

## CARTA DE PELIGROSIDAD (AMENAZA) DE INUNDACION, EROSION Y ANEGAMIENTO PARA LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN - CIUDAD DE CORDOBA R.A. - “ACTUALIZACION 2015”

**Francisco Quintana Salvat**, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Córdoba - fquintan@gtwing.efn.uncor.edu

**Oswaldo Luis Barbeito**, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Córdoba - coyabarbeito@gmail.com

**Rubén Mario del Valle Menso**, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET - ruben.menso@unc.edu.ar

### Resumen

Desde el momento en que se publicó, a escala 1:10000, la primera, “**Carta de Peligrosidad (Amenaza) de Inundación, Erosión y Anegamiento para las Acciones de Prevención – Ciudad de Córdoba – R.A.**”[1], hasta el presente, la ciudad ha sumado más de 230 urbanizaciones.

En la anterior carta de Peligrosidad, se puso de manifiesto la notable alteración sufrida en las condiciones del drenaje natural, inevitable en el emplazamiento de cualquier conglomerado urbano, aunque no al grado que se llegó en la ciudad de Córdoba. En esta última, hay que recordar, una vez más, que se modificaron drásticamente la permeabilidad y el escurrimiento debido a una descontrolada urbanización, carente de las necesarias y suficientes obras de desagüe pluvial urbano. Todo ello condujo a acciones destructivas ya sea por el accionar de la escorrentía elemental o por los ejes fluviales o bien ambos en forma sincrónica.

Las nuevas urbanizaciones saturan el territorio, siendo la Carta de Peligrosidad la que deja en claro su situación en el terreno, cual es la peligrosidad a la que se enfrentan y como se han previsto las obras de infraestructura hidráulica necesarias y suficientes que sean capaces de neutralizar, o al menos mitigar, los excesos hídricos generados por precipitaciones pluviales que afectan a la ciudad.

**Palabras Claves:** *Inundaciones, Anegamiento, Amenazas, Prevención*

### 1. Introducción

Desde el momento en que se publicó la carta de peligrosidad (diciembre de 2002) y hasta el presente, la ciudad de Córdoba ha sumado a su territorio más de 230 urbanizaciones constituidas por barrios, barrios ciudades, countries, housings, mas asentamientos precarios y/o villas de emergencias superando holgadamente los 1.730 hectáreas de edificación. En la distribución geográfica la mayor parte de las urbanizaciones se concentran en el noroeste y sur del ejido, mientras que en el norte, sureste y oeste el desarrollo ha sido en menor medida y bastante menos en los sectores que comprenden el noreste, este y suroeste del ejido capitalino.

Cuando de radicar countries se trata, el noroeste y el sur del ejido se llevan la mayor parte. Mientras que los barrios ciudades se encuentran ubicados en el noreste y sureste con solo dos barrios privados y un complejo de edificios. Esta situación se da indudablemente en función del valor de la tierra.

En el este del ejido, difícilmente se genere algún tipo de crecimiento dado que el agua ya paso por la ciudad y el oeste se encuentra neutralizado por el “tapón verde” que conforman los terrenos del Tercer Cuerpo del Ejército, los cuales han sido declarados Reserva Natural.

La zona sur se ha visto favorecida por dos grandes polos de densificación como son el Area Central y Nueva Córdoba, es natural que los ciudadanos que quieren expandirse y tienen la factibilidad económica de hacerlo busquen esta zona tomando en consideración que al crecimiento de la misma han contribuido cambios normativos que favoreciendo el desarrollo de loteos mas pequeños como así también varias urbanizaciones adyacentes a algunos polos como el Jockey Club y el Golf.

Cabe preguntarse entonces ¿como afectan estas nuevas construcciones al territorio capitalino? particularmente al actual diseño de drenaje urbano y también en que situación se encuentran las nuevas construcciones edilicias.

Durante el desarrollo y elaboración de la anterior carta de Peligrosidad (Quintana Salvat F.[1]), ponía de manifiesto la notable alteración sufrida en las condiciones del drenaje natural, inevitable en el emplazamiento de cualquier conglomerado urbano, aunque no al grado que se llevo en la ciudad de Córdoba. En esta última hay que recordar una vez más, que se modificaron drásticamente la permeabilidad y el escurrimiento debido a una descontrolada urbanización carente de las necesarias y suficientes obras de desagüe pluvial urbano. Además se taló y/o quemó la vegetación autóctona de la periferia, la cual ejercía una acción protectora en el primitivo núcleo urbano, siendo reemplazada por cultivos principalmente soja. Todo ello condujo a acciones destructivas ya sea por el accionar de la escorrentía elemental o por los ejes fluviales o bien ambos en forma sincrónica.

Hoy en día las nuevas urbanizaciones y las que están en proceso de ejecución, saturan el territorio comprendido por el ejido de la ciudad, siendo necesario actualizar la Carta de Peligrosidad. Estas deben dejar en claro su situación en el relieve, es decir cual es o puede ser la peligrosidad a la que se enfrentan y como se han previsto las obras de infraestructura hidráulica necesarias y suficientes que sean capaces de neutralizar o al menos mitigar los excesos hídricos generados por precipitaciones pluviales que ocurren durante el verano térmico de la región y más concretamente las que afectan a la ciudad capital y adyacencias.-

## **2. Materiales y Métodos**

Para llevar a cabo la actualización de la Carta de Peligrosidad se utilizó la base de datos proveniente de la anterior cartografía, vale decir la restitución aerofotogramétrica en escala 1:10.000 del ejido urbano de la ciudad de Córdoba subdividida en nueve fracciones. Con la revisión mediante fotoanálisis estereoscópico de fotogramas con distintas escalas y fechas de toma de vuelos regulares, adicionándose nueva información proveniente de imágenes satelitales multibanda de alta resolución obtenidas durante el transcurso del presente año (2015).

La información temática obtenida se transfirió a la base cartográfica en escala de detalle (1:10.000) por capas hasta completar las nueve fracciones, correspondiendo una carta por cada fracción. Posteriormente se llevó a cabo la digitalización de cada una de estas mediante AUTOCAD.

Por otro lado, la parte más importante de la presente memoria ha sido como en la anterior edición correspondiente al año 2002, el desarrollo de fichas técnicas que evitan un dilatado escrito y permiten al usuario concentrarse en la problemática ambiental de cada sector.

Luego, de acuerdo a las formas del relieve, materiales constitutivos de las mismas y nuevas construcciones edilicias, las cuales se suman a las ya existentes dentro del territorio comprendido por el ejido urbano y también tomando en consideración las obras de infraestructura hidráulica existentes a la fecha (noviembre de 2015), se insiste en discriminar 6 clases de peligrosidad por inundación fluvial; 5 grados de peligrosidad por erosión de márgenes y base fluviales, más una deposicional y 5 clases por peligro de anegamiento en interfluvios, a saber:

**Clases por peligrosidad de inundación fluvial en subniveles de terraza baja e intermedia:**

Clase 1, (I1): Totalmente inundable en crecientes ordinarias.

