



## INDICE

CAPITULO I .....	3
I-1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....	3
I-2. OBJETIVOS .....	5
CAPITULO II .....	7
II-1. Descripción de la Cuenca. ....	7
II-1.1. Descripción General de la Cuenca: .....	7
II-1.2. Población .....	9
II-1.3. Vías de comunicación. ....	9
II-1.3.1. Red Caminera.....	9
II-1.3.2. Red Ferroviaria. ....	10
II-1.4. Características Climáticas.....	11
II-1.4.1. Régimen Térmico. ....	11
II-1.4.2. Régimen de Precipitaciones. ....	11
II-1.4.3. Balance hidrológico. ....	12
II-1.5. Fisiografía. ....	13
II-1.6. Suelos .....	14
II-1.6.1. Introducción. ....	14
II-1.6.2. Clasificación Taxonómica de los Suelos de la Cuenca.....	14
II-1.6.3. Unidades Cartográficas. ....	15
II-1.7. Características de los Sistemas Productivos. ....	20
II-1.7.1. Introducción. ....	20
II-1.7.2. Tenencia de la Tierra.....	20
II-1.7.3. Uso de la Tierra .....	21
II-1.7.4. Producción Agrícola.....	21
II-1.7.4.1. Ocupación anual de cultivos.....	21
II-1.7.4.2. Rendimientos.....	22



II-1.7.5. Sistemas de Labranza.....	23
II-1.7.6. Problemas hidrológicos.....	24
II-1.7.7. Área Sistematizada.....	24
CAPITULO III .....	25
III-1. ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA RAFAEL GARCIA- LOZADA. .	25
III-1.1. Características Generales.....	25
III-1.1.1. Parámetros morfométricos. ....	25
III-1.1.2. Parámetros hidrológicos.....	26
III-1.1.3. Pendientes.....	27
III-1.1.4. Límites.....	27
III-1.2. Descripción de las subcuencas y la red de drenaje.....	28
III-1.2.1. Subcuenca “A”.....	29
III-1.2.2. Subcuenca “B”.....	29
III-1.2.3. Subcuenca “C”.....	30
III-1.2.4. Subcuenca “D”.....	32
III-1.3. Estimación de la escorrentía superficial.....	33
CAPITULO IV .....	39
IV-1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA CUENCA.....	39
CAPITULO V .....	50
V-1. PROPUESTAS DE SOLUCION.....	50
V-1.1. Introducción.....	50
V-1.2. Acciones a concretar.....	51
V-1.3. Prácticas Conservacionistas.....	52
V-1.3.1. Prácticas Culturales. ....	52
V-1.3.2. Prácticas Estructurales.....	53
VI-. BIBLIOGRAFIA.....	62
VII-. ANEXOS.....	65



## CAPITULO I

### I-1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Una cuenca está definida por la topografía del terreno, por sus límites (divisorias de aguas) y las vías de escurrimiento o cauces. No se trata de un elemento aislado, es un sistema, y como tal sus componentes naturales y antrópicos interactúan en un área y en un momento determinado.

La cuenca en estudio está ubicada en el sector semiárido central de la provincia de Córdoba (Zona N° 7, Área Ecológica Homogénea II) (figura 1), con gran déficit de agua (100 a 200 mm/año) y con invierno térmico. Predominan suelos franco a franco limosos vinculados a lomas suavemente onduladas. Predominantemente, la actividad agropecuaria es la agrícola, agrícola-ganadero, ganadero bovino, tambo y tambo mixto (Agencia Córdoba Ambiente–INTA, 2006).

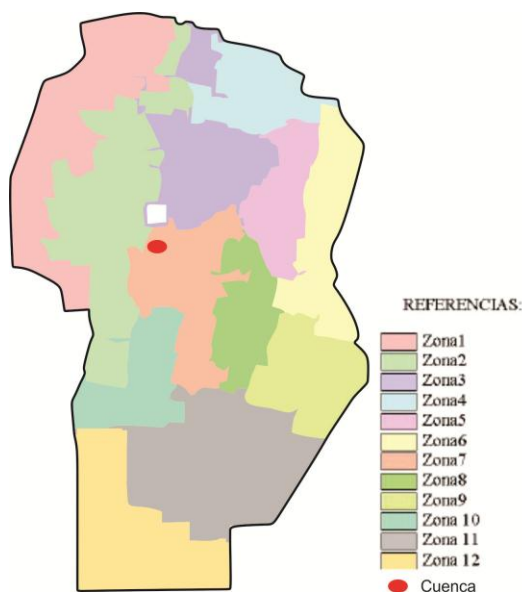


Figura 1: Áreas ecológicas homogéneas de Córdoba.



El sector mencionado no escapa de los problemas de erosión hídrica (Figura 2), por ello se pueden encontrar trabajos que intentan dar solución a los mismos. La Secretaría de Agricultura Ganadería y Recursos Renovables realizó en el año 1998 un estudio y evaluación de la cuenca de aportes hídricos a la localidad de Colonia Almada, abarcando 23.730 ha, donde identifica la problemática de la degradación física y química de los suelos por erosión hídrica, acompañado de los inconvenientes que ocasiona a la población y daños sobre la red vial. Da soluciones integrales para el correcto uso de la cuenca, teniendo en cuenta aspectos edafológicos, agronómicos, hidráulicos y viales (S.A.G. y R.R.- INTA, 1998).

La Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto efectuó, en el año 2007, un estudio de la situación de la Cuenca del Arroyo Santa Catalina, departamento Río Cuarto, Córdoba, donde especifica las principales estrategias de control de erosión en las cuencas agrícolas y, en especial, en los sitios activos de erosión por cárcavas, con la finalidad de lograr la estabilización hidrológica y productiva de las cuencas y reducir la carga de sedimentos a los cauces.

También existen antecedentes de plan de ordenamiento de cuencas, como es el caso de la de Jesús María. En la elaboración del proyecto participan la Municipalidad de Jesús María y de Sinsacate, la Sociedad Rural de Jesús María, el Consorcio de Conservación de Suelo de Ascochinga y el Consorcio de Conservación de Suelo y Agua de Jesús María (Torre D., 2011).

Existe en la provincia niveles de estado superior en lo que refiere al ordenamiento de las cuencas, tal es el caso de la Asociación de Consorcios de Conservación de Suelos de la Cuenca del Teguá, que abarca una superficie de 420.000ha y reúne a ocho consorcios de suelo (Torre D., 2011).



También se han realizado estudios hidrológicos y propuestas de solución para las subcuencas de Huanchilla y Pacheco de Melo, que pertenecen a la cuenca del Río Saladillo. (Vanoli G., 2011).

Tomando como base los estudios anteriores y recopilando información secundaria y de campo, se intenta generar un diagnóstico global de la situación de la cuenca Rafael García-Lozada. A partir del mismo se propondrán posibles soluciones y recomendaciones de los problemas hidrológicos de la cuenca; de modo que sirva como base para la profundización de estudios posteriores, logrando así ordenar la cuenca sin deteriorar los recursos naturales.

## **I-2. OBJETIVOS**

- Caracterizar la cuenca Rafael García-Lozada.
- Diagnosticar e Identificar los principales problemas hidrológicos.
- Generar propuestas de alternativas de solución.

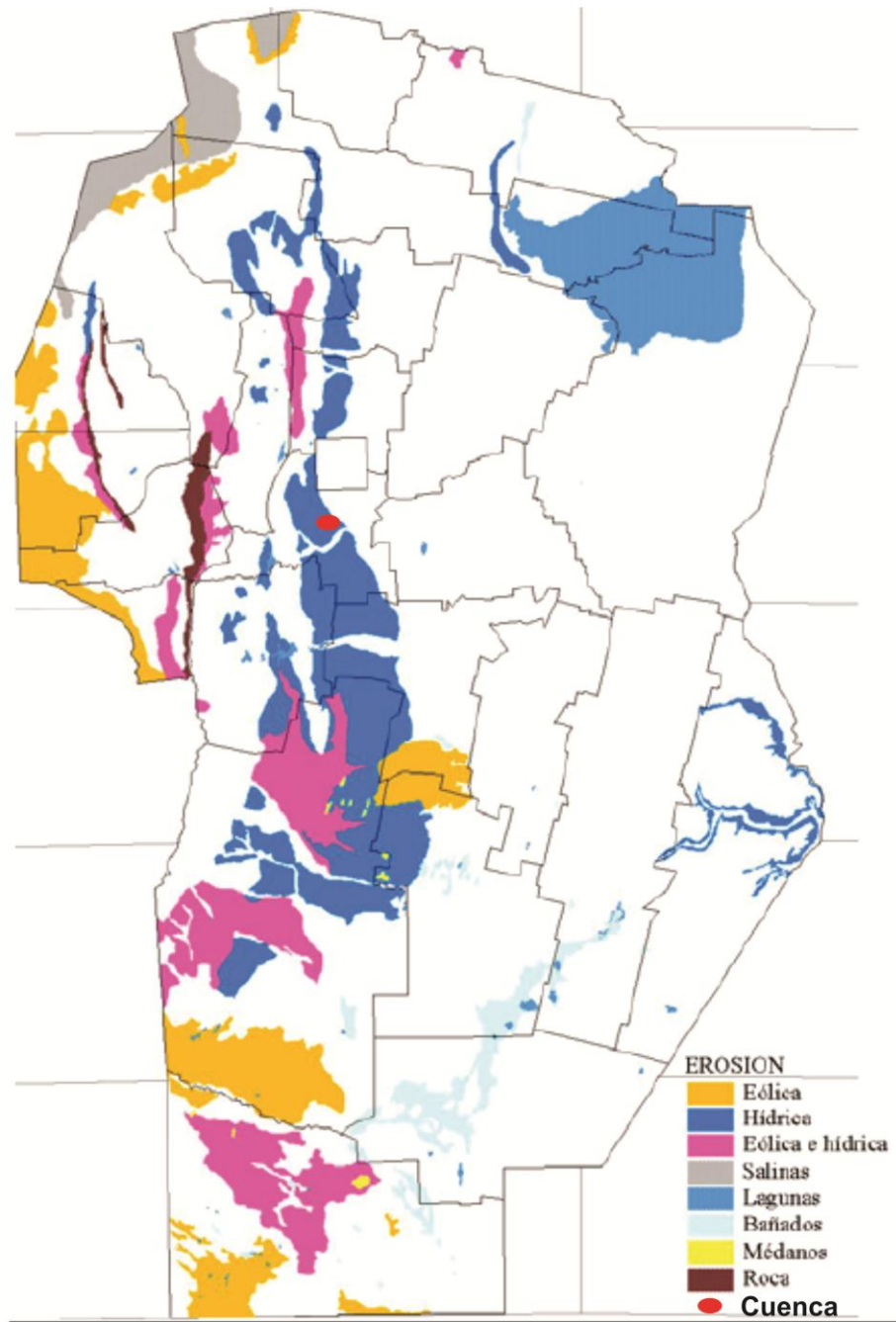


Figura 2: Erosión en la Provincia de Córdoba.



## **CAPITULO II**

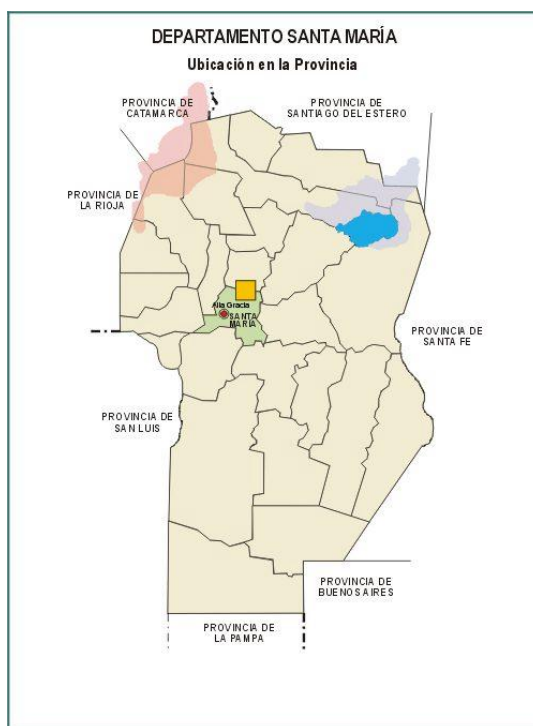
### **II-1. Descripción de la Cuenca.**

#### **II-1.1. Descripción General de la Cuenca:**

La cuenca en estudio, corresponde a la región central de la Provincia de Córdoba. Se encuentra en el departamento Santa María (Figura 3). Geomorfológicamente corresponde a la Plataforma Basculada, el relieve es llano, con una pendiente general y uniforme en sentido Oeste-Este que oscila entre 0,5% al Oeste y 0,2% al Este, sector este último que presenta algunas ondulaciones como resultado de paleocausas del Río Xanaes. Está parcialmente sepultado por depósitos de pedemonte y totalmente cubierto por una potente acumulación eólica franco limosa. Se puede observar fenómenos erosivos, debidos tanto al grado y longitud de las pendientes, como al inadecuado manejo de los suelos.

Los suelos pertenecen al orden de los molisoles, siendo principalmente Haplustoles énticos y típicos. El clima es de tipo semiárido, mesotermal, con distribución monzónica de las lluvias. La precipitación media anual es de 750 mm, concentradas en el semestre octubre-marzo (82,3 % para el período 1873-1989) (Esmoriz et al., 2008).

Con respecto a la vegetación autóctona, debido al avance de la frontera agrícola y la mayor presión productiva, sólo queda el 5% del monte nativo (datos calculados a partir de Google earth).



**Figura 3: Mapa Político de la Provincia de Córdoba. En verde el Departamento Santa María.**

La cuenca en estudio tiene como punto de salida a la localidad de Lozada, que se encuentra sobre la ruta provincial N° C45, comprendiendo también la localidad de Rafael García. Posee como límites al Norte la ciudad de Córdoba, al Este la ciudad de Río Segundo, al oeste la ciudad de Alta Gracia y al sur Despeñaderos. Se extiende en forma alargada este-oeste, abarcando una superficie de 30.400ha, comprendida entre los 31°33´ y 31°43´ de latitud sur, 64°03´ y 64°24´30´´ de longitud oeste (ver anexo 2).





## **II.1.2. Población**

La población urbana se distribuye entre dos localidades de importancia, la comuna de Rafael García y el municipio de Lozada.

La primera, es una comuna, que está compuesta por 524 habitantes (INDEC, 2008) y la principal actividad económica es la agricultura. La población tiene acceso a una guardería, un jardín de infantes, una escuela primaria, un C.B.U. En cuanto seguridad cuenta con un destacamento policial, en salud dispone de un dispensario. La segunda localidad, es municipalidad, y posee 877 habitantes (INDEC, 2001), y la principal actividad económica de sus pobladores es la agricultura, seguida por la ganadería.

## **II.1.3. Vías de comunicación.**

### **II.1.3.1. Red Caminera.**

En toda la extensión de la cuenca se presentan tres rutas de importancia. La ruta provincial 5 recorre 7,5 km de noreste a suroeste, ubicada al noroeste de la cuenca, en cercanías del autódromo Oscar Cabalén. La ruta nacional 36 tiene una extensión de 15 km dentro de la cuenca, con dirección noreste a suroeste. Sobre esta misma ruta, se encuentra la intersección con la ruta provincial C45, en el paraje Alto del Fierro, sobre el límite suroeste de la cuenca.

La ruta provincial C45 recorre de oeste a este una distancia de 22,5km. En el límite oeste se cruza con la ruta nacional 36, y a 2,24 km de allí se encuentra el paso del canal Los Molinos-Córdoba en cercanías del empalme de la comuna Rafael García (Ver Anexo 1).

El área cuenta con una red de caminos cuyo mantenimiento depende del consorcio caminero 378 (12 de octubre), perteneciente a la Regional 5. La distancia que tiene a cargo el consorcio es de aproximadamente 45km de caminos secundarios y 110km de caminos terciarios.



### **II.1.3.2. Red Ferroviaria.**

Existen dos líneas ferroviarias que atraviesan la cuenca. Una se emplaza paralelamente a la ruta provincial C45, ingresando a las localidades de Lozada y Rafael García. La otra vía del ferrocarril sigue la dirección noreste- suroeste y en forma casi paralela a la ruta nacional 36, pasando por Rafael García para luego dirigirse al sur de la cuenca (Ver Anexo 2).

Es de importancia remarcar que la cuenca es atravesada por el canal Los Molinos- Córdoba, de norte a sur, pasando por Rafael García, con un recorrido de 17,2 km.



## II-1.4. Características Climáticas.

Según la clasificación climática de Köppen (1931) el clima de la región corresponde al tipo seco subhúmedo, mesotermal, con distribución monzónica de las lluvias (82,3 % en el semestre octubre – marzo).

### II-1.4.1. Régimen Térmico.

La temperatura media anual de 17,4°C, con una amplitud térmica media anual de 14°C (Ateca, 2004). Las temperaturas medias mensuales se observan en la tabla 1.

