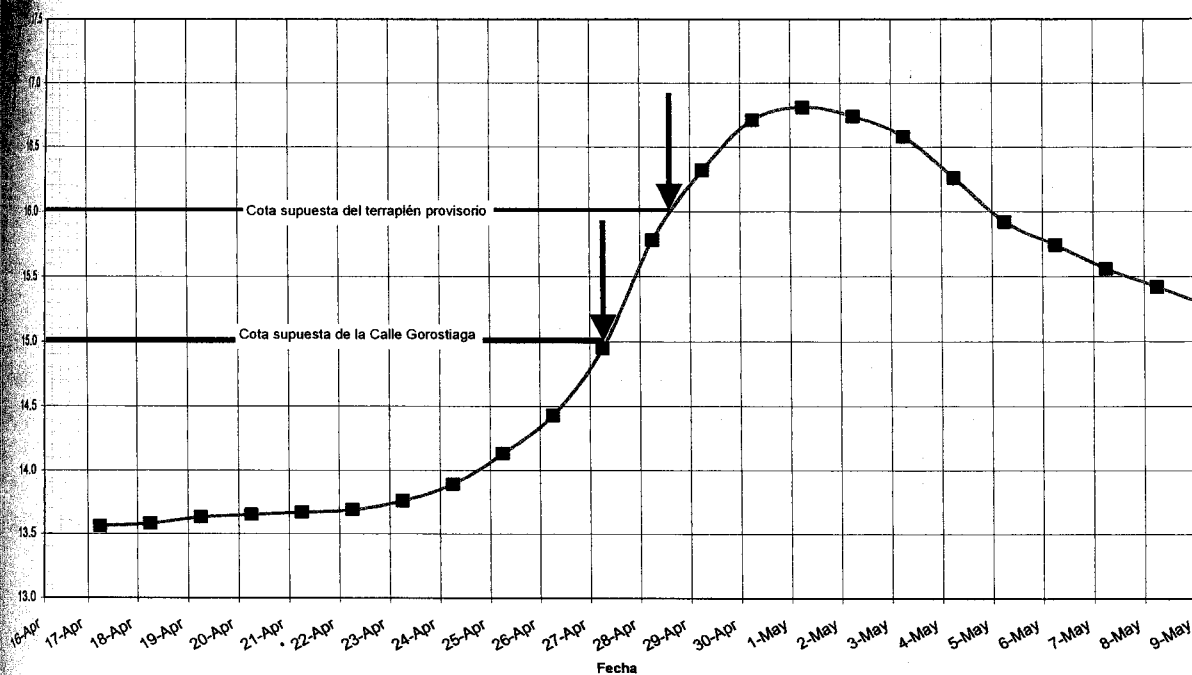
Según se ha destacado en el informe pericial, así como en las respuestas a los cuestionarios adicionales presentados por el actor, los peritos consideran, con relación a los cierres provisorios, lo siguiente:

- En primer término, no existían definiciones geométricas precisas que permitieran establecer la conformación de un terraplén de emergencia previsto y/o diseñado de acuerdo a las características de la zona de emplazamiento del mismo.
- Bajo estas condiciones, todas las afirmaciones realizadas se basaron en hipótesis de lo que se podría haber intentado ejecutar durante el evento, existiendo, de tal modo, una importante cantidad de combinaciones de factores que impiden una evaluación completa y/o simultánea de los mismos.
- Se ha considerado, además, que no hubiera resultado factible, en los tiempos disponibles durante el evento de crecida, o aún en días previos a la misma, ejecutar un terraplén provisorio con bolsas de arena (tal como lo preveía el proyecto) con una cota compatible con los niveles finalmente alcanzados por las aguas en el río Salado.
- La ejecución de terraplenes con cotas inferiores a 17,00 y con alturas relativamente factibles de materializar en la emergencia, hubieran presentado riesgos de inestabilidad en el caso que las aguas superaran las mismas y se transformaran en estructuras de control no específicamente diseñadas y materializadas para resistir el pasaje del flujo por sobre ellas.
- En tales circunstancias, habiendo considerado posible que las estructuras provisorias se mantuvieran estables al menos hasta que las aguas alcanzaran su cota de coronamiento, sí resulta factible establecer que se hubiera producido un retardo en el ingreso de las aguas a la ciudad.
- Esto no implica, necesariamente que, en caso de producirse el colapso (bajo esta hipótesis fue respondida la pregunta de referencia), los volúmenes de ingreso al casco urbano hubieran sido sensiblemente inferiores a los efectivamente ingresados. Cabe destacar en este punto, nuevamente, que las hipótesis de roturas parciales de los terraplenes pueden resultar infinitas y carentes de sentido de ser consideradas a los fines de clarificar al Sr. Juez los procesos y las causas reales que dieron lugar al ingreso de las aguas registrado durante el evento.

