

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO HIDROGEOMORFOLÓGICO PARA DETERMINAR ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES

Loteo GRUDINA

Colonia Tirolesa
Departamento Colón
Provincia de Córdoba

Dr. Claudio A. Carignano
Río Ceballos, 30 de julio de 2021



Estudio Hidrogeomorfológico para determinar Escurrimientos Superficiales en Loteo Grudina

Introducción

Se efectuó un relevamiento hidrogeomorfológico para la determinación de escurrimientos superficiales en el predio del loteo, que la familia Grudina posee en la localidad de Colonia Tirolesa, Dto. Colón, Prov. de Córdoba (Figura 1).

El estudio se basó en un análisis geomorfométrico mediante Modelos Digitales del Terreno (MDT) derivados de Modelos Digitales de Elevación (MDE) con apoyo de imágenes satelitales ópticas y cartografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN). La finalidad del mismo es determinar el tipo y modo de escurrimiento superficial del agua que precipita en la zona del loteo, con el fin de, en caso de ser necesario, planificar y dimensionar las obras civiles para la canalización y control de la escorrentía superficial.



Figura 1 Ubicación del Loteo (rectángulo amarillo) a y b Vista general del predio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un relevamiento de la geomorfología del lugar así como de sus características hidrológicas y una evaluación de los materiales superficiales existentes en la zona siguiendo el esquema de trabajo detallado a continuación:

- 1) Inventario de información hidrogeomorfológica regional sobre el área de aporte.
 - a) Cartas y mapas geológicos hidrogeológicos previos.
 - b) Secuencias litológicas y sus características.
 - c) Estructuras y sus características.
 - d) Estudios hidrológicos previos.
 - e) Datos sobre la cuenca hidrológica donde se ubica el predio.
- 2) Cartografía del área y ubicación plani-altimétrica del loteo.
 - a) Mediante GPS, determinación de las coordenadas de cada intersección con caminos de líneas de escurrimiento.
 - b) Ubicación del loteo en cartas topográficas (Figura 2) e imágenes de satélite.
 - c) Relevamiento de los niveles del terreno mediante nivel óptico de precisión.

- 3) Fotointerpretación hidrogeomorfológica de la cuenca.
 - a) Relevamiento fotogeológico regional con control de campo. En escala 1:10.000.
 - b) Relevamiento fotogeológico y fotogeomorfológico detallado en la zona de los terrenos del loteo y su entorno (escala 1:5.000).

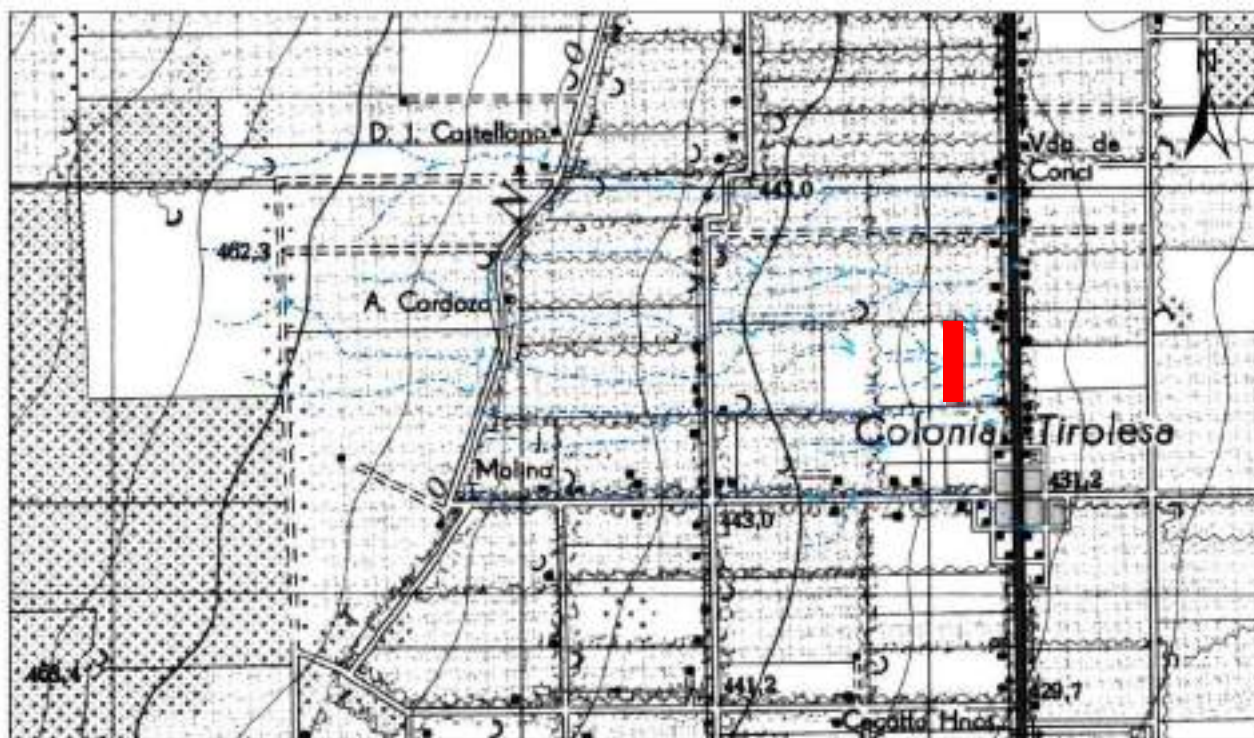


Figura 2 Ubicación del Loteo (rojo) en la carta escala 1:50.000 del IGN 3163-19-4 Aeropuerto donde se ha transferido el sistema de escurrimiento determinado en este estudio.

Como base topográfica fueron utilizados modelos digitales del terreno IGN MDE-Ar de 30 metros de resolución (Instituto Geográfico Nacional) y ALOS Global Digital Surface Model AW3D30 derivado de imágenes Alos Palsar de 12,5 metros de resolución, los que fueron ajustados y complementados con la cartografía topográfica oficial IGN (Figura 2).

Para la identificación de geoformas y procesos se compiló una secuencia multitemporal de imágenes multispectrales Quick Bird Sensor QB02, con resolución 0.6 m y WorldView-2, ambas en modo pancromático en combinación multispectral de falso color real, obtenidas del servidores Google Earth, Bing y Yandex (Mapas 1 a 4).

Para el análisis y modelado de las características hidrológicas del sitio se efectuó un Análisis Digital del Terreno; metodología cuantitativa de análisis de la superficie de la tierra, cuyo objetivo es la extracción de parámetros y manipulación objetos de la superficie terrestre desde los modelos de elevación digital (MDE).

A partir del Modelo Digital de Elevaciones (MDE), se genera un sistema compuesto por un conjunto de imágenes raster que representan distintas características o parámetros de la superficie terrestre denominados Modelos Digitales del Terreno (MDT). Este análisis fue esencial para la definición los sitios por donde puede escurrir el agua en superficie, dado lo plana que es la superficie del terreno en la zona del loteo.

Las etapas del trabajo de análisis llevado a cabo con los Modelos Digitales del Terreno (MDT) se resumen en los siguientes pasos:

- 1) Generación del MDE
- 2) Manipulación del MDE para obtener otras capas del MDT
- 3) Visualización en 2D y 3D de todas las capas
- 4) Análisis del MDT (estadístico, morfométrico, etc.)