**Tabla 1: Valores medios mensuales de temperatura. Serie 1991-2001 (estación meteorológica del establecimiento Los Talas).**

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Temperatura Media (°C)	23,4	21,6	20,4	16,8	14,5	11,8	9,5	13,4	15,6	18,4	20,6	23,5	17,4

### II-1.4.2. Régimen de Precipitaciones.

En la tabla 2 se especifican valores medios normales mensuales y anuales de precipitación, datos climáticos del Observatorio Córdoba. En la tabla 3 se observan los valores medios, máximos y mínimos mensuales del establecimiento Los Talas.

**Tabla 2: Valores medios normales mensuales y anual de precipitación, datos climáticos del Observatorio Córdoba, serie 1973-2009.**

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Precipitación Media (mm)	130,5	99,9	109,7	66,5	18,9	6,3	12,5	9,8	32,2	71,5	111,4	157,1	826,4

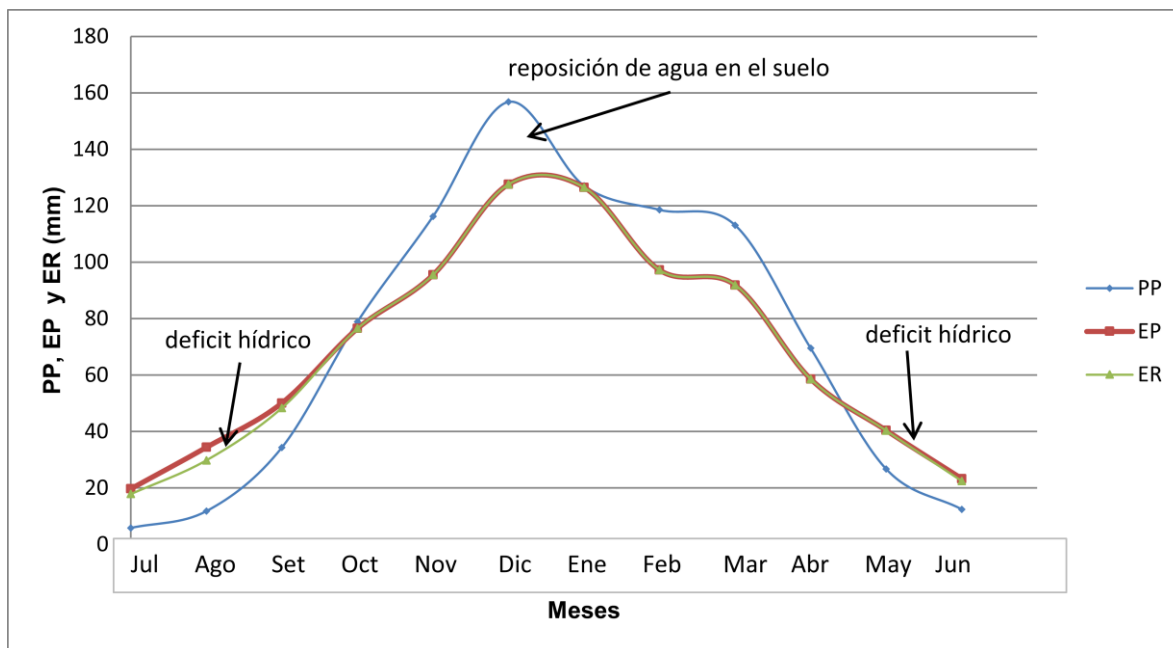


**Tabla 3: Valores medios, máximos y mínimos mensuales. Serie 1991-2001 (estación meteorológica del establecimiento Los Talas).**

Precipitaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
MEDIA	137	103	100	49	18	10	5	16	43	67	148	190	886
MÁXIMA	236	285	220	100	50	27	13	53	118	129	200	304	1221
MÍNIMA	34	18	28	3,2	0	0	0	0	6	22,4	43,4	70	501

### II-1.4.3. Balance hidrológico.

Se estimó el balance hidrológico según la metodología de Thornthwaite. Los valores de evapotranspiración potencial mensual más elevadas ocurren en los meses de diciembre, enero y febrero y los más bajos durante los meses de junio y julio (Figura 4).



**Figura 4: Balance hídrico climático estimado según la metodología de Thornthwaite, con datos climáticos del Observatorio Córdoba, serie 1973-2009.**



### **II-1.5. Fisiografía.**

El área en estudio está comprendida dentro de la Llanura Central Cordobesa, en de la subregión que se conoce con el nombre de Plataforma Basculada o Pampa Loéssica Alta (Moscatelli y Puentes, 1996).

La pampa elevada o alta presenta un relieve de lomas muy suavemente onduladas, desarrolladas sobre material loésico de textura franco limosa, con escasa pendiente. Es un plano alto con pendiente regional hacia el este bastante uniforme, con gradientes que varían entre el 0,5% y 5% hacia el oeste. En el caso de la cuenca la pendiente media es de 0,61%.

El drenaje superficial de la cuenca se caracteriza por presentar líneas de escurrimiento, que se manifiestan con distintos grados de expresión, orientadas generalmente en dirección NO a SE. Estas vías de desagüe actúan como tales después de fuertes lluvias. La Pampa Loéssica Alta es la unidad geomorfológica donde los procesos erosivos por acción del agua son más intensos (Agencia Córdoba Ambiente – INTA, 2006).



## II.1.6. Suelos

### II.1.6.1. Introducción.

Aquí se tratan las características de los suelos y de las unidades cartográficas que integran, señaladas en el mapa adjunto a partir de límites y símbolos sobreimpresos. Cada una de esas unidades cartográficas, representa un suelo o una agrupación de suelos vinculados geográficamente. En este caso corresponde a paisajes homogéneos con suelos muy similares entre si, como sucede en la mayor parte del área estudiada, constituyendo en estos casos unidades cartográficas simples constituidas mayoritariamente por un solo suelo.

### II.1.6.2. Clasificación Taxonómica de los Suelos de la Cuenca.

La cuenca está compuesta por Haplustoles énticos que representan aproximadamente un 67%. Estos suelos se encuentran en los cuatro puntos cardinales, con una interrupción por complejos originados por derrames fluviales del río Xanaes, que representa un 16%.

En el extremo suroeste se encuentran Haplustoles típicos en una proporción de 6%. En el noroeste de la cuenca existe un 11% de Argiustoles típicos (ver tabla 4).

**Tabla 4: Suelos de la Cuenca**

ORDEN	SUBORDEN	Gran Grupo	Subgrupo	Superficie en la Cuenca (ha)	Porcentajes en la Cuenca (%)
MOLISOL	USTOL	Argiustol	típico	3553	11%
			típico	1976	6%
		Haplustol	éntico	22496	67%
No diferenciados				5414	16%



### **II.1.6.3. Unidades Cartográficas.**

Las siguientes unidades cartográficas fueron extraídas y adaptadas del Manual “Los Suelos” escala 1:500.000 (Agencia Córdoba Ambiente–INTA, 2006)..

También se determinó el porcentaje y superficie de cada unidad cartográfica que está representada en la cuenca (Ver Anexo 3).

#### **UNIDAD: MNen-4**

Esta se encuentra al norte de la cuenca, interrumpida por derrames fluviales del río Xanaes, ocupando una superficie de 7113,6 ha (23,4%). La pendiente media en la cuenca es de 0,76%.

Fisiografía: Pampa loésica alta, sectores planos.

*Suelos*: la unidad está compuesta por:

- Suelos en planos extendidos (Haplustol éntico) 100%. Buenos a algo excesivamente drenados; profundos (+ de 100cm); franco limosos en superficie; franco limosos en el subsuelo; bien provistos de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio.

- Índice de productividad del suelo individual: 68.

- Limitantes:

- Erosión hídrica ligera; necesidad de prácticas ocasionales de control.
- Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica.

- Índice de productividad de la unidad: 68.

- Aptitud de uso: Clase IIIec.

Los suelos de esta clase tienen mayores limitaciones que los de las clases I y II, por lo que requieren prácticas de manejo y conservación más complejas; no obstante, son adecuados para cultivos, pasturas y otros usos de la tierra. En este caso, los suelos presentan moderada susceptibilidad a la erosión hídrica y moderada limitación climática, que merman ocasionalmente los rendimientos de los cultivos, por falta de humedad



durante los períodos anuales de sequía. En la cuenca a esta clase le corresponde el 89,6% del total.

#### UNIDAD: CoRS

La unidad ocupa aproximadamente 2374,24 ha (7,81%) en la cuenca, se ubica al sureste y se extiende de suroeste hacia el noreste, interrumpiendo las unidades MNen-6 y MNen.4.

Fisiografía: Derrames fluviales del Río Xanaes.

Suelos: la unidad está compuesta por:

- Suelos indiferenciados areno sódicos 100%. Imperfectamente drenado; profundo (+ de 100cm); moderadamente salino; sódico en el subsuelo.

- Índice de productividad del suelo individual: 5.

- Limitantes:

- Salinidad moderada; afecta el crecimiento de gran parte de los cultivos.

- Sodicidad; alta degradación física de los suelos; sólo permite el crecimiento de algunas plantas muy tolerantes.

- Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica.

- Índice de productividad de la unidad: 5

- Aptitud de uso: Clase IVws.

Estos suelos presentan moderada erosión actual y grave susceptibilidad, moderadamente afectados por salinidad y alcalinidad sódica. Por el uso actual se evidencia que los problemas de salinidad y alcalinidad no son tan marcados como lo describe el Manual “Los Suelos”, que sumado a la pendiente que presentan en la cuenca, que obliga a prácticas ocasionales de control de erosión hídrica sería razonable asignarle a priori una capacidad de uso IVes, lo que debería ser confirmado con un relevamiento de suelo a campo. A pesar de tener importantes limitantes se trabaja con los mismos cultivos que en el resto de la cuenca.





Las pendientes en el sector suroeste de esta unidad rondan en valores próximos a 0,83% y hacia el norteste alrededor de 0,32%.

**UNIDAD: MNtc-2**

La superficie que ocupa es de 1976 ha (6,5%), se encuentra al sur de la cuenca.

Fisiografía: Piedemonte Sierras de Las Peñas.

Suelos: la unidad está compuesta por:

- Suelos de pendientes pronunciadas (Haplustol típico) 100%. Bien drenado; profundo (+de 100cm); franco arenoso en superficie; franco en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio; alta susceptibilidad a la erosión hídrica.

- Índice de productividad del suelo individual: 24.

- Limitantes:

- Pendiente moderada, alrededor de 2%, en el sector de la cuenca.
- Erosión hídrica grave; imprescindibles prácticas permanentes de control.
- Ligera susceptibilidad a la erosión eólica.

- Índice de productividad de la unidad: 24.

- Aptitud de uso: Clase IVec.

Son suelos con limitaciones más severas que la clase III, cuando están cultivados requieren prácticas de manejo y conservación más complejas. Generalmente son adecuados para una estrecha gama de cultivos; no obstante pueden ser utilizados para pasturas y otros usos de la tierra, presenta limitación climática. Esta clase representa el 2,6% de la cuenca.



**UNIDAD: MNen-6**

Es la unidad cartográfica de mayor superficie, abarca aproximadamente 15382,4 ha (50,6%) y se ubica en el centro de la cuenca, colindando con el resto de las unidades cartográficas en los cuatro puntos cardinales.

Fisiografía: Pampa loésica alta, lomas onduladas.

Suelos: la unidad está compuesta por:

- Suelos de lomadas (Haplustol éntico) 100%. Bueno a algo excesivamente drenado; profundo (+ de 100cm); franco limoso en superficie; franco limoso en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio; ligeramente inclinado (1-0,5%); ligera erosión hídrica.

- Índice de productividad del suelo individual: 58.

- Limitantes:

- Baja capacidad de retención de humedad.
- Erosión hídrica ligera; necesidad de prácticas ocasionales de control.
- Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica.
- Ligera susceptibilidad a la erosión eólica.

- Índice de productividad de la unidad: 58.

- Aptitud de uso: Clase IIIec.

**UNIDAD: MKtc-2**

Cuenta con 3553,76ha dentro de la cuenca y representa el 11,69% del área en estudio y se ubica al noroeste de la misma.

Fisiografía: valles longitudinales.

Suelos: la unidad está compuesta por:

- Suelos de planos suavemente deprimidos (argiustol típico) 70%; bien drenado; profundo (+ de 100cm); franco en superficie; franco arcillo limoso en el subsuelo; bien provisto de materia orgánica; alta capacidad de intercambio; ligeramente inclinado (1-0,5%).



- Índice de productividad del suelo individual: 72
- Limitantes:
  - Erosión hídrica ligera; necesidad de prácticas ocasionales de control.
  - Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica.
- Suelos de pendientes moderadas (Haplustol éntico) 30%; algo excesivamente drenado; profundo (+ de 100cm); franco limoso en superficie; franco limoso en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio; moderadamente inclinado (1,1%); moderada erosión hídrica; moderada susceptibilidad a la erosión hídrica.
- Índice de productividad del suelo individual: 34
- Limitantes:
  - Baja capacidad de retención de humedad.
  - Pendiente suave.
  - Erosión hídrica moderada; necesidad de prácticas anuales de control.
  - Moderada susceptibilidad a la erosión hídrica.
- Índice de productividad de la unidad: 61
- Aptitud de uso: Clase IIIec.

Si se considera las clases de uso del suelo recién descriptas, podemos ver que existen importantes limitaciones en todos los casos, sin embargo, lo que sucede realmente en la cuenca es particular, ya que se realiza un uso y manejo similar para las clases descriptas anteriormente. Esto evidencia que no se tienen en cuenta las recomendaciones para el uso adecuado del recurso suelo.

En el Anexo 4 se puede observar las distintas capacidades de uso que se encuentran en la cuenca.



## II-1.7. Características de los Sistemas Productivos.

### II-1.7.1. Introducción.

Resultados de las encuestas realizadas a los productores de la zona y del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos.

Las encuestas fueron realizadas a ocho productores de la Cuenca Rafael García-Lozada. Si bien esta muestra no es representativa, puede dar una tendencia de las características de los sistemas productivos en la campaña 2011-2012 (Anexo 6).

Se tomaron algunos indicadores para recabar información de la zona. Siendo de relevancia los siguientes puntos:

### II-1.7.2. Tenencia de la Tierra.

Con respecto a este indicador existe un 38% de productores que son propietarios y arrendatarios, un 50% son solo propietarios y el 13% corresponde a arrendatarios (Figura 5).

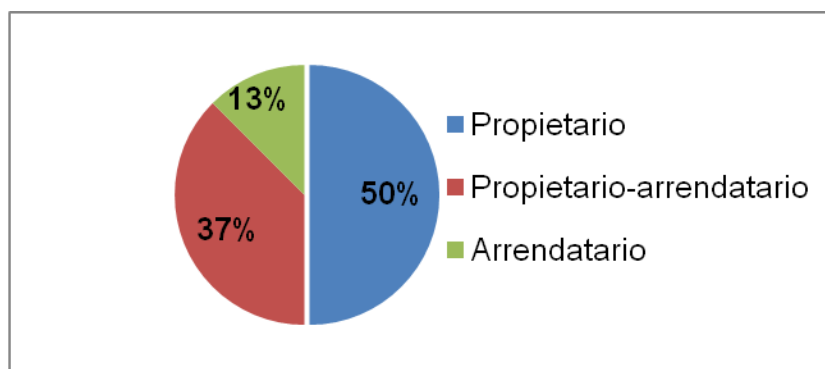


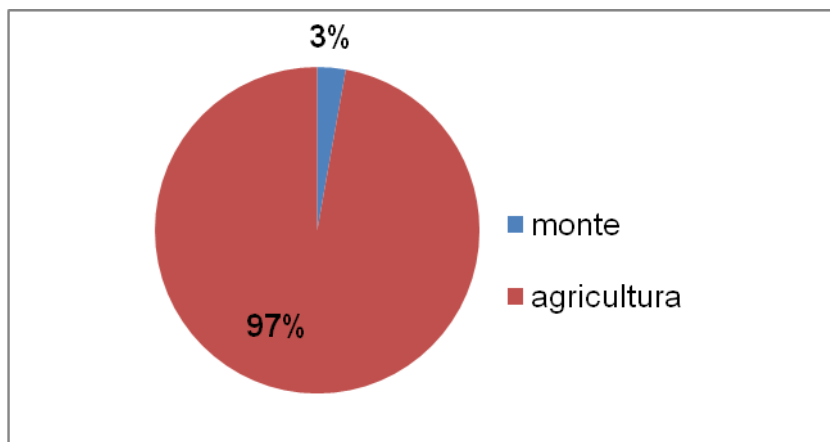
Figura 5: Tenencia de la Tierra (porcentajes).

Los datos del régimen de tenencia de tierras del departamento (M. A. G. y A., 2009) arrojan los siguientes resultados para propietarios el 60,09%, arrendamiento y aparcería el 35,57% y otros el 4,35%.