ANTONIO
NOTIFICADOR
JUDICIAL

Al como se ha indicado, no se consideró relevante, durante el desarrollo del informe pericial, analizar la hipótesis de que una obra complementaria, no definida en cuanto a geometría y longitud, hubiera mantenido estable ya que los argumentos antes expuestos determinan que dicha hipótesis estaba bajas probabilidades de ocurrencia. Sí se afirmó, sobre la base de la modelación que durante el período en que resulta factible considerar la estabilidad del terraplén que hubiera producido un retardo en el ingreso de las aguas a la ciudad. En efecto, para esa afirmación, se efectuó la modelación del sistema, analizándose la evolución de la sección de ingreso, cuyos resultados se indican en la siguiente figura:

CRECIDA 2003
Variación de niveles en la zona del Hipódromo



Al como se observa, en la misma se han comparado los niveles supuestos en la calle Gorostiaga y los niveles supuestos en la altura del terraplén provisorio. Como se aprecia, los niveles líquidos alcanzaron la cota de desborde de la calle Gorostiaga, tal como lo demuestran los antecedentes existentes, en el transcurso del día 27 de abril. En caso de haberse mantenido estable un terraplén provisorio con cota 16 m, con una longitud adecuada que impida el ingreso de las aguas en sectores aguas arriba del hipódromo, el ingreso a la ciudad se hubiera producido durante el transcurso del día 28 de abril.

En caso que se hubiera mantenido estable la obra de cierre provisorio, circunstancia que se consideró poco factible, los caudales de ingreso a la ciudad hubieran resultado del orden de 250 m³/s. Este valor dependería de la longitud del terraplén provisorio, su ubicación definitiva y su cota, todas variables no definidas en el proyecto de la obra.

c) No se responde en ninguno de los casos cuantitativamente niveles, volúmenes y áreas inundadas que hubiera habido dentro de la ciudad, en caso de existir la obra de defensa complementaria.

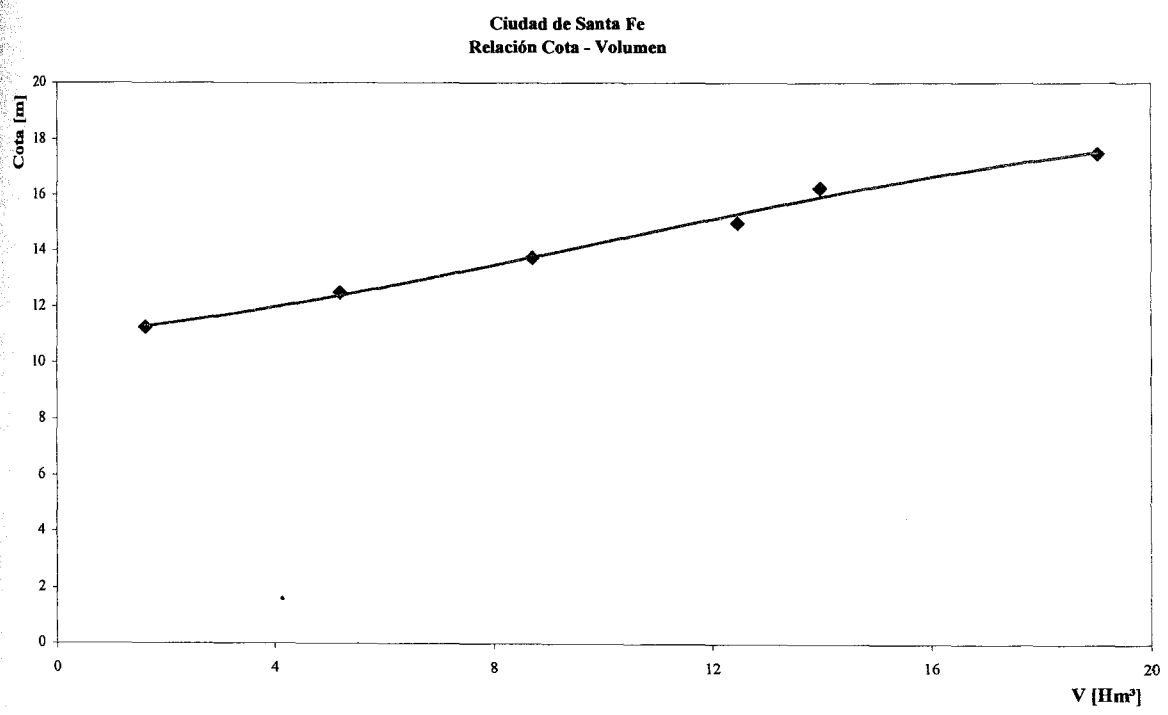
Nuevamente en este punto debe destacarse que la respuesta al requerimiento depende de la hipótesis asumida en cuanto a la geometría final de la obra complementaria y a la potencial resistencia que tenga la misma para garantizar el sobrepaso del flujo que finalmente hubiera ingresado a la ciudad.

obstante, a los fines de establecer cuál hubiera sido la diferencia en caso de haberse construido una obra de defensa complementaria (entendiéndose por tal la ejecución de un terraplén de defensa cerrando la zona de ingreso de la calle Gorostiaga) con respecto a la situación realmente ocurrida, se efectuó un análisis de la evolución de niveles de anegamiento durante las horas del proceso de inundación sufrido por la ciudad.

En el análisis se consideraron dos situaciones: la correspondiente a la situación real, es decir a la ocurrida durante el evento de abril de 2003 con la formación de una brecha del orden de los 250 m a la altura de la calle Gorostiaga y una situación hipotética en la cual se hubiera realizado un alteo provisorio sobre la misma arteria en forma previa al evento. En el primer caso se consideró, tal como ocurrió, que el desborde y consecuente ingreso de excedentes a la ciudad se produjo a partir que los niveles del río Salado superaron en esa sección la cota 15 m. En el segundo caso, se consideró la formación de un alteo a cota 16 m admitiendo que el mismo se mantuvo estable durante todo el evento sin alterarse su geometría.