Clase 2, (I2): Parcialmente inundable en crecientes ordinarias e inundables en crecientes severas.

Clase 3, (I3): Parcialmente afectable en crecientes severas e inundables en crecientes extremas.

Clase 4, (I4): Poco afectable durante crecientes extremas y afectables durante una creciente excepcional.

Clase 5, (I5): Fuera de peligro o solo parcialmente afectable en una creciente catastrófica.

Clase 6, (I6): Fuera de peligro (terrazza alta).

**Peligro de anegamiento en interfluvios**

Clase 0, (A0): Excesivamente anegable. El agua de lluvia, la de mantos de creciente y/o capa freática aflorante, no se elimina (o lo hace muy lentamente) por escurrimiento superficial. No existen obras de desagüe urbano ni cloacales, o son insuficientes. Anegamientos frecuentes de larga duración. Viviendas e infraestructura en general, muy afectadas.

Clase 1, (A1): Muy anegable. El agua se elimina con dificultad. Obras de desagüe urbano y cloacales insuficientes o inexistentes. Anegamientos frecuentes pero de menor duración. Se ven afectadas viviendas e infraestructura, sobre todo en las áreas más deprimidas.

Clase 2, (A2): Anegable. El agua es eliminada con cierta lentitud. Obras de drenaje urbano insuficientes o no dimensionadas para las necesidades de la zona. Anegamientos comunes durante la estación lluviosa. Viviendas e infraestructura moderadamente afectadas.

Clase 3, (A3): Poco anegable. El agua tiene cierto grado de escurrimiento. Las obras de drenaje urbano son suficientes y/o existe una pendiente pronunciada. Algunas calles pueden quedar anegadas por cortos lapsos en condiciones meteorológicas excepcionales. Viviendas e infraestructura en general, escasamente afectadas.

Clase 4, (A4): No anegable. Sin ningún peligro de sufrir anegamientos.

Con respecto a las clases por anegamiento, es necesario aclarar que algunas de ellas pueden avanzar sobre distintos áreas afectadas por peligrosidad de inundación, es decir en terrazas fluviales. Cuando se da esta circunstancia, aparece sobreimpuesto en la carta el indicador correspondiente, por ejemplo A1, A3, etc., junto con la rastra respectiva que figura en la simbología hidrodinámica.

Otras veces, las clases por anegamiento vienen expresadas por una fracción en la cual el numerador indica la clase actual de anegamiento, mientras que el denominador indica la tendencia del área o la zona a partir de la construcción de una determinada obra de desagüe pluvial.

**Grados de peligrosidad por erosión de márgenes y base fluviales (río Suquía y arroyo La Cañada):**

Grado 0, (EFO): No hay o es muy reducida la posibilidad de manifestación del proceso Erosivo hidráulico. Márgenes y fondo de cauce relativamente estables. Comprende también, tramos fortificados artificialmente

Grado 1, (EF1): Puede producirse ligera erosión hidráulica en fondo y márgenes. Tendencia a la profundización de la base del cauce.

Grado 2, (EF2): Moderada erosión hidráulica en márgenes y procesos de erosión - deposición en la base del cauce ante crecientes ordinarias.

Grado 3, (EF3): Fuerte erosión hidráulica sobre las márgenes, particularmente en curvas y meandros. Deposición en fondo de cauce (temporaria) y convexidad de meandros en crecientes ordinarias y severas.

Grado 4, (EF4): Erosión hidráulica muy intensa, márgenes fluviales muy inestables. Activa profundización de la base del cauce. Clara tendencia migratoria del río en crecientes severas y extremas.

Grado DX, (EFX): Corresponde a tramos de cauce y adyacencias que pueden presentar importante acumulación de detrito fluvial.

Finalmente cabe agregar que para una mejor comprensión y utilización de la información obtenida, se confeccionó un conjunto de **fichas técnicas – Lamina 3** para los tres sectores (oeste, central y este) en las que se detallan la posición en el relieve regional, asociaciones geomorfológicas comprendidas, materiales constitutivos de las mismas clases y grados de amenaza, procesos predominantes y medidas recomendadas para atenuar y/o neutralizar dicha amenaza. Presentan, además, un subtítulo final referido a la **infraestructura expuesta**. (se presenta un modelo de ficha realizada, sobre un numero de 44 fichas)

### 3. Resultados y Discusión

#### **Análisis geológico y geomorfológico del territorio comprendido dentro del ejido urbano de la ciudad de Córdoba**

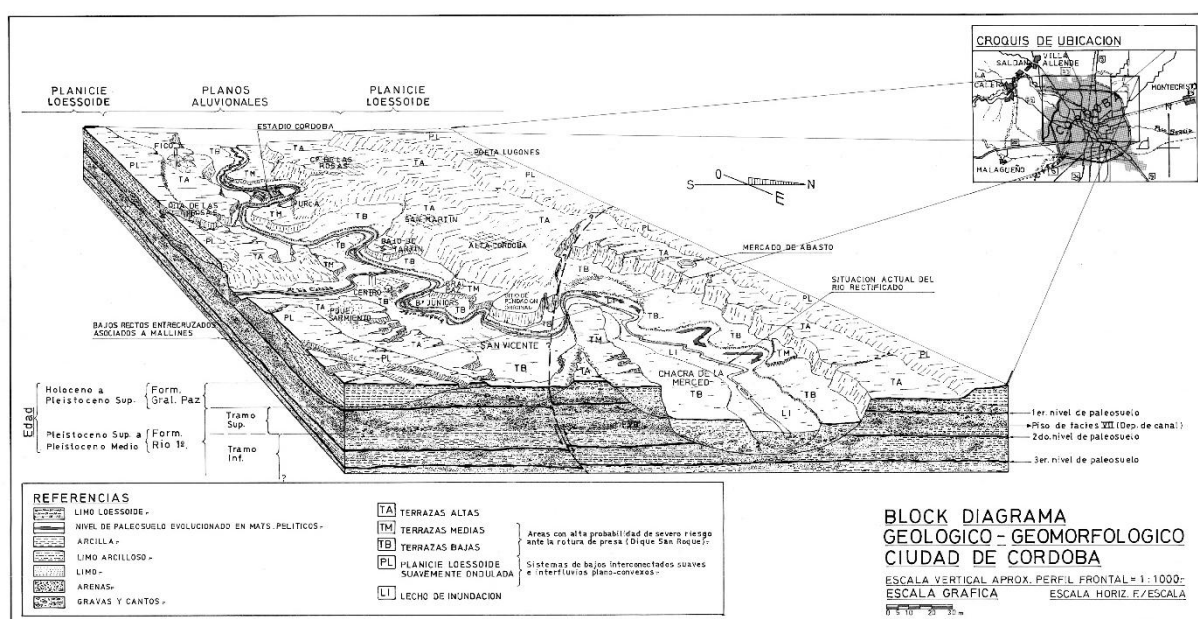
Si bien en buena medida, la problemática de inundación, erosión y anegamiento que afecta a este territorio tiene como responsable a la actividad humana, hay también una componente natural importante referida a las diversas geoformas que constituyen ese paisaje, como así también a los materiales superficiales, subsuperficiales y estructuras que conforman a las distintas unidades de dicho paisaje.