Handwritten signature

Handwritten signature



Para este trabajo se optó por el formato raster ya que es el más adecuado para la integración de las elevaciones en un SIG y brinda la posibilidad del uso de diversas herramientas para la obtención de nuevos mapas a partir del MDE de manera tal que permitan optimizar el análisis geomorfológico del área objeto de estudio. El MDE se construyó a partir de información provista por los sistemas MDE-Ar 30m (Instituto Geográfico Nacional) y ALOS Global Digital Surface Model AW3D30, los que fueron combinados para obtener los MDE de base y los MDT derivados.

Un MDE no solamente contiene información explícita acerca de la altitud en un área muestreada en celdillas sino que también aporta información relativa a las relaciones (distancia y vecindad) entre los diferentes valores de altitud. Ello permite el cálculo, a partir de diversos procedimientos de álgebra de mapas, de nuevas variables topográficas.

A continuación se indican los principales procedimientos de análisis del terreno empleados para perfeccionar la definición de unidades y procesos:

Índice de humedad (Wetness index)

El índice de humedad (Wetness Index) y sus derivados como el índice topográfico de humedad (TWI), también conocido como el índice compuesto topográfico (ICT), es una técnica matemática usada para cuantificar control topográfico en procesos hidrológicos. Este índice es una función tanto de la pendiente como de la superficie de terreno que hay aguas arriba de cada punto relevado, y está altamente correlacionado con varios atributos del suelo. Mayormente se utiliza para estudiar los efectos espaciales de escala en los procesos hidrológicos para identificar y modelar trayectorias de flujo hidrológico.

El análisis del terreno mediante esta técnica permitió definir con claridad las unidades de baja pendiente y todos los bajos de escurrimiento donde potencialmente se concentra el agua que precipita en el lugar y la manera en que circula esta en superficie o sub-superficialmente (Figura 3).

El índice de humedad fue originalmente desarrollado para predecir las áreas saturadas y también para predecir la profundidad del nivel freático del suelo. Valores altos del índice de humedad indican potencial para la acumulación de agua en el suelo pues coincide con aquellas zonas de baja pendiente y con un valor de área de drenaje específica alto.

Valores bajos del índice de humedad indican bajo potencial topográfico para la acumulación de agua en el suelo, ya sea por tratarse de un área con una cuenca de captación pequeña o por un alto valor de pendiente, indicador de suelos bien drenados.

La versión simplificada del índice de humedad es:

$$W = \ln (As / \tan b)$$

Siendo:

W = Índice de humedad

As = Área de drenaje específica

b = Ángulo de la pendiente local



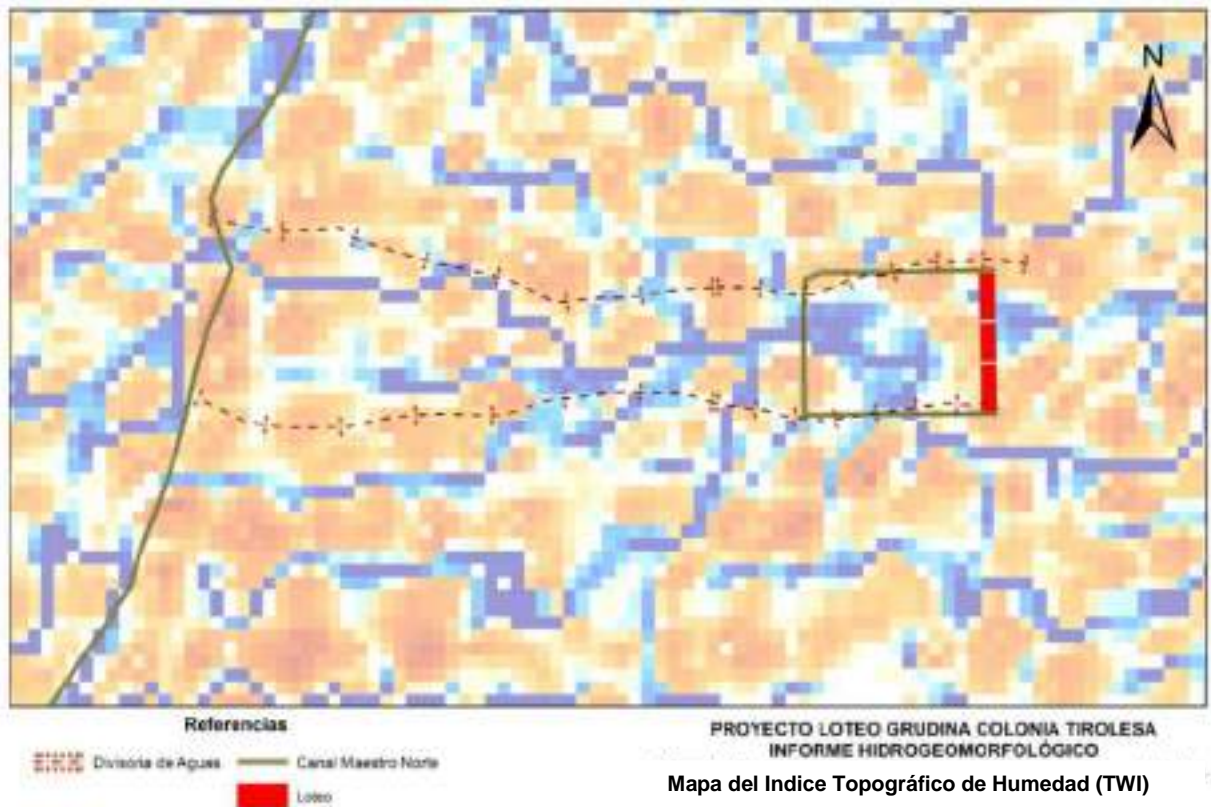


Figura 3 Índice Topográfico de Humedad (TWI)

Análisis automatizado de cuenca

A partir del MDE se obtuvo el modelo hidrológico en el cual se determinaron:

Líneas de flujo: Trayecto que, a partir de un punto inicial, seguiría la escorrentía superficial sobre el terreno. Las líneas de flujo siguen la línea de máxima pendiente por lo que pueden deducirse del modelo digital de pendientes con las únicas limitaciones que las derivadas de la calidad del MDE original (Figuras 3 y 4).

Área subsidiaria de una celda a partir del trazado de las líneas de flujo es posible definir la red hidrológica, por extensión, las cuencas hidrológicas: Se define el área subsidiaria de una celda como el conjunto de celdas cuyas líneas de flujo convergen en ella; una cuenca hidrológica está formada por el área subsidiaria de una celda singular, que actúa sumidero.

Caudal Máximo Potencial (CMP): La magnitud del área subsidiaria de una celda del MDE está directamente relacionada con el CMP. En efecto, el caudal que puede circular en un momento dado en un punto del terreno depende, entre otros factores, de la magnitud del área subsidiaria, de las precipitaciones sobre ella y de la pendiente de la zona, que permite la circulación con menor o mayor rapidez (Figuras 3 y 4).

Handwritten signature

Handwritten signature





Figura 4 Determinación automática de los flujos acumulados, en azul se han delimitado las áreas deprimidas que potencialmente pueden encauzar escurrimientos. En amarillo el loteo Grudina.