Para el análisis se empleó el modelo hidráulico elaborado para la ejecución del trabajo pericial, estableciéndose, en ambas situaciones, el hidrograma de ingreso generado en la sección correspondiente a la calle Gorostiaga.

A partir de la variación del caudal en el tiempo, se establecieron los volúmenes ingresantes a la ciudad, acumulándose los mismos en los espacios disponibles por el recinto interno formado por el terraplén de defensa, la planialtimetría de la ciudad y la sección de ingreso de volúmenes a la misma. Sobre la base de la información topográfica disponible, se estableció una relación aproximada de niveles y volúmenes acumulados en el recinto, cuyo resultado se muestra en la siguiente figura:



Cabe destacar que a los fines de la ejecución de un análisis comparativo entre las dos situaciones planteadas, la curva obtenida muestra con suficiente aproximación la variación de niveles en el recinto interno de la ciudad en función de los volúmenes acumulados en el mismo.

Otro aspecto que debe considerarse en el análisis realizado es que se efectuó una comparación de la evolución de niveles en ambos casos considerando las primeras horas de ingreso de volúmenes a la ciudad que, en el caso real, corresponden al período entre el domingo 27 de Abril y las siguientes 48 hs a 60 hs. En ese período el agua ingresante se fue esparciendo por la ciudad acumulándose en distintos sectores bajos hasta alcanzar los niveles más elevados entre el 29 de abril y el 1 de mayo. En este último período se comenzaron a ejecutar las voladuras del terraplén de defensa en la avenida A. Argentina y en el tramo I de la obra, generándose una estabilización de los niveles líquidos a partir de alcanzar un cierto equilibrio entre los caudales ingresantes y los efluentes del recinto. Posteriormente, al disminuir los volúmenes de ingreso a la ciudad, el nivel en su interior comenzó a descender gradualmente, proceso que se encontró beneficiado por la baja de niveles en el río Salado.

REFERENCIAS

- Terrapienes de defensa
- Peto de agua al 01/05/03
- Peto de agua al 05/05/03
- Peto de agua al 11/05/03
- Peto de agua al 15/05/03
- Peto de agua al 20/05/03
- Peto de agua al 10/05/03

Datos catastrales correspondientes al área definida por el peto de agua del 01/05/03

Manzanas	1.296
Inmuebles edificados	25.507
Inmuebles baldíos	4.130
Inmuebles totales	29.637
Superficie edificada en m ²	3.264.947

Altura: 9m

Altura: 8,5m

Santo Tomé
a Rosario
a Buenos Aires

Puente Carrero
RN11 a Santo Tomé

Autopista Santa Fe-Rosario
a Rosario a Ruta Nac. 19 a Córdoba

Defensa Av. Circunvalación

Defensa Nordeste

Magnus Progen

Av. Gral. López

Av. J. Paso

Av. Rivadavia

Av. Leandro Alem

Av. Gálvez

Bv. Pellegrini

Av. Federico Zúñiga

Arístido del Valle

Alto Verde

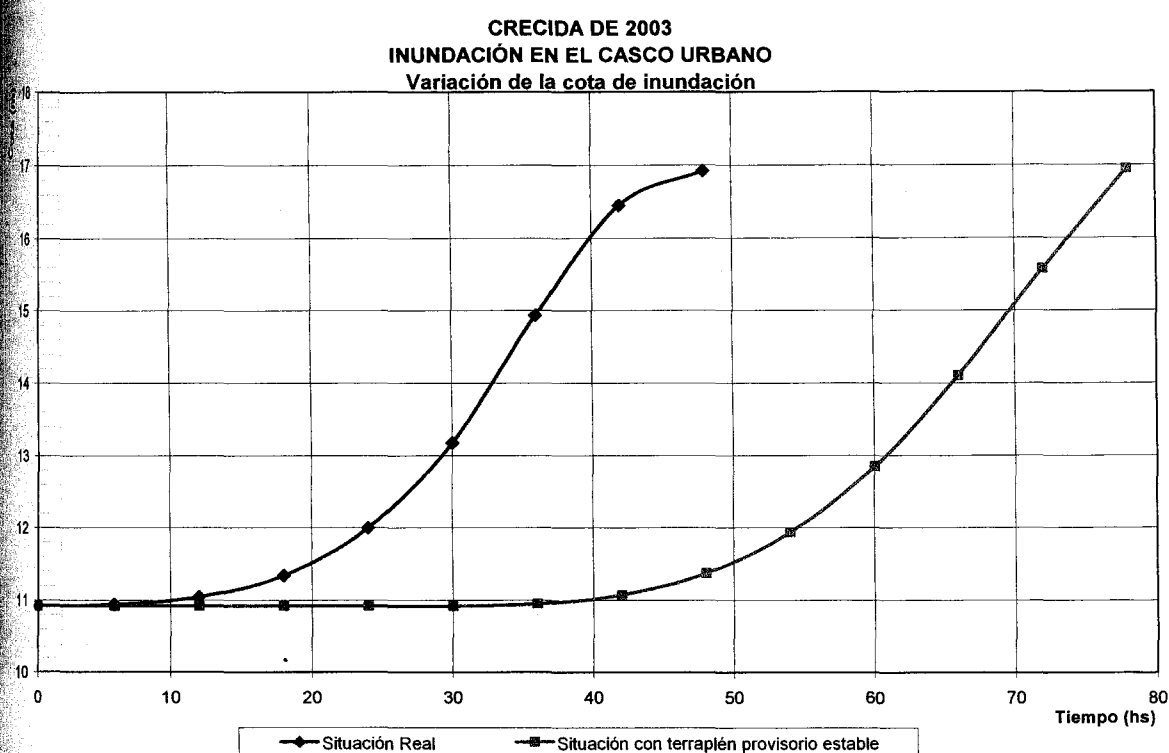
Fuente: Documento y cartografía elaborados por el Servicio de Cartografía e Información Terrestre de la Provincia de Santa Fe.

