

**Riesgos Ambientales**  
**Susceptibilidad De Erosión En El Curso Medio Del Río Del Agua**

**Eva Milagros SUAREZ**

Instituto de Geografía Aplicada – F.F.H.A. – U.N.S.J.  
evasuarez@ffha.unsj.edu.ar

**Resumen**

El presente trabajo de investigación se enmarca en el Proyecto “*Evaluación Integral del Sistema de Lagunas del Departamento Sarmiento*” (Código 21/F902) que se ejecuta en ámbito del Instituto de Geografía Aplicada (F.F.H.A. - U.N.S.J.)

La propuesta se sustenta en la necesidad de diagnosticar la susceptibilidad de erosión frente al peligro aluvional en el curso medio del río Del Agua donde se ubica el “*asentamiento Pedernal*”, en relación con las cuencas que confluyen en el dique “*Las Crucecitas*”, parte de la gran cuenca del río “*Del Agua*”, uno de los cauces precordilleranos de mayor aporte de caudales al sistema lagunar de Guanacache.

El río Del Agua tiene su alimentación por deshielo en las altas cumbres de la sierra del Tontal por encima de los 3.500 metros y es el único cauce permanente, que se incrementa eventualmente, por aporte de grandes volúmenes de agua, provenientes de importantes precipitaciones pluviales que se suceden en las cuencas y que provocan violentas crecidas periódicas en verano, acompañadas de grandes masas de material de arrastre y en suspensión.

El escurrimiento superficial es a través de arroyos de régimen transitorio que sólo llevan agua en forma esporádica entre los meses de diciembre a marzo debido a las precipitaciones estivales, por lo común dominados por chaparrones de corta duración y gran intensidad.

El área de estudio se ubica al oeste del departamento Sarmiento, en el sector sur precordillerano, a unos 96 km al SO de la ciudad de San Juan. En él se desarrollan diversas manifestaciones humanas, tales como: estancias (“*El Durazno*” y “*La Posta*”), asentamiento de Pedernal, diques (“*Las Crucecitas*” y “*Los Loros*”) y R.N. 153 “*Los Berros-Barreal*”.

En el análisis se han utilizado una serie de aspectos cualitativos de la red de drenaje que fueron aplicados en el análisis de la dinámica hídrica de la cuenca, como el análisis de tipologías de redes, características de los cauces principales y características de los lechos fluviales, los cuales fueron integrados para elaborar la carta de susceptibilidad de erosión del área de estudio.

**Palabras Claves:** cuenca - morfometría - cartografía – erosión



## Introducción

El presente trabajo de investigación se enmarca en el Proyecto “*Evaluación Integral del Sistema de Lagunas del Departamento Sarmiento*” (Código 21/F902) que se ejecuta en ámbito del Instituto de Geografía Aplicada (F.F.H.A. - U.N.S.J.)

La propuesta se sustenta en la necesidad de diagnosticar la susceptibilidad de erosión frente al peligro aluvional en el curso medio del río Del Agua donde se ubica el “*asentamiento Pedernal*”, en relación con las cuencas que confluyen en el dique “*Las Crucecitas*”, parte de la gran cuenca del río “*Del Agua*”, uno de los cauces precordilleranos de mayor aporte de caudales al sistema lagunar de Guanacache.

En el análisis se han utilizado una serie de aspectos cualitativos de la red de drenaje que fueron aplicados en el análisis de la dinámica hídrica de la cuenca, como el análisis de tipologías de redes, características de los cauces principales y características de los lechos fluviales, los cuales fueron integrados para elaborar la carta de susceptibilidad de erosión del área de estudio.

### 1.1. Dinámica Hídrica de la Cuenca

El río Del Agua tiene su alimentación por deshielo en las altas cumbres de la sierra del Tontal por encima de los 3.500 metros y es el único cauce permanente, que se incrementa eventualmente, por aporte de grandes volúmenes de agua, provenientes de importantes precipitaciones pluviales que se suceden en las cuencas y que provocan violentas crecidas periódicas en verano, acompañadas de grandes masas de material de arrastre y en suspensión.

El escurrimiento superficial es a través de arroyos de régimen transitorio que sólo llevan agua en forma esporádica entre los meses de diciembre a marzo debido a las precipitaciones estivales, por lo común dominados por chaparrones de corta duración y gran intensidad.