En una rápida inspección de cualquier imagen satelital de la región, se puede apreciar que la capital y su conurbano se sitúan en el pie de monte oriental de la Sierra Chica y en la Llanura Pampeana que se desarrolla inmediatamente al este. La asociación geomorfológica pie de monte oriental, constituye una superficie de conexión entre el relieve de la Sierra Chica y la Llanura Pampeana. En función de su proximidad al flanco oriental del cordón serrano se lo divide en proximal medio y distal. Estos depósitos, están compuestos por grava con matriz arenosa, arenas, rodados y también bloques de hasta 1 metro de diámetro, encontrándose en la parte superior cementados por calcáreos, Santa Cruz [2] designa a estos depósitos como Formación Estancia Belgrano.

Gran parte del pie de monte se encuentra cubierto por material eólico pulverulento denominado loess o más correctamente loessoide. Se trata de un material altamente colapsable. Este loessoide, identificado por Santa Cruz [2] como Formación General Paz, constituye una planicie de agradación eólica.

Sincrónicamente el río Suquía ha interactuado de forma permanente en este pie de monte extenso, desarrollando un gran abanico de depósitos aluviales cuya longitud transversal es de 45 km. en la parte distal del mismo, mientras que longitudinalmente alcanza los 22 km. medidos a partir de la divergencia localizada a la salida de las Lomas Coloradas en el Dpto. Colón (Quintana Salvat, F.y Barbeito, O. [3]). Dentro de este abanico o conoide aluvial se distinguen en las márgenes de manera muy sutil, los distintos emplazamientos que tuvo el río Suquía desde el comienzo del cuaternario, en particular los situados al norte de su actual posición, los cuales ponen en evidencia un diseño de paleocauces anastomosados producto de una pendiente de canal más aguda y un aumento de los caudales. Ello fue generador de una considerable velocidad de transporte con capacidad de distribuir el exceso de carga que entró al valle en depósitos aterrizados semejantes a los actuales.

Al sur del actual emplazamiento del río Suquía, las paleoformas fluviales son menos evidentes, pero aún así se identifica un patrón textural discontinuo correspondiente a una de las posiciones más australes del río con una actividad suficiente como para quedar conectado al paleocauce más septentrional del río Xanaes (Segundo). Este gran abanico aluvial producto de los sucesivos emplazamientos del río Suquía, quedó a su vez cubierto por los depósitos eólicos de material pulverulento (loessoide) en gran parte de su extensión, dando lugar al conoide encubierto que se observa en la actualidad. La existencia de ésta gran geoforma puede probarse fehacientemente por los depósitos correspondientes a la Formación Río Primero. Al respecto, el block diagrama de la **Lamina 1**, pone en evidencia lo que se supone era el paisaje original del área central y barrios adyacentes de la ciudad de Córdoba llegando hacia el este hasta los terrenos próximos a Chacra de la Merced. Por otra parte, en los cortes frontal y lateral se observan las componentes litológica y estratigráfica con las respectivas edades que van desde el pleistoceno medio al holoceno y depósitos fluviales recientes. El perfil frontal posee una escala vertical 1:1000, mientras que la parte correspondiente al paisaje se encuentran fuera de escala.



Lamina 1. Block Diagrama Geológico Geomorfológico Ciudad de Córdoba. Elaboración Propia

### Síntesis de la Situación Actual – Lamina 2

En el mapeo de detalle es factible distinguir las diversas asociaciones geomorfológicas, como así también, los procesos dinámicos que lo afectan. Luego se deja en claro los posibles riesgos que eventualmente deberá enfrentar (Amenaza x vulnerabilidad = riesgo). Aún así y para redundar en una mejor comprensión se divide al territorio en tres sectores:

- 1.- Sector Oeste que incluye las fracciones 1-4-7.
- 2.- Sector Central con las fracciones 2-5-8.
- 3.- Sector Este con la inclusión de fracciones 3-6-9.

### Sector Oeste

Situado principalmente en el pie de monte proximal y parte del medio, presenta la mayor cantidad de nuevos inmuebles que conforman countries y barrios cerrados, todos ellos situados en el cuadrante suroeste de la fracción 1.

En estos terrenos no se observa peligrosidad por anegamiento ni tampoco por inundación fluvial (A4). Tiene pendientes superiores a la media que permiten una rápida evacuación durante precipitaciones pluviales. Es el que presenta escasas corrientes hídricas (temporarias).



Las construcciones edilicias son pocas; pueden observarse en el cuadrante NO y SE. Las del NO prácticamente fuera de cualquier tipo de peligrosidad, mientras que las del SE presentan peligrosidad de anegamiento que oscila entre A1 y A2. En el centro-norte, se han realizado obras hidráulicas de desagüe en barrios como Villa Cornú, U.O.C.R.A, 16 de Noviembre y Argüello Norte entre otros, cambiándose la calificación de anegamiento original a un subíndice fraccionado, donde el numerador indica la condición anterior al emplazamiento de la obra y en el denominador la condición actual. Quintas de Argüello, Villa Solferino y Argüello desaparecen las rastras de anegamiento y pasa en forma completa a un A3. Dentro del cuadrante sureste las obras hidráulicas construidas mejoran la situación de Silvano Funes A1/2, Brigadier San Martín A2/3 y La Tablada A1/2, Va. Centeno y San Marcelo pasan a A3. El resto de la fracción 1 no sufre modificaciones en las clases de amenazas.

La fracción 4 es parte integrante del mismo ambiente que la fracción 1, aunque con un modelado de relieve más plano, con suaves y amplias ondulaciones. Importante actividad de la escorrentía difusa, que tiende a concentrarse en cañadones pandos los cuales, con sentido OSO-ENE acometen la ciudad. Los dos tercios de esta fracción muestran una serie de obras hidráulicas, con destino final al río Suquía, se ven así beneficiados barrios como Villa Siburú, Uritorco, Villa Alberdi con el anegamiento parcial de la Av. Colón (pasaría a un subíndice mixto A2/3), lo mismo que las Dalias (A1/3) y Teodoro Fels (A3). En el tercio occidental, acometen mantos de crecientes que tienden a concentrar las aguas en sentido OSO-EN. Aquí, se ha construido dos microembalses al extremo sur del B° Gral. Deheza y del Nudo Vial El Tropezón.

Con esta obra mas la próxima sistematización de la Quebrada del Infiernillo, quedan con una menor peligrosidad por anegamiento los B° de Oficiales, B° Gral. Deheza, parte sur de Don Bosco, Los Robles, Robles de Horizonte, 20 de Junio, además de las actuales villas de emergencia El Tropezón, La Toma, Costa Canal Mafekin, entre otros.

En el cuadrante sureste entre los barrios Va. Aspasia, Estación Flores, Las Playas y Matienzo, se destacan nuevas construcciones como los barrios Soles del Oeste, Natania 21, Ciudad Parque Las Rosas y René Favalaro Sud, todos ellos con clase de anegamiento A1, además con suelos muy susceptibles al colapso (Grado3).