Figura: Evolución de superficies inundadas
(Fuente: Diario El Litoral)

Se destaca que los caudales ingresados a la ciudad superaron los 600 m³/s, manteniéndose por encima de los 100 m³/s en el período comprendido entre el 28 de abril y el 08 de mayo. Estos caudales superaron ampliamente la capacidad de almacenamiento del recinto cerrado que existía en la ciudad y que se encontraba limitado por el terraplén de defensa. En tales condiciones, la apertura de las brechas sobre dicho terraplén, más allá de la oportunidad en que la misma se ejecutó, fue una medida imprescindible para evitar un mayor crecimiento de los niveles en el interior de la ciudad.

Por los motivos expuestos, el análisis de la evolución de niveles en el interior del recinto, efectuado de forma comparativa entre la situación real y la situación hipotética de que se hubiera construido el terraplén provisorio, fue realizado en los momentos iniciales hasta la apertura de las brechas en los diques de defensa.

La siguiente figura se muestra la evolución de niveles en ambos casos durante las primeras horas del ingreso de agua a la ciudad:



El origen de la escala de tiempos se ubica en horas de la tarde del día 27 de abril, momento en el cual comenzó a producirse, para la situación real, el efectivo ingreso de las aguas al casco urbano de la ciudad. Del análisis comparativo de ambas curvas se desprende lo siguiente:

- En el caso real el agua comenzó a ingresar a la ciudad durante el transcurso del día 27 de abril, generando un progresivo incremento de los niveles acumulados en el interior del recinto hasta alcanzar valores del orden de los 16,90 m entre el 30 de abril y el 01 de mayo de 2003. Este crecimiento se encontró acotado por la apertura gradual de las brechas que se produjo el día miércoles 30, lo cual impidió, frente al continuo ingreso de excedentes a la ciudad, que los niveles líquidos siguieran incrementándose.

- Para la situación hipotética en que se hubiera alcanzado a materializar un terraplén provisorio en cota 16 m, y bajo la hipótesis de que el mismo se hubiera mantenido estable durante todo el evento, el agua igualmente hubiera ingresado a la ciudad con caudales sensiblemente menores. Este ingreso se hubiera retardado en aproximadamente 24 hs a 30 hs, habiéndose producido el ingreso durante el transcurso del día 28 de abril.
- Si bien, tal como se dijo anteriormente, los caudales máximos ingresados se hubieran reducido hasta valores cercanos a los 250 m³/s, éstos hubieran sido igualmente suficientes como para producir el llenado del recinto interior al terraplén de defensa, alcanzándose finalmente valores similares a los obtenidos en la situación real, a pesar del retardo en la generación de los máximos niveles de inundación que se hubieran alcanzado unas 30 hs después de lo efectivamente ocurrido.

La situación antes planteada fue descripta en varios puntos del informe pericial elaborado, donde se indicó que el terraplén provisorio de defensa no constituía una solución válida para el evento efectivamente registrado toda vez que los niveles máximos registrados superaron ampliamente el nivel del terraplén que podría haberse levantado en la brecha de la calle Gorostiaga.

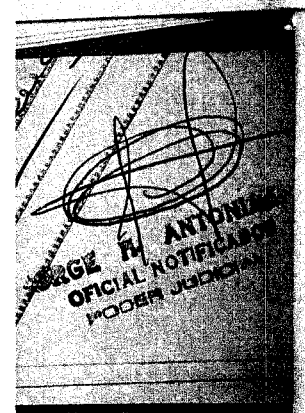
Del análisis realizado, resulta importante remarcar nuevamente los siguientes aspectos:

- El terraplén de defensa provisorio previsto en el proyecto ejecutivo del tramo II a partir del alteo con bolsas de arena no se pudo ejecutar durante la emergencia dado que comenzó a materializarse una vez que se había producido el inicio de ingreso de volúmenes a la ciudad.
- En el proyecto se previó el tipo de obra provisorio a ejecutar pero no se encontraba específicamente indicado ni su geometría final ni su cota de coronamiento. Por esta razón, durante la elaboración del informe pericial se consideró que, en el caso de haberse podido ejecutar este terraplén, dadas las condiciones del entorno, los medios disponibles y la situación de emergencia generada por las precipitaciones de días anteriores, no hubiera podido ejecutarse un terraplén con alturas muy superiores a 1 m, alcanzándose finalmente una cota superior de 16 m.
- Por el motivo anterior se afirmó que este tipo de medidas, implementadas en condiciones de emergencia, no podrían considerarse como solución válida para garantizar el no sobrepaso de niveles en un evento como el efectivamente ocurrido en el año 2003.
- Tampoco fue posible afirmar, en estas condiciones, que la geometría del terraplén, su forma de ejecución y materialización en el terreno, hubieran sido tales que se garantizara en forma absoluta su estabilidad ante el pasaje de caudales relativamente elevados (superiores a los 100 m³/s) por sobre su nivel superior. Es decir, en este contexto, cabe la posibilidad de plantear numerosas hipótesis que tienen que ver con la disponibilidad de personal técnico, apoyo logístico, disponibilidad de máquinas y vehículos de transporte, oportunidad de ejecución, entre otros factores. Estas hipótesis pueden aproximarse o alejarse de las condiciones reales existentes en ese momento razón por la cual tienen la validez limitada en cuanto a la valoración de los hechos efectivamente ocurridos durante la inundación.
- De la evaluación de antecedentes disponibles se desprende que no existía la previsión de materializar este terraplén y que, aún cuando el mismo se hubiera ejecutado con anterioridad, los niveles de agua ingresados a la ciudad hubieran sido suficientes como para producir el efectivo llenado del recinto, aún cuando este proceso se hubiera dado con cierto retardo respecto de la evolución efectivamente ocurrida durante el evento.
- En las condiciones antes expuestas, los riesgos y consecuencias que finalmente se registraron se hubieran producido de igual forma si durante ese período de retardo no se hubieran implementado las medidas de mitigación no estructurales que fueron efectuadas en forma tardía durante la situación real analizada (apertura de brechas, inicio de procesos de evacuación, etc). Cabe la posibilidad en este punto de considerar que se hubiera contado con



más tiempo para su implementación. No obstante, esta implementación hubiera estado igualmente ligada a una decisión basada en un plan previo que efectivamente no existió durante la emergencia, razón por la cual continúa siendo una hipótesis que las mismas se hubieran ejecutado en tiempo y forma, aún contando con más tiempo para su ejecución.

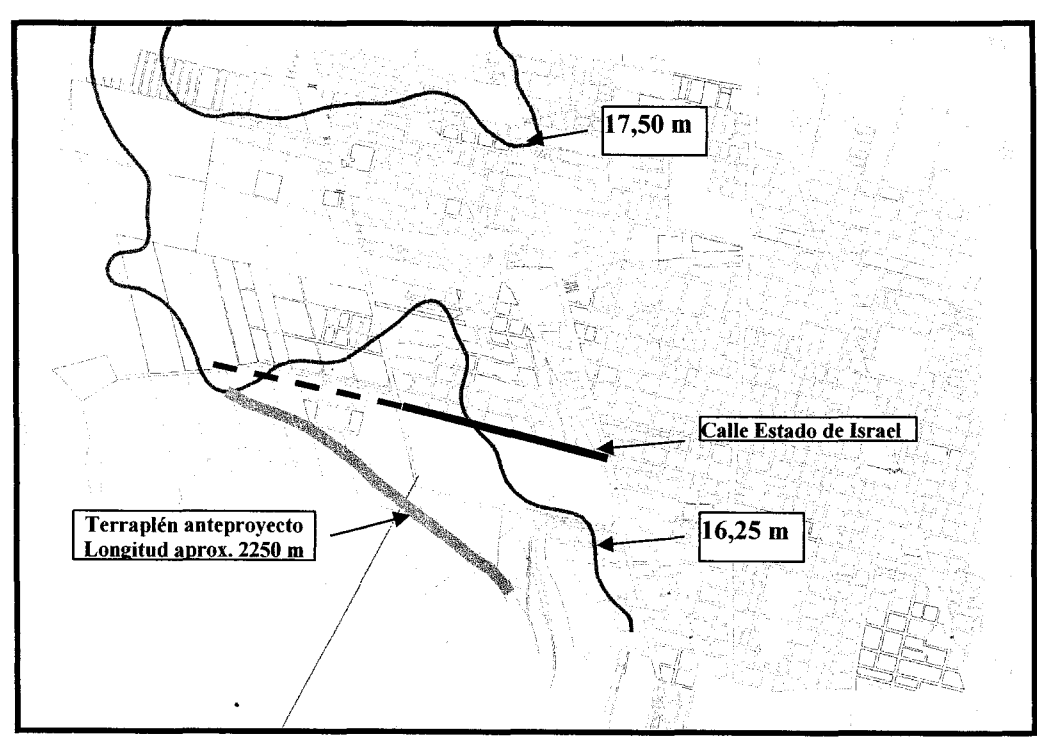
- Por las razones expuestas, esta pericia considera que el terraplén provisorio previsto en el proyecto ejecutivo de las obras del tramo II no puede considerarse una solución válida y con elevada factibilidad de ejecución durante la emergencia, al menos para mitigar totalmente los efectos producidos por el evento del año 2003. Más allá de ello, tampoco resulta posible afirmar que la oportunidad de ejecución, la forma de materialización y la geometría final de dicho terraplén hubieran sido tales que permitieran garantizar su estabilidad en el tiempo durante el período crítico de pasaje de la crecida. Aún bajo estas hipótesis, el análisis realizado demuestra que los volúmenes ingresados, aún siendo sustantivamente inferiores a los ocurridos en la realidad, hubieran sido suficientes como para producir el efectivo llenado del recinto interior en el casco urbano.