### **II-1.7.3. Uso de la Tierra**

Del total de la superficie de los productores encuestados solo existe un 3% de monte virgen, ninguno de ellos se dedica a la ganadería y el 97% es superficie dedicada a la agricultura (Figura 6). En contraposición con datos del departamento, en donde la distribución porcentual del uso del suelo es la siguiente: agricultura 59,49%, ganadería 32,33%, Forestal, Hortícola y Otros 3,82% y Cascos, Caminos y Desperdicios 4,36% (M. A. G. y A., 2009).

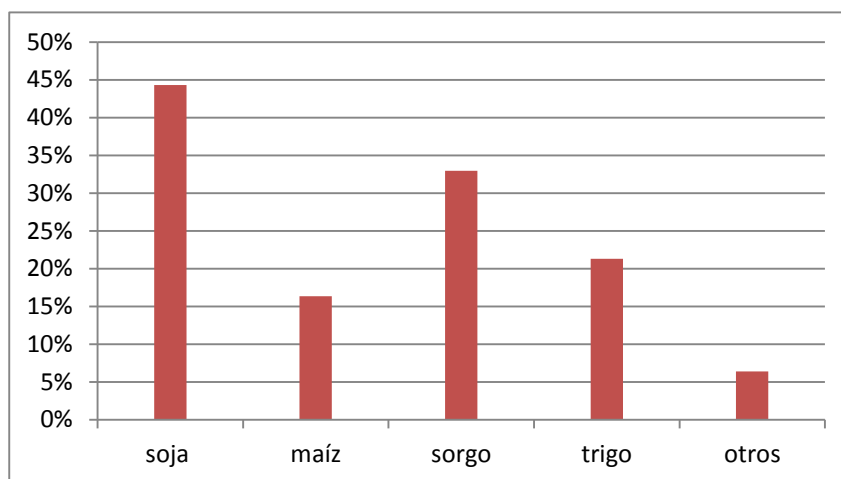


**Figura 6: Porcentajes de Actividades.**

### **II-1.7.4. Producción Agrícola.**

#### **II-1.7.4.1. Ocupación anual de cultivos.**

Según los datos de la encuesta, en la cuenca predominara el cultivo de soja con el 44% de la superficie sembrada, también se realiza maíz en un 16%, sorgo con 33%, trigo con 21% y otros cultivos como poroto negro y maní representan el 6% de la superficie sembrada (Figura 7).



**Figura 7: Porcentaje Anual de Cada Cultivo.**

El porcentaje promedio de superficie sembrada para cada cultivo, en las campañas 2004/2005 a 2008/2009 para el departamento fueron los siguientes: maíz 7,81%, sorgo 0,73%, trigo 6,4%, soja 84,71%, girasol 0,03% y maní 0,37%.

#### **II-1.7.4.2. Rendimientos.**

Los rendimientos promedios de los cultivos en la última campaña 2011-2012 presentan los siguientes valores: en el caso de la soja fue de 21 qq/ha/año, el maíz de 63 qq/ha/año, el sorgo rindió 52,5 qq/ha/año, el trigo 12 qq/ha/año y los otros cultivos que abarca al poroto negro con 10 qq/ha/año y el maní con 33 qq/ha/año (Figura 8).

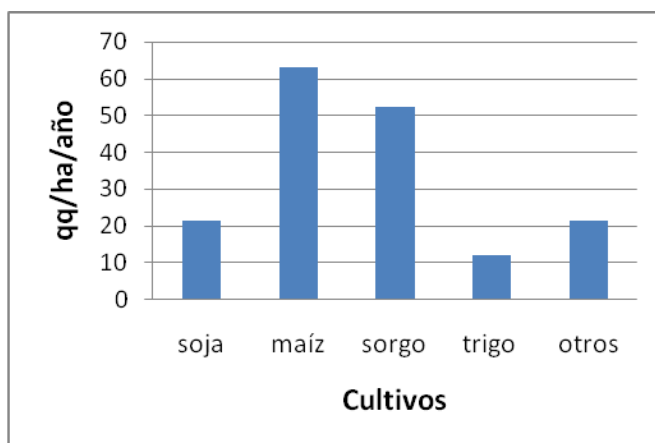


Figura 8: Rendimientos Promedios.

Para la región los rendimientos promedios de las campañas 2004/2005 a 2008/2009 son, para maíz 67 qq/ha/año, sorgo 47,2 qq/ha/año, trigo 16,45 qq/ha/año, soja 25,8 qq/ha/año, girasol 13 qq/ha/año y maní 25 qq/ha/año.

#### II-1.7.5. Sistemas de Labranza.

En términos relativos casi no existe el uso de labranza convencional, solo un 5% de la superficie relevada. Se ve consolidada la siembra directa con el 95% como sistema de labranza utilizado en la actualidad (Figura 9).

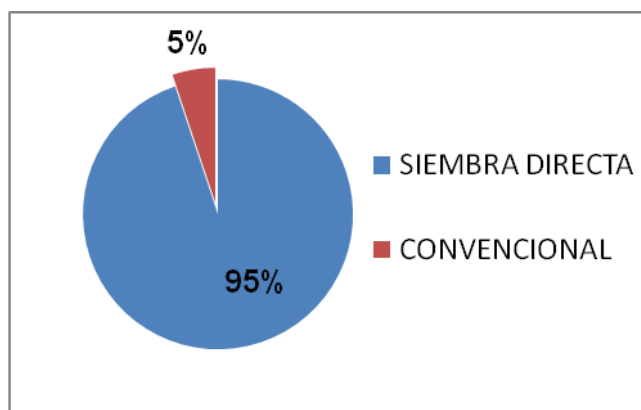
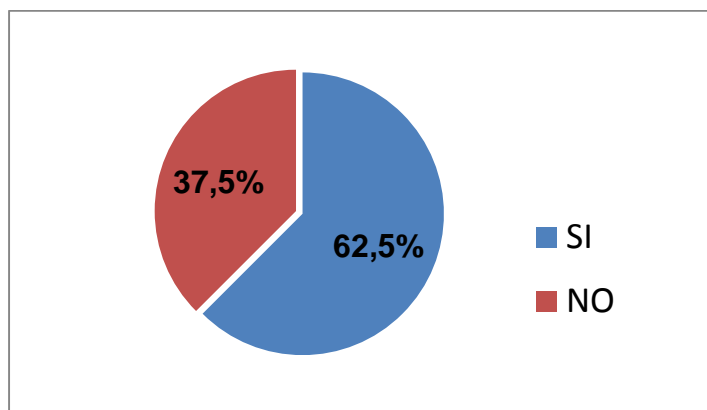


Figura 9: Sistema de labranzas (porcentajes).



#### **II-1.7.6. Problemas hidrológicos.**

Según el relevamiento que se realizó a los productores de la cuenca, el 62,5% dijo que tenía problemas de erosión por surcos o cárcavas producidos por el agua (Figura 10).



**Figura 10: Problemas Hidrológicos (porcentajes).**

#### **II-1.7.7. Área Sistematizada.**

Solamente un productor de los ocho encuestados, posee sistematizado su campo, es decir, que es una pequeña porción (0,87%) de la cuenca que posee esta característica.





## CAPITULO III

### III-1. ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA RAFAEL GARCIA- LOZADA.

#### III-1.1. Características Generales.

En función de la información topográfica, satelital y obtenida a campo, se delimitó el área de la cuenca y subcuencas, identificándose además su red de drenaje. (Ver Anexo 2).

##### III-1.1.1. Parámetros morfométricos.

- Superficie total: 30.400ha.
- Perímetro: 83,14km.
- Forma: romboidal alargada e irregular, desde el origen se ensancha hasta la mitad de la cuenca en la dirección sureste, desde allí al punto de salida comienza a disminuir su anchura.
- Coeficiente de Gravelius ( $K_c$ ):

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{83140m}{2\sqrt{\pi 308000000m^2}} = 1,33$$

Donde  $P$  es el perímetro de la cuenca y  $A$  es el área.

Si comparamos dos cuencas una circular y otra alargada como es nuestro caso y tienen las mismas condiciones, en esta última por tener un mayor  $K_c$  que la circular, el tiempo al pico es mayor y el caudal pico es de menor.



- Longitud promedio: 34,37 km
- Ancho promedio: 14,9 km
- Altitud mínima: 375 m.s.n.m.
- Altitud máxima: 600 m.s.n.m.

### III-1.1.2. Parámetros hidrológicos.

- Tiempo de concentración: 425 minutos (Sereno R. et al. 1997). Donde se ve en el primer termino la componente de escurrimiento concentrado y en el segundo el escurrimiento laminar.

$$T_c = 0.02 \cdot L_c^{0.77} \cdot S_c^{-0.385} + \left( \frac{2 \cdot n \cdot L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0.467}$$

Donde:

$T_c$ : tiempo de concentración (min).

$L_c$ : línea del escurrimiento encausado, 34370 m.

$S_c$ : pendiente media, 0,00654m/m.

$L_o$ : longitud del escurrimiento (laminar) sobre el terreno, 150 m.

$S_o$ : pendiente media de escurrimiento sobre el terreno, 0,00654m/m.



### **III-1.1.3. Pendientes.**

La pendiente promedio del área de la cuenca es aproximadamente del 0,65%.

En zonas de la cuenca alta (hacia el oeste de la ruta nacional 36) la pendiente es aproximadamente de 0,95% y en la cuenca baja (sector que se encuentra hacia el este de la ruta nacional 36) alrededor de 0,51%. Se evidencia que desde el límite superior de la cuenca hacia el punto de salida, las pendientes se van suavizando.

### **III-1.1.4. Límites.**

La delimitación de la cuenca se realizó mediante el uso de las cartas topográficas del ex Instituto Geográfico Militar (IGM), actualmente Instituto Geográfico Nacional (IGN), utilizándose las de Alta Gracia, Toledo, Cosme y Despeñaderos (Ver Anexo 2).



### III-1.2. Descripción de las subcuencas y la red de drenaje.

Para lograr y planificar proyectos de ordenamiento de cuencas es necesario realizar un estudio del escurrimiento superficial y la erosión hídrica, a partir del estudio o análisis topográfico para delimitar las subcuencas y red de drenaje.

Se debe tener en cuenta que muchas de las vías de escurrimiento naturales fueron modificadas por elementos tales como red caminera, vías ferroviarias y el Canal Los Molinos- Córdoba (Figura 11).

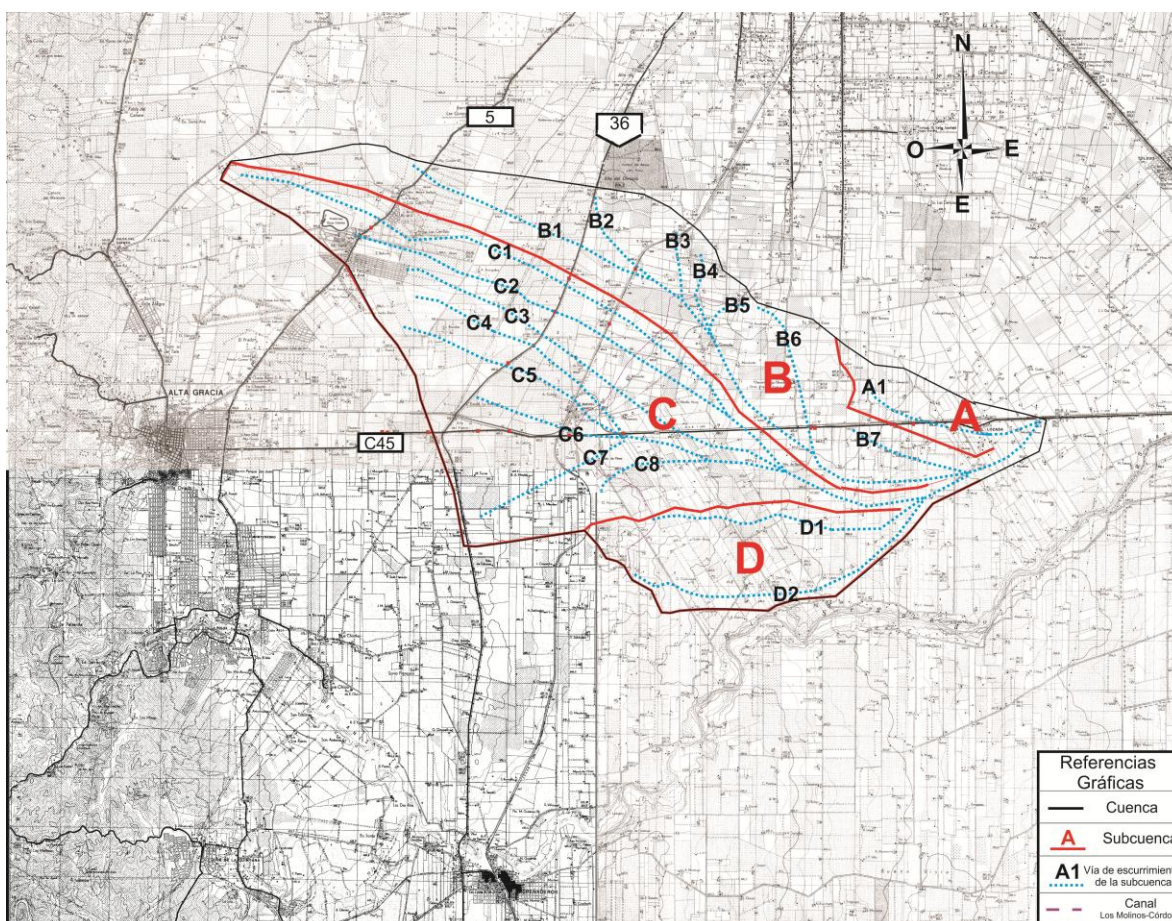


Figura 11: subcuencas y sus vías de escurrimiento.



### **III-1.2.1. Subcuenca “A”.**

Se ubica en el extremo noreste de la cuenca. Esta área aporta directamente a la localidad de Lozada uniéndose con las otras en el final del pueblo hacia el este del mismo, en la ruta provincial C45. La superficie de aporte es de 1.600ha. La topografía indica que posee una pendiente promedio de 0,5%.

En esta subcuenca posee una sola vía de escurrimiento principal de 9Km (A1), que nace al noroeste de Lozada hasta llegar al punto de salida en las afueras de esta localidad (sureste de la subcuenca).

### **III-1.2.2. Subcuenca “B”.**

Se ubica al norte de la cuenca, y se extiende de noroeste a sureste. Cuenta con una superficie de aproximadamente 10.000ha y con una pendiente promedio de 0,67%, siendo en la cuenca alta de 1,09% y en la baja de 0,57%.

La red de drenaje se compone de 5 vías de drenaje secundarias y una principal. Esta última recorre la subcuenca unos 27,15 km de longitud, desde la Zona de Los Cerrillos (extremo noroeste de la cuenca) hacia el sureste donde finaliza el camino S 249 que llega a Lozada. Las otras vías secundarias de escurrimiento se van uniendo a la principal en sentido norte-sur. La que se encuentra en la parte alta tiene 3,93 km de longitud y se une a los 10,72 km del nacimiento de la principal (antes esta cruza la ruta nacional 36, al igual que la vía secundaria). De esta manera cruza el canal Los Molinos-Córdoba y a los 2,33 km de recorrido se adiciona otra vía de escurrimiento de 1,4 km de largo, que también cruza el canal. Luego aparece otra a los 1,96 km de distancia donde se suma una de 3,36 km que atraviesa el canal. Y por último se une una de 6,57 km de largo a los 6,48 km de recorrido. Aparentemente estas vías de escurrimiento cruzan la ruta provincial C45 por alcantarillas, sin modificar demasiado su curso normal. A campo se pudo observar que la vía de escurrimiento principal “B1” y la “B3” tienen como obstáculo al canal Los Molinos-Córdoba, de esta manera lo rodean para



salir al camino que lleva al Cementerio de Bajo Grande, también se adiciona al mismo la vía de escurrimiento “B4”, es así que gran parte del agua toma como curso el camino, luego retoma el cauce natural a 2,75 km antes de llegar a la ruta provincial C45. Allí la vía de escurrimiento “B1” y “B5” cruzan por alcantarillas la ruta, dirigiéndose hacia Lozada.

### **III-1.2.3. Subcuenca “C”.**

Es la de mayor superficie, 15.200 ha, está ubicada al sur de la subcuenca “B” y recorre el área de noroeste a sureste. Su pendiente promedio es de 0,68%, siendo en la cuenca alta de 0,95% y de 0,57% en la baja.

Se consideran 8 vías de escurrimiento de importancia (C1 a C8). Las cinco primeras son de mayor longitud y nacen en el noroeste de la cuenca, a diferencia de las tres restantes (C6, C7 y C8) que se originan al oeste de la cuenca y son de menor recorrido.

La “C1” nace en las proximidades de la Estancia Los Cerrillos, cruza una alcantarilla que esta al norte de la subcuenca sobre la ruta nacional 36, pasa por un paso de agua que está por encima del canal los Molinos-Córdoba. Antes de llegar a la ruta se une con “C2” y se topan con la división del campo de “J. Jodar” de esta manera siguen dirección sur hasta la ruta provincial 45, donde su curso es paralelo a la misma hasta llegar a la alcantarilla donde retoma su curso natural, para luego unirse con las otras vías en el campo de “Vda. de Berardo”.