La fracción 7 presenta las condiciones de drenaje natural menos favorables. La escorrentía mantiforme y los cañadones pandos, generan un escurrimiento con sentido OSO-ENE, siguiendo en forma aproximadamente paralela al arroyo La Cañada.

Los barrios como Sta. Isabel, Congreso, Sta. Isabel 2°, parte norte de Cabildo, Vicor, Sta. Isabel 3° y Parque Futura se encontraban con clases de peligrosidad por anegamiento entre A0 y A2, se han visto beneficiados con obras de drenaje, correspondería a todos ellos como clase de anegamiento A2.

Los nuevos barrios como Miradores de Manantiales, Riberas de Manantiales, Altos de Manantiales y parte norte de Plan Mio, se encuentran en la terraza alta del A0. Estos barrios que se encuentran dentro del interfluvio, pueden verse afectados por anegamiento (Clase A2).

En el centro- norte de esta fracción se encuentran los barrios Sacchi y Carrara prácticamente pegados a las vías del antiguo FCCA y Av. La Donosa siguen igual, es decir máxima peligrosidad de anegamiento (A0), promovida por los numerosos cañadones que concentran la escorrentía difusa que penetra de lleno en ambos barrios.

El antiguo canal que corta transversalmente a los cañadones y escorrentías está inutilizado por roturas al menos en 3 puntos y obstruidos por residuos de variada naturaleza.

La situación podría mejorar sensiblemente con la construcción de un canal paralelo a la Av. La Donosa que confluyera al canal de la Av. Circunvalación que desagua en el Arroyo La Cañada. Inmediatamente al sur se encuentra emplazado el country La Cascada, cuyo límite sur sigue aproximadamente la trayectoria del Arroyo La Cañada y al sur de esta, una laguna de retardo totalmente colmatada. Lo curioso de todo esto es que esta urbanización ha dejado, justo en el

medio de la misma, un paleocauce más o menos reciente del citado arroyo, ahora transformado en un campo de golf. La clase de peligrosidad de este emprendimiento urbanístico no supera la clase A2.

Tanto el loteo Los Ombúes, como el de Edisur-Nuevo Manantiales se encuentran en áreas afectadas por mantos de crecientes, a lo que se le suma presencia de suelos colapsables entre grados 2 a 3 (Quintana Salvat, f. y O. Barbeito, [4]).

Los nuevos barrios como Santa Isabel Anexo, Héroes de Malvinas, San Luis de Francia, Ampliación Vicor y San Ignacio Village, se encuentran atravesadas diagonalmente por un cañadón, que aún con la existencia de un canal evacuador hacia La Cañada en su parte norte y hacia el canal paralelo a la ruta Prov. N°5 en el extremo sur, presenta seis puntos de rotura. Todo ello deja a los citados, con una clase por anegamiento que, por ahora, no supera A1.

### **Sector Central**

Está integrado por las fracciones 2-5-7, las cuales comprenden la parte media –distal del piedemonte. En la fracción 2 se destacan nuevas construcciones habitacionales, algunas en ejecución, como Hogar Clase Media, El Marqués, B° Juan B Justo (Fragueiro Anexo), B° Ciudad Juan Pablo Segundo, Hogar Clase Media, B° Los Álamos, Villa Azalais Anexo, etc. Varios de estos se emplazan, ya sea en forma total o parcial, en el Cañadón que se desarrolla paralelamente a la Av. de Circunvalación, inclusive un tramo de la misma avenida se encuentra dentro de aquel. Las condiciones de desagüe de esos barrios se encuentran un tanto comprometida ante lluvias de alta intensidad, al menos hasta el nudo vial Juan B Justo y Av. de Circunvalación, no porque falten obras hidráulicas de evacuación, sino por falta de un adecuado mantenimiento; en particular el canal a cielo abierto que bordea por el este al B° Villa Azalaiz Oeste. No obstante, el ducto de la Av. Juan B. Justo ha mejorado las condiciones de evacuación de excesos hídricos en una amplia zona comprendida por los Barrios Ampliación Panamericano, Panamericano, la parte más nueva de Jerónimo L. de Cabrera, Marcelo T. de Alvear, todos ellos con una clase de Anegamiento A2/3. Si a ello se le suman los canales de evacuación paralelos a la Av. de Circunvalación, se ven beneficiados los barrios Parque Liceo, Pque. Liceo 2a y Pque. Liceo 3a que tenían clases de peligrosidad por anegamiento que oscilaban entre A0 y A1 y ahora tienen una A3.

El ducto de Monseñor Pablo Cabrera ha producido una importante mejora en las condiciones de drenaje urbano en Ampliación Poeta Lugones, actualmente es A0/2 y mejora aún más hacia el oeste, quedando toda la parte adyacente a la Av. Circunvalación como A3.

La parte sur de los barrios Rodríguez del Busto, Los Principios y las Magnolias, (este último con Laguna de Retención y ducto, siguen con el mismo problema de anegamiento (A0).

Las obras hidráulicas realizadas en el Barrio Cerro Chico, mejoran el drenaje de gran parte del área correspondiente al mismo; luego desaparece de la fracción la rastra de anegamiento en terraza alta (I6), y la clase por anegamiento queda en A3.

La parte norte de Alto Verde y San Lorenzo, sobre Bv. Los Granaderos, permanece como (A1). Las Margaritas (también situada en la terraza fluvial más antigua), con el ducto construido en Mercedes de San Martín, drena la mayor parte de ese barrio. El resto de la fracción, específicamente su mitad norte, queda en las mismas condiciones.

La fracción 5 que incluye el área central tiene obras de desagüe, con una red y un denso sistema de bocas de tormenta que conducen los excesos hídricos a su destino final: el río Suquía y el arroyo La Cañada.

No obstante, el territorio comprendido en esta fracción, se ve afectado por anegamientos con lluvia de baja intensidad (como por ejemplo los 24,4mm caídos el 05-02 del 2014 durante unos 90 minutos) que transformaron las calles de Barrio San Martín en torrentes urbanos o en lagunas.

Las obras de desagüe en Av. Richieri, solucionan los continuos anegamientos de no menos 40.000 vecinos de barrios como Jardín, Jockey Club, Villa Revol, Jardín Espinosa, santa Rita, Country Club y Ampliación Jardín Espinosa, entre otros y cuya clase por anegamiento pasa a ser A1/3. Otro tanto ocurre con la obra de la calle Bunge, donde se benefician numerosos vecinos de los barrios Ejército Argentino, Iponá, San Fernando, Ampliación San Fernando, Las flores, Country Club, con una clase por anegamiento A2/3.

En Alta Córdoba, la obra hidráulica atraviesa diagonalmente la terraza alta de dicho barrio, neutralizando los frecuentes anegamientos de la calle Isabel la Católica que era acometida por no menos de siete torrentes urbanos (calle Mendoza, Fragueiro, Lavalleja, Jujuy, Sucre, Tucumán y Gral. Paz), lo cual hacía que esa calle anegara una vasta superficie comprendida entre las calles Avellaneda y República del Líbano, que pasa a clase A1/3. Obras semejantes en la Av. Alem y de la calle Cervantes que alivia el barrio Gral. Bustos. Para la primera (terrazza alta) la clase pasa a A0/3. En el sur del interfluvio en A0/3 y el norte en A1/2, mientras que en los barrios Leandro Alem y Nueva Italia pasan íntegramente en A2.

La situación ha mejorado también la Quinta Santa Ana, con obras situadas en las calles Santa Cruz, Chubut y Pampa-El Chaco, las cuales desagotan directamente en el río Suquía.

Algo más hacia el este, la situación que provocan los torrentes urbanos que conducen calles como Misiones; Paso de los Andes, Mariano Moreno y San José de Calasanz, todas con fuertes pendientes producto del resalto entre la terraza alta y la baja, conducen altos caudales durante una precipitación de alta intensidad, haciendo peligrar vidas y bienes. Teniendo en cuenta que durante una tormenta en los años noventa, murieron ahogadas dos personas que se conducían en un vehículo.

En cuanto a los problemas por inundaciones por el río Suquía, siguen siendo, como ya se dijo, los mismos. Los barrios ribereños, sobre todo en su parte más baja y obras viales como las avenidas costaneras, se verán inexorablemente afectadas, puesto que se encuentran emplazadas en el subnivel más bajo de la terraza reciente. La línea de ribera solo se encuentra demarcada, geomorfológicamente en el sector este (Toledo, P.D., [5]), entre los puntos comprendidos desde el puente Monteagudo hasta corazón de María, esta última fuera del ejido municipal.

Los lugares de la fracción 5 con mayor grado de peligrosidad por inundación I1, I2, pueden visualizarse rápidamente con una simple mirada de la fracción citada. Por caso el Área central se sitúa en las partes medias y altas de las terrazas recientes con una clase baja de peligrosidad por inundación (I4), solamente su extremo norte ingresa a los niveles más bajos abarcando una relativamente superficie con clase I3 e I2. Lugares bastantes más comprometidos son la casi mitad noroeste de villa Páez con clases I2, I1, con el aditamento de fase deposicional DX y los barrios ribereños sobre ambos márgenes del río, localmente los más próximos al cauce (I2, I1). Párrafo aparte merece el emplazamiento de la casa de Gobierno de la Provincia de Córdoba, también conocida como "El Panal", la misma se encuentra situada casi en su totalidad, en el nivel más bajo de la terraza reciente (o si se quiere, la más nueva, calificada geomorfológicamente como T3), su grado de peligrosidad se encuentra inexorablemente en clase I2, ello significa que si el Río Suquía sufre una creciente severa generada por una precipitación intensa aguas abajo del dique San Roque y a su vez este se encuentra reteniendo importantes crecientes de los ríos San Antonio, Cosquín y Los Chorrillos, se deduce que la cota de espera puede ser ampliamente superada, lo cual obliga a abrir ambas válvulas de chorro hueco que liberan 100m<sup>3</sup>/segundo, más los 23m<sup>3</sup>/segundos correspondientes a la central de EPEC, a todo esto hay que considerar también la evacuación del aliviadero del embudo que en su máximo caudal libera 280m<sup>3</sup>/segundos (DIPAS, [6]). Este panorama, no es del todo hipotético y, lamentablemente, puede darse. Indudablemente "El Panal" se vería afectado junto a los terrenos adyacentes que se encuentran en una condición de clase I2.



Otro lugar comprometido es la Nueva Terminal de Ómnibus, pero en este caso no por inundación, sino por anegamiento (febrero de 2012), con el resultado del ingreso de medio metro de agua en la planta inferior del edificio.

La fracción 8, es, después de la zona NO del ejido, la que mayor crecimiento está experimentando. Rodean a barrios como Los Olmos, parque Atlántico, Parque Los Molinos, Horizonte, Cabo Farina, Irupé, Parque Latino, Mirizzi, Joison, Villa El Libertador, Sta. Rosa, Carbó, Comercial S.E.P, Obras Sanitarias y Cerveceros.

Los terrenos de esta fracción integran mayormente el pie de monte distal próximo a la llanura oriental, relativamente lejos de los colectores (La Cañada al oeste y el río Suquía al norte. La pendiente en general, es bastante más suave (OSO a ENE). Esto produce, que el drenaje natural, siempre ha sido lento, permaneciendo en su superficie por períodos más o menos largos, a todo ello hay que agregarle también el mayor o menor ascenso del nivel freático, el cual en épocas de alta pluviosidad puede llegar a aflorar en las áreas más deprimidas del relieve en cuestión.

Los barrios que se concentran en el cuadrante NO de esta fracción sufren, las situaciones arriba mencionadas, debiendo instalarse en su momento, equipos de bombeo semi permanentes a los fines de deprimir la capa freática, caso Villa El Libertador, que con el colapso de los pozos negros, el flujo de aguas servidas invadían numerosas viviendas. Actualmente la situación en Villa El Libertador ha mejorado por la obra hidráulica del drenaje que neutraliza las acometidas de los torrentes urbanos y que corresponden, a las calles Defensa, Reconquista, Tilcara, Callao, Gobernación, Provincias Unidas y Mercedes. La neutralización del flujo torrencial de las citadas arterias, debe contribuir también a evitar las frecuentes roturas y desbordes del canal Maestro sur, con lo cual han de verse beneficiados (A1/2) los barrios Sta. Rosa, Carbó, Comercial y Mirizzi, que además drenen sus excesos mediante el canal paralelo a la Av. Vélez Sarsfield y de este a la Av. Circunvalación. Luego Villa El Libertador entra íntegramente en la clase A2. Toda la zona aledaña al canal Maestro Sur (entendiéndose con mantenimiento y limpieza permanente) debería entrar en A0/2.

En el área ligeramente cóncava Inaudi, Parque San Antonio y adyacencias, el agua de lluvia o la proveniente de los sitios vecinos algo más elevados, no se eliminan fácilmente por escurrimiento, quedando estancadas en varios lugares del área, particularmente en el oeste de la misma. Esta situación se ha visto algo mejorada con el canal que corre paralelo a la Av. Valparaíso derivando los excesos hídricos al canal de la Av. circunvalación; en el mejor de los casos puede entrar en la clase A1.

Por otro lado, la mayoría de los country y barrios cerrados han sido emplazados en los terrenos de la parte media de esta fracción; son los que presentan mejores condiciones de drenaje natural (A2). También en algunos de aquellos se han efectuados obras hidráulicas de desagües, específicamente los situados al norte de la Avenida Circunvalación (Country Jockey Club, Barrancas del Sur, Country Aires de Sur, Barrio Parque alameda, etc.), lo cual permite calificar a esa zona en particular como clase por anegamiento A/3. Los que se encuentran al sur de la Av. Circunvalación tienen una infraestructura de evacuación hídrica insuficiente o directamente carece de ella, por lo tanto mantienen la clase A2.

En el resto de esta fracción, persisten las mismas condiciones de anegamiento a las mapeadas en la edición del año 2002, por lo tanto el country Las Cañuelas (atravesado en su parte media por un amplio cañadón pando) y la parte este del country Fincas del Sur, junto al barrio cerrado Fincas del Sur II, se encuentran en una situación de vulnerabilidad media a alta ante una precipitación pluvial intensa, por lo tanto a esas superficies les corresponde una clase A1.

### **Sector Este**

Lo constituyen las fracciones 3, 6 y 9, ocupando el extremo oriental de la parte distal del piedemonte en una, prácticamente, imperceptible transición a la llanura pampeana que se sitúa inmediatamente al este. En las tres fracciones hay un neto predominio de los depósitos de la Formación General Paz, solo interrumpida en la fracción 6 por los depósitos fluviales del valle del río Suquía.

La fracción 3 presenta construcciones barriales (antiguas) sobre el esquinero SO, enmarcadas por la Avda. de Circunvalación este. Las condiciones de drenaje urbano de barrios Patricios, Patricios Este, San Jorge, Quintas de San Jorge, Sta Clara de Asís, Yofre Norte, Gral Belgrano y Patricios Norte, están lejos de ser aceptables. Sus clases de anegamiento oscilan entre A0 y A1, donde pueden observarse calles en dirección O-E que concentran importantes caudales de escorrentía superficial durante precipitaciones de mediana a alta intensidad, como la calle Villegas, De Alarcon, 27 de Febrero, Rocamora, Laguna-Domado. Hay previstas varias obras de desagüe urbano en algunas de las citadas arterias que pueden llegar a mejorar sensiblemente la clase de anegamiento.

En similar situación se encuentran nuevos barrios situados al norte de la Avda. de Circunvalación, como A.G.E.C.II, Barrio Ciudad de Los Cuartetos y San Ramón. No así Villa Esquiú que está emplazada en terrenos algo más altos con una clase por anegamiento A2.

El resto del territorio, que comprende esta fracción, es parte integrante de la llanura pampeana en su flanco occidental, que se encuentra ligeramente inclinada al SE con una pendiente general inferior al 1%. Presenta marcas dejadas por el escurrimiento difuso y fragmentos de cañadones con la misma orientación, que quedan endicados y redirigidos por el terraplen del antiguo ferrocarril. Esta obra dirige los excesos hídricos hacia el barrio General Arenales produciéndole severos anegamientos durante el transcurso del verano térmico, razón por la cual dicho barrio presenta una clase por anegamiento A0.

La fracción 6, en su faja occidental situada inmediatamente al oeste de la Avda Circunvalación, presenta un importante conglomerado de barrios populares (algunos de larga data), como Barrio Empalme, Altamira, Acosta, Miralta, Colonia Lola, Maldonado con el cementerio San Vicente inmediatamente al norte, Müller, 1° de Mayo, Yofre Sur, Yofre Norte, Yofre I, Parque Montecristo. Se observan también nuevas construcciones sobre todo por fuera de la Avda Circunvalación, es decir inmediatamente al este de la misma, destacándose barrios como Villa Boedo, Villa Bustos, 16 de Abril, Ampliación 1° de Mayo, B° IPV, B° Ciudad Evita, Zepa, Zepa B, Nuestro Hogar II, entre otros.

Los barrios situados en las terrazas altas, medias e inclusive el subnivel mas alto, salvo algunas excepciones, no tienen mayores problemas con respecto a inundaciones y anegamientos (I6, I5, I4).

Entre las mencionadas excepciones, se encuentra toda la parte oeste del barrio Müller, cuyas construcciones rebasan la línea de ribera e ingresan a las clases de peligrosidad por inundación I2 e I1; en esta última se invade directamente el lecho mayor del río y no pocas veces, esa parte del barrio, ha sido afectada por inundaciones que inclusive han llegado al nivel mas bajo de la terraza reciente, la cual tiene un nivel de peligrosidad I2. Dentro del mismo barrio, en un subnivel de terraza superior (I4), se han producido anegamientos por precipitaciones pluviales de regular intensidad o también por el ingreso de aguas provenientes de barrios adyacentes mas altos, lo cual termina generando una clase de peligrosidad por anegamiento A1 sobre esos subniveles de terrazas. Otro caso similar de anegamiento, ahora en el nivel de terraza media, ocurre en los barrios Renacimiento y Colonia Lola.

En el lado sur del valle hay un mayor desarrollo areal de terrazas fluviales que incluyen a todos los niveles, desde las altas y antiguas, hasta las bajas y nuevas. En la parte norte del valle solo se observan las bajas con sus correspondientes subniveles, con lo cual, el valle se observa en esta parte del territorio con una notable asimetría. Pero es común a ambas partes, la erosión vertical de los suelos producto de la acción de la escorrentía elemental concentrada, la cual se hace también evidente en el tramo interfluvial adyacente que limita con la parte norte del valle, donde eventualmente se encuentran asociados a colapsos de suelos vinculados a la Fm General Paz.

Los terrenos interfluviales a ambos lados del valle son parte integrante de la gran llanura pampeana con una muy suave pendiente hacia el este, aún cuando localmente y dentro del ámbito de las terrazas existen pendientes de orientación submeridiana por las que también transcurren aguas de precipitación pluvial en la búsqueda del río Suquía. Luego las ligeras variaciones de altura de esos terrenos de interfluvio, se representan con distintas gamas de color marrón. Ahí se encuentran por anegamiento que van de A3 a A0, siendo la de mayor desarrollo areal la de A1.

Las obras de desagüe urbano efectuadas dentro de los terrenos comprendidos en esta fracción siguen siendo insuficientes; por lo tanto no alcanzan para neutralizar los excesos hídricos producto de las lluvias estivales.

Mediante el análisis multitemporal efectuado por Toledo, P.D. [5], utilizando fotografías aéreas e imágenes satelitales de distintas características espectrales, resoluciones y fechas, pusieron en evidencia la progresiva actividad antrópica producida en las cercanías y dentro de la línea de ribera del río Suquia. El análisis multitemporal, expone una continua actividad extractiva para la obtención de áridos que ha afectado a todos los niveles de las terrazas fluviales y en particular, los niveles de las terrazas bajas. En estas, como también en varias de niveles medios, se han explotado por debajo del nivel freático produciendo notables alteraciones del medio físico en las riberas del río.

Así el cauce del Suquía ha sido modificado en reiteradas oportunidades, ya sea por la actividad minera o por obras de infraestructura (Av. Circunvalación); en varios tramos la actividad extractiva ha sido tan intensiva que en el reconocimiento de campo se vuelve dificultoso determinar por donde pasa el lecho ordinario del río.

Al respecto y citando textualmente a Toledo P.D. [5] en la página 70 de su trabajo dice: "...en muchos casos comienzan como explotación de canteras secas hasta que vulneran el nivel freático, aquí debería haber cesado la actividad y notificar de esta alteración a la Secretaría de Recursos Hídricos a los fines de definir planes de remediación por ello se advierte una falla en el sistema de control.

Las lagunas de agua freáticas generadas por la extracción descontrolada de áridos para la construcción, son productoras de vectores varios, portadores de las más diversas enfermedades que afectan tanto a niños de corta edad como a personas mayores.

Pero la situación se vuelve mas compleja por el hecho que varias de las canteras anegadas han sido o están siendo rellenadas no sólo con materiales inertes productos de demoliciones (lo cual es correcto), sino también con residuos sólidos urbanos de cualquier naturaleza.

#### La Fracción 9

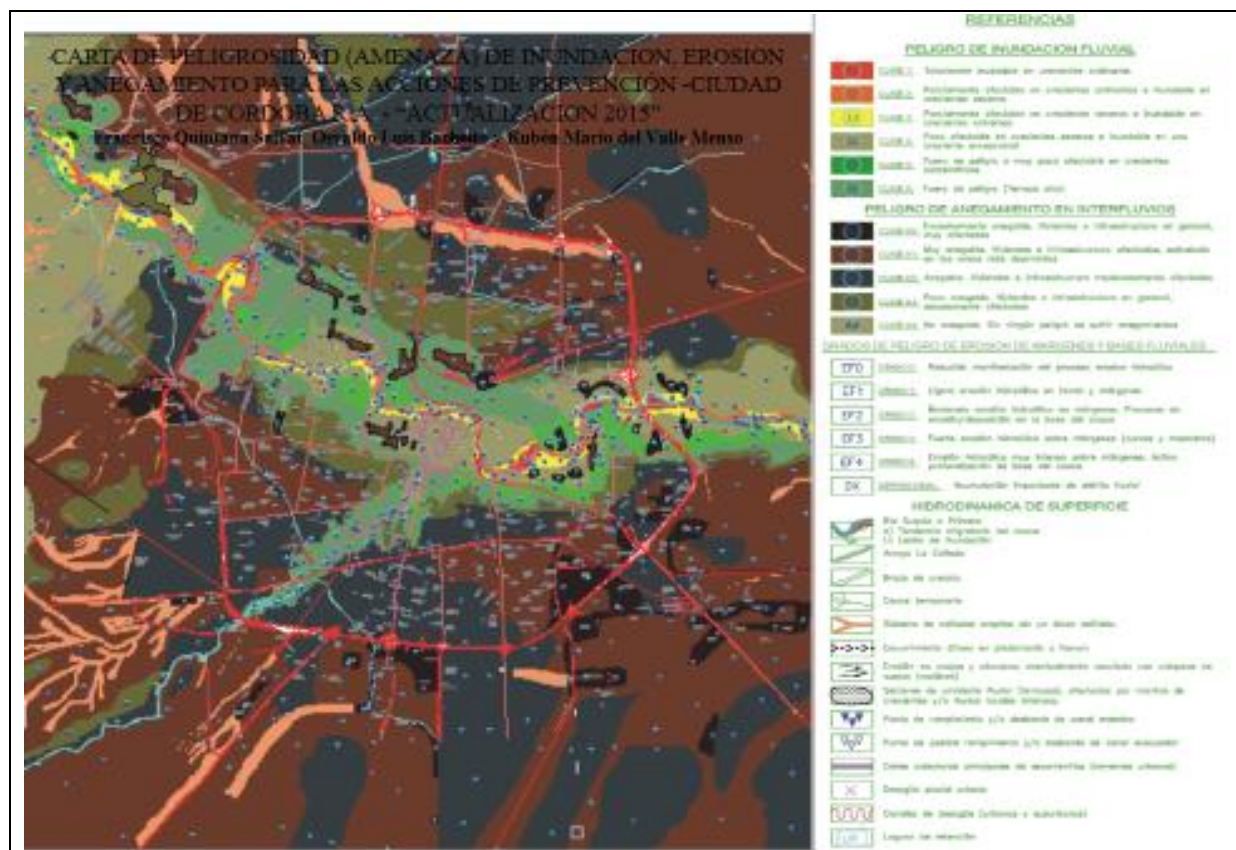
Su territorio está comprendido íntegramente en la región correspondiente a la Llanura Oriental de Córdoba (Subregión de Pampa Alta), dentro de la asociación geomorfológica planicie loessoide elevada. También aquí, el material loessoide conforma un espeso manto, aunque con frecuentes intercalaciones de gravas y arenas. El macrorelieve presenta ondulaciones propias de los depósitos eólicos. Sobre este se instala una red de drenaje difusa que durante las precipitaciones se expresa como mantos de escurrimiento que tienden a concentrarse en cañadones pandos, con un sentido general O-E, siendo frecuentes los trasvasos. Contribuyen a esta situación las obras de infraestructura.

CARTA DE PELIGROSIDAD (AMENAZA) DE INUNDACION, EROSION Y ANEGAMIENTO PARA LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN - CIUDAD DE CORDOBA R.A. - “ACTUALIZACION 2015”

En esta condición se encuentran los barrios San Felipe, José Ignacio Diaz 4ta., Ramón J. Cárcamo, Área Central de Ferreyra, Los Sauces, la fracción norte de Almirante Brown, una faja este-oeste que toma por su parte media los barrios Ituzaingó e Ituzaingó Anexo, todo el norte del Nuevo Ituzaingó y, en forma completa, el Quebrachal y los 40 Guasos.

En una relativa mejor situación (A1) se encuentran barrios como San Javier, gran parte de Ferreyra e Ituzaingó, Los Eucaliptos etc., al igual que Ciudad de Mis Sueños, parte sur de Nuevo Ituzaingó, Los Fresnos, Ampliación Ferreyra, etc. Las mejores condiciones de drenaje natural (A2), se dan en cuadrante NO de esta fracción, donde se emplazan el Complejo Industrial (CORMEC), Forja-Materfer, parte de los barrios San Lorenzo y 23 de Abril.

Las obras hidráulicas son insuficientes, sólo un canal que arranca en un camino Inter –fábricas, a la altura del barrio 23 de Abril, siguiendo luego en forma zigzagueante las vías férreas con el ingreso a la fracción 6, hasta cruzar el tramo de la autopista Córdoba-Pilar.



Lamina 2. CARTA DE PELIGROSIDAD (AMENAZA) DE INUNDACION, EROSION Y ANEGAMIENTO PARA LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN -CIUDAD DE CORDOBA R.A. - “ACTUALIZACION 2015” - Elaboración Propia



FICHA TECNICA PELIGRO DE INUNDACION FLUVIAL					
BASE DE DATOS		CARACTERISTICAS TECNICAS		SITUACION	
Fotografías aéreas. Años 1970/84/87 y 96.		Escala aproximada 1: 5.000 1:20.000 y 1: 50.000. Fotogramas pancromáticos en blanco y negro, filtro amarillo, obtenidos en secuencia estereoscópica.		SECTOR OESTE  FRACCIONES: 1 – 4 - 7  Ejido Municipal	
REGION Sierra Chica			SUBREGION Vertiente oriental tendida		
ASOCIACION GEOMORFOLOGICA					
Valle fluvial – Lecho de inundación y terraza baja inundable					
GEOFORMAS Y MATERIALES CONSTITUTIVOS		PROCESOS DINAMICOS PREDOMINANTES		CLASE Y/O GRADO DE AMENAZA	
Lecho de inundación, en parte constituido por un subnivel de terraza baja inundable.  Incluye brazos de crecida.  Depósitos fluviales de alta energía. Arenas, gravas y cantos rodados.		Crecientes de baja recurrencia. Inundaciones en forma total de la unidad geomorfológica por desbordamientos laterales del lecho ordinario y avance frontal, en ocasiones favorecidos por la presencia de brazos de crecida (fuerte poder destructivo).		CLASE 1 (I 1)  Totalmente inundable en crecientes ordinarias	
MEDIDAS RECOMENDADAS					
La frecuente actividad hidrológica de esta clase, define usos y restricciones severos.  Debe constituir un área prohibida bajo dominio exclusivamente estatal.  Áreas no aptas para acciones que involucren la presencia permanente de personas.  Aptas para áreas de recreación, deportes, etc.  Deben incluir planes de Alerta Temprana.					
OBSERVACIONES					
Esta clase es la de mayor actividad hidrodinámica en el ámbito fluvial. Dicha actividad está relacionada a crecientes ordinarias de baja recurrencia cuando se ve superada la capacidad de conducción del lecho ordinario. Por tanto corresponde a un típico lecho de inundación y en la mayor parte del recorrido, dentro de la Fracción 1, está representada por un subnivel muy reciente desarrollado en el nivel inferior de terrazas fluviales, en respuesta a un encajamiento del río debido a procesos de neotectónica y/o cambios climáticos. Los terrenos comprendidos en esta clase están, en parte, ocupados por obras edilicias, incluyendo con mayor frecuencia villas de emergencia (Las Mojarras, Va. Lasalle, Va. Chateau, etc.).					

Lamina 3. Modelo de Ficha Técnica - Elaboración Propia

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

Han pasado trece años de la publicación de la Carta de Peligrosidad de Inundación, Erosión y Anegamiento para Las Acciones de Prevención, durante este lapso, en la Ciudad de Córdoba hubo un importante desarrollo. La urbanización creció, de forma no armónica. Se realizaron hasta el 2015 más de 48.000 nuevos inmuebles que cubrieron una superficie superior a los 17.000.000 metros cuadrados que pueden discriminarse en: 159 barrios, 35 countries y barrios privados, 11 barrios ciudades ejecutados por el gobierno de la Provincia y 26 housings. Cabe reconocer que se han llevado a cabo diversas obras hidráulicas, tanto por parte de la Municipalidad como también por la Provincia. A los fines de mejorar las condiciones del drenaje urbano y contribuir a disminuir las clases de peligrosidad por anegamiento e inundaciones en distintos barrios, ya sean antiguos o recientes. Ejemplo de lo señalado son las oportunas obras de desagüe pluvial urbano, realizadas en la Av. Richieri (sur de la Fracción 5 y norte de la 8), que solucionan los continuos anegamientos que sufrían numerosos vecinos de los barrios involucrados.

Otro tanto acontece con la obra de desagüe pluvial, realizada en la calle Isabel la Católica, que beneficia a numerosos vecinos de la parte sur del barrio Alta Córdoba.

El área central con sus barrios adyacentes presenta una amplia red de obras de desagüe pluvial urbano, con numerosas bocas de tormentas que conducen los excesos hídricos a su destino final: el río Suquía y el arroyo La Cañada. No obstante ello, aun en el área central y alrededores hay un déficit importante en obras de desagües pequeños y medianos que contribuirían decisivamente a neutralizar los anegamientos. A esto se le suma el deficiente mantenimiento de los sumideros frecuentemente obstruidos.

En cuanto a los problemas de posibles inundaciones fluviales, la situación es similar a la expuesta en el trabajo editado en diciembre del 2002. Los barrios ribereños, sobre todo en su



parte más baja y las obra viales como las avenidas costaneras, se verán inexorablemente afectados, puesto que se encuentran emplazados en el subnivel más bajo de la terraza fluvial mas nueva (T3) y a veces invadiendo directamente el lecho mayor o de inundación del río.

Los integrantes de este equipo de trabajo entienden que el emplazamiento de la Casa de Gobierno de la Provincia de Córdoba ("El Panal") presenta una clase de peligrosidad I2, que ante una creciente severa del río Suquia, su estructura podría verse afectada.

Finalmente, se observa el alto grado de abandono que presenta toda la zona ribereña incluida en la fracción 6; Ello se pone de manifiesto en la destrucción del 70% de todos los subniveles de la terraza baja (T3) y parte de las terrazas media y alta (T2 y T1), en donde se han llevado a cabo explotaciones mineras para la obtención de áridos, dejando una considerable cantidad de canteras en las que aflora la capa freática.

## 5. Bibliografía y/o Referencias

[1] Quintana Salvat, F.; Osvaldo L. Barbeito; Rubén M. Menso. 2002. Carta de peligrosidad (amenaza) de inundación, erosión y anegamiento para las acciones de prevención - Ciudad de Córdoba Universidad Nac. de Córdoba (Fac. de Cs. Exactas Físicas y Nat.) - Municipalidad de Córdoba Capital (Direc. Gral. de Protección Ciudadana). 1a Edición. Subdirección de Imprenta de la Municipalidad de Cba. I.S.B.N. N° 987-9129-15-6. Págs. 1-68. Nueve Cartas. Un Cuadro de Referencias.

[2] Santa Cruz, J. N., 1972. Geología del este de la Sierra Chica (Córdoba). Valle del río Primero. Bol. Asoc. Geol. de Córdoba., tomo 1, N° 3-4, págs. 102-110

[3] Quintana Salvat, F. y Osvaldo Barbeito, 1994. Base geológica-geomorfológica para la planificación territorial de la ciudad de Córdoba y su entorno – Ejido Municipal. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. III, n° 1, págs. 209-256.

[4] Quintana Salvat, F. y Osvaldo Barbeito, 1999. Carta geomorfológica de la ciudad de Córdoba. Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua, Santiago del Estero, Argentina. Junio 2000. I.S.B.N. 987-99083-4-1 (libro y CD-ROM), págs. 371-372. Trabajo Completo en CD-ROM.

[5] Toledo, Pablo D. 2013. Delimitación de línea de ribera geomorfológica – Chacra de la Merced. Escuela de Geología, Fac. de Cs. Exactas Físicas y Nat. - Universidad Nac. de Córdoba. Trabajo Final. Director: Francisco Quintana Salvat, Codirectora: Ma. del Pilar Cebollada y Verdaguer, págs. 1-107.

[6] D.I.P.A.S., 2000. Presa: 08 - San Roque. Direc. Prov. de Agua y Saneamiento, Min. Ob. Pub., Prov. de Cba. XVIII Congreso Nac. del Agua, Río Hondo, Sgo. del Est. Paneles.