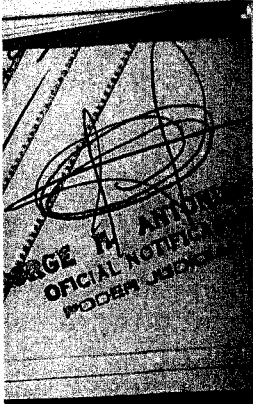
4. Al decir, en página 35 de las respuestas al Sr. Juez: *“el tramo III constaba sólo con un anteproyecto al cual no se pudo tener acceso durante el desarrollo del presente trabajo pericial”*, ¿se está afirmando que en ninguna repartición pública o privada encontraron este informe?, y en tal caso, ¿qué valores adoptaron como hipótesis para poder realizar las afirmaciones correspondientes?.

Durante todo el desarrollo de elaboración del informe pericial, principalmente durante la extensa etapa de búsqueda de antecedentes específicos, se consultaron todas las reparticiones públicas, tanto nacionales, provinciales como municipales. En dicho proceso de búsqueda no fue posible contar con una copia que permitiera certificar cuál era efectivamente la traza de la obra prevista como anteproyecto, en forma previa a la crecida del año 2003.

Se encontraron referencias específicas en el informe de proyecto definitivo, a partir de las cuales pudo deducirse que la traza de esta obra desde la zona del Hipódromo en la sección de terminación del tramo II. También sobre la base de esta referencia pudo inferirse que la cota prevista en este anteproyecto fue de 17,75 m y una longitud del orden de los 2250 m. No contándose con la traza efectivamente prevista en el anteproyecto, se consideró que la misma seguía, en forma aproximada, la traza del proyecto definitivo, empalmando el tramo II en su sección final a la altura de la calle Gorostiaga, hasta completar una longitud como la indicada anteriormente hasta la prolongación de la calle Estado de Israel. En la siguiente figura se indica el esquema de obra adoptado durante la elaboración del estudio hidráulico realizado:



Al como se observa en el esquema anterior, se han indicado las curvas de nivel características de la zona de emplazamiento del terraplén en el entorno del hipódromo. Se observa que en la extensión indicada y con la traza asumida, no se produce un cierre completo del anillo de defensa, encontrándose los niveles de terreno elevados más alejados de la zona de emplazamiento considerada. Podría considerarse un cierre hasta el terraplén del ferrocarril que pasa adyacente al hipódromo, con longitudes de obra mayores a la indicada.



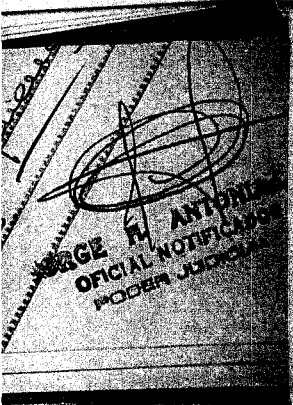
Más allá que pudieran existir trazas alternativas no obtenidas en la documentación antecedente disponible, lo que se ha destacado en el texto del Informe pericial es que tanto la magnitud del anteproyecto del tramo III como su proyecto definitivo no pueden ser considerados como obras de emergencia y por ende debían haberse previsto, proyectado, planificado y materializado con un tiempo suficiente antes de la crecida, dado que su ejecución en la emergencia no resulta factible.

Tampoco hubiera resultado razonable suponer como factible la materialización del tramo III con solo un anteproyecto avanzado en su definición geométrica, sin la ejecución previa de una etapa de elaboración de proyecto ejecutivo definitivo. Cuando esta etapa se ejecutó finalmente, aún que la misma se haya realizado posteriormente a la crecida del 2003, se definió como obra necesaria la conformación de un extenso terraplén de defensa que permitiría mantener un nivel de resguardo homogéneo en todo el sector oeste de la ciudad. Es por ello que durante el desarrollo del informe pericial se consideró que la obra que debió haberse ejecutado para efectivizar un resguardo seguro para el proyecto ejecutivo del tramo III, o bien cualquier otra alternativa que, contando con un proyecto definitivo, garantizara el cierre de un anillo a cota uniforme superior a los niveles previstos para la crecida de diseño. Cualquiera de las alternativas posibles debe enmarcarse dentro de las medidas estructurales para la protección de la ciudad frente a eventos de inundación.

En el último párrafo de la página 35 de las respuestas al Sr. Juez, dice: "*A partir de datos recabados en otros informes antecedentes*", ¿cuáles son "*los otros informes antecedentes*" a los que hace referencia? Citar los nombres con que figuran en los Anexos XIII y/o XIV.

Al como se dijo, en el informe de proyecto definitivo de la obra de defensa tramo III se hace referencia específica a las características principales de los anteproyectos de las obras: *Informe Estudio Hidráulico De La Defensa De Santa Fe Del Río Salado Y Su Continuación Hasta El Norte De Recreo. TRAMOS I, II Y III, Incociv 2003.*

También se hace mención a las características del anteproyecto en el informe "*Aspectos Hidrológicos e Hidráulicos de la Crecida del Río Salado de Abril de 2003*", Bronstein, P.; R. E.. Manning, H. J. Hopwood, G. F. Vernet. Trabajo contratado por el Gob. de Santa Fe, 2004.



5. Se solicita se informe sobre las características geométricas del terraplén, en particular cotas, trazas y longitudes adoptadas para el tramo III para la implementación del modelo matemático, con los correspondientes perfiles completos (similares a la figura 4.9 y 4.10 Anexo XI, que sólo llegan a la zona de hipódromo) con cotas de coronamiento y cotas del pelo de agua resultantes de ambas simulaciones, en las siguientes dos situaciones:

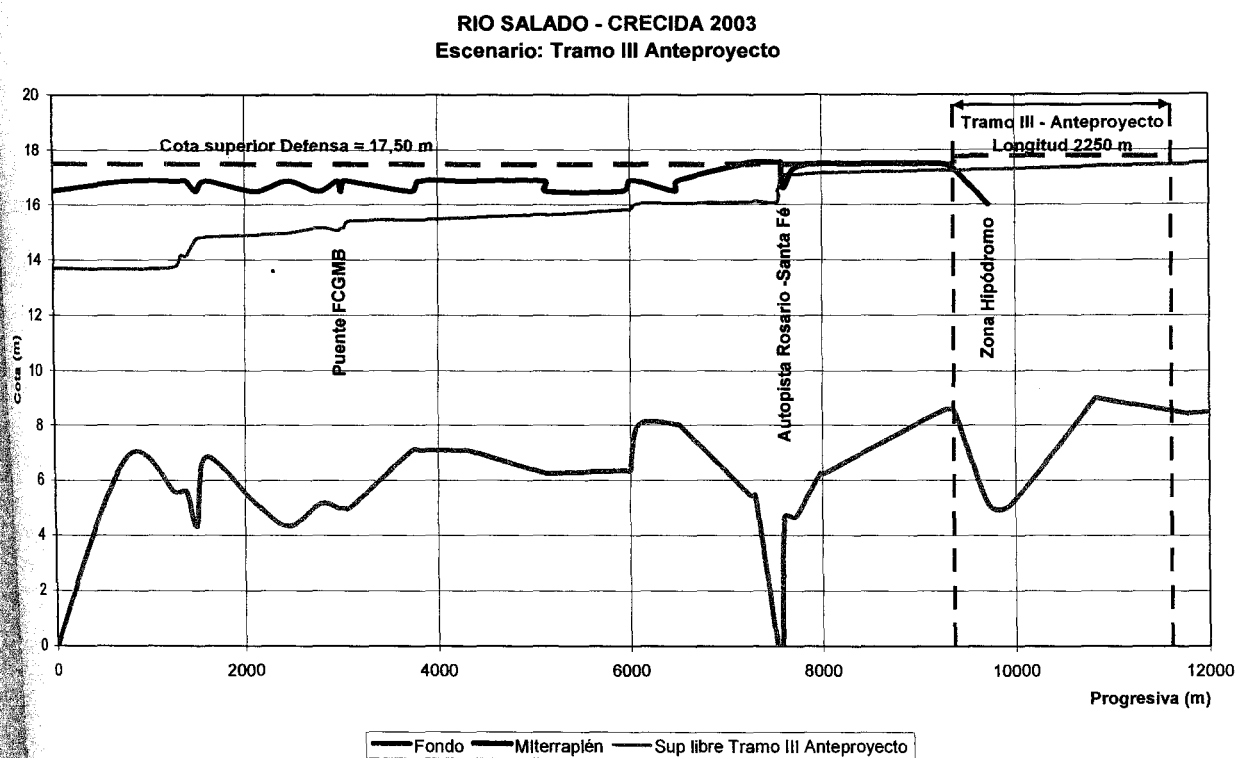
- Tramo III según anteproyecto 2001
- Tramo III según Proyecto Ejecutivo 2003

Ni en Anexo XI, ni en respuesta a la pregunta 13 del Sr Juez, queda claro lo antes solicitado.

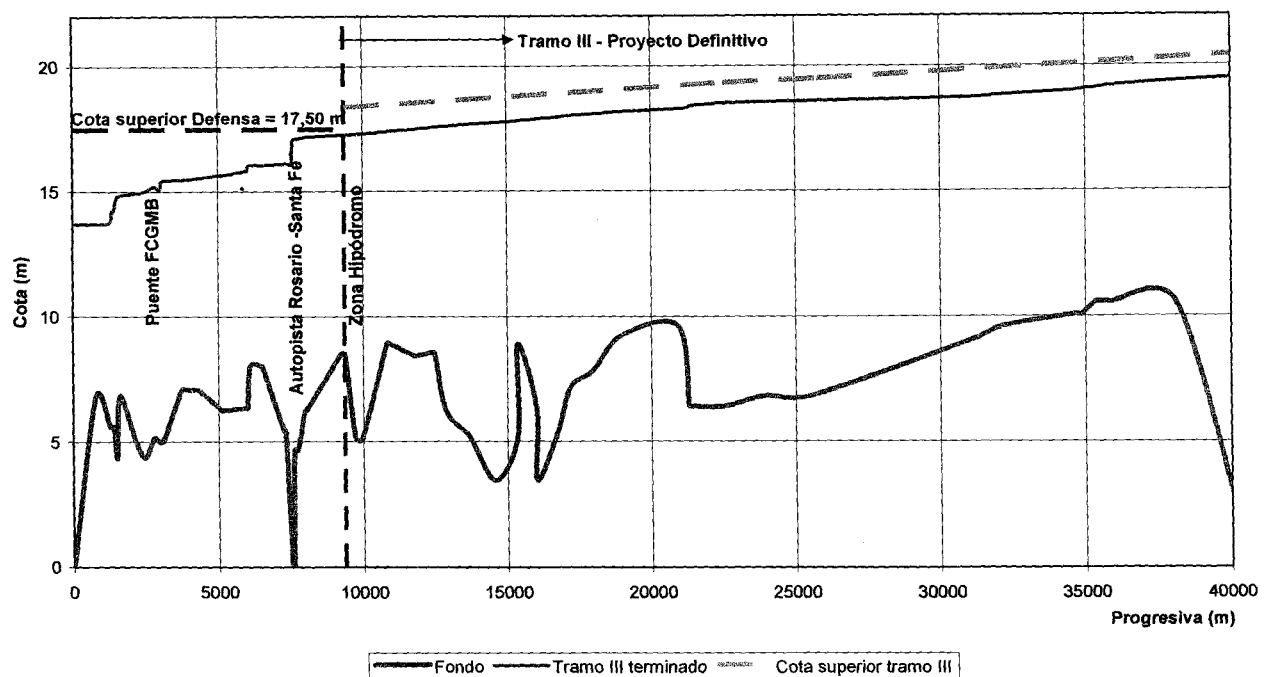
La traza del tramo III de defensa, según el proyecto ejecutivo, corresponde al estudio realizado por Incociv en el año 2003 y puede observarse en la documentación de proyecto contenida en dicho informe.

En el caso del anteproyecto, se consideró la cota superior del terraplén, la longitud total según antecedentes de 2250 m y una traza semejante a la adoptada en el proyecto definitivo.

En ambos casos se efectuó la simulación matemática con el modelo elaborado obteniéndose los resultados que se indican en las siguientes figuras:



RIO SALADO - CRECIDA 2003
Escenario: Tramo III Proyecto Definitivo



Según se desprende de los resultados anteriores, en caso que el anteproyecto presente una traza similar a la adoptada en el análisis, no se produciría el cierre completo del anillo de defensa a la cota superior prevista, razón por la cual se consideró que podría haber resultado factible el ingreso de excedentes en el extremo superior del mismo.

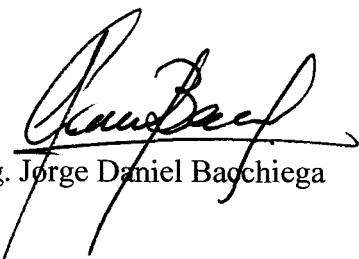
Asimismo, se observa que el perfil geométrico considerado en el proyecto definitivo resulta adecuado y permite garantizar un adecuado resguardo para un evento de crecida similar al ocurrido en el año 2003, manteniendo una revancha suficiente. Cabe destacar que se mantuvo en este último caso la cota actual del terraplén de defensa en los tramos I y II. Se ha graficado la geometría de obra y el perfil de la superficie libre hasta la progresiva 40.000 m.

Debe destacarse nuevamente que podrían existir otras trazas alternativas a nivel de anteproyecto, con longitudes superiores a las previstas que pudieran haber generado un cierre parcial del anillo. En todo caso, el análisis de variantes potencialmente factibles resulta una etapa necesaria a nivel de anteproyecto, razón por la cual, la evaluación y selección de alternativas y la elaboración posterior de un proyecto definitivo son tareas imprescindibles para obtener una geometría de obra que pueda considerarse compatible con los requerimientos de seguridad requeridos para la ciudad. Esta etapa fue ejecutada posteriormente al evento obteniéndose como resultado la obra indicada en el proyecto ejecutivo de la etapa III y cuyos resultados de funcionamiento se indican en el segundo gráfico presentado. Esta obra debería ser considerada como la más adecuada a los fines de proteger al casco urbano de crecidas extraordinarias como la ocurrida en Abril de 2003.

6. Se entiende que la traza del tramo III de la Figura 3.11 Anexo II, corresponde a la del Proyecto ejecutivo 2003. Se solicita se aclare por dónde se consideró que pasaba la traza del tramo III del anteproyecto 2001 en todas las situaciones consideradas en el peritaje, ya que no se encontró Figura al respecto.

Tal como se aclaró en la respuesta al requerimiento N° 4 del presente cuestionario, no se dispuso de información antecedente que permitiera establecer, en forma indubitable, la traza prevista en el anteproyecto de la obra del tramo III. Por esta razón, se consideraron las características básicas del terraplén en cuanto a longitud total y cota de coronamiento asumiéndose una traza coincidente con la del proyecto definitivo. Un esquema de la traza considerada fue presentado en la respuesta al requerimiento antes mencionado.

Con lo expresado en los puntos anteriores, los peritos consideran haber dado respuesta a los pedidos de aclaraciones formulados por el Actor Civil.



Ing. Jorge Daniel Bacchiega

Ing. Juan Carlos Bertoni



Ing. Jorge A. Maza