Según Capitanelli la región climática en el área de estudio es la “subtropical continental, con precipitaciones máximas en verano, en un dominio geomorfológico heterogéneo, con un clima sin verano térmico, de la montaña (Precordillera), tipo Villavicencio (Mendoza), allí no existe el verano térmico por la altitud y la temperatura media anual de 10,5°C (máxima absoluta: 32,4°C y mínima absoluta -11,5°C); en tanto que las precipitaciones, incrementadas por la orografía, alcanzan 325 mm; con una evapotranspiración potencial 625 mm. lo que arroja un déficit anual de agua de 300 mm.” (Capitanelli, 1988: 113)

En forma específica para los valles de los alrededores de *Pedernal*, quien estudia los valores pluviométricos es Minetti (1986), quien estimó las precipitaciones medias anuales para las estaciones Nikes y Acequión en 269,4 mm y 186,5 mm; en tanto que para *Pedernal* lo hizo en 186,9 mm.

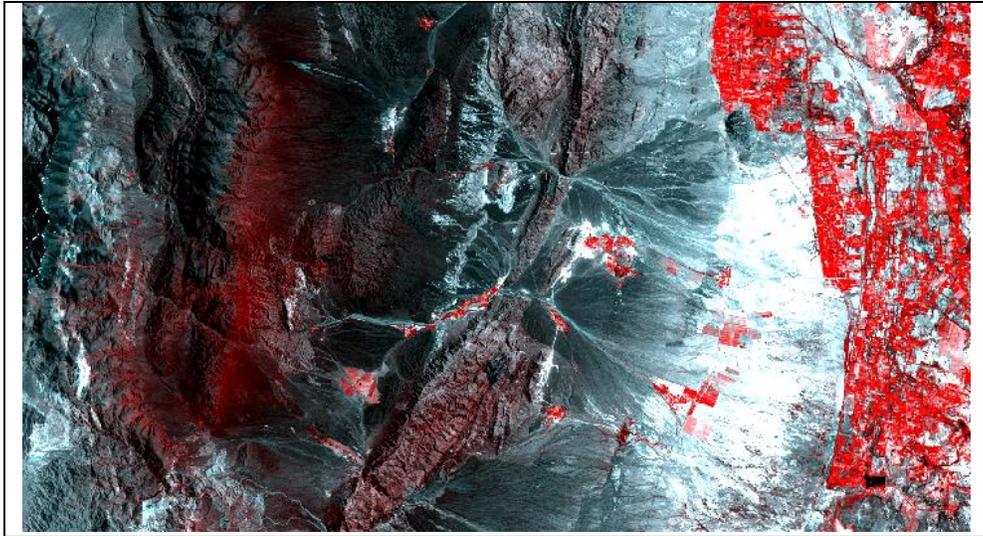
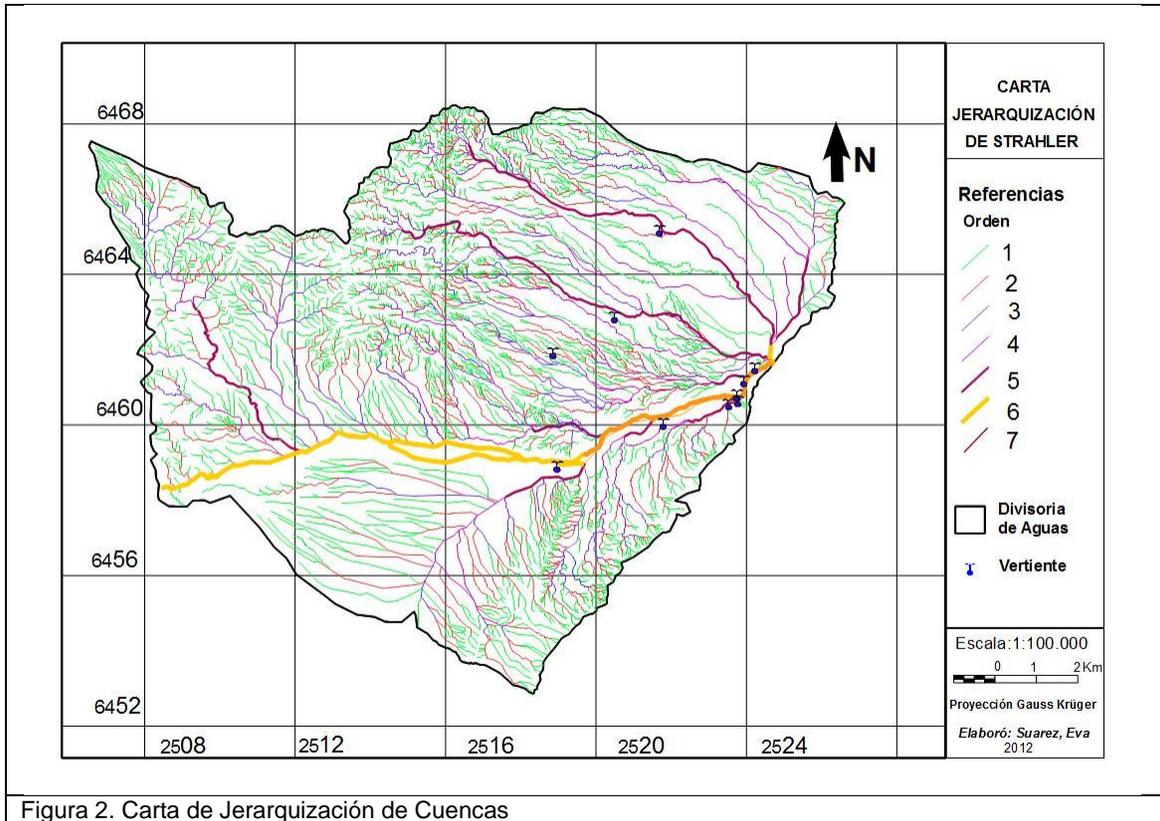