Caracterización hidrogeomorfológica

El sitio se ubica en el piedemonte distal de la sierra Chica, en la zona de transición hacia la llanura. Los sedimentos del sector son acumulaciones de limos eólicos medios (loess) ligeramente arenosos (arenas muy finas) y friables, con moderada permeabilidad en superficie, interdigitados con lentes y delgadas capas de arenas medias a finas. En el sector, estos materiales tienen un espesor mayor a los 15 metros.

La acumulación de estos materiales en un ambiente distal de abanicos de muy baja pendiente, suavizó mucho la topografía y le confiere una gran regularidad al terreno.

La zona del loteo es casi plana, y carece de microrelieve, por lo que es muy difícil determinar líneas preferenciales de escurrimiento o zonas de posible acumulación de flujos concentrados, allí el terreno presenta una pendiente muy uniforme hacia el este que varía entre 0,2‰ y 0,5‰.

Históricamente la zona de Colonia Tirolesa ha sido un área agrícola destinada mayormente a la producción de hortalizas, formando parte del cinturón verde de la ciudad de Córdoba, especialmente el sector del loteo; pero también se dedicó a la producción de granos (maíz). Por ello, hay una red de canalizaciones para riego que limitan las parcelas originales de la colonia; los que eran alimentados desde el Canal Maestro Norte, proveniente de la ciudad de Córdoba. Actualmente esta red de canalizaciones está inactiva y ya no circula agua por los canales, habiéndose relleno la mayoría con sedimentos y otros materiales.

El Canal Maestro Norte corta en diagonal la pendiente regional de este sector del piedemonte de las sierras, obstruyendo y desviando todas las líneas de drenajes principales de la zona (Mapa 1). El terraplén de este canal, al actuar como barrera, desvía las aguas hacia el noreste; por lo que la red de drenaje natural se ve interrumpida y todo el drenaje ubicado al sur y sureste del canal maestro, actualmente, ubican su divisoria de aguas de cabecera en este terraplén (Mapa 1). Esto convierte todos los escurrimientos del sector de la Colonia Tirolesa en locales (Mapas 2 y 3).

La red de canales, y represas para almacenar agua asociadas, están limitados por terraplenes que presentan una altura media por encima del terreno circundante de entre 60 cm y 1,2 m (Figura 5). Estos terraplenes se ubican en ambos márgenes de los canales, siendo producto

Grudina

Grudina



de su construcción y del permanente dragado que se hacía para remover los sedimentos que se acumulaba en sus fondos, cuando el sistema estaba operativo, Estos terraplenes hoy actúan como barreras que limitan y controlan la circulación del agua superficial impidiendo el paso de la misma desde un lote a otro y desvían los flujos hacia las calles que los bordean. Debido a que los sedimentos de superficie son moderadamente permeables (ver ensayo de infiltración) y por la práctica agrícola del lugar, casi toda el agua precipitada en la zona tiende a infiltrarse. Durante las precipitaciones más intensas puede haber un excedente que no infiltra y eventualmente es conducido por las calles que limitan parcelas, siguiendo la pendiente natural hacia el este. Por ello, no hay referencias de que la zona tenga problemas con los escurrimientos superficiales; y las obras de drenaje asociadas a la traza urbana actual, parecen ser suficientes para regular y encauzar los flujos sin problemas. La parcela de donde se desprende el loteo que motiva el presente informe se utiliza para cultivo preferente de maíz, mediante siembra directa, por ello el terreno no presenta líneas de escurrimiento superficiales evidentes, siendo allí la topografía casi plana, y sólo se detectan muy ligeras evidencias de escurrimiento laminar suave entre las marcas dejadas por la actividad de la labranza. Dado que esta parcela está limitada por terraplenes de los canales de unos 50 a 80 cm de altura (Figura 5) no existe posibilidad de que ingresen escurrimientos desde las parcelas ubicadas al oeste, norte o sur (Mapas 2 y 3).



Figura 5 Terraplén que limita el costado oeste de la parcela. La línea verde muestra el tope y la roja la base, altura media 60 cm

Mediante los procesamientos geomorfométricos realizados, con verificación de campo y relevamiento de niveles (con nivel óptico de precisión) se han podido identificar y demarcar las zonas susceptibles de concentrar el agua en la parcela y el loteo (Mapas 1 a 4).

Escurrimiento en el loteo

La parcela donde se ubica el loteo presenta una topografía casi plana pero, mediante los procesamientos geomorfométricos realizados, se ha podido determinar que internamente se puede delimitar una subcuenca de escurrimiento coincidente con el sistema de drenaje natural, cuyas divisorias de aguas están muy bien definidas (Mapas 1 y 2). Esta subcuenca ocupa casi el 70% de la superficie de la parcela y su divisoria de aguas en sus costados norte y sur prácticamente coincide con la posición de los terraplenes que limitan la parcela; mientras que hacia el noreste y sureste presenta una bien definida divisoria interna que canaliza el flujo hacia el punto más deprimido del terreno, el cual se ubica en el eje del Bv. Aurelio Grudina (Mapas 2 y 3). Por ello, todo el flujo laminar que ocasionalmente podría producirse en la parcela será

A. Grudina

[Signature]



concentrado y evacuado por dicha calle, la que actualmente es colectora del agua que escurre desde la calle Florencio Lauret y la deriva hacia el este en dirección a la Ruta Provincial A74.

Por detrás del loteo Grudina existe una divisoria de aguas local que impide el ingreso de flujos laminares desde el oeste (Mapas 2 y 3), por lo tanto el agua que pueden recibir los lotes es prácticamente sólo aquella que llegará como precipitación directa.

En los cuadrantes sureste y noreste de la parcela existen dos áreas que no están integradas a la subcuenca principal, y que concentran los escurrimientos directamente hacia la calle Lauret (Mapas 2 y 3). La superficie de la microcuenca del sureste, carece de un colector definido debido a que es muy plana, no obstante, se ha considerado posible que los escurrimientos del sector se puedan organizar según una línea de drenaje indicada en los mapas 1 a 4.

La microcuenca del cuadrante noreste está vinculada a un pequeño bajo natural que antiguamente escurría hacia el este atravesando la calle Lauret (Mapas 2, 3 y 4); pero cuando esta fue mejorada y nivelada para la construcción de los cordones cuneta, la salida de ese bajo fue modificada y orientada hacia el sur (Mapa 4). Actualmente la salida topográfica del agua que, eventualmente, puede escurrir por esa mínima depresión, se produce por detrás del cordón cuneta y se integra a la calle Lauret en la esquina de la calle Romildo Blangino (Mapa 4).

Para evaluar las condiciones topográficas de esa mínima depresión se realizó un relevamiento de niveles desde la esquina de las calles Blangino y Lauret, salida actual de esa línea de drenaje. Así, se pudo establecer que el área delimitada en el mapa 4 (mediante una rastra celeste) presenta un nivel negativo de unos 15 cm respecto del cordón de esa esquina. lo que podría ocasionar alguna leve acumulación de agua durante precipitaciones fuertes.

Fuera de esa pequeña área deprimida, con la mediciones de niveles se verificó que toda la superficie del loteo se ubica por encima del nivel cordón de la calle Lauret, por lo que el flujo del escurrimiento de cada lote no tiene impedimento alguno para llegar a la colectora que constituye la calle Lauret.

