

ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE RIVAS  
ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN JORGE



Alcaldía Municipal de San Jorge

SUELOS, CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y  
CONFLICTOS DE USO EN EL MUNICIPIO SAN JORGE



Elaborado por: Ph.D. Efraín Acuña, Ph.D. Carlos Zelaya, M.C. César Aguirre,  
Ph.D. Martha Orozco

Septiembre, 2008

## I. INTRODUCCIÓN

El manejo inapropiado al cual ha sido sometido durante décadas los recursos naturales (principalmente suelos, agua y bosques), propiciado por políticas y estrategias de desarrollo inadecuadas y el impacto de numerosos fenómenos naturales (sequías, huracanes y tormentas tropicales) que han afectado el territorio, ha traído como consecuencia serios problemas sociales, económicos y ambientales, ponen en riesgo el bienestar de la presente y futuras generaciones.

Por el contrario, los enfoques emergentes de desarrollo sustentable con base en el territorio y a diferentes escalas espaciales, ayudan a analizar de una manera integral las estrategias y acciones, que incluyen el uso y manejo sostenible de los recursos naturales. Además, señalan la necesidad de promover una efectiva coordinación institucional y crear los espacios para la plena participación de los diferentes actores en la ejecución, monitoreo y evaluación de las estrategias y acciones de desarrollo.

El enfoque territorial de desarrollo, que promueven las agencias internacionales y sus contrapartes nacionales -las entidades gubernamentales y no gubernamentales-, se dirige a los niveles municipal y departamental. La elaboración de Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial es parte de esa estrategia; es en este sentido que la Asociación de Municipios de Rivas “AMUR”, en coordinación con la Municipalidad Regional del Condado Hollines-de-L’Outaouais (Canadá), DECOSUR/IDR-UE, MASRENACE/GTZ/APDEL/DANIDA, promueven la elaboración de “Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial” en los municipios de Rivas.

Se pretende que estos planes sean un instrumentos de planificación y gestión del desarrollo, que contemple una propuesta concertada para la mejor distribución de las actividades en el espacio, tomando en cuenta sus potencialidades, limitantes y conflictos, la mejor organización funcional del territorio y la posibilidad de usos múltiples, que permitan mejorar la calidad y nivel de vida de los habitantes

La formulación del PDOT requiere la implementación de una serie de procesos de análisis, síntesis de los aspectos naturales, sociales, económicos, políticos, administrativos y legales en las dimensiones urbano – rural. No obstante, la carencia de información confiable y actualizada, especialmente del recurso suelos y capacidad de uso de la tierra, ha repercutido negativamente en el avance de los procesos de ordenamiento territorial y en la elaboración de políticas, planes y proyectos de desarrollo, acordes a las restricciones y potencialidades de cada territorio en particular.

De acuerdo con Zinck (2005), la información de suelos es útil para detectar conflictos de uso, evaluar las aptitudes de las tierras para uso agrícola y uso urbano, establecer escenarios de uso de las tierras y proponer esquemas de usos preferidos. Además, las propiedades edáficas y la posición de los suelos en el paisaje determinan su susceptibilidad a ser dañados por procesos tales como erosión laminar, incisión de cárcavas y movimientos en masa.

En el presente documento se describen los suelos del municipio de San Jorge, el uso que se les está dando, se evalúa la capacidad de usos de la tierra y los conflictos de uso, puntualizando los problemas más destacados y delimitando las áreas críticas. Además, se propone una serie de estrategias y acciones que conlleven a manejar y conservar este recurso.

## II. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO SAN JORGE

En el municipio San Jorge se identifican cinco series de suelos (ver figura 2): Buenos Aires (38.24 %), Rivas (30.52 %), San Rafael (13.4 %), Nahualapa (0.68 %) e Ingenio Dolores (0.24 %), así como suelos misceláneos: Suelos Vérticos (5.28 %), Vertisoles (4.92 %), Tierras Aluviales (2.76 %) Tierras Aluviales (2.76 %), Cárcavas, (1.6%), Tierras Coluviales (0.44 %) y Playas (0.36 %). A continuación se describen los suelos presentes en el municipio.

### 2.1. Descripción de las series de suelos

#### 2.1.1. Serie Buenos Aires (BA)

La serie Buenos Aires consiste de suelos francos a franco arcillosos, en pendientes entre 0 y 8 %, profundos, bien drenados, con permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderadamente alta y una zona radicular profunda; se derivan de ceniza volcánica reciente que descansa sobre sedimentos más viejos. Tienen pH neutro, son pobres en materia orgánica y fósforo, ricos en potasio disponible, con una capacidad de intercambio de cationes (CIC) de media a alta y saturación de bases alta. Ocupan un área de 9.56 km<sup>2</sup>, equivalente al 38.24 % del territorio municipal. Están siendo usados principalmente para plátano, frutales y viviendas.



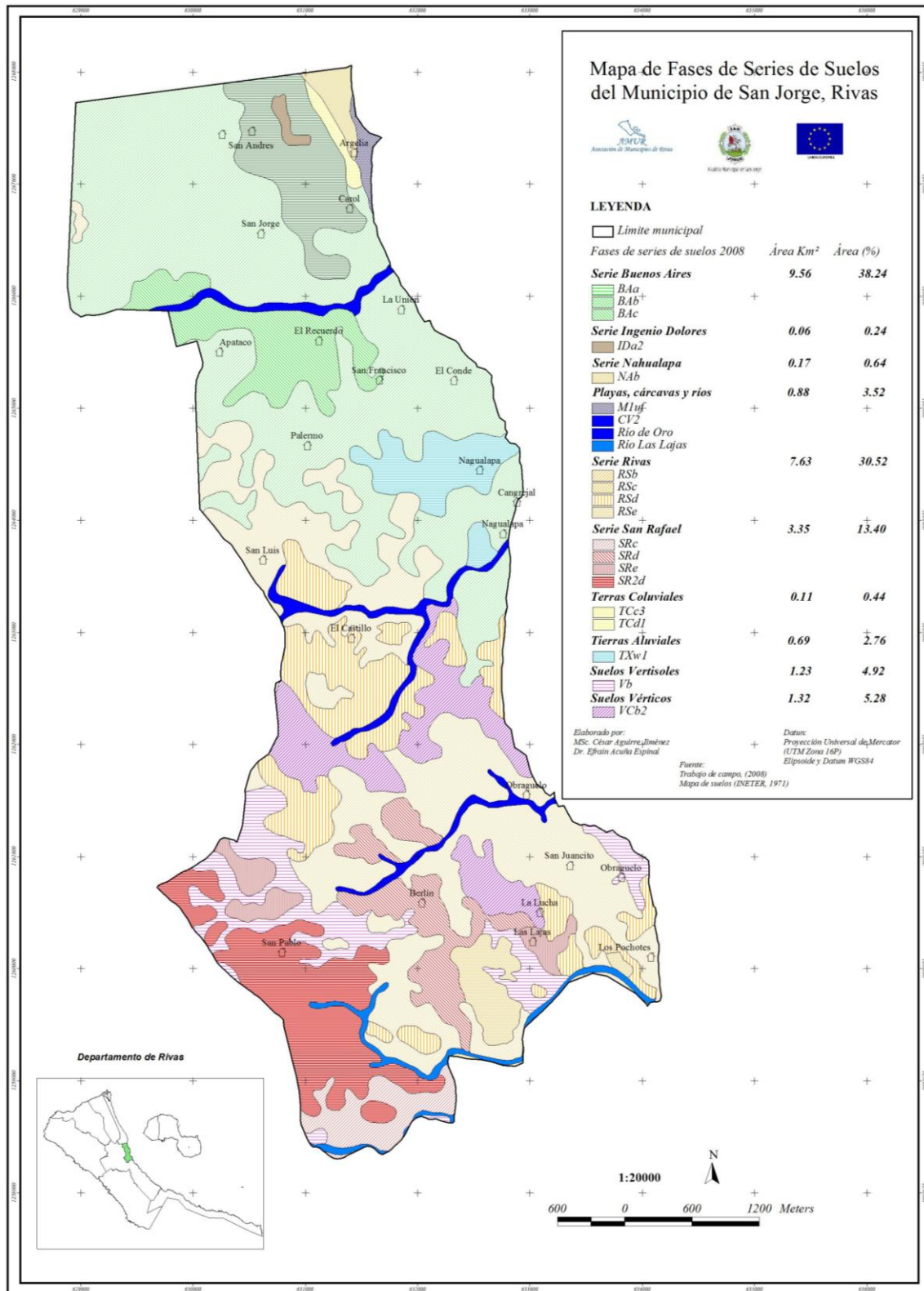
*Fig. 1 Perfil de suelos BAb*

#### Fases de la Serie de Suelos Buenos Aires

Fase	Descripción	Área Km <sup>2</sup> / % Área total
<b>BAa</b>	Suelo típico de la serie, de textura franca a franco arcillosa, en pendientes de 0 a 1.5 %, con escurrimiento superficial lento y el riesgo de erosión casi nulo. Es apto para la mayoría de cultivos propios de la zona y no se requieren prácticas especiales, excepto el buen manejo del para la conservación del mismo.	1.06 4.24
<b>BAb</b>	Suelo franco a franco arcilloso, en pendientes de 1.5 a 4 %, drenaje moderado y riesgo de erosión moderado. Es apto para la mayoría de cultivos propios de la zona, pero se requieren prácticas simples de conservación de suelos tales como cultivos en contorno, mínima labranza, manejo de rastrojos, terrazas, fertilización, entre otras.	7.39 29.56
<b>BAc</b>	Suelo franco a franco arcilloso, en pendientes de 4 a 8 %, con escurrimiento superficial medio y erosión leve a moderada. Es apto para la mayoría de los cultivos propios de la zona, pero se requieren prácticas especiales de conservación de suelos. Debido a sus características favorables para la elaboración se de ladrillos, se extraen los 90 cm de suelo superficial, principalmente en el sector de Apataco; por tanto, se requiere aplicar medidas de restauración de suelos que conlleven a contrarrestar los efectos en la productividad y en el ambiente, originados a partir de esta práctica	1.11 4.44



Fig. 2 Mapa de fases de series de suelos del municipio San Jorge



El perfil de suelo descrito para la fase BAb presenta las siguientes características

Horizonte	Características
<b>A</b> 0 a 35 cm	Color 7.5YR 2.5/2, textura franca, estructura granular compuesta, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes micro y mesoporos, límite gradual y ondulado, abundantes raíces medias y finas, pocas gruesas. Con pH neutro (7.38), pobre en materia orgánica (1.5 %), pobre en fósforo (n.d.) y alto potasio disponible (1.55 meq/100 gr de suelo), CIC alta (26.61 meq/100 gr) y saturación de bases alta (81.92 %).
<b>Bw<sub>1</sub></b> 35 a 49 cm	Color 10YR 3/3, textura franca, estructura granular compuesta, consistencia friable en húmedo, plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes micro y mesoporos, algunos macroporos, límite neto y plano, abundantes raíces finas, pocas medias y algunas gruesas. Con pH neutro (6.92), pobre en materia orgánica (0.80 %), pobre en fósforo (n.d.) y alto en potasio disponible (1.92 meq/100 gr), CIC alta (31.19 meq/100 gr) y saturación de bases alta (83.04 %).
<b>Bw<sub>2</sub></b> 49 a 75 cm	Color 10YR 3/4, textura franca, estructura en bloques subangulares medios y finos, consistencia ligeramente friable en húmedo, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes microporos y mesoporos, límite neto y plano, algunas raíces finas. Con pH neutro (7.08), pobre en materia orgánica (0.61 %), contenido pobre en fósforo (n.d.) y alto en potasio disponible (1.02 meq/100 gr), CIC alta (30.49 meq/100 gr) y saturación de bases de alta (77.04%).
<b>Bmq</b> 75 a 85 cm	Color 2.5Y 4/3, color de ceniza cementada 5Y 3/1, textura franco arcillosa con grava, estructura masiva, consistencia firme, limite neto y plano
<b>2Bw</b> 85 a 123 cm	Color 10YR 3/6, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares grandes y medios, consistencia muy friable en húmedo, plástico y adhesivo en mojado, abundantes mesoporos, límite gradual y ondulado, frecuentes raíces.
<b>BC</b> 123 a 140 cm	Color 10YR 4/4, textura franca, estructura en bloques subangulares grandes y medios, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundante microporos y algunos mesoporos.

*Fig. 3 Suelo BA usado con plátano*



### 2.1.2. Serie Rivas (RS)

Consiste de suelos arcillosos, en pendientes de 2 a 30 %, profundos a superficiales, bien drenados, pardo oscuros con subsuelo pardo amarillento, permeabilidad moderadamente lenta, capacidad de humedad disponible moderada. Se derivan de areniscas y lutitas que se encuentran en la planicie moderadamente disectada paralela a la carretera Panamericana. Tienen pH muy ligeramente ácido, son pobres en materia orgánica y fósforo, ricos en potasio disponible, con una CIC y saturación de bases alta. Cubren un área de 7.63 km<sup>2</sup>, equivalente al 30.52 % del territorio municipal. Están asociados con los suelos Buenos Aires y con algunos suelos Vérticos y Vertisoles; por el sur limitan con los suelos ondulados y escarpados de San Rafael.



Fig. 4 Perfil de suelos RSc

#### Fases de la serie Rivas (RS)

Fase	Descripción	Área Km <sup>2</sup> / % Área total
<b>RSb</b>	Suelos franco arcillosos, en pendiente de 1.5 a 4 %, moderadamente profundo. Es apto para sorgo y maíz, moderadamente apto para otros cultivos propios de la zona, y pobremente adaptado para musáceas; para cultivos anuales de surco se requieren prácticas de conservación de suelos. La mayor parte del área se encuentra entre el sector de La Galpa y el río Las Lajas, y están siendo usados con pastos	0.04 0.01
<b>RSc</b>	Suelos franco arcillosos a arcillosos, en pendiente de 4 a 8 %, con escurrimiento superficial moderado; gran parte del área está de moderada a severamente erosionada. Son aptos para maíz y sorgo y moderadamente aptos para la mayoría de otros cultivos propios de la región, pero pobremente adaptados para musáceas. Debido a la alta susceptibilidad a la erosión, se requiere de prácticas intensivas de conservación de suelos.	4.99 19.96
<b>RSd</b>	Suelos franco arcillosos a arcillosos en pendiente de 8 a 15 %, con escurrimiento superficial moderadamente rápido, la mayor parte del área está de moderadamente a severamente erosionada. Van de profundos a moderadamente superficiales, pero algunas áreas son superficiales, principalmente en áreas ubicadas al sur y suroeste de la desembocadura del Río Las Lajas. Debido al riesgo de erosión, estos suelos son más aptos para pastos con árboles y forestal	2.22 8.88
<b>RSe</b>	Suelos franco arcillosos a arcillosos en pendiente de 15 a 30 %, profundos a moderadamente superficiales, pero algunas áreas son superficiales, de moderado a severamente erosionados. Son aptos para forestal y pastos con árboles, pero evitando el sobrepastoreo y cuidando de mantener una cobertura permanente para reducir la erosión.	0.41 1.64



El perfil descrito en la Fase RSd presenta las siguientes características

<b>Horizonte</b>	<b>Características</b>
<p><b>A</b> 0 a 19 cm</p>	<p>Color 7.5YR 3/2, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y finos, consistencia ligeramente firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundante micro y pocos mesoporos, límite gradual y ondulado, abundantes raíces finas. Con pH muy ligeramente ácido (6.62), pobre en materia orgánica (1.75 %), pobre en fósforo (n.d.) y alto en potasio disponible (0.76 meq/100 gr de suelo), CIC alta (34.09 meq/100 gr) y saturación de bases alta (69.52 %).</p>
<p><b>Bt<sub>1</sub></b> 19 a 31 cm</p>	<p>Color 7.5YR 3/3, textura arcillosa, estructura en bloques angulares grandes y medios, consistencia firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y pocos mesoporos, límite gradual y ondulado, abundantes raíces finas y pocas medias. Con pH neutro (6.92), pobre en materia orgánica (0.8 %), pobre en fósforo (1 ppm) y medio en potasio disponible (0.27 meq/100 gr), CIC alta (37.46 meq/100 gr) y saturación de bases alta (70.82 %).</p>
<p><b>Bt<sub>2</sub></b> 31 a 43 cm</p>	<p>Color 7.5YR 4/6, textura arcillosa, estructura columnar y bloques angulares, consistencia firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y mesoporos, pocos macroporos, límite neto y ondulado, abundantes raíces finas. Con pH neutro (6.94), pobre en materia orgánica (0.47 %), contenido pobre en fósforo (2 ppm) y pobre en K disponible (0.12 meq/100 gr), CIC alta (35.85 meq/100 gr) y saturación de bases de alta (69.79 %).</p>
<p><b>C</b> 43 a 65 cm</p>	<p>Color 7.5YR 4/6, textura arcillosa con grava, estructura masiva, consistencia firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos pocos mesoporos, limite neto y plano, frecuentes raíces.</p>

*Fig. 5 Paisaje suelo RSd erosionado*



### 2.1.3. Serie San Rafael (SR)

Suelos pardo oscuros con subsuelo pardo rojizo, franco-arcillosos a arcillosos, profundos (60 a 90 cm) a moderadamente superficiales (40 a 60 cm), bien drenados, permeabilidad moderada a moderadamente lenta, capacidad de humedad disponible moderada; se encuentran en pendientes de 4 a 30 %. Tienen pH ligeramente ácido, contenido medio de materia orgánica, pobres en fósforo, altos a medios en potasio disponible, CIC y saturación de bases alta. Ocupan un área de 3.35 Km<sup>2</sup>, equivalente a 13.4 % del territorio municipal. Están asociados con los suelos Vérticos y Vertisoles, que se han desarrollado en las depresiones y bajuras; limitan con los suelos Rivas.

*Fig. 6 Perfil de suelos SRd*



#### Fases de la serie San Rafael (SR)

Fase	Descripción	Área Km <sup>2</sup> / % Área total
<b>SRc</b>	Suelos arcillosos, en pendientes de 4 a 8 %, profundos a moderadamente profundos, tienen un escurrimiento superficial moderado y están de leve a moderadamente erosionados. Son aptos para maíz, sorgo y moderadamente aptos para la mayoría de otros cultivos propios de la región, pero son poco aptos para musáceas; sin embargo se requiere de prácticas de conservación de suelos para evitar su degradación.	0.47 1.88
<b>SRd</b>	Suelos franco arcillosos a arcillosos, en pendientes de 8 a 15 %, profundos a moderadamente profundos, con escurrimiento superficial moderadamente rápido, de moderado a severamente erosionados, por lo que su uso para cultivos en surcos requiere de prácticas intensivas de conservación de suelos	0.9 3.6
<b>SR2d</b>	Suelos arcillosos, en pendientes de 8 a 15 %, moderadamente profundos a superficiales, tienen escurrimiento superficial medio y están moderada a severamente erosionados; son más aptos para pastos y forestales	1.63 6.52
<b>SRe</b>	Suelos arcillosos en pendientes de 15 a 30 %. Comprende suelos típicos de la serie más otros suelos de colores más claros, ubicados en las partes bajas de las pendientes o en las cumbres de las lomas, donde la lutita subyacente es de color mas claro. La mayoría de estos suelos están de moderadamente a severamente erosionados; son aptos para pastos con árboles y bosques	0.35 1.4



El perfil de suelo descrito para la fase SRd presenta las siguientes características

Horizonte	Características
<p><b>A</b> 0 a 16 cm</p>	<p>Color 7.5 YR2/2, textura arcillosa, estructura en bloques angulares y subangulares, consistencia ligeramente friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes mesoporos y pocos macroporos, límite gradual y ondulado, abundantes raíces finas y pocas medias y gruesas. Con pH ligeramente ácido (6.08), contenido medio de materia orgánica (2.22 %), pobre en fósforo (7.1 ppm) y alto en potasio disponible (1.18 meq/100 gr de suelo), CIC alta (30.75 meq/100 gr) y saturación de bases alta (63.02 %).</p>
<p><b>Bt<sub>1</sub></b> 16 a 31 cm</p>	<p>Color 5YR 3/3, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y finos, consistencia ligeramente firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes meso y microporos, pocos macroporos, límite gradual y ondulado, abundantes raíces finas y pocas medias. Con pH ligeramente ácido (6.59), pobre en materia orgánica (1.37 %), pobre en fósforo (n.d.) y alto en potasio disponible (0.31 meq/100 gr), CIC alta (27.2 meq/100 gr) y saturación de bases alta (61.5%).</p>
<p><b>Bt<sub>2</sub></b> 31 a 58 cm</p>	<p>Color 10YR 4/4, textura arcillosa, estructura columnar y bloques angulares medios y finos, consistencia ligeramente friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y mesoporos, pocos macroporos, límite gradual y ondulado, pocas raíces medias y abundantes finas. Con pH neutro (6.83), pobre en materia orgánica (0.47 %), contenido pobre en fósforo (n.d.) y pobre en potasio disponible (0.06 meq/100 gr), CIC media (24.03 meq/100) y saturación de bases alta (71.16 %).</p>
<p><b>BC</b> 58 a 78 cm</p>	<p>Color del suelo 2.5 Y4/4, color de la lutita 5Y 3/1, textura franco arcillosa, estructura en bloques angulares grandes y medios, consistencia ligeramente friable en húmedo, ligeramente plástica y no adhesiva en mojado, limite neto y plano, pocas raíces medias y abundantes raíces finas.</p>
<p><b>R</b> 78 a 87 cm</p>	<p>Color 2.5Y 5/3, textura arcillosa, estructura masiva, consistencia ligeramente friable en húmedo, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes mesoporos y microporos, límite neto y plano, frecuentes raíces.</p>

*Fig. 7 Paisaje suelo SRd*



#### 2.1.4. Serie Nagualapa (NA)

Suelos profundos en pendientes casi planas a ligeramente inclinadas, algo excesivamente bien drenados, arenoso franco, permeabilidad moderada rápida, humedad disponible moderadamente baja y una zona radicular profunda, con un contenido medio de materia orgánica, potasio y fósforo asimilable. Se han derivado de depósitos arenosos arrastrados de las playas cercanas, en pendientes casi planas a ligeramente inclinadas a lo largo de la costa del lago de Nicaragua en la parte noreste del municipio.



*Fig. 8 Paisaje de suelos Nahualapa*

La fase de la serie Nagualapa es la **NA<sub>b</sub>** que consiste de suelo en pendientes de 1.5 a 4 %, arenoso franco, que se encuentra contiguo al bloque principal de Nagualapa arenoso franco; están siendo utilizados principalmente con pasto mejorado. Ocupan un área 0.17 Km<sup>2</sup>, equivalente al 0.68 % del territorio municipal.

#### 2.1.5. Serie Ingenio Dolores (ID)

Suelos profundos, franco arcillosos, gris muy oscuro a gris, algo pobremente drenados, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular moderadamente profunda; se derivan de ceniza volcánica depositada en planicies y depresiones con una altura de 35 a 50 metros sobre el nivel del mar. Tienen pH ligeramente ácido, son pobres en materia orgánica, medios a pobres en fósforo (excepto donde se han fertilizado con P), medios a altos en potasio disponible, con una CIC y saturación de bases alta.



*Fig. 9 Perfil de suelos ID*

La fase de la serie Ingenio Dolores es la **ID<sub>a2</sub>** que consiste de suelo franco arcilloso, moderadamente bien drenado, en pendientes de 0 a 1.5 %. Está un poco más elevado que el suelo típico (ID<sub>a</sub>) y tiene mejor drenaje superficial. Es apto para arroz y moderadamente apto para sorgo, caña de azúcar y pastos (apto con riego). Cubren un área de 0.06 Km<sup>2</sup>, equivalente a 0.24 % del territorio.

El perfil de suelo descrito para en esta serie presenta las siguientes características

<b>Horizonte</b>	<b>Características</b>
<b>Ap</b> 0 a 27 cm	Color 10YR 2/1, textura franco arcillosa, estructura en bloques angulares, consistencia ligeramente firme en húmedo, plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes microporos, algunos macro y mesoporos, límite neto y ondulado, abundantes raíces finas. Con pH ligeramente ácido (6.7), pobre en materia orgánica (1.89 %), alto en fósforo (29.9 ppm) y alto en potasio disponible (0.38 meq/100 gr), CIC alta (32.9 meq/100 gr) y saturación de bases alta (75.1%).
<b>Bw<sub>1</sub></b> 27 a 42 cm	Color 10YR 3/1, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable en húmedo, plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes mesoporos y algunos macroporos, límite neto y ondulado, abundantes raíces finas. Con pH neutro (6.87), pobre en materia orgánica (0.99 %), pobre en fósforo (n.d.) y medio en potasio disponible (0.24 meq/100 gr), CIC muy alta (56.32 meq/100 gr) y saturación de bases alta (65.87 %).
<b>Bw<sub>2</sub></b> 42 a 60 cm	Color 10YR 3/3, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable en húmedo, plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes macroporos y mesoporos, límite neto y ondulado, muchas raíces finas. Con pH neutro (7.05), pobre en materia orgánica (0.43 %), contenido pobre en fósforo (n.d.) y medio en potasio disponible (0.22 meq/100 gr), CIC muy alta (47.64 meq/100 gr) y saturación de bases alta (66.08 %).
<b>Bw<sub>3</sub></b> 60 a 75 cm	Color 10YR 3/2, textura franco arcillosa, estructura en bloque subangulares, consistencia friable en húmedo, plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundantes microporos, limite neto y plano, pocas raíces finas.
<b>BC</b> 75 a 81 cm	Color 2.5Y 4/2, franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia ligeramente friable en húmedo, plástico y ligeramente adhesivo en mojado, abundantes microporos, límite neto y ondulado, pocas raíces finas.
<b>C</b> 81 a 112 cm	Color 2.5Y 4/4, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques sub angulares, consistencia friable en húmedo, plástica y ligeramente adhesiva en mojado, abundante microporos, límite neto y ondulado, frecuentes raíces.
<b>Cr</b> 112 a 121 cm	Color 10YR 4/4, textura franco arenosa con grava, estructura en bloques sub angulares, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva en mojado, límite neto y plano.

## 2.2. Descripción de las Tierras Misceláneas

### 2.2.1. Suelos Vérticos (VC)

Son suelos franco arcilloso, casi negro a pardo oscuro en la superficie y arcillosos, negros a gris oscuro en el subsuelo; son moderadamente bien drenados a algo pobremente drenados, que varían de profundos a moderadamente superficiales. Se derivan de depósitos de materiales volcánicos de textura fina; se encuentran en pendientes casi planas a ligeramente inclinadas con pendientes de 1 a 4 %, descansan sobre lutita. Ocupan una extensión de 1.32 Km<sup>2</sup>, que equivale al 5.28 % del territorio municipal.

La fase de serie presente en el municipio es la **VCb2**, que se caracteriza por suelos moderadamente bien drenados, profundos y moderadamente profundos, en pendientes de 1.5 a 4 %. Estos suelos son más aptos para arroz, caña de azúcar con riego, pasto y forestal. El riesgo de erosión es leve.

### 2.2.2. Vertisoles (V)

Son suelos arcillosos negros y pesados, profundos a moderadamente profundos, pobremente drenados, permeabilidad muy lenta, capacidad de humedad disponible moderada a moderadamente alta y una zona radicular moderadamente profunda a profunda. Se han derivado de materiales madres básicos como cenizas volcánicas, toba y basalto. Generalmente son pobres en potasio y fósforo, medios en potasio. En la época seca se agrietan (las grietas varían de 3 a 10 cm de espesor y de 50 a más de 100 cm), lo cual causa ruptura de las raíces y stress a las plantas. Son aptos para pastos, forestales, arroz y caña de azúcar bajo riego. Sin embargo, debido a su textura arcillosa pesada son difíciles de trabajar; se requiere de maquinaria pesada para efectuar las labores de cultivo.

Ocupan un área de 1.23 Km<sup>2</sup>, equivalente a 4.92 % del territorio; están asociados y son similares a los suelos vérticos, pero difieren principalmente en que estos últimos tienen menor cantidad de arcilla.

La fase de serie presente en el municipio es la **Vb** que consiste de suelos en relieve ligeramente inclinado con pendientes de 1.5 a 4 %, por lo que tienen menos áreas encharcadas durante la estación lluviosa; en el resto de características son similares al suelo típico de la serie.

### 2.2.3. Tierras Aluviales (TX)

Consisten de depósitos de materiales estratificados recientes, lavados de las tierras altas adyacentes derivadas de ceniza volcánica, tobas y lutita, y que son depositados por corrientes de agua en las tierras bajas. Generalmente se encuentran en áreas angostas y alargadas, algunos en terrazas bajas; tienen mucha variación en drenaje y textura en distancias cortas. Ocupan un área de 0.69 Km<sup>2</sup>, equivalente a 2.76 % del territorio municipal.

La fase de serie presente en el municipio es la **TXw1** que consiste de suelos moderadamente bien drenados, en pendiente de 0 a 4 %. En algunas áreas pueden tener una tabla de agua alta (a profundidades menores de 60 cm durante la estación lluviosa y mayores durante el resto del año) o una capa dura que impide el paso del agua, por lo que están sujetos a encharcamiento o inundaciones ocasionales. La textura

*Fig. 10 Paisaje de suelo Vertisol*



*Fig. 11 Paisaje de suelo TX*





superficial puede variara de franca a franco arcillosa, pero en algunos lugares es franco arenosa, franco arcillo limosa o arcillosa liviana; la textura del subsuelo es generalmente arcillosa. La mayoría de estos suelos están usados adecuadamente con pastos; también son aptos para arroz, sorgo y caña de azúcar, pero con prácticas de adecuadas de manejo y conservación de suelos.

#### **2.2.4. Cárcavas (CA2)**

Comprende suelos de textura superficial variada, bien drenados y escurrimiento superficial rápido, que se encuentran en cauces de ríos o drenes escarpados (con pendientes de 25 a mas de 50 %). Muchas áreas conservan parte de su vegetación natural que los protege contra la erosión severa. Cubren una extensión de 0.4 Km<sup>2</sup>, equivalente a 1.6 % del territorio municipal.

#### **2.2.5. Tierras Coluviales (TC)**

Suelos profundos, bien drenados, de textura arcillo limosa, permeabilidad moderada y capacidad de humedad disponible moderada, derivados de depósitos coluviales provenientes de lugares adyacentes más elevados, que se formaron de ceniza volcánica y lutita. Ocupan una área de 0.11 Km<sup>2</sup>, que equivale a 0.44 % del territorio municipal.

Entre las fases de esta serie presente en el municipio está la **TCc3** que comprende suelos de textura arcillo limosa en el suelo superficial o en el subsuelo, profundos, moderadamente bien drenados, con permeabilidad moderada y capacidad de humedad disponible moderada, en pendientes de 4 a 8. Los suelos de este tipo de tierra están principalmente con pastos; aunque son moderadamente bien adaptados a la mayoría de cultivos de surco, el alto costo de las prácticas de conservación y manejo de estos suelos restringe su uso.

Otra fase es la **TCd1** que comprende suelos de textura moderadamente gruesas, en pendientes de 8 a 15 %; tienen escurrimiento superficial más rápido y están moderadamente erosionados. La mayoría de las áreas están con pastos y debido al riesgo de erosión éste es su mejor uso.

#### **2.2.6. Playas (M1)**

Consisten de arenas depositadas por el lago de Nicaragua, en pendientes de 0 a 15 %; las partes más bajas de las playas se inundan con oleaje alto. Estos depósitos son generalmente profundos, de textura franco arenosa a arenosa, excesivamente drenados y permeabilidad rápida. Ocupan un área de 0.09 Km<sup>2</sup>, equivalente a 0.36 % del territorio

La fase de serie presente en el municipio es la **M1d** que consiste de materiales arenosos en pendientes de 8 a 15 %, que se encuentran a lo largo de la costa del lago de Nicaragua. Son profundos, excesivamente drenados; difieren entre ellos únicamente por las gradientes de pendiente.

### ***Síntesis de la problemática de los suelos del municipio de San Jorge***

De manera general se puede decir que la mayor parte de los suelos del municipio están siendo usados de acuerdo a su capacidad natural; sin embargo, el manejo de los suelos sin las debidas prácticas de conservación de suelos ha repercutido en diferentes grados de deterioro de la capacidad productiva, debido a las siguientes causas:

- **Erosión:** favorecida por la agresividad de las lluvias, relieve inclinado (principalmente en la parte sur del municipio), susceptibilidad del suelo a la erosión en gran medida relacionada con su origen de cenizas volcánicas, deforestación y uso inadecuado del suelo, lo cual trae

como consecuencia compactación, sellamiento superficial, arrastre del suelo y con él de los nutrientes y la materia orgánica, sedimentación de ríos y del lago.

- **Compactación:** provocada por labranza inadecuada, pisoteo del ganado, sobrepastoreo, lo que provoca baja infiltración del agua, aumento de la erosión, poca penetración de raíces y pobre aireación.
- **Pérdida de materia orgánica:** causada por la erosión de la capa superficial, quemas, excesiva labranza, lo que repercute en una disminución de la cantidad y disponibilidad de agua y nutrientes, reducción de la vida en el suelo y una estructura débil.
- **Baja disponibilidad de nutrientes P y K:** favorecida por la erosión, lavado por exceso de lluvia, disminución de la CIC, que repercute en una disminución de la calidad y cantidad de las cosechas.
- **Baja capacidad de infiltración:** relacionada con una pobre estructuración del suelo, textura arcillosa de algunos suelos, tabla de agua alta, disminución de la cobertura vegetal, que incide en una reducción del agua disponible.

Especial atención se debe prestar a la extracción de los 90 cm superficiales de los suelos Buenos Aires (principalmente en el sector de Apataco); es necesario realizar un análisis mas detallado de esta práctica con el propósito de determinar las medidas de restauración y manejo de suelos, que conlleven a contrarrestar los efectos negativos en la productividad y en las funciones ambientales de estos suelos.



*Fig. 12 Extracción de suelos en Apataco*

### III. CLASES DE CAPACIDAD DE USOS DE LA TIERRA

La evaluación de los suelos del municipio San Jorge empleando el método de clases agrológicas indica que la mayor parte del territorio municipal presenta vocación agrícola, puesto que un 48.4 % se considera de uso agropecuario amplio con pocas a moderadas restricciones y el 33.56% es apta para cultivos semipermanente y permanente; mientras que el 14.48 % es de vocación forestal (ver tabla 2 y figura 13).

Fig. 13 Mapa de clases de capacidad de uso de la tierra del municipio San Jorge