Figura 1. Imagen Landsat (232/82) Nov 2002, Composición 234.

Esto se corrobora con la Figura 3 donde se observa en la Imagen Landsat (232/82) correspondiente al mes de noviembre de 2002, en una Composición 234 (falso color), con color rojo intenso la vegetación en las laderas orientales, donde se manifiestan las lluvias orográficas provenientes del anticiclón del Atlántico Sur. Se advierte además el ingreso de las masas de aire por algunas de las quebradas a la ladera oriental del Tontal, como así también la presencia de cuatro vertientes asociadas a la tectónica de su cuenca alta. También se aprecian las áreas de cultivo irrigadas del valle de Tulum hacia la derecha, y las zonas del piedemonte situadas al Oeste del departamento Sarmiento en relación con el abanico aluvial del río del Agua.

Los rasgos hidrográficos del río del Agua más significativos en relación con su cuenca alta y media son: su alimentación por deshielo en las altas cumbres de la sierra del Tontal por encima de los 3.500 metros y es el único cauce permanente, que se incrementa eventualmente, por aporte de grandes volúmenes de agua, provenientes de importantes precipitaciones pluviales que se suceden en las cuencas y que provocan violentas crecidas periódicas en verano, acompañadas de grandes masas de material de arrastre y en suspensión.

La cuenca hidrográfica del *río del Agua* en su curso medio tiene una superficie aproximada de 188.052,928 km<sup>2</sup>, con una altitud máxima de 2.240 m y una mínima 1.060 (en *dique Las Crucecitas*). Para la elaboración de la carta de jerarquización de cuencas se realizó el mapeo de cauces por medio de imágenes de Google Earth (con altura de ojo de 4 km) y el modelo digital de elevaciones.



Una vez mapeados los cauces, se realizó la jerarquización de todos sus cauces a partir de la aplicación de la técnica de Strahler. Los cursos se estructuraron en cuencas de hasta séptimo orden.

Tabla 1. Número de Segmentos de Cauces de la Cuenca del río Del Agua en su curso Medio

Órdenes Jerárquicos	1	2	3	4	5	6	7	Total
Curso Medio del río Del Agua	1.978	475	124	45	7	2	1	2.633

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 permite apreciar que las cuencas consideradas tienen un comportamiento acorde con la primer ley de Horton. Luego fueron reconocidas unidades de diagnóstico de tamaño variable: diez subcuencas de orden 5, dos de orden 6 englobando buena parte de las de órdenes inferiores, el séptimo orden engloba a todas al ser el final de la cuenca.

## 1.2 Tipología de red de drenaje

Con posterioridad, se procedió a la identificación de diversas tipologías, a saber:

Tabla 2. Tipología de las Principales Subcuencas del Curso Medio

Subcuencas de 5º orden	Subcuencas de 6º orden	Cuenca del Río del Agua
Pichanalito – Paralela	Río Los Loros – Dendrítica	Río del Agua – Dendrítica
El Manchao – Dendrítica		
Ceferino – Dendrítica		
Seco – Dendrítica	Río del Agua - Angulada y Paralela	
Argüello – Dendrítica		
Puesto de los Algarrobos - Dendrítica		
Agua del Baño – Paralela		
La Posta – Dendrítica		
Las Yeseras – Dendrítica		

Fuente: Elaboración propia

*“Las redes paralelas se originan fundamentalmente por causas orográficas (fuertes pendientes que condicionan trazados rectilíneos a causas de la energía hídrica), salvo, en contadas excepciones, cuando se presenta alguna falla de considerable extensión o alguna discontinuidad litológica rectilínea. En algunos casos se conservan ciertos aspectos dendríticos (red en lengüeta) por causas litológicas pero el desnivel condiciona fundamentalmente la red” (Vich, 1999: 4/5).*

También se procedió a la identificación de los cauces principales de cada unidad de diagnóstico con objeto de calcular su sinuosidad

Tabla 3. Sinuosidad Hidráulica

Cauce Principal	Longitud (km)	Long Valle (km)	I. Sinuosidad Hidráulica	Sinuosidad Hidráulica
Pichanalito	0,282	9,224	0,03	Rectilíneo
El Manchao	11,179	11,339	0,98	Rectilíneo
Ceferino	15,899	12,001	1,32	Transicional
Seco	3,539	10,871	0,32	Rectilíneo
Argüello	1,664	5,265	0,31	Rectilíneo
Puesto de los Algarrobos	2,077	2,716	0,76	Rectilíneo
Agua del Baño	2,470	10,197	0,24	Rectilíneo
La Posta	0,966	4,526	0,21	Rectilíneo
Las Yeseras	6,243	9,824	0,64	Rectilíneo
Los Loros	0,517	0,466	1,11	Rectilíneo
Del Agua	44,477	37,421	1,18	Rectilíneo

Fuente: Elaboración propia

Un último análisis tipológico se centró en identificar el material predominante del lecho de los cauces principales mediante trabajo de campo. Si bien los puntos de control seleccionados se caracterizan por la presencia de material de tamaños variables, es posible definir el material preferente: rocas, cantos rodados, guijarros, gravas, arenas, limos, arcillas y arcillas en función de la clasificación de Gregory & Walling (1973)

La presencia es significativa del material que puede acarrear el río en forma esporádica. Más aún si están presentes materiales como rocas o cantos rodados de dimensiones similares, lo que puede confirmar que los materiales han sido transportados en un largo recorrido. Por el contrario, aquellos lechos en los que la presencia de guijarros o material de mayor diámetro es escasa o nula (al menos en superficie) revelan la acción predominante de la deposición.

Tabla 4. Tipos de Lechos

Cauce Principal	Tipo de Lecho							Tamaño Predominante
	Roca	Cantos	Guijarros	Grava	Arena	Limo	Arcilla	
Pichanalito				x	x			Arena
El Manchao			x	x	x			Arena
Ceferino				x	x			Arena
Seco			x	x	x			Arena
Argüello		x	x	x	x			Guijarros y cantos
Puesto de los Algarrobos			x	x	x			Arena
Agua del Baño	x	x	x	x				Rocas y cantos rodados
La Posta	x	x	x	x	x			Rocas y cantos rodados
Las Yeseras		x	x	x				Rocas y cantos rodados
Los Loros			x	x	x			Arena
Del Agua	x	x	x		x	x	x	Rocas y cantos rodados

Fuente: Elaboración propia

En función de los tres tipos de caracteres cualitativos que indican los aspectos erosivos de la red de drenaje se puede establecer una clasificación de la erosión hídrica en función de su magnitud.

Para ello se han asignado valores en función de la energía teórica que muestran estos aspectos cualitativos. La idea se ha basado en la valoración cualitativa que realiza van Zuidam (1978) de diversos aspectos erosivos de parcelas de cultivo, en los que las cifras más elevadas indican una mayor energía erosiva:

Tabla 5. Valorador de Tipos de Red

<b>Tipología de la red</b>					
Dendrítica y retorcida	1	Subdedrítica y subparalela	2	Angulada y paralela	3
<b>Sinuosidad del Cauce</b>					
Tortuoso e irregular	1	Regular y transicional	2	Rectilíneo	3
<b>Tipo de Lecho</b>					
Material Fino( < 64 mm)	1	Con guijarros y cantos	2	Guijarros y cantos sin caudal	3
Con rocas y cantos rodados	3	Rocas y cantos sin caudal	4		
<b>Tipo de márgenes</b>					
De acumulación	1	Mixta	2	Roca aflorante	3

Fuente: Elaboración propia

Las cuencas ubicadas en la margen izquierda del *río del Agua* y en el piedemonte del cordón que contiene en su mayor elevación al *Cerro Punta del Cerro* aportan los valores más bajos debido a recorridos sinuosos de sus cauces y a una pendiente menos acusada, por ello una menor fuerza erosiva.

Tabla 6. Susceptibilidad a la Erosión

Red de drenaje	Tipología	Sinuosidad	Tipo de Lecho	Márgenes	Valor final
Pichanalito	2	3	1	1	7
El Manchao	1	3	1	1	6
Ceferino	1	2	1	1	5
Seco	1	3	1	2	8
Argüello	1	3	2	2	8
Puesto de los Algarrobos	1	3	1	2	9
Agua del Baño	2	3	3	2	10
La Posta	1	3	3	2	9
Las Yeseras	1	3	4	2	10
Los Loros	1	3	1	1	6
Del Agua	3	3	3	3	12

Fuente: Elaboración propia

Los mayores índices de actividad fluvial corresponden a la red de drenaje del *río Las Yeseras* provenientes de la *sierra de Bachongo*, y las redes de la margen derecha del curso medio del *río del Agua*, ya que deben salvar fuertes desniveles con suelos potencialmente muy erosionables producto de la neotectónica de la zona.

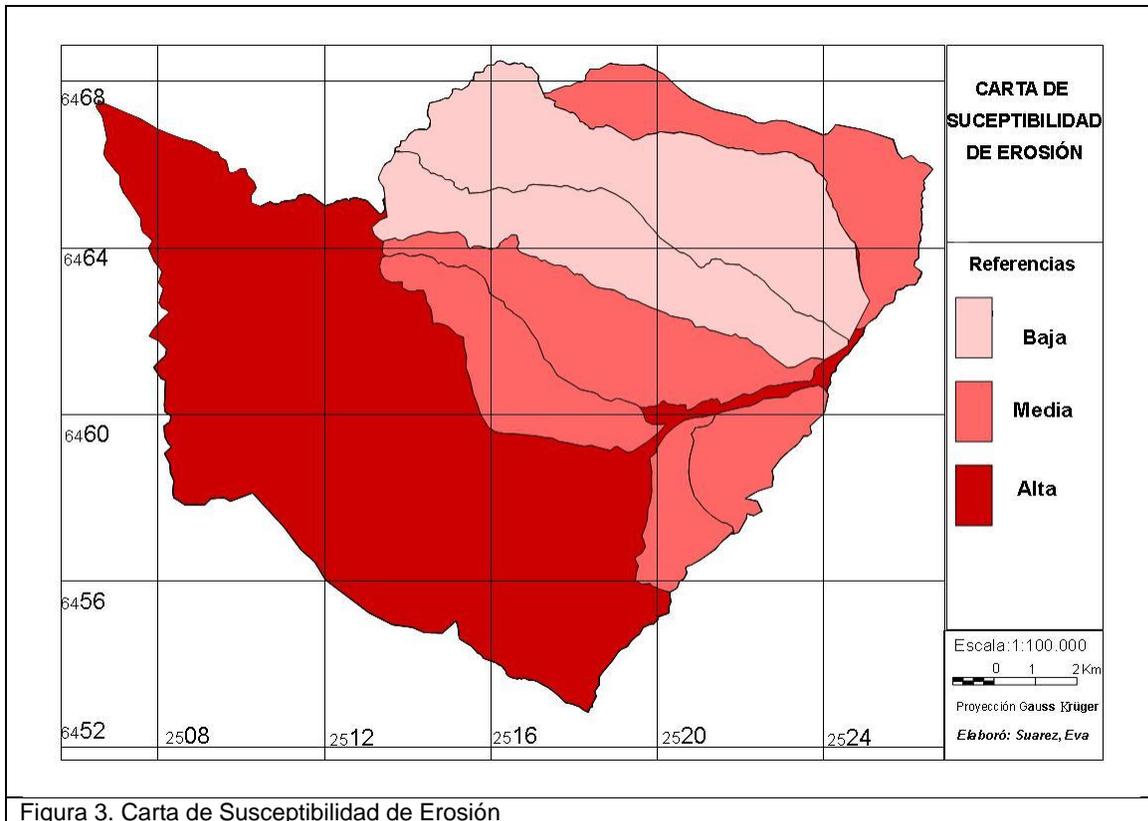


Figura 3. Carta de Susceptibilidad de Erosión

Los niveles de susceptibilidad media y baja recaen en mayor número en las cuencas que descienden de los ambientes pedemontanos de glacis con pendientes leve.