Conclusiones

El loteo ocupa una superficie de terreno plana, con declive al este que no recibe escurrimientos desde el oeste, norte o sur, por lo que no son necesarias obras hidráulicas para encauzar o conducir escurrimientos. Con los cordones cunetas existentes y los previstos de construir en las calles proyectadas, será suficiente para evacuar los excedentes de los lotes individuales.

La pequeña depresión detectada en el cuadrante noreste, no constituye un problema de potencial anegamiento pues el terreno tiene capacidad suficiente de infiltración para absorber el agua de precipitación directa y, además posee una salida natural hacia el sur por la calle Blangino. No obstante, se recomienda que se considere proyectar una mínima canalización por el espacio destinado a veredas para evacuar posibles excedentes en épocas de lluvias intensas.

Dadas las condiciones del drenaje determinadas en este estudio se considera que el loteo no presenta amenaza de inundabilidad ni problemas de escurrimiento que requieran obras de regulación y/o canalización. Los excedentes pluviales pueden ser eficientemente conducidos por el sistema de cordones cunetas de las calles proyectadas.

Río Ceballos, 30 de julio de 2021.



Firmante digital: Colegio Profesional de Geólogos de la Pcia de Córdoba
DN: C=419, E=info@geologoscordoba.com, O=Colegio Profesional de Geólogos de la Pcia de Córdoba, OU=Secretaría Administrativa, CN=Colegio Profesional de Geólogos de la Pcia de Córdoba
Motivo: CERTIFICACION OT N°12142<<
Fecha: 2021.08.23
18:01:35 -03:00

Dr. C.A. Carignano



Alfredo

CC



MAPAS

Alfredo

Alfredo



<p>Código Único de Validación 000012M2T05CUNT</p> 	<p>VISADO DIGITAL NO PRESENCIAL Expediente Técnico N° 1-132/21 Fecha de Visado: 21/04/2022</p> <p><small>Este visado se realiza en el marco de la Resolución N° 1876/20 de la Junta Ejecutiva, y tiene validez en el entorno digital. Si fuera necesario presentarlo en formato papel, el profesional inscripto deberá presentar su firma fotográfica sobre la copia impresa para verificar su responsabilidad. Para validar la autenticidad de la presente Planilla de Liquidación de Actores debe ingresar el Código Único de Validación en www.cotes.org.ar o en cualquier celular QR.</small></p>	<p>Fecha: 2022.04.21 09:44:30 -03'00'</p> <p>CAROLINA LINDO Ingeniera Civil Mat. N° 5089 Votadora</p>
---	--	--



CONSULTORES ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL

ESTUDIO HIDROLÓGICO LOTEO GRUDINA

Colonia Tirolesa
Departamento Colón
Provincia de Córdoba

VISACIÓN PRELIMINAR
SECCIÓN DE INGENIEROS
MUNICIPALIDAD DE COLONIA TIROLESA

13 06 22
*****MEMORIA HIDROLÓGICA

CÓRDOBA 2022

Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

fernando s. carcamo
Ing. Civil
M.P. 5587/X

IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL

Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

ÍNDICE

1	Introducción - Objetivo.....	3
2	Ubicación:	3
3	Metodología de Estudio Hidrológica Aplicada.....	4
4	Desarrollo	5
4.1	Determinación de la tormenta de diseño más crítica	5
4.2	Parámetros de las Subcuencas y Modelo Hidráulico	7
4.3	RESULTADOS	9
4.4	Función Básica, Complementaria y Umbrales de Edificación.....	10
5	Conforme a Obra Calles del Loteo y Relevamiento Calle Concejal Remigio Lauret	11
6	Conclusiones y consideraciones:	12
7	Relevamiento Fotográfico	12


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO E. GARCAMO
ING. CIVIL
M.P. 3232/X

FERNANDO A. GARCAMO


IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

1 Introducción - Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo determinar los caudales superficiales involucrados en el loteo Chacra de Grudina, tanto externos como internos, antes y después de la materialización del mismo, con el fin de determinar la necesidad de realización de obras de retardo o amortiguamiento para no alterar la situación existente aguas abajo del loteo y/o el escurrimiento de las cuencas.

Además el presente informe intenta dar respuesta a las observaciones realizadas por el "Área de Estudios y Proyectos de Obras Hidráulicas Multisectoriales" en Expte. Nº 0730-080809/2021/R1, con fecha 16 de febrero del 2022.

Por lo tanto, en primera instancia se realizará el Estudio de Escurrimientos Superficiales con las verificaciones de las funciones básicas y complementarias. Seguidamente se presentará el Plano Conforme a Obra de la calle existente Concejal Remigio Lauret, indicando también las aperturas de calle correspondientes al presente loteo.

2 Ubicación:

Este loteo se encuentra ubicado en la localidad de Colonia Tirolesa, Dpto Colón, Córdoba, con acceso por calle Concejal Remigio Lauret y coordenadas: 31°13'50.81"S - 64° 4'6.40"O. A continuación se muestra una imagen satelital y carta IGM, indicando la ubicación y referenciación del loteo.



Imagen Satelital y Ubicación del loteo

VISACIÓN PREVIA

SECCION CATASTRO

MUNICIPALIDAD DE COLONIA TIROLESA

FERNANDO I. CARCAMO

M.P. 5588/X

IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS

INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL

Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

3



Carta del IGM: Área del loteo

3 Metodología de Estudio Hidrológica Aplicada

Teniendo en cuenta la Carta del IGM, fotografía satelital, informe realizado por el Dr. Claudio A Carignano el 30 de Julio de 2021 y especialmente de una inspección in situ, se pudo determinar diferentes tópicos que hacen al escurrimiento pluvial y la influencia hidrológica que tendrá la materialización del loteo:

1. El Loteo se encuentra inscripto al pie de una sub cuenca (SC1) de aproximadamente 100 ha con sentido de escurrimiento Oeste-Este.
2. El uso del suelo de la cuenca antes mencionada es precisamente 100% de uso agrícola.
3. En conjunto a esta cuenca funcionan en paralelo dos pequeñas subcuencas urbanas (SC2 y SC3).
4. Estas 3 (tres) subcuencas descargan sus aguas en Ruta A74 sobre un canal de sección trapecial. Resultando el nacimiento de este canal el punto de cierre de la macro cuenca de estudio.
5. Se valida que la definición de la cuenca sobre la que se emplaza el Loteo Chacra de Grudina según informe del Dr. Claudio A. Carignano es precisa y correcta.
6. En el macro loteo donde se ubica el loteo hay una red de canalizaciones que limita la parcelas original, en conjunto con unas lagunas de retención. Actualmente esta red de canalizaciones está inactiva y ya no circula agua por los canales, habiéndose rellenado la mayoría con sedimentos y otros materiales. Ver imagen 6 y 7 del punto 7 – Relevamiento Fotográfico
7. Para el cálculo de los caudales superficiales involucrados, está red de canales y retardos no serán considerados, brindando seguridad y mayoración a los caudales calculados.

Luis G. Tarditti
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

Fernando A. Carignano
FERNANDO A. CARIGNANO
ING. CIVIL
M.P. 5588/X

IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRÁULICA - AMBIENTAL

Fernando A. Carignano
FERNANDO A. CARIGNANO
ING. CIVIL
M.P. 5588/X

Luis G. Tarditti
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

Con éstos datos, más las lluvias o tormentas de diseño para esta zona de Córdoba, dadas por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia, se realizaron los cálculos para determinar caudales en la situación futura con la consolidación del loteo para distintas recurrencias y las capacidades de infiltración del suelo. El cálculo de caudales se realizó utilizando el Modelo Matemático HEC-HMS 3.5.

4 Desarrollo

El análisis hidrológico planteado para el desarrollo del presente trabajo consiste en determinar el caudal que escurre en la peor condición de tormenta, y la capacidad de retención e infiltración que tendrá el terreno con la modificación del uso de suelo al consolidarse el loteo en estudio. Para ello se desarrollan los siguientes puntos:

- 1- Definición de las subcuencas.
- 2- Determinación de la tormenta de diseño más crítica para las diferentes recurrencias
- 3- Cálculo de los caudales superficiales involucrados, antes y después de materializado el loteo, a los fines de determinar el impacto que ocasionará el mismo
- 4- Definir la necesidad de amortiguar el caudal excedente.
- 5- Determinación del umbral de edificación.
- 6- Conclusiones.

4.1 Determinación de la tormenta de diseño más crítica

Considerando lo expresado en los puntos anteriores, a los fines de determinar los tiempos de concentración y la tormenta de proyecto, se determinó primeramente la cuenca de estudio. La misma está definida en el plano N°2.

Desarrollo:

Los datos de la cuenca son:

Área Total	1084361	m ²
Área Total	10,84361	km ²
Área Total	108,4361	Ha
Longitud Cauce:	2550	m
Desnivel:	19	m

Con estos parámetros se calculó el "tiempo de concentración" (tc) para toda la cuenca. El cálculo del tiempo de concentración se realizó utilizando la fórmula de Kirpich y la de Bransby Williams.

	Cuenca
Area [km ²]	10,844
i [m/m]	0,0075
L [km]	2,55
T Leg [hs]	3,63
tc (Kirpich) [min]	53,83
tc (Kirpich) [hs]	0,90
tc Bransby Williams [min]	78,15
tc Bransby Williams [hs]	1,30
Promedio	65,99


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 5588/X


FERNANDO A. CARCAMO
Ing. Civil
M.P. 5588/X


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO A. CARCAMO
Ing. Civil
M.P. 5588/X

De acuerdo a los resultados obtenidos, se adopta en forma conservadora para la tormenta de diseño una duración de 60 min.

tc Adoptado	60	min
-------------	----	-----

De acuerdo a los valores dados por la Subsecretaría, los valores de intensidad para distintas recurrencias según las IDT para Rio Cuarto y una duración de 10 min es la siguiente:

Duración "d" min.	Intensidad de Precipitación "mm/h"					
	Recurrencia "Años"					
	2	5	10	25	50	100
60	37,84	45,28	51,87	62,08	71,11	81,46

De estos valores se obtienen los valores de lámina total para las distintas recurrencias:

Duración "d" min.	Lámina Total "mm."					
	Recurrencia "Años"					
	2	5	10	25	50	100
60	37,84	45,28	51,87	62,08	71,11	81,46

La distribución en sextiles de las láminas se realiza en función de los siguientes porcentajes:

Ubicación PICO	Sextil					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
2	12,0	49,0	23,0	9,0	4,0	3,0

Llegando a la siguiente distribución temporal de la lluvia:

Recurrencia	Sextil					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
2 años	4,54	18,54	8,70	3,41	1,51	1,14
5 años	5,43	22,19	10,42	4,08	1,81	1,36
10 años	6,22	25,42	11,93	4,67	2,07	1,56
25 años	7,45	30,42	14,28	5,59	2,48	1,86
50 años	8,53	34,84	16,36	6,40	2,84	2,13
100 años	9,77	39,91	18,74	7,33	3,26	2,44


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO A. CARGAMO
ING. CIVIL
M.P. 5088/X

IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

4.2 Parámetros de las Subcuencas y Modelo Hidráulico

Como se utiliza el Método del SCS, es necesario determinar el Numero Curva "CN", para ello se optó por un CN para cada tipo de suelo.

Por la tipología de la subcuenca 1 (SC1), alargada, estrecha, más la baja pendiente, hacen que el recorrido de la gota más lejana sea sumamente extenso, favoreciendo así la infiltración. El uso del suelo agrícola, con rotación del cultivo permite adoptar un valor de CN relativamente bajo, de todas formas para estar del lado de la seguridad, se adoptó un valor de CN para este tipo de suelo igual a 60 para el suelo rural

Los valores adoptados son los indicados en la tabla adjunta y se condicen con los recomendados por la bibliografía para este tipo de suelo.

Consideramos para el cálculo	CN
CN Superficie Rural-Agrícola	60
CN Superficie Urbanizada	80

Cálculo de los CN de cada Subcuenca:

Con los valores indicados anteriormente, se realizaron los cálculos para la determinación de los caudales aportados por cada cuenca a las diferentes lagunas. Para ello se realizó una ponderación de las áreas que correspondieran a cada CN en ambas situaciones (actual y futura).

Subcuenca		SC 1	SC 2	SC 3
Superficie Cuenca		1034026	37680	12655
SITUACIÓN ACTUAL	Superficie Rural	1006256	0	0
	Superficie Urbanizada	27770	37680	12655
	% Urbanizado	2,7%	100,0%	100,0%
	CN Actual	60,5	80,0	80,0
	CN Actual adop	60,5	80,0	80,0
SITUACIÓN FUTURA	Superficie Rural	987256	0	0
	Superficie Urbanizada	46770	37680	12655
	% Urbanizado	4,5%	100,0%	100,0%
	CN Futuro	60,9	80,0	80,0
	CN Futuro Adop	61,0	80,0	80,0



FERNANDO A. CÁRCAMO
ING. CIVIL
M.P. 55881X



Luis G. Tarso
Ing. Civil
M.P. 32321X



FERNANDO A. CÁRCAMO
ING. CIVIL
M.P. 55881X

IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL



Luis G. Tarso
Ing. Civil
M.P. 32321X

Superficies y Tlag de cada subcuenca

También se determinan los parámetros de cada una de las subcuencas de aporte para completar el modelo realizado con HEC HMS.

El cálculo del tiempo de concentración se realizó utilizando la fórmula de Kirpich y la de Bransby Williams.

Kirpich:

$$tc(\text{min}) = 3.973 \left[\frac{L^{0.77} (\text{km})}{S^{0.385}} \right]$$

Bransby Williams:

$$tc(\text{min}) = 14.6 * L(\text{km}) * A^{-0.1} (\text{km}^2) * S^{-0.2}$$

Del promedio de ambos métodos, se adopta un tiempo de concentración y el

Tlag resulta ser el $0.6 \times Tc - lag = 0.6 \times Tc$

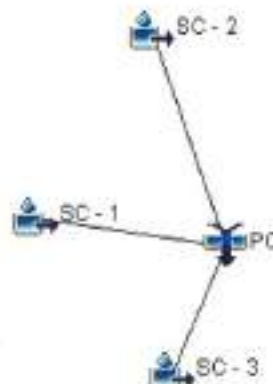
Subcuenca	Sup (km2)	Long Cauce (m)	Desnivel	i (m/m)	tc (Kirpich) [min]	tc Bransby Williams [min]	tc Promedio	tc Adop	Tlag
Cuenca 1	1,03	2,55	19	0,01	53,83	98,85	76,34	80,00	48,00
Cuenca 2	0,04	0,39	2	0,01	14,64	22,69	18,66	20,00	12,00
Cuenca 3	0,01	0,175	1	0,01	7,58	11,11	9,34	10,00	6,00
TOTAL	1,08								

Retenciones

Como se mencionó en el punto 3.6, en la subcuenca 1 existen una especie de retenciones, las mismas no se incluirán en los cálculos permitiendo de esta forma estar siempre del lado de la seguridad.

Modelo:

Esquema de subcuencas y punto de cierre planteado en el software HEC-HMS



FERNANDO A. SANCAMO
ING. CIVIL
M.P. 55882

Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

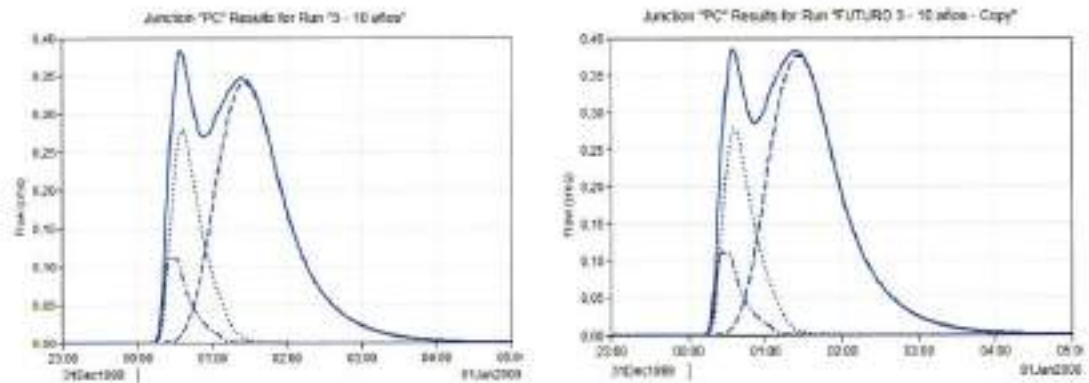
FERNANDO A. SANCAMO
ING. CIVIL
M.P. 55882

Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

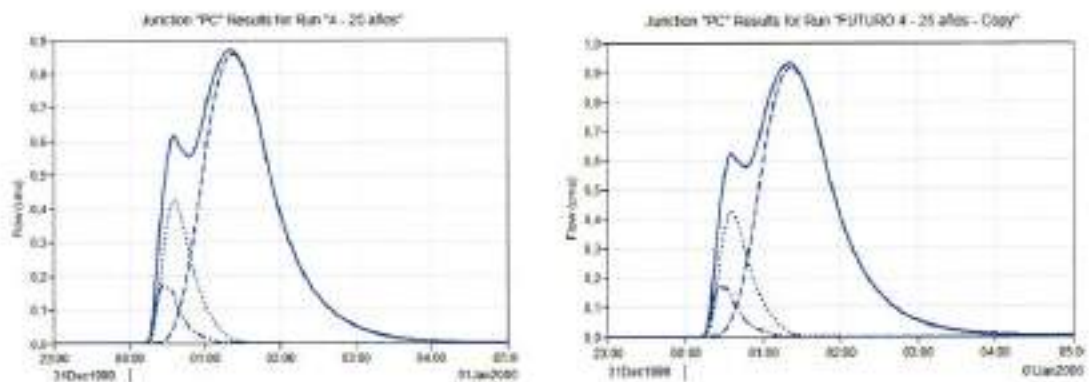
4.3 RESULTADOS.

Una vez corrido el modelo, se obtienen los hidrogramas de salida de cada una de las subcuencas y el hidrograma general. A continuación se ilustran los hidrogramas de salida, tanto para situación actual como futura con loteo consolidado para las recurrencias de 10, 25, 50 y 100 años

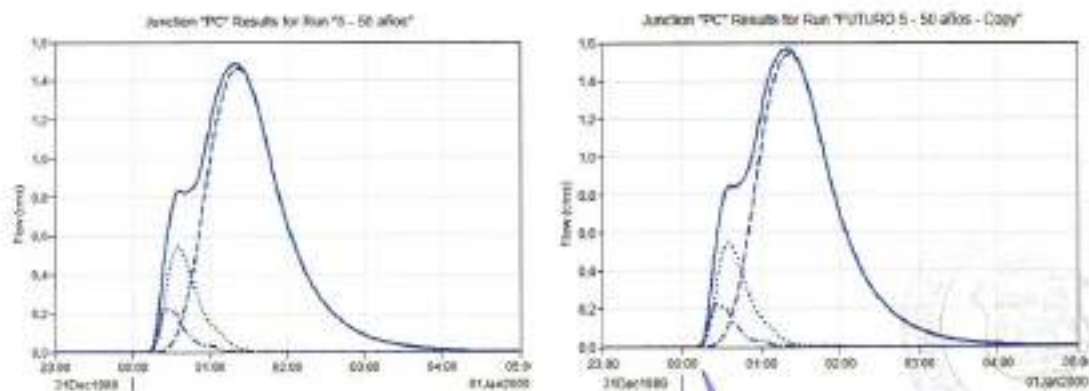
10 años – Actual vs futura



25 años – Actual vs futura



50 años – Actual vs futura



Luis G. Tarditti
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/K

Fernando J. Cargamo
FERNANDO J. CARGAMO
ING. CIVIL
M.P. 5588/K

Fernando J. Cargamo
FERNANDO J. CARGAMO
ING. CIVIL
M.P. 5588/K

Luis G. Tarditti
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/K

100 años – Actual vs futura

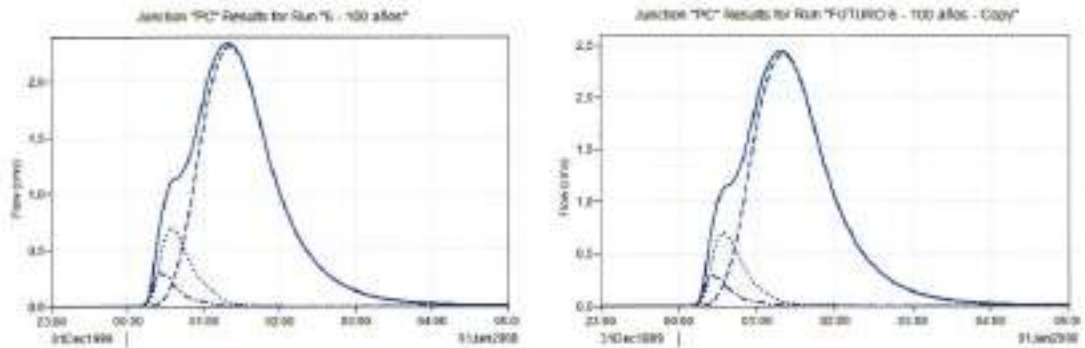


Tabla Resumen

A continuación tabla comparativa de los caudales pico para cada una de las recurrencias

RECURRENCIA AÑOS		CAUDAL m3/seg					
		2	5	10	25	50	100
SITUACIÓN	ACTUAL	0,16	0,28	0,38	0,88	1,49	2,34
	FUTURA	0,16	0,29	0,39	0,92	1,56	2,44
INCREMENTO		0%	4%	3%	5%	5%	4%

Como se puede apreciar el impacto generado por el loteo es mínimo, por lo que no se considera imperioso la ejecución de una laguna de retardo para esta etapa. Si es necesario realizar las verificaciones correspondientes de la función básica y complementaria de las calles aledañas al loteo Chacra de Grudina.

4.4 Función Básica, Complementaria y Umbrales de Edificación

Función Complementaria: Se fija como Limite de Inundación NO sobrepasar la altura del cordón para una recurrencia de 25 años.

Función Básica: El umbral de edificación debe superar a la altura máxima del nivel del agua sobre el nivel de vereda para una recurrencia de 100.

Teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, y para estar del lado de la seguridad, consideramos para el cálculo de los niveles de inundación de las calles internas del loteo y de la Calle Concejal Remigio Lauret, el caudal pico escurrido por la subcuenca 1 en su totalidad en situación futura.

	CAUDAL m3/seg	
RECURRENCIA	25	100
FUTURA	0,92	2,41

[Signature]
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

[Signature]
FERNANDO A. GARCAMO
ING. CIVIL
M.P. 5588/X

[Signature]
FERNANDO A. GARCAMO
ING. CIVIL
M.P. 5588/X



[Signature]
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

El h del cordón cuneta de las calles nuevas internas del loteo son de 15 cm, mientras que el h de los cordones existentes, en Calle Concejal Remigio Lauret y Aurelio Grudina son de 23 cm.

CALLE	Recur.	Q m ³ /seg.	h cordón (cm)	Ancho Calzada (m)	n manning	Pendiente	Tramo h (m)	Conoc.	Descon.	UMBRAL NECESARIO (m)
								Q. ej/10 ⁶	A ⁵⁰ / p ²⁵	
Concejal Remigio Lauret	25 años	0.92	0.23	10.5	0.022	0.0027	0.14	0.39	0.38	0.00
	100 años	2.4	0.23	10.5	0.022	0.0027	0.25	1.02	1.02	0.02
Romildo Blangino Nuevo Loteo	25 años	0.92	0.15	9	0.022	0.0055	0.12	0.27	0.27	0.00
	100 años	2.4	0.15	9	0.022	0.0055	0.22	0.71	0.71	0.07
Aurelio Grudina Nuevo Loteo	25 años	0.92	0.15	19	0.022	0.0057	0.08	0.27	0.27	0.00
	100 años	2.4	0.15	19	0.022	0.0057	0.14	0.70	0.70	0.00
Aurelio Grudina Existente	25 años	0.92	0.23	8	0.022	0.0075	0.12	0.23	0.23	0.00
	100 años	2.4	0.23	8	0.022	0.0075	0.22	0.61	0.61	0.00

Se verifica entonces que:

En las calles existentes:

- Concejal Remigio Lauret, el nivel de agua considerando en situación totalmente desfavorable y plenamente mayorada, (total de aporte de la cuenca de 2.4 m³/s y en el tramo de menor pendiente, tramo donde nace el aporte a la calle mencionada) que el nivel de agua está 0.02 m por encima del cordón cuneta existente.
- Aurelio Grudina el nivel de agua nunca sobrepasa el nivel del cordón cuneta.

Pese a ello se verificó en campo que el umbral de edificación de las viviendas existentes supera con creces los 0.2 m. Por lo tanto verifica ampliamente.

En las nuevas Calles Internas de Loteo, en especial en Calle Romildo Blangino es necesario un umbral de edificación superior a los 0.07m. A los fines de estar del lado de la seguridad se fija como umbral de edificación para el Loteo una altura de 0.30 m

5 Conforme a Obra Calles del Loteo y Relevamiento Calle Concejal Remigio Lauret.

Es importante mencionar que la calle Concejal Remigio Lauret es una calle que pertenece a la Municipalidad de Colonia Tirolesa, ya con cierta antigüedad.

Si bien limita al este del presente loteo dicha calle no pertenece al mismo. Está materializada con cordón cuneta de hormigón de 23 cm de alto, con una carpeta de rodamiento de tierra correctamente compactada, en muy buen estado y lisa. Ancho de calle de 10.5m. De todas formas como se solicitó en el punto 4.4 se realizó la verificación correspondiente de los umbrales de edificación.

En el plano N°4 el conforme de las calles del loteo Chacras de Grudina y el relevamiento planialtimétrico de la calle Concejal Remigio Lauret.


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO A. CARCHAMO
Ing. Civil
M.P. 5308/A

 IHT
CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL


FERNANDO A. CARCHAMO
ING. CIVIL
M.P. 5308/A


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

6 Conclusiones y consideraciones:

1. El loteo no produce impacto considerable sobre el escurrimiento superficial de la cuenca de aporte, por lo tanto no es necesario la ejecución de obras de retardo.
2. Los umbrales de edificación de las viviendas existentes verifican ampliamente, ya que pese haber tomado las consideraciones más críticas para las verificaciones, el nivel de agua nunca supera el umbral de edificación existente, aun tomando la situación más desfavorable (total de aporte de la cuenca de 2.4 m³/s, en el tramo de menor pendiente, tramo donde nace el aporte a la calle existente)
3. Se fija un Umbral de Edificación de 0.30 m para todo el loteo Chacra de Grudina. Valor que se toma por encima del nivel superior del cordón de vereda.

7 Relevamiento Fotográfico



Imagen 1: Punto de Cierre de la cuenca. Ingreso canal ubicado en Ruta A74

[Signature]
Luis G. Tardice
Ing. Civil
M.P. 3232/X

[Signature]
FERNANDO A. CARGAMO
Ing. Civil
M.P. 3556/X

IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL

[Signature]
FERNANDO A. CARGAMO
Ing. Civil
M.P. 3556/X

[Signature]
Luis G. Tardice
Ing. Civil
M.P. 3232/X



Imagen 2: Vista hacia aguas abajo del canal



Imagen 3: A la izquierda el Loteo Chacra de Grudina – Calle Concejal Ramón Lauret – A la derecha umbral de edificación existente


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO A. ZARCAMO
ING. CIVIL
M.P. 3232/X

 IHT CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERÍA HIDRÁULICA - AMBIENTAL


FERNANDO A. ZARCAMO
ING. CIVIL
M.P. 3232/X


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X



Imagen 4: A la izquierda el Lotero Chacra de Grudina – Calle Concejal Remigio Laurel – A la derecha umbral de edificación existente



Imagen 5: Imagen panorámica de la cuenca de aporte SCT aguas arriba del loteo


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO A. CARCAMO
Ing. Civil
M.P. 3232/X

 **IHT** CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL


FERNANDO A. CARCAMO
Ing. Civil
M.P. 3232/X


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X



Imagen 6: Canalizaciones fuera de servicio, Retenciones existentes de la cuenca despreciadas en el cálculo. Ver punto 3.6



Imagen 7: Canalizaciones fuera de servicio, Retenciones existentes de la cuenca despreciadas en el cálculo. Ver punto 3.6


Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X


FERNANDO S. CARDANO
INGENIERO CIVIL
M.P. 5588/X

 **IHT** CONSULTORES Y ASOCIADOS
INGENIERIA HIDRAULICA - AMBIENTAL


FERNANDO S. CARDANO
ING. CIVIL
M.P. 5588/X



Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 3232/X

PRESUPUESTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE LOTEOS S/RESOL 4191/21

(Valores Vigentes para el Trimestre Enero a Marzo 2022)

Propietario:	Edy Elisabeth Grudina y Otros
Loteo:	Chacra de Grudina
Ubicación:	Por calle Concejal Remigio Lauri - Colonia Tirolesa
Obras de:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Item	Designación	Unidad	Cantidad	Precio Unitario sin IVA	Precio Total sin IVA
49	Movimiento de suelo para desape vegetal	m ²	0,00	\$ 420,07	\$ -
49	Movimiento de suelo para desmonte	m ²	0,00	\$ 551,31	\$ -
50	Movimiento de suelo para ejecución de terraplenes compactados	m ²	0,00	\$ 688,80	\$ -
51	Perfilado y compactación de sub-rasante según normativa vigente exigible.	m ²	0,00	\$ 70,57	\$ -
52	Ejecución de sub-base granular según normativa vigente exigible.	m ²	0,00	\$ 2.086,25	\$ -
53	Ejecución de base granular según normativa vigente exigible.	m ²	0,00	\$ 2.195,19	\$ -
54	Perfilado y ejecución de enripado	m ²	0,00	\$ 688,80	\$ -
55	Ejecución de pavimento de asfalto s/normativa vigente.	m ²	0,00	\$ 2.561,48	\$ -
56	Ejecución de pavimento de hormigón de 15 cm s/normativa vigente.	m ²	0,00	\$ 3.008,59	\$ -
57	Ejecución de pavimento interstratificado de adoquines de hormigón. Incluye provisión y colocación de arena, compactación y todo lo necesario para su ejecución.	m ²	0,00	\$ 2.162,31	\$ -
58	Ejecución de cordón cuneta y badenes de hormigón (15 cm de espesor)	m ²	384,72	\$ 2.942,32	\$ 1.161.392,55
59	Resolución de interferencias (detalle)			\$ -	\$ -
76				\$ -	\$ -
77				\$ -	\$ -
78				\$ -	\$ -
79				\$ -	\$ -
80				\$ -	\$ -
TOTAL				\$	1.161.392,55

 Luis G. Tarditti Ing. Civil M.P. 3232/X  FERNANDO A. CARCAMO Ing. Civil M.P. 5589/X Firma y sello del profesional	Para uso del Colegio:
---	-----------------------

Código Único de Validación 00033242704CUNT 	VISADO DIGITAL NO PRESENCIAL Expediente Técnico N° 1-132407 Fecha de Vizado: 21/04/2022	Fecha: 2022.04.21 09:46:03 -03'00' CANDILA LIENDO Ingeniero Civil Matr. N° 5089 Vizado
--	--	--


 Luis G. Tarditti
 Ing. Civil
 M.P. 3232/X

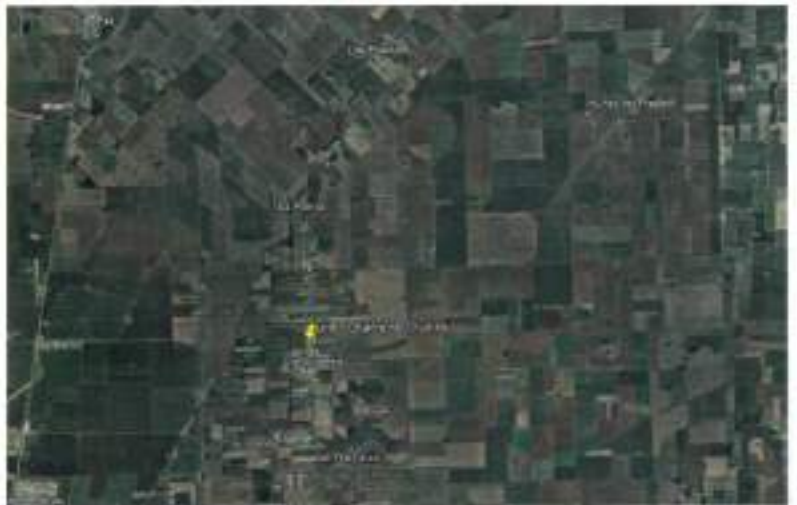

 FERNANDO A. CARCAMO
 Ing. Civil
 M.P. 5589/X



UBICACIÓN PROVINCIAL



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



[Handwritten signature]
 ALCAIDE MUNICIPAL
 MUNICIPALIDAD DE COLONIA TIROLESA

VISAC PRELIMINAR
 SECC. DE INGENIERIA
 UBICACION LOCAL
 MUNICIPALIDAD DE COLONIA TIROLESA

[Circular official stamp of the Provincial Government of Córdoba]



VISADO DIGITAL NO PRESENCIAL
 Expediente Técnico N° 11847 Fecha de Exped. 12/04/2022

Fecha: 2022.04.21
 09:46:35 -03:00

[QR Code]

[Logos of the Provincial Government and the Municipality of Colonia Tirolés]

[Handwritten signature]
FERNANDO A. CARCAMO
 M.P. 5581X

[Handwritten signature]
Luis G. Tarditti
 Ing. Civil
 M.P. 3232/X

[Handwritten signature]
FERNANDO A. CARCAMO
 M.P. 5581X

[Handwritten signature]
Luis G. Tarditti
 Ing. Civil
 M.P. 3232/X

 PROVINCIA DE CORDOBA MINISTERIO DE AGUA, AMBIENTE Y ENERGIA SECRETARIA DE RECURSOS HUMANOS Y COORDINACION DIRECCION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JEFATURA DE AREA DE AGUA POTABLE Y DESAGUOS LOCALES		 GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CORDOBA
OBRA: LOTEO CHACRA DE GRUDINA		PLANO N° 0001
PLANO: UBICACION PROVINCIAL, DEPARTAMENTAL Y LOCAL		LOCALIDAD DEL TIROLESA DPTO. COLON
ESCALA: 8/0	FECHA: 2022	MINISTRO: Ing. FERRAN LOPEZ
TOPOGRAFIA:		SECRETARIO: Ing. EDGAR CASTELLO
RELEVOS: Ing. LUIS TARDITI	Ing. FERNANDO CARCAMO	PRESIDENTE AREA: Ing. JUAN P. BARRDA
DIBUJOS:		



[Handwritten signature]

MUNICIPALIDAD DE COLONIA TIROLESA
13 / 06 / 22

VISADO DIGITAL NO PRESENCIAL
Fecha: 2022.04.21 09:44:59 - 03:00

[Handwritten signature]
Luis G. Tarditti
Ing. Civil
M.P. 32327K

FERNANDO A. CARCAMO
M.P. 32327K

PROVINCIA DE CORDOBA
MINISTERIO DE AGUA, AMBIENTE Y ENERGIA
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS Y COORDINACION
DIRECCION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JEFATURA DE AREA DE AGUA POTABLE Y DESAGUOS URBANOS

OBRA: LOTEO CHACRA DE GRUDINA

PLANO: CUENCA - SUBCUENCAS - PUNTO DE CIERRE - ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL URBANO

ESCALA: 5/0	FECHA: 2022	MINISTRO: Ing. FABIAN LOPEZ
TOPOGRAFIA		SECRETARIO: Ing. EDGAR CASTELLO
DISEÑO: Ing. Luis Tarditti / Ing. Fernando Carcamo		PRESIDENTE AREA: Ing. JUAN P. BRANCA

PLANO N°	0002
LOCALIDAD	COL. TIROLESA
DPTO.	CORDOBA