La vía “C2” recorre de manera similar a “C1”, cruza por alcantarilla en la ruta nacional 36, pasa por el canal, para unirse con “C1” antes de llegar a la división del campo de “J. Jodar”.

La vía “C3” cuando llega a la ruta nacional 36, desvía su recorrido 500 m hacia al sur para unirse a “C4” y de esta manera cruzar la alcantarilla de la ruta. Es de destacar que la vía de escurrimiento “C4” que pasa por el “Establecimiento Los



Talas”, se modificó como canal empastado que recibe agua de cuenca arriba y de los lotes sistematizados con terrazas de desagüe del mismo establecimiento. Luego cruza la ruta nacional por alcantarillado siguiendo su recorrido natural, cuando llega a las afueras del Pueblo Rafael García, se une con “C5” en un alcantarillado y de esta manera bordean el pueblo, cruza el canal y se dirige al sur hasta la ruta provincial 45 donde la pasa por alcantarilla.

La vía “C5” nace en cercanías del “Seminario Verbo Divino” recorre los campos de “Blanch y Lucero”, para cruzar por alcantarilla la ruta nacional. Pasa por el campo de “Colorat”, siguiendo a “C3C4” paralelamente hasta que llega a la alcantarilla en el pueblo de Rafael García.

En las proximidades del “Establecimiento La Amistad” existe un alcantarillado en la ruta nacional donde cruza “C6”, desde allí se dirige a Rafael García y cruza el canal, llega a la ruta y toma su dirección hasta la alcantarilla donde se junta con la vía “C3C4C5”.

Cercano al punto de salida de la alcantarilla se adiciona la “C7” que proviene del suroeste de la subcuenca, que debe cruzar el canal para llegar allí.

Por último “C8” que está más al sur que “C7”, cruza el canal y se une con la vía “C3C4C5C8C9” en el campo de “T. T. Almada”. Desde allí esta nueva vía sigue 3,32 km hasta unirse con “C1C2” en “Vda. de Berardo”. La nueva vía de escurrimiento recorre 5,81 km para llegar al punto de salida de la subcuenca, donde se une con la subcuenca “D”.



#### **III-1.2.4. Subcuenca “D”.**

Comprende un área de 4.000 ha y se ubica al sur de la cuenca y tiene su punto de salida hacia el este donde se une con la subcuenca “C”. La pendiente es aproximadamente de 0,6%.

Se ha marcado dos vías de escurrimiento de importancia. Las dos tienen sentido oeste-este, cuando están por llegar al punto de salida su dirección cambia hacia el noreste donde se unen con la vía de escurrimiento de la subcuenca “C”.





### **III-1.3. Estimación de la escorrentía superficial.**

Para estimar la escorrentía superficial en la cuenca, se utilizó el modelo ARHYMO (Maza J. A., et al. 2000), (Figura 12). Este permite representar un sistema hidrológico ante el fenómeno lluvia-escorrentía sin acudir a ninguna ley de probabilidad, por ello, pertenece al conjunto de los modelos determinísticos.

A su vez se lo puede clasificar como:

- Lineal: porque en todos los fenómenos hidrológicos que simula hace uso de las propiedades de proporcionalidad y de superposición de los procesos lineales. Es decir que el fenómeno-respuesta (caudal) está ligado al fenómeno-estímulo (lluvia) por un operador lineal.
- De parámetros concentrados: porque trata a una cuenca o subcuenca como unidad y en consecuencia los parámetros que la caracterizan no varían de un punto a otro sino que están representados por valores medios.
- De eventos aislados o discreto: porque no tiene capacidad para variar la humedad del suelo entre precipitaciones sucesivas.
- Invariable en el tiempo: porque los parámetros que intervienen en el cálculo de los procesos son constantes en la simulación.
- De caja negra o empírico: porque el impulso (lluvia) es transformado en respuesta (caudal) sin que exista una teoría físicamente sustentada que explique el fenómeno. A la vez porque presenta los resultados de la simulación sin que aparezcan los cálculos de cálculos intermedios.

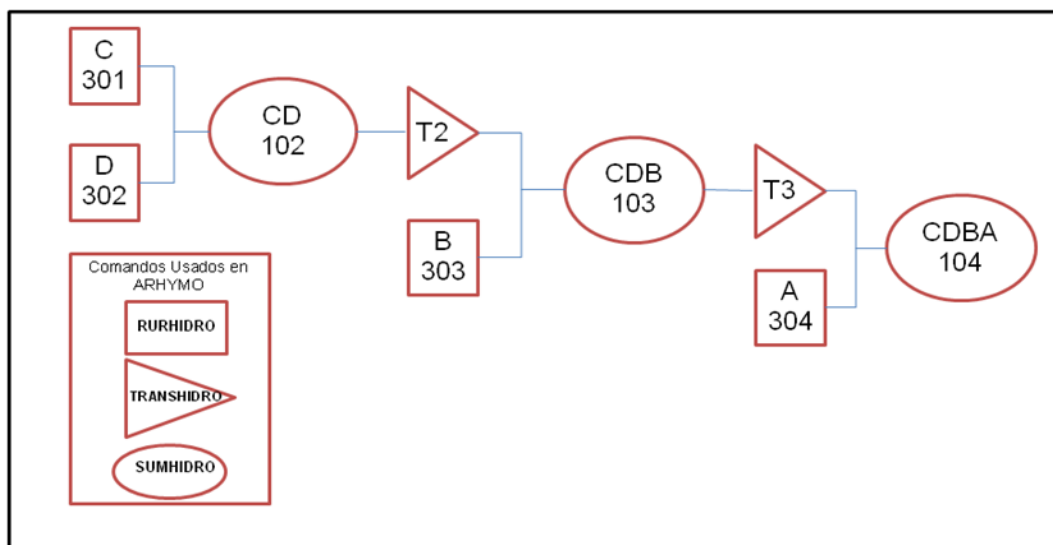


Figura 12: Esquema de la Cuenca según el modelo ARHYMO.

En función de las características de la cuenca y las precipitaciones (utilizando hietogramas), el modelo simula el proceso lluvia-escorrimento, procesando hidrogramas, su transito y la suma de los mismos, brindando como salidas caudal pico, lámina total escurrida y tiempo al pico.

El procedimiento para realizar la modelación consistió en dividir a la cuenca en subcuencas.

Como datos de entrada del programa se consideraron los siguientes aspectos de cada subcuenca (Tabla 5):

- Área (km<sup>2</sup>)
- Número de Curva (CN) según metodología del S.C.S. Da idea de los volúmenes de la escorrentia, basandose en el tipo de vegetación, laboreo del terreno, la condición hidrológica y el tipo de suelo. Para el estado actual de la cuenca se seleccionó un CN de 80, considerando las siguientes condiciones: cultivos alineados, la labores de la tierra se realizan en línea recta y con cubierta de residuos vegetales que ocupe al menos el 5% de la superficie del suelo durante



todo el año, una condición hidrológica pobre ( ya que se realiza en gran parte monocultivo) y un tipo de suelo B (textura franca o franca-limosa).

- Diferencia de elevación entre el punto más alejado de la cuenca y el punto de salida del hidrograma, ambos medidos sobre el cauce principal, HT (m).
- Longitud del cauce, L (km). Se utilizó para ello la red de drenaje definida para la cuenca.
- Datos de precipitación. Para ello se utilizó la figura 13 para obtener la lámina media máxima en mm, del Modelo DIT (Caamaño et al., 2005), para Rafael García. Se empleó una tormenta de diseño cuyo tiempo de recurrencia es de 50 años y una duración de 360 minutos ( valor más próximo al tiempo de concentración de la cuenca estimado en 425 minutos), lo que arroja un valor de 96 mm de lámina. Luego en base al hietograma de diseño (figura 14) de duración más próxima, se dividió en sextiles, y con el porcentaje de lámina de cada uno se obtuvo la lámina caída en cada fracción de tiempo.
- Se consideró las características de los cauces para transitar los hidrogramas (elevación mínima, elevación máxima, pendiente, coeficiente de Manning, ancho y largo del mismo).

**Tabla 5: Condición real de la Cuenca para la simulación con ARHYMO.**

Cuenca Rafael García-Lozada	Superficie (km <sup>2</sup> )	CN	Diferencia de Altura (m)	Longitud (Km)	Tránsito	Pendiente (m/m)	n de Manning	Longitud (m)
Rurhidro 301 (subcuenca C)	152	80	215	31.2				
Rurhidro 302 (subcuenca D)	40	80	65	11.64	Transhid 2	0.0026	0.04	1880
Rurhidro 303 (subcuenca B)	100	80	180	26.29	Transhid 3	0.0028	0.04	3500
Rurhidro 304 (subcuenca A)	16	80	35	9				



Las corridas de la simulación se pueden observar en el Anexo 7.

Los valores estimados de la modelación por ARHYMO fueron los siguientes:

- Lámina escurrida: 39.9 mm.
- Coeficiente de esorrentía: 0,41.
- Tiempo al pico: 3,52 hs.
- Caudal pico: 396 m<sup>3</sup>/s.

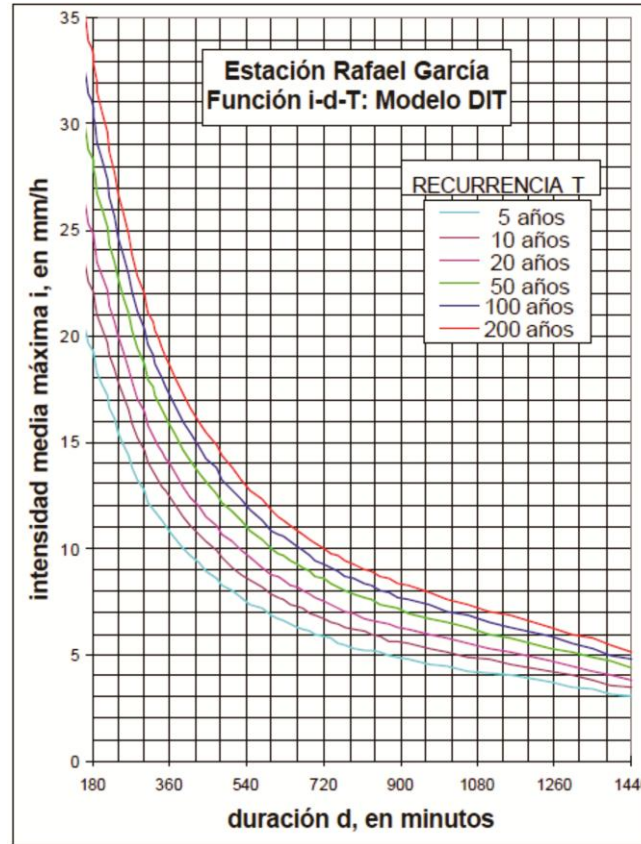


Figura 13: Curvas Intensidad-Duración-Recurrencia - Modelo DIT

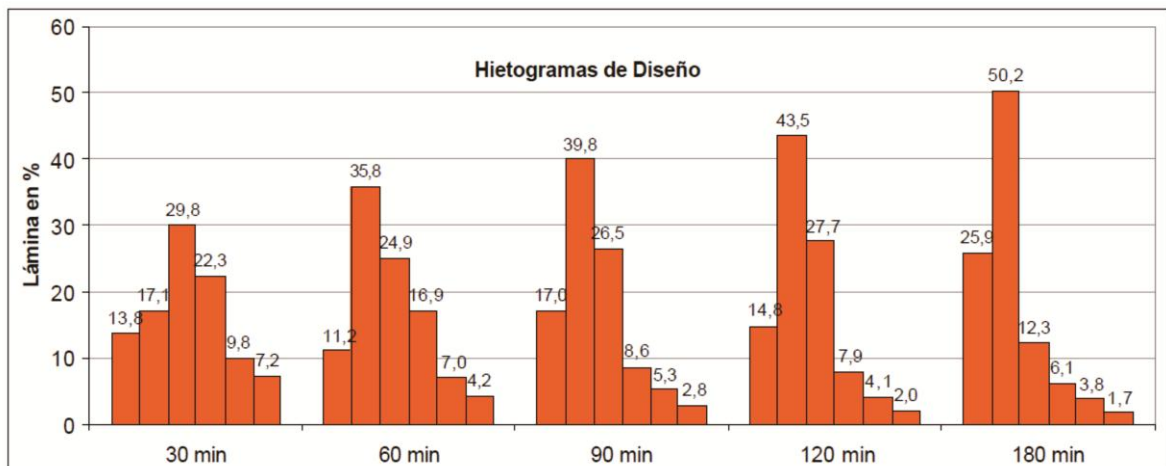


Figura 14: Hietograma de Diseño.



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas**

---





## **CAPITULO IV**

### **IV-1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA CUENCA.**

Se considera a la cuenca como un sistema íntegro, donde existen componentes o elementos que se interrelacionan. Podemos considerar al agua como elemento que une transversalmente a todos los demás. Este sistema es parte del ciclo hidrológico alterado en mayor o menor grado por la acción antrópica.

El área en estudio comprende una importante cantidad de elementos, es por ello que para realizar un diagnóstico acotado de la situación nos focalizaremos en algunos de mayor relevancia y la relación que tienen entre ellos.

En la cuenca ya no existe vegetación nativa del espinal, solo queda alrededor del 5% de la superficie. Desde hace años el uso del suelo se hizo más intensivo, es decir, se ejerció mayor presión productiva, lo que causó un avance de la erosión hídrica como elemento más de la degradación de suelos. Prácticas de manejo no adecuadas han causado un aumento y concentración de los escurrimientos superficiales, con coeficientes de escorrentía cercanos al 40% de escorrentía para tormentas extraordinarias, sumado a cambios en los cursos naturales por obras civiles que influyen en los movimientos del agua.

Hay que destacar que la cuenca posee pendientes bajas, de alrededor del 0,32% en la cuenca baja, esto nos puede dar un indicio de que cualquier práctica de manejo, sentido de las labores y especialmente movimientos de suelo, puede originar una alteración de los escurrimientos naturales, produciendo el trasvasamiento de subcuencas, lo que llega a ser un inconveniente para productores de cuenca abajo y de las poblaciones aledañas.



Con respecto al sistema de caminos secundarios y terciarios, se visualiza que en ciertos lugares funcionan como canales de agua, en los momentos de grandes precipitaciones, y como consecuencia son erosionados por la escorrentía, en algunos casos llegando a socavar hasta 2,5 m por debajo de su nivel (Figura 15 y Figura 16). El arreglo periódico de los caminos es un gasto importante para los consorcios camineros, esta problemática severa cada vez necesitará mayores egresos de dinero para su reparación.



**Figura 15: Camino socavado por acción del agua.**





**Figura 16: Erosión en cunetas de camino.**

Si consideramos la ruta nacional N°36, podemos ver que las vías de escurrimiento principales la cruzan por alcantarillado de manera coincidente con los cursos naturales, a excepción de una vía de escurrimiento (que se ubica al sur de la mencionada ruta) de menor tamaño que es desviada por la ruta hacia una vía de escurrimiento de mayor relevancia (ver anexo 2). Se puede decir que en este caso el diseño de la ruta no interfiere de manera significativa con la red de drenaje natural de la cuenca.



Otro factor modificador de las vías naturales de esorrentía es la vía ferroviaria que se extiende de sur a norte, en algunos sectores de su recorrido el reúne pequeñas vías de escurrimiento hacia grandes alcantarillas, donde se concentran junto a las vías principales de escurrimiento (Figura 17).



**Figura 17: Alcantarilla en la vía ferroviaria .**



A pesar de que se realiza casi por completo siembra directa en la cuenca, no es suficiente para mitigar el efecto de la escorrentía y la erosión. Existen campos donde la cobertura por rastrojo es muy baja por efecto del viento, dejando a los suelos desnudos y susceptibles al planchado (Figura 18), esto disminuye la infiltración y el aprovechamiento del agua de lluvia por parte de los cultivos y aumenta el riesgo de erosión hídrica.



**Figura 18: Lote de maíz con baja cobertura.**



A ello se suma que del total de la superficie de la cuenca existe alrededor de un 85% sembrado con el cultivo de soja, según el informe del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos del año 2009. Esta práctica usual aporta muy pocos beneficios en lo que respecta a la capacidad de infiltración del suelo, ya que contribuye con reducidas cantidades de carbono por hectárea por año, muy bajo con relación a otros cultivos, como el maíz y el sorgo, y rotaciones, como trigo/soja-maíz. Las sucesivas siembras del cultivo soja en un mismo lote, traen aparejado una disminución de la estructura y aumento de escorrentías superficiales, por consiguiente pérdida de fertilidad por efecto de la erosión hídrica. Solo el 0,86% de la superficie de la cuenca posee sistematización con terrazas y canales de desagüe empastados. Aparentemente no hay conocimiento por parte de los productores de la función que cumple la sistematización y/o la promoción gubernamental para mitigar la pérdida de suelo y agua es escasa.



Analizando la encuesta a los productores y las recorridas a campo, se detectó que existen daños por el ingreso de agua de campos que ocasionan surcos y/o cárcavas definidas en la cuenca, dificultando las labores agrícolas y el transporte de las maquinarias (Figura 19).



**Figura 19: Principio de cárcava en lote rural.**



En el sector norte del cementerio de Bajo Grande se produjo una cárcava, producto de la escorrentía que proviene de caminos y de campos aledaños, a la cual se le ha realizado un engavionado para su contención (Figura 20).



**Figura 20: Engavionado en el cementerio Bajo Grande.**



Existen casas rurales en la zona sur de la cuenca, sobre las cuales la escorrentía impacta directamente, al socavar los caminos y terrenos que las circundan poniéndolas en riesgo (Figura 21).



**Figura 21: Casa en riesgo por erosión de camino.**



Considerando el canal Los Molinos-Córdoba, se detectó que las alcantarillas que pasan por arriba del mismo, son modificadores de la escorrentía natural de la cuenca, además, al modificarse las pendientes en las cercanías del canal y a las salidas de las alcantarillas, comienzan a formarse principios de cárcavas o cárcavas definidas (Figura 22).



**Figura 22: Canal Los Molinos-Córdoba y Desagüe.**





En Lozada es donde llega la gran masa de agua de la cuenca, debido a que encuentra su punto de salida. Las estimaciones realizadas con el modelo ARHYMO arrojan un valor de caudal pico aproximado de  $396\text{m}^3/\text{s}$  y un coeficiente de escorrentía de 0,40 para una tormenta extraordinaria de 96mm de lámina. Por lo tanto se podría decir que es donde mayor riesgo de inundación existe, por ser la población con más habitantes en la cuenca. A pesar de que existen canales de desagüe (figura 23) en el pueblo, no estarían suficientemente dimensionados para evacuar grandes volúmenes de agua cuando ocurren precipitaciones extraordinarias.



**Figura 23: Desagüe en Lozada.**



## **CAPITULO V**

### **V-1. PROPUESTAS DE SOLUCION.**

#### **V-1.1. Introducción.**

Tomando como base el diagnóstico elaborado para la cuenca hidrográfica Rafael García-Lozada, se tratará de proponer soluciones a los problemas hidrológicos y también sugerir recomendaciones que logren mejorar el ambiente de producción y residencial de las localidades.

Es necesario que los productores de la cuenca incorporen el criterio de agricultura sustentable, para que de esta manera las propuestas se concreten.

La adopción de este sistema de producción por parte de los agricultores, implica incluir en sus explotaciones, prácticas de conservación de suelos que contribuyan a la reducción de su degradación del suelo, estabilizando o mejorando la producción y preservando los recursos naturales.

El grado de participación de los productores en conjunto con entidades públicas y privadas (municipios, gobierno provincial) determinará la eficiencia en la implementación de estas prácticas conservacionistas, condicionará de manera decisiva la efectividad de un programa de ordenamiento futuro de aguas superficiales.

A continuación se describen las recomendaciones y soluciones más convenientes para la optimización del sistema “Cuenca Rafael García-Lozada”.



### **V-1.2. Acciones a concretar.**

El objetivo de la propuesta es la difusión, concientización y organización de los productores rurales en la tarea de incorporar técnicas de conservación de suelos en beneficio propio y de las comunidades de Rafael García y Lozada.

Las acciones que se deberían tomar son las siguientes:

- Realizar reuniones informativas con pobladores rurales, urbanos y autoridades sobre temas relacionados con el estudio de la cuenca, alertando la posibilidad de que se agraven las inundaciones y problemas asociados al uso intensivo de los suelos.
- Formar grupos de productores en el marco legislativo (Ley N° 8863) de “Consortios de Conservación de Suelos” con la finalidad de llevar a cabo de manera orgánica prácticas de conservación de suelos, como ocurre en la cuenca del arroyo Tegua.
- Gestionar ante la Dirección de Conservación de Suelos y la Subsecretaría de Recursos Hídricos, la realización de un estudio hidrológico de la cuenca para definir la red de drenaje y definir conjuntamente con los consorcios de conservación de suelo un plan de ordenamiento y conservación de agua y suelo.
- Consensuar con la Dirección Provincial de Vialidad y el Consorcio Caminero N°378, la conservación de la red caminera, evitar el trasvasamiento de cuencas y reducir el nivel de erosión de los caminos.
- Realizar parcelas demostrativas (como las que ya existe en la cuenca), con prácticas conservacionistas, para una posterior evaluación y difusión de manera que los productores se motiven y adopten estas prácticas conservacionistas, que permitan disminuir los volúmenes de escurrimiento, ya que en la actualidad son muy elevados, según las estimaciones realizadas en base a los cálculos hidrológicos.



### **V-1.3. Prácticas Conservacionistas.**

#### **V-1.3.1. Prácticas Culturales.**

Estas trabajan fundamentalmente sobre el manejo del cultivo a través de rotaciones, implementación de pasturas, manejo del pastoreo, etc. y también actúan sobre el suelo a través de labranzas conservacionistas. Destacándose:

- Rotación de cultivos y/o pasturas: Lograr alcanzar un sistema planificado y recurrente de actividades agrícolas en un mismo lote, alternando cultivos de especies leguminosas con gramíneas o incorporando pasturas, cuya duración debiera ser acorde a la aptitud de uso del suelo.

El propósito de esta práctica es lograr una mayor cobertura vegetal en los períodos críticos de las lluvias, y mantener y mejorar la fertilidad física y química del suelo.

- Labranza Conservacionista: Consiste en un sistema flexible de operaciones de preparación del suelo y de siembra, en número, tipo y calidad variables según las circunstancias, tendiente a mejorar, con relación a los métodos tradicionales de labranza empleados antiguamente, la conservación del suelo y el agua en forma integral, mediante la utilización de la cobertura de residuos de rastrojos, la reducción del número de pasadas de maquinarias, la realización de operaciones simultaneas, etc. Los sistemas de labranza más comunes son los siguientes:
  - Labranza cero o siembra directa: consiste en una sola operación de remoción y siembra sobre el rastrojo del cultivo anterior o pastura existente.
  - Labranzas verticales profundas: Eliminación de compactaciones subsuperficiales temporarias (“pisos de arado”) mediante técnicas de homogeneización y aflojamiento de suelos compactados por varios



años de siembra directa. La siembra directa no elimina las compactaciones pre-existentes y genera, a su vez, nuevas compactaciones por el tránsito de la maquinaria de gran peso que se utiliza. Estas compactaciones no son ya a la profundidad “del arado” (18 a 25 centímetros) sino a distintas profundidades, comenzando según los casos desde los 5 centímetros. Ante la existencia de estos impedimentos subsuperficiales se podría decidir la realización de un laboreo vertical, moviendo en superficie y en profundidad, con cincel, o bien utilizando un paratill que rompe pisos de arado sin afectar la cobertura (Cisneros J. et al., 2007).

#### **V-1.3.2. Prácticas Estructurales.**

Es fundamental que el agua quede en el en el suelo, lo que asegura mejor producción agrícola, por ello se seleccionan modalidades de manejo que actúan sobre el control del agua a través de prácticas tales como las terrazas y canales de desagüe y microembalses.

- Terrazas de desagüe: consistente en la construcción de bordos con mínima pendiente y canales de desagüe laterales, que reducen el escurrimiento y conducen los excedentes en forma controlada. Se recomienda su adopción en los sectores con necesidades de derivación de potenciales escurrimientos, hacia las vías de circulación de agua preestablecidas.
- Terrazas de absorción: similar a la anterior pero con bordos siguiendo las isocotas. Permiten una mayor infiltración y acumulación de agua dentro del suelo, pero presentan mayor riesgo de rotura. Se recomiendan para las zonas con baja pendiente de la cuenca.



- Canal de desagüe vegetado: es una vía de escurrimiento artificial o natural reacondicionada y estabilizada por medio de vegetación para conducir el agua de escurrimiento y a una velocidad controlada de modo que no erosione el canal. Al igual que la anterior propuesta son de implementación a mediano plazo ya que se debe hacer un estudio particular de cada lote o campo en estudio para concretar la inversión.
- Cultivos cortando la pendiente: Esta práctica consiste en trazar una línea perpendicular a la resultante de las pendientes o a la pendiente principal de un lote, a fin de que sirva como línea base para la siembra de cultivos de escarda. Esta técnica se puede implementar en el corto plazo ya que no requiere de una importante inversión económica.
- Microembalses: Son represas construidas con bordos compactados de tierra que interceptan caudales de esorrentía y lo desaguan en forma controlada. El área de la cuenca a regular puede oscilar entre 500 a 2000 ha por microembalse (Gobierno de la Provincia de Córdoba. 2011). Se podrían realizar aproximadamente 30 microembalses para cubrir el área de la cuenca.

La construcción de los microembalses debe respetar la dinámica natural de los escurrimientos, con la finalidad de amortiguar el pico de las crecientes y aumentar el tiempo de concentración.

La realización de los mismo debe ir de la mano de las anteriores propuestas para reducir dimensionamiento, de esta manera se podrá concretar disminuyendo costos de inversión.



A los fines de lograr y concretar las propuesta, para uso y manejo de suelo, se estimó para la subcuenca B el impacto de la buenas prácticas en la variación del escurrimiento, utilizando el modelo ARHYMO.

El planteo se basó en simular distintas situaciones que pueden ocurrir, mediante el cambio en los valores de las diferentes variables del modelo. Y de esa manera poder observar los efectos, por ejemplo las prácticas conservacionistas (Figura 23).

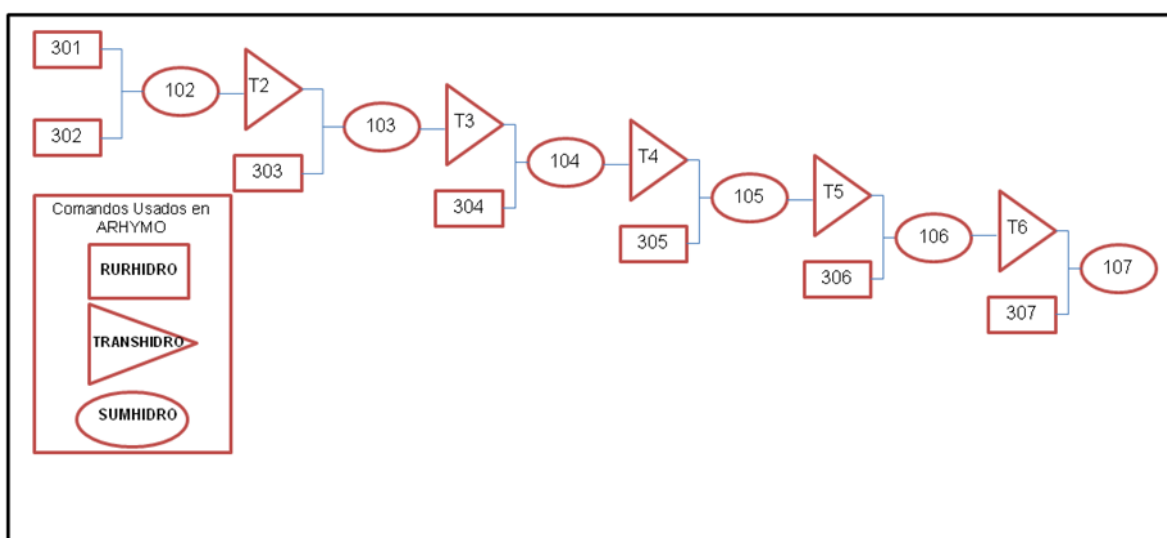


Figura 24: Esquema de la Subcuenca "B" con modificaciones antrópicas y el modelo ARHYMO.

A continuación se enumeran las distintas condiciones (Anexo 5) que se tomaron para el análisis de la subcuenca "B" y los resultados obtenidos con la simulación del modelo ARHYMO:



1º) En primer lugar se tomó la red de drenaje tal cual lo indican las curvas de nivel de la carta topográfica y se consideró la alteración generada por de las rutas, canales, vías ferroviarias y demás elementos antrópicos para determinar la pendiente y la longitud de las vías de escurrimiento de la subcuenca, como se encuentra en la actualidad. Con respecto al número de curva se empleó el mismo criterio que en la simulación de la cuenca (CN=80), considerando que las labores agrícolas se realizan en línea recta. El valor que arrojó la simulación para el caudal pico a la salida de la subcuenca fue de 119.7 m<sup>3</sup>/s, la lámina total escurrida fue de 39.9 mm, coeficiente de escorrentia de 0,60 y el de tiempo al pico de 3,52 horas,

2º) La segunda simulación difiere de la anterior en el número de curva. Considera si la subcuenca tuviese cubierta de residuos vegetales que ocupe al menos el 5% de la superficie del suelo durante todo el año, si el cultivo se realice en lotes agrícolas siguiendo las curvas de nivel y terrazas con canal de desagüe para la conservación de suelos, poseyendo una condición hidrológica buena ( se realiza rotaciones que incluye leguminosas perennes como la alfalfa) dando como valor CN de 70.

Los resultados de la simulación para este caso fueron un valor de caudal pico de 46.84 m<sup>3</sup>/s, lámina total escurrida 17.8 mm, coeficiente de escorrentía de 0,19 y un tiempo al pico de 3.89 horas.

Se puede observar que en esta condición se reduce el caudal pico en un 60% con respecto a la situación actual.

Esta situación incluye prácticas conservacionistas que se recomiendan para optimizar el funcionamiento del sistema, de esta manera poder producir rentablemente haciendo uso racional y sustentable del recurso agua.





3º) En este caso se ejemplifica como funcionaría un microembalse en la subcuenca. Se mantienen las condiciones anteriores. El modelo permite ingresar los valores del caudal máximo a la salida del microembalse, arrojando como resultado el volumen de embalse necesario.

Para lograr comprender el funcionamiento del microembalse, se toma como ejemplo el dimensionamiento de uno de ellos, precisamente en la vía de escurrimiento "B6" ( ver Anexo 7), para poder seleccionar la dimensión más conveniente.

El microembalse no cubre todo el recorrido de la vía de escurrimiento "B6", se sitúa a 1500 m al norte de la ruta provincial C45, en las cercanías del depósito de Bajo Grande.

Se trabajó con ARHYMO para simular la esorrentía, siguiendo el mismo criterio que para las situaciones anteriores.

Con respecto al CN el valor es de 70, ya que se mantienen vigentes las prácticas conservacionistas.

El microembalse estará emplazado en los  $31^{\circ} 38' 13.89''$  de latitud Sur y los  $64^{\circ} 09' 54.79''$  longitud Oeste, sobre la isocota de los 410 m.s.n.m. La vía de escurrimiento comienza en los 450 m.s.n.m., con una longitud de 3330 m (hasta el microembalse) y una superficie de aporte de 750 ha. La elección de este lugar para la simulación, se debe a que la topografía por sus características permiten aprovechar la forma del terreno para la instalación de un microembalse.

Los resultados arrojados por la simulación con Arhymo fueron: caudal pico de  $13.8 \text{ m}^3/\text{s}$ , lámina escurrida de 17.8 mm, tiempo al pico de 1.8hs. Se hizo variar el caudal máximo aguas abajo desde valores de  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$  lo que arrojó diferentes volúmenes de embalse necesarios, desde  $87000 \text{ m}^3$  a  $49000 \text{ m}^3$  (Tabla 6 y Figura 25).



Tabla 6: Descarga del microembalse y embalse necesario para la simulación.

Descarga del Microembalse (m <sup>3</sup> /s)	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5
Vaso necesario (m <sup>3</sup> )	87000	84000	81000	78000	75000	72000	69000	65000	62000	59000	56000	52000	49000

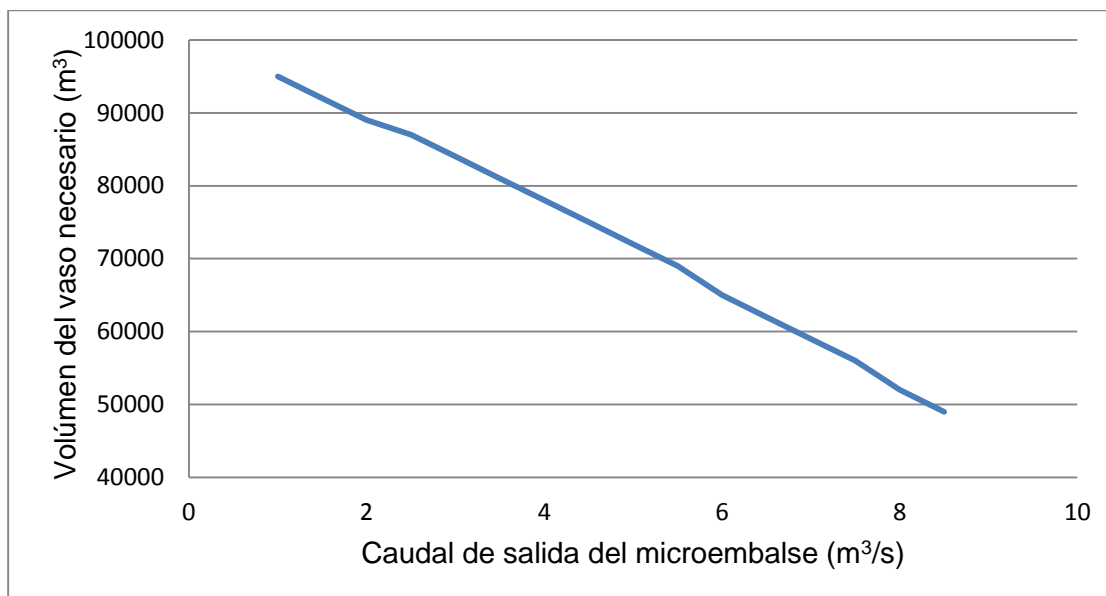


Figura 25: Curva volumen-caudal de descarga del microembalse.

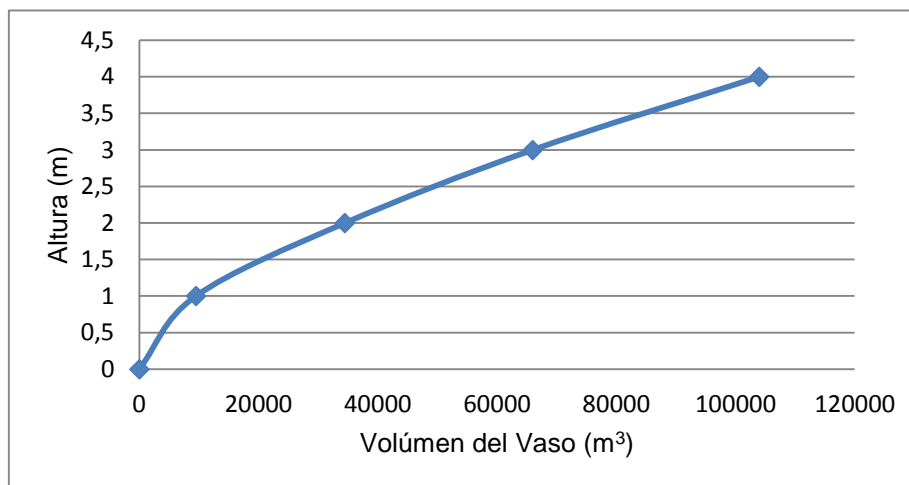
Para calcular el volumen de vaso disponible en el terreno se confeccionó una curva Altura-Volumen (Tabla 7 y Figura 26), en donde la cota de 414 m es la altura de terraplén del microembalse de 4 m y la cota de 410 m es la de 0 m. Para una mejor comprensión se traducen las cotas sobre el nivel del mar a cotas sobre el desague del microembalse, o sea que el nivel cero es la profundidad máxima del microembalse en su vía de escurrimiento.



Se simularon cotas con equidistancia de 1 m para poder realizar la cubicación del área en estudio y así seleccionar el volumen necesario para el microembalse.

**Tabla 7: Altura, superficie y volumen disponible para embalsar.**

Cota sobre el nivel del mar(m)	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen Acumulado (m <sup>3</sup> )
414	4	126000	104000
413	3	82000	66000
412	2	50000	34500
411	1	19000	9500
410	0	0	0



**Figura 26: Curva altura-volumen del vaso del microembalse.**

Se seleccionó mediante la curva altura-volumen del vaso de captación con dimensiones de 66000 m<sup>3</sup> y 3 m de tirante compatible con el uso agronómico (Gobierno de la Provincia de Córdoba. 2011), ya que el caudal de descarga (6 m<sup>3</sup>/s) del microembalse es lógico y manejable, el costo que puede insumir la construcción es presuntamente aceptable. Para esta condición la superficie de laguna será de 8.2 ha (Figura 27).



A menores caudales de descarga se necesitaría mayores volúmenes de vaso, lo que aumentaría el valor de la inversión.

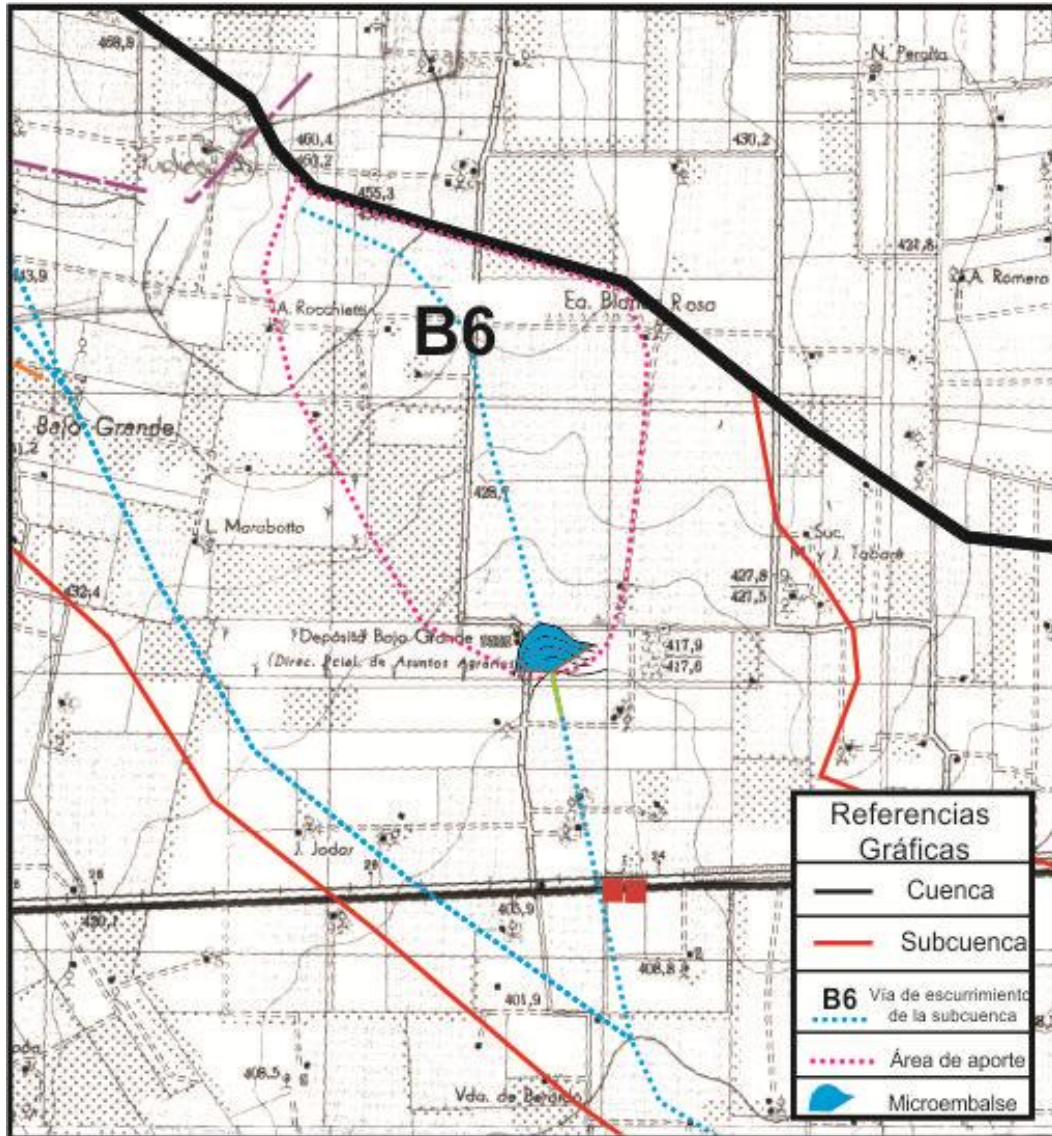
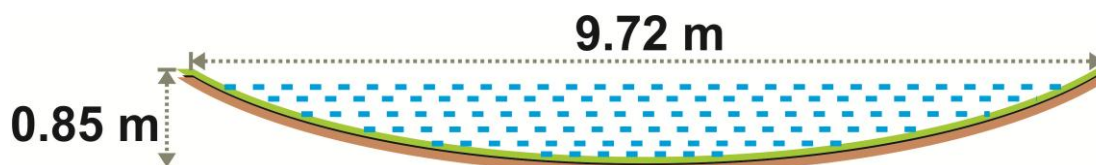


Figura 27: Localización del microembalse simulado en la subcuenca "B".



También se diseñó un canal vegetado para conducir el caudal de salida del microembalse (Manejo de suelo y agua. 2010). Se consideró el caudal de salida de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , una pendiente de 1%, y una velocidad para proyecto (límite erosivo) de  $1.50 \text{ m/s}$ , condición favorable de empaste y para suelo franco. Para estas condiciones las dimensiones del canal de sección parabólica serían: ancho de  $9.72 \text{ m}$  ( $8.5 \text{ m}$  más  $1.22 \text{ m}$  de margen de seguridad) y  $0.85 \text{ m}$  de profundidad ( $70 \text{ cm}$  más  $15 \text{ cm}$  de margen de seguridad) (Figura 28). En la tabla 8 se pueden observar alternativas de canales para  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Figura 28: Esquema del canal empastado para el microembalse simulado en la subcuenca "B".**

**Tabla 8: Dimensiones de canales empastados para un caudal de salida de microembalse de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$**

<b>Profundidad (m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Ancho (m)</b>
0.40	1.0	21.7
0.60	1.1	19.1
0.65	1.2	16.2
0.70	1.3	14.0
0.75	1.4	12.3
0.80	1.4	10.9
0.85	1.5	9.7
0.90	1.6	8.8
0.95	1.6	8.1
1.00	1.7	7.4
1.05	1.8	6.8
1.10	1.8	6.4
1.15	1.9	5.9



## **VI- BIBLIOGRAFIA**

- Agencia Córdoba Ambiente – INTA. 2006. Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba. Los Suelos. Nivel de reconocimiento 1:500.000. Córdoba.
- Ateca, M. R. P., 2004. Aspectos Agrometeorológicos de la Dinámica del Agua del Suelo en una Microcuenca de la Región Central de Córdoba.
- Caamaño Nelli G. y Dasso C. M. 2003. Lluvias de diseño. Conceptos, técnicas y experiencias. Ed. Universitas. Córdoba, Argentina.
- Caamaño Nelli G. y Dasso C.M. 2005. Red regional de lluvias de diseño en la Provincia de Córdoba. Informe técnico Estación N° 74 Rafael García. Zona hidrometeorológica Centro. Departamento Santa María.
- Castelló E.M. y Farías P. F., 1996. Análisis de los condicionantes para el diseño de las obras de desagüe de la ruta provincial, tramo Córdoba- Alta Gracia, Tomo II: Anexos. Trabajo final, Carrera de Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales UNC.
- Cisneros J., Cantero A., Gonzalez J., Degioanni A., de Prada J., Reynero M., Cholaky C., Gil H., Becerra V. y Angeli A., 2007. identificación de los focos activos de erosión hídrica lineal y programa de control de erosión en la cuenca del arroyo Santa Catalina (dpto Río Cuarto, Córdoba). Facultad de Agronomía y Veterinaria UNRC.
- Cisneros J., Cantero A., Gonzalez J., Reynero M., Cholaky C., 2004. Manejo de la condición física de los suelos: manejo del agua. Facultad de Agronomía y Veterinaria UNRC.
- Coppi G.O., 2010. La agriculturización en el contexto de una nueva ruralidad: nuevos actores pluriactivos en el departamento Río Primero de la provincia de Córdoba. Tesis de Magíster en Estudios Sociales Agrarios. Facultad Latinoamericana de Cs. Sociales, sede Argentina.
- Esmoriz G., Ateca M. R. y Sereno R., 2008. Determinación de patrones de distribución interna de las tormentas. XII Reunión Argentina de Agrometeorología, San Salvador de Jujuy. Argentina.



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas**



- Fernández E. R., 2011. Curso Estrategias de gestión y ejecución de obras del Área de Consolidación “Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas”. Facultad de Cs. Agropecuarias UNC. Setiembre 2011.
- Galán R. J., 2011. Caracterización de la Cuenca del Río Chancaní. Córdoba. Argentina. Informe Final. Área de Consolidación Planificación y Manejo de cuencas Hidrográficas. Facultad de Cs. Agropecuarias UNC.
- Gobierno de la Provincia de Córdoba. 2011. Estudio hidrológico y ordenamiento de los escurrimientos hídricos de la cuenca del arroyo Tegua. Córdoba.
- Hudson N., 1982. Conservación del suelo. Ed. Reverté, S.A. Barcelona, España.
- INDEC, 2001. Censo Nacional. Publicado en internet, disponible en: <http://www.indec.mecon.ar/>.
- INDEC, 2008. Censo Nacional. Publicado en internet, disponible en: <http://www.indec.mecon.ar/>.
- Manejo de suelo y agua. 2010. Guía de apoyo teórico-práctico, parte IV. Facultad de Cs. Agropecuarias UNC
- Martínez de Azagra Paredes A., 2005. Oasificación. Publicado en internet, disponible en: <http://www.oasification.com/tablasden.htm>
- Maza J. A., Fornero L., Litwin C. y Fernández P. 2000. Arhymo. Versión 2.0, INCyTH-CFI, Argentina.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de Córdoba. 2000. Ley N° 8863: Ley de creación y funcionamiento de consorcios de conservación de los suelos. Publicado en Boletín Oficial de la Provincia N°153 del Miércoles 9 de Agosto de 2000.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de Córdoba. 2001. Ley N° 9836: Ley de la Conservación y la Prevención de Degradación de los Suelos. Publicado en Boletín Oficial de la Provincia N°136 del 23 de Julio de 2001.



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas**



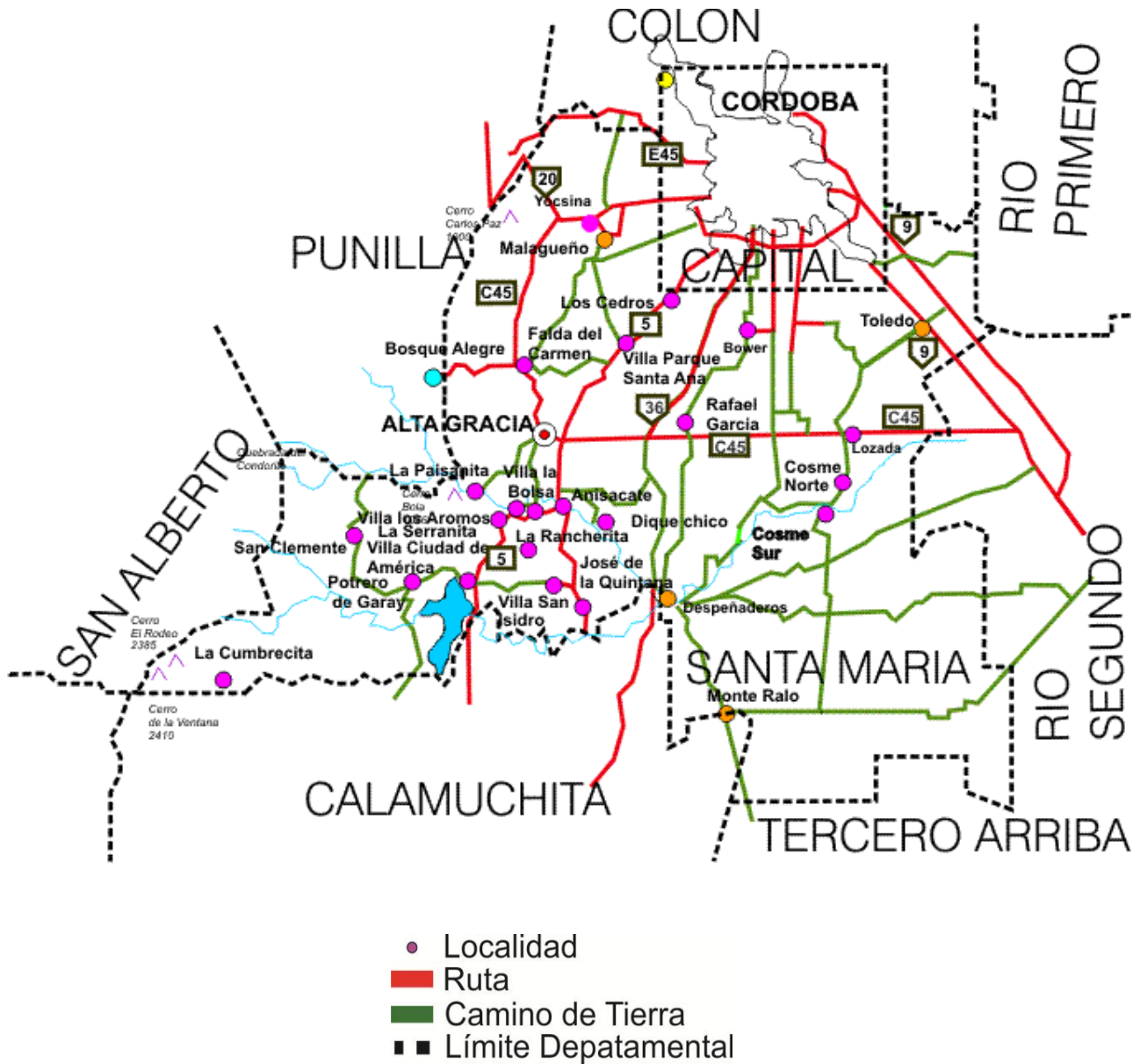
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos. 2009. Caracterización del Sector Agropecuario. Departamento Santa María. Córdoba, Argentina.
- Mongil Manso J., 2004. Desarrollo y aplicación de una metodología destinada al dimensionado de sistemas de recolección de agua para la restauración forestal en zonas áridas. Tesis doctoral. Escuela técnica superior de ingenierías agrarias de Palencia, universidad de Valladolid.
- Moscatelli G. N., Puentes M. I., 1996. Caracterización edáfica de la región. In: Buschiazzo D.E., Panigatti J.L., Babinec J.F. (Eds.), Labranzas en la Región Semiárida. Argentina. INTA, Santa Rosa, Argentina.
- Pietrarelli L. T., 2009. Transformación tecnológica-productiva de sistemas agropecuarios de la región central de la provincia de Córdoba entre 1997 y 2004. Tesis de Magíster en Gestión Ambiental Agropecuaria. Facultad de Cs. Agropecuarias UNC y Facultad de Agronomía y Veterinaria UNRC.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables-INTA, 1998. Estudio y Evaluación de la cuenca de Aportes Hídricos a la Localidad de Colonia Almada. Consorcio Santa Catalina. Departamento Tercero Arriba. Córdoba.
- Sereno R., Apezteguía H. P., Ateca M. R., Bertoni J. C., Esmoriz G. F., Luque R. L., Mendoza Reinoso R. I. y Porcel de Peralta R. 1997. Manual de control de la erosión hídrica. Programa de Evaluación y control de la erosión hídrica. Secretaría de Ciencia y Tecnología – Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- Torre D., 2011. Curso Introductorio del Área de Consolidación “Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas”. Facultad de Cs. Agropecuarias UNC. Agosto 2011.
- USDA-SCS (U. S. Department of Agriculture - Soil Conservation Service). 1972. Curve Number Method. Washington, D. C.
- Vanoli G. Curso Estrategias de gestión y ejecución de obras del Área de Consolidación “Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas”. Facultad de Cs. Agropecuarias UNC. Setiembre 2011.





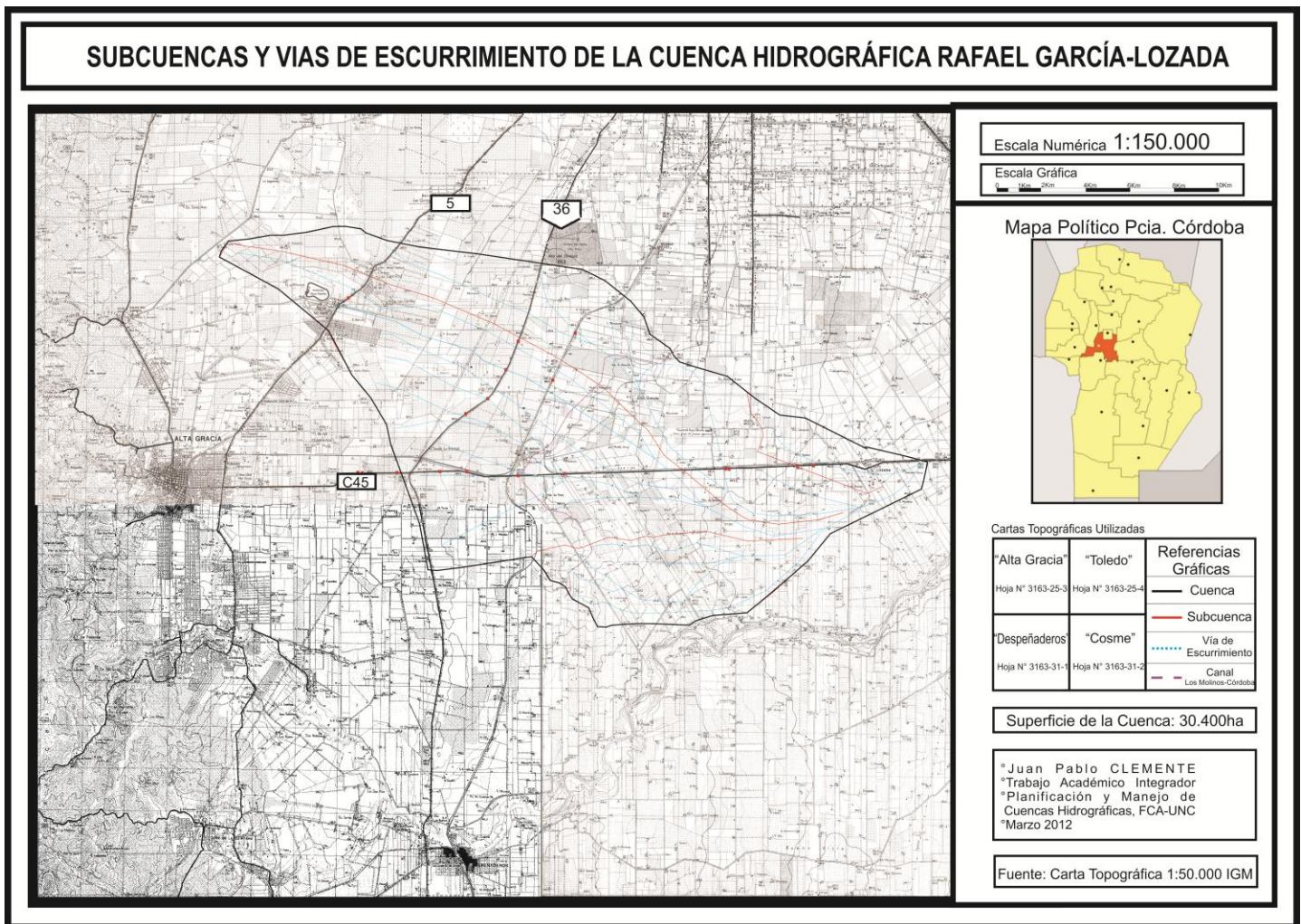
## VII-. ANEXOS

Anexo 1: Mapa Político del Departamento Santa María.



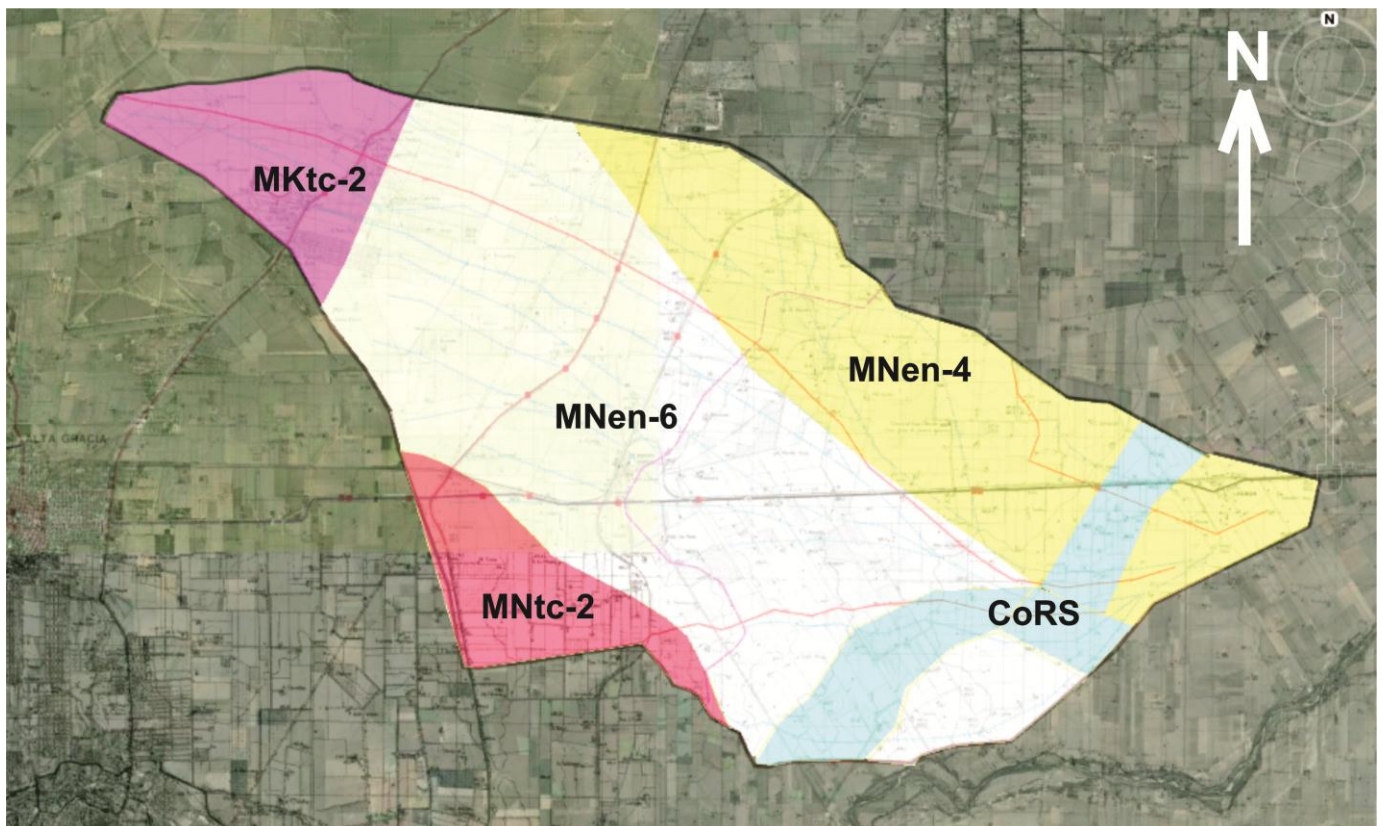


### Anexo 2: Carta Topográfica de la Cuenca



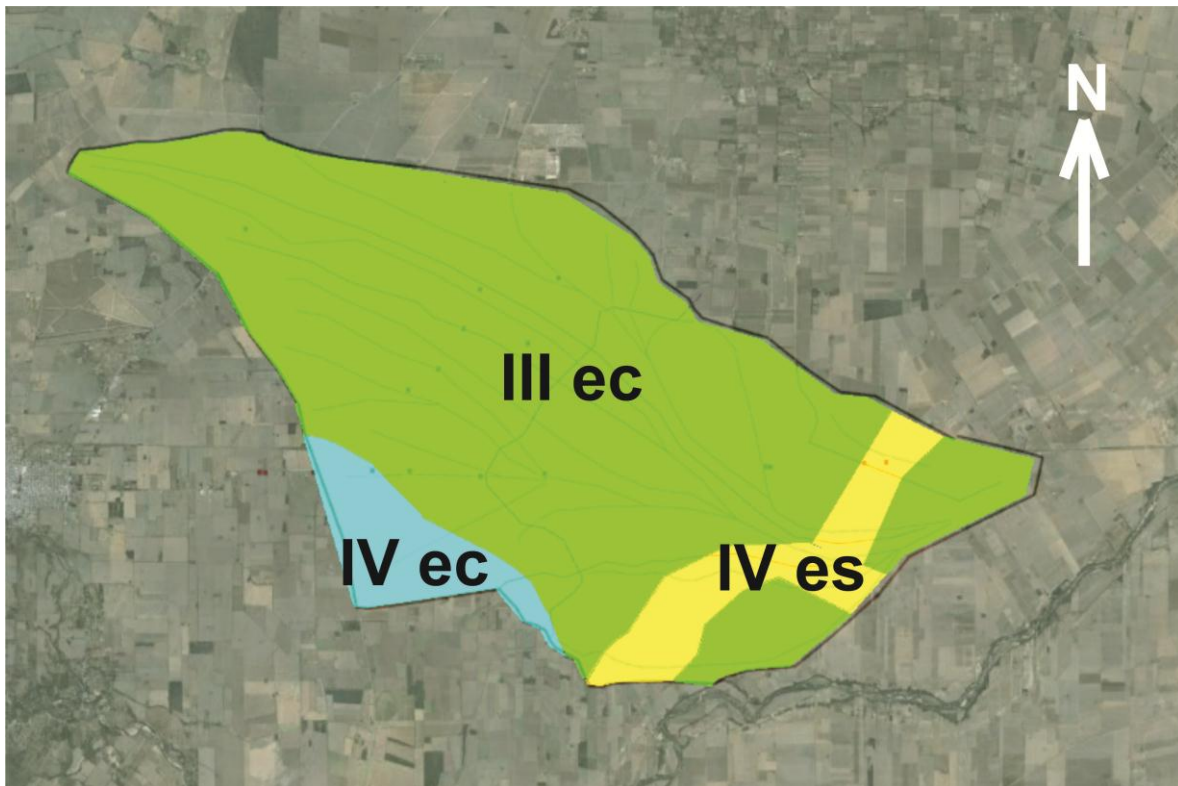


Anexo 3: Unidades Cartográficas de la Cuenca.





Anexo 4: Capacidad de Uso de Suelos de la Cuenca.





**Anexo 5: Tablas para la simulación con Arhymo**

**Condición Real de la Cuenca para la simulación con ARHYMO.**

Cuenca Rafael García-Lozada	Superficie (km <sup>2</sup> )	CN	Diferencia de Altura (m)	Longitud (Km)	Tránsito	Pendiente (m/m)	n de Manning	Longitud (m)
Rurhidro 301	152	80	215	31.2				
Rurhidro 302	40	80	65	11.64	Transhid 2	0.0026	0.04	1880
Rurhidro 303	100	80	180	26.29	Transhid 3	0.0028	0.04	3500
Rurhidro 304	16	80	35	9				

**Condición N°1 de la simulación con ARHYMO para la subcuenca "B".**

Condición N°1	Superficie (km <sup>2</sup> )	CN	Diferencia de Altura (m)	Longitud (Km)	Tránsito	Pendiente (m/m)	n de Manning	Longitud (m)
Rurhidro 301	27	80	100	9.18				
Rurhidro 302	8.5	80	32	3.42	Transhid 2	0.0073	0.04	2170
Rurhidro 303	6.25	80	22	2	Transhid 3	0.0013	0.04	760
Rurhidro 304	7.5	80	23	1.68	Transhid 4	0.0057	0.04	1900
Rurhidro 305	2.25	80	10	1.57	Transhid 5	0.0062	0.04	5730
Rurhidro 306	25.5	80	60	6.57	Transhid 6	0.0030	0.04	7830
Rurhidro 307	13.25	80	30	5				

**Condición N°2 de la simulación con ARHYMO para la subcuenca "B".**

Condición N°2	Superficie (km <sup>2</sup> )	CN	Diferencia de Altura (m)	Longitud (Km)	Tránsito	Pendiente (m/m)	n de Manning	Longitud (m)
Rurhidro 301	27	70	100	9.18				
Rurhidro 302	8.5	70	32	3.42	Transhid 2	0.0073	0.04	2170
Rurhidro 303	6.25	70	22	2	Transhid 3	0.0013	0.04	760
Rurhidro 304	7.5	70	23	1.68	Transhid 4	0.0057	0.04	1900
Rurhidro 305	2.25	70	10	1.57	Transhid 5	0.0062	0.04	5730
Rurhidro 306	25.5	70	60	6.57	Transhid 6	0.0030	0.04	7830
Rurhidro 307	13.25	70	30	5				



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas**



**Anexo 6: Encuestas Realizadas a Productores de la Cuenca.**

ENCUESTA N°	1					
¿Qué Superficie trabaja?	85	ha	+ 15			
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO						
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI	NO			
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	SI	<input checked="" type="radio"/> NO			
	¿Vive en el campo?	SI	<input checked="" type="radio"/> NO			
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	50	ha			
	maíz		ha			
	sorgo	15	ha			
	trigo	-	ha			
	otros <i>Maní</i>	20	ha			
	Rendimiento	20	qq/ha			
	Rendimiento		qq/ha			
	Rendimiento	55	qq/ha			
	Rendimiento		qq/ha			
	Rendimiento	33	qq/ha			
¿Realiza Ganadería?	SI	<input checked="" type="radio"/> NO	¿Realiza pasturas?	SI	NO	
			¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales		ha
				pasturas anuales invernales		ha
				pasturas perennes		ha
				monte		15 ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	50	ha	%			
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjas, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI	NO	ha			
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	SI	<input checked="" type="radio"/> NO				
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción?	<input checked="" type="radio"/> SI	NO				
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)	NO		ha			
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI	NO	<i>CAMINERO N° 378</i>			



ENCUESTA N°	2			
¿Qué Superficie trabaja?	ha			
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	180 ha	
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>	ha	
	¿Vive en el campo?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO		
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	150 ha	Rendimiento 20 qq/ha	
	maiz	15 ha	Rendimiento 50 qq/ha	
	sorgo	15 ha	Rendimiento 40 qq/ha	
	trigo	ha	Rendimiento qq/ha	
	otros <i>poroto negro</i>	40 ha	Rendimiento 10 qq/ha	
¿Realiza Ganadería?	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>	¿Realiza pasturas?	SI NO	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
monte	ha			
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	180 ha	%		
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjás, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>	2 ha		
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>	2 ha		
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción?	SI NO			
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)		ha		
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>			



Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ENCUESTA N°	3			
¿Qué Superficie trabaja?	980	ha		
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI NO	700 ha	
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI NO	280 ha	
	¿Vive en el campo?	<input checked="" type="radio"/> SI NO		
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	650 ha	Rendimiento	25 qq/ha
	maíz	150 ha	Rendimiento	80 qq/ha
	sorgo	180 ha	Rendimiento	60 qq/ha
	trigo	100 ha	Rendimiento	12 qq/ha
	otros	ha	Rendimiento	qq/ha
¿Realiza Ganadería?	SI <input checked="" type="radio"/> NO	¿Realiza pasturas?	SI NO	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
			monte	ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	980	ha	%	
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjas, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	SI <input checked="" type="radio"/> NO		ha	
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	SI <input checked="" type="radio"/> NO			
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción ?	SI <input checked="" type="radio"/> NO			
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)		ha		
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI NO			





Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ENCUESTA N°		4		
¿Qué Superficie trabaja?		450	ha	
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
	¿Vive en el campo?	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	280	ha	
	maíz	100	ha	
	sorgo	70	ha	
	trigo		ha	
	otros		ha	
		Rendimiento	qq/ha	
		Rendimiento	qq/ha	
		Rendimiento	qq/ha	
		Rendimiento	qq/ha	
		Rendimiento	qq/ha	
¿Realiza Ganadería?	SI <input checked="" type="radio"/> NO <input type="radio"/>	¿Realiza pasturas?	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
			monte	ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	108/0	ha	%	
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjas, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	ha	
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción ?	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO		
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)	NO	ha		
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		



Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ENCUESTA N°	5			
¿Qué Superficie trabaja?	300	ha		
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	ha	
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	ha	
	¿Vive en el campo?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO		
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	140	ha Rendimiento qq/ha	
	maíz	80	ha Rendimiento qq/ha	
	sorgo	140	ha Rendimiento qq/ha	
	trigo		ha Rendimiento qq/ha	
	otros		ha Rendimiento qq/ha	
¿Realiza Ganadería?	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>	¿Realiza pasturas?	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
			monte	ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	100%	ha	%	
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjas, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>		ha	
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>			
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción ?	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>			
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)			ha	
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			



Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ENCUESTA N°	6			
¿Qué Superficie trabaja?	265	ha		
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	ha	
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	ha	
	¿Vive en el campo?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO		
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	115	ha Rendimiento 25 qq/ha	
	maíz	72	ha Rendimiento 75 qq/ha	
	sorgo	78	ha Rendimiento 20 qq/ha	
	trigo		ha Rendimiento qq/ha	
	otros		ha Rendimiento qq/ha	
¿Realiza Ganadería?	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	¿Realiza pasturas?	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
			monte	82 ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	265	ha	100 %	
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjás, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO		ha	
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO			
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción ?	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO			
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)	100%	ha		
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			

Consorcio Caminos 12 de Octubre



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas**



ENCUESTA N°	7			
¿Qué Superficie trabaja?	1.000	ha		
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO 600 ha		
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO 400 ha		
	¿Vive en el campo?	SI <input checked="" type="radio"/> NO		
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	150 ha Rendimiento 20 qq/ha		
	maíz	150 ha Rendimiento 50 qq/ha		
	sorgo	700 ha Rendimiento 45 qq/ha		
	trigo	ha Rendimiento qq/ha		
	otros	ha Rendimiento qq/ha		
¿Realiza Ganadería?	SI <input checked="" type="radio"/> NO	¿Realiza pasturas?	SI NO	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
			monte	ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	ha	100 %		
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjás, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	ha		
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción ?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)	NO	ha		
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			



Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ENCUESTA N°		8		
¿Qué Superficie trabaja?		200 ha		
UBIQUE SU CAMPO EN EL PLANO				
TENENCIA DE LA TIERRA	¿Posee Superficie propia (ha)?	SI NO	NO ha	
	¿Posee Superficie arrendada (ha)?	SI NO	SI ha	
	¿Vive en el campo?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO		
¿Cuál es la Superficie anual promedio de cada cultivo? (hectareas)	soja	<del>30/18</del> 20/60 ha	Rendimiento 18 qq/ha	
	maíz	<del>20/60</del> 40/45 ha	Rendimiento 60 qq/ha	
	sorgo		Rendimiento 45 qq/ha	
	trigo		Rendimiento qq/ha	
	otros		Rendimiento qq/ha	
¿Realiza Ganadería?	SI <input checked="" type="radio"/> NO	¿Realiza pasturas?	SI NO	
		¿Cuántas hectareas de cada una?	pasturas anuales estivales	ha
			pasturas anuales invernales	ha
			pasturas perennes	ha
			monte	ha
¿Qué Superficie del campo posee con siembra directa?	200 ha	%		
¿Presenta alguno de los campos problemas de surco, zanjas, ó cárcavas ocasionadas por el agua? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	150 ha		
¿Le ocasiona daño el ingreso de agua de otros campos? (superficie)	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			
¿Cree que algunos de estos problemas limita su producción ?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			
¿Tiene alguna superficie del campo sistematizada con terrazas y canales de desagüe? (superficie)	NO	ha		
¿Pertenece a alguna asociación, cooperativa o consorcio?	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO			



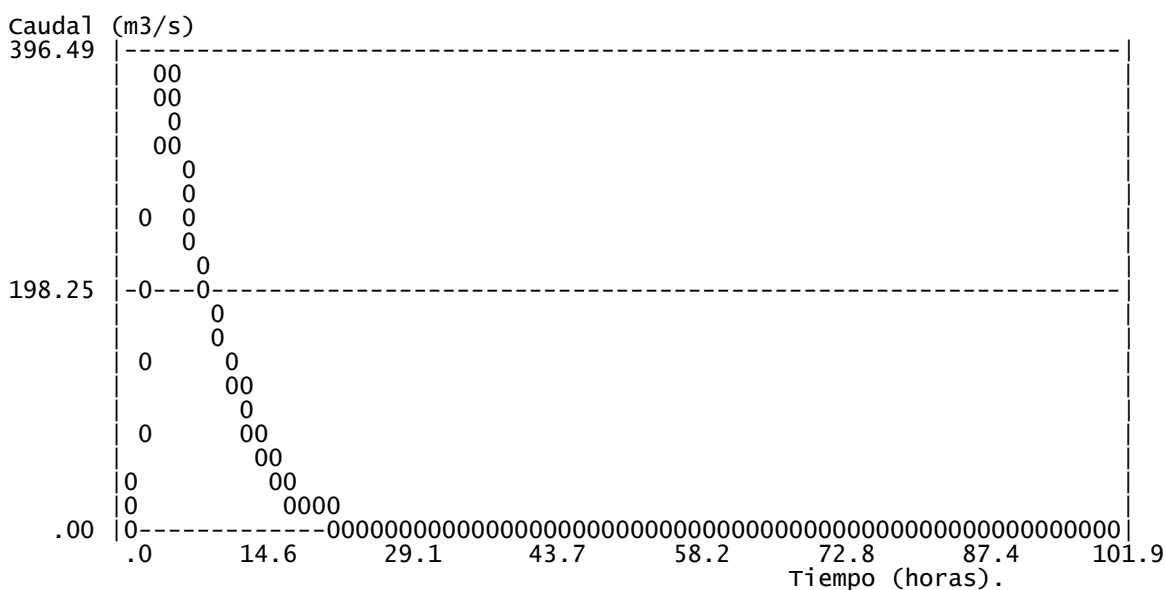
### Anexo 7

#### HIDROGRAMA DE SALIDA PARA LA CONDICION ACTUAL DE LA CUENCA

DT=30 MIN A=152 Km CN=80 IA=-1 HT=215 M L=31,2 KM  
NPREC=1 24.86 48.19 11.8 5.85 3.64 1.63 \*

Escorrentia = 39.9 mm 12.287 Hm3  
Caudal pico = 396.5 m3/s  
Tiempo al pico = 5.13 horas

Hidrograma rea 104



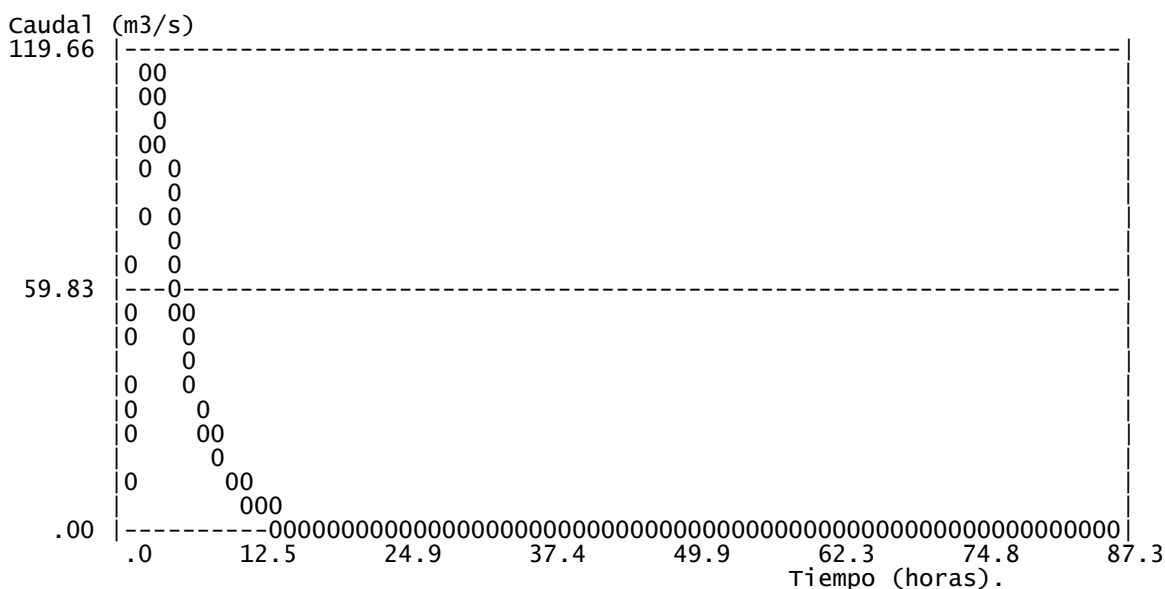


### HIDROGRAMA DE SALIDA PARA LA CONDICION N°1 DE LA SUBCUENCA "B"

RURHIDRO HID DT=30 MIN A=27 Km CN=80 IA=-1 HT=100 M L=9.18 KM  
NPREC=1 24.86 48.19 11.8 5.85 3.64 1.63 \*

Escorrentía = 39.9 mm 2.284 Hm3  
Caudal pico = 119.7 m3/s  
Tiempo al pico = 3.52 horas

Hidrograma rea 107



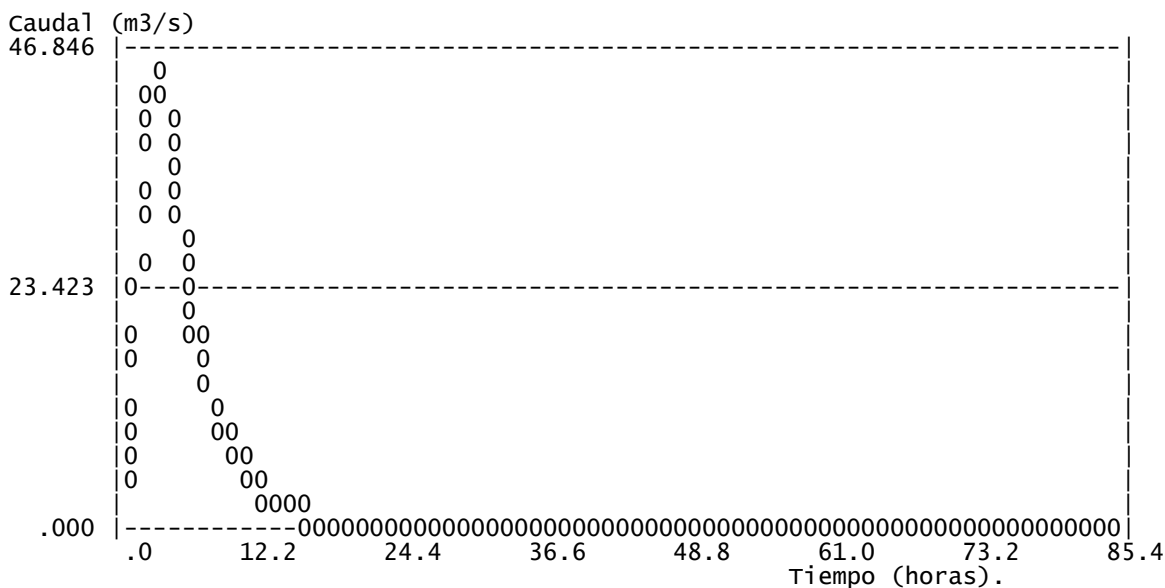


### HIDROGRAMA DE SALIDA PARA LA CONDICION N°2 DE LA SUBCUENCA "B"

RURHIDRO HID DT=30 MIN A=27 Km CN=70 IA=-1 HT=100 M L=9.18 KM  
NPREC=1 24.86 48.19 11.8 5.85 3.64 1.63 \*

Escorrentia = 17.8 mm 1.022 Hm3  
Caudal pico = 46.846 m3/s  
Tiempo al pico = 3.89 horas

Hidrograma rea 107







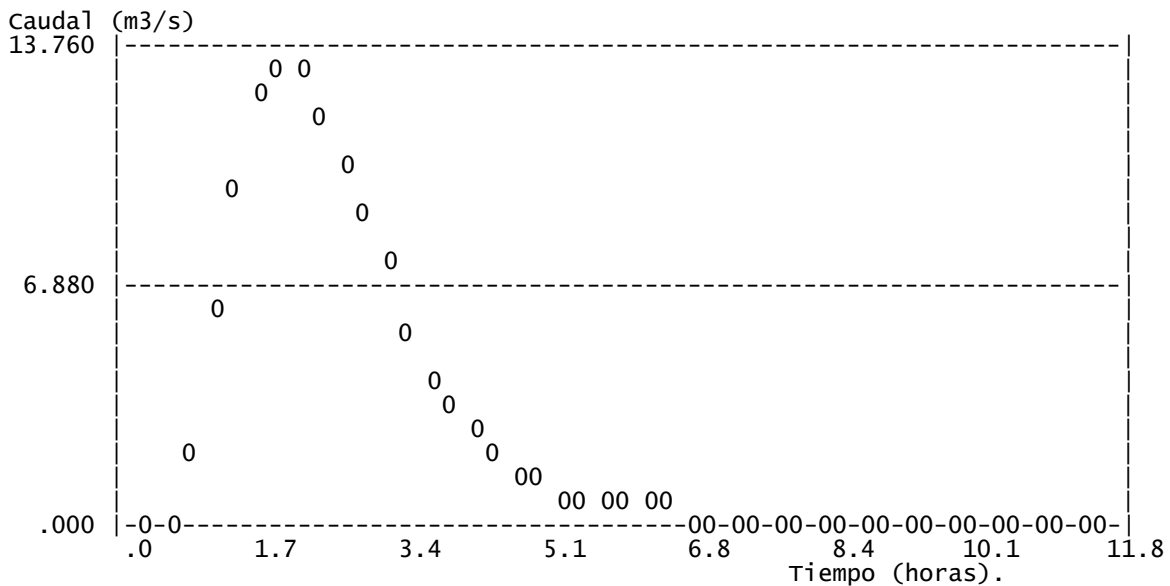
## HIDROGRAMA DE SALIDA PARA LA SIMULACION DE MICROEMBALSE EN LA SUBCUENCA "B"

RURHIDRO HID=301 DT=30 MIN A=7 Km CN=70 IA=-1 HT=40 M L=3.33 KM

NPREC=1 24.86 48.19 11.8 5.85 3.64 1.63 \*

Escorrentía	=	17.8 mm	.125 Hm <sup>3</sup>
Caudal pico	=	13.760 m <sup>3</sup> /s	
Tiempo al pico	=	1.80 horas	
Baricentro	=	2.721 horas	

Hidrograma rea 301



DIMEMB HID=301 QMAX=1 MCS

Hidrograma de entrada 301

Caudal pico :	13.8 m <sup>3</sup> /s
Volumen :	.125 Hm <sup>3</sup>

Caudal máximo aguas abajo : 6.0 m<sup>3</sup>/s

volumen de embalse necesario : .065 Hm<sup>3</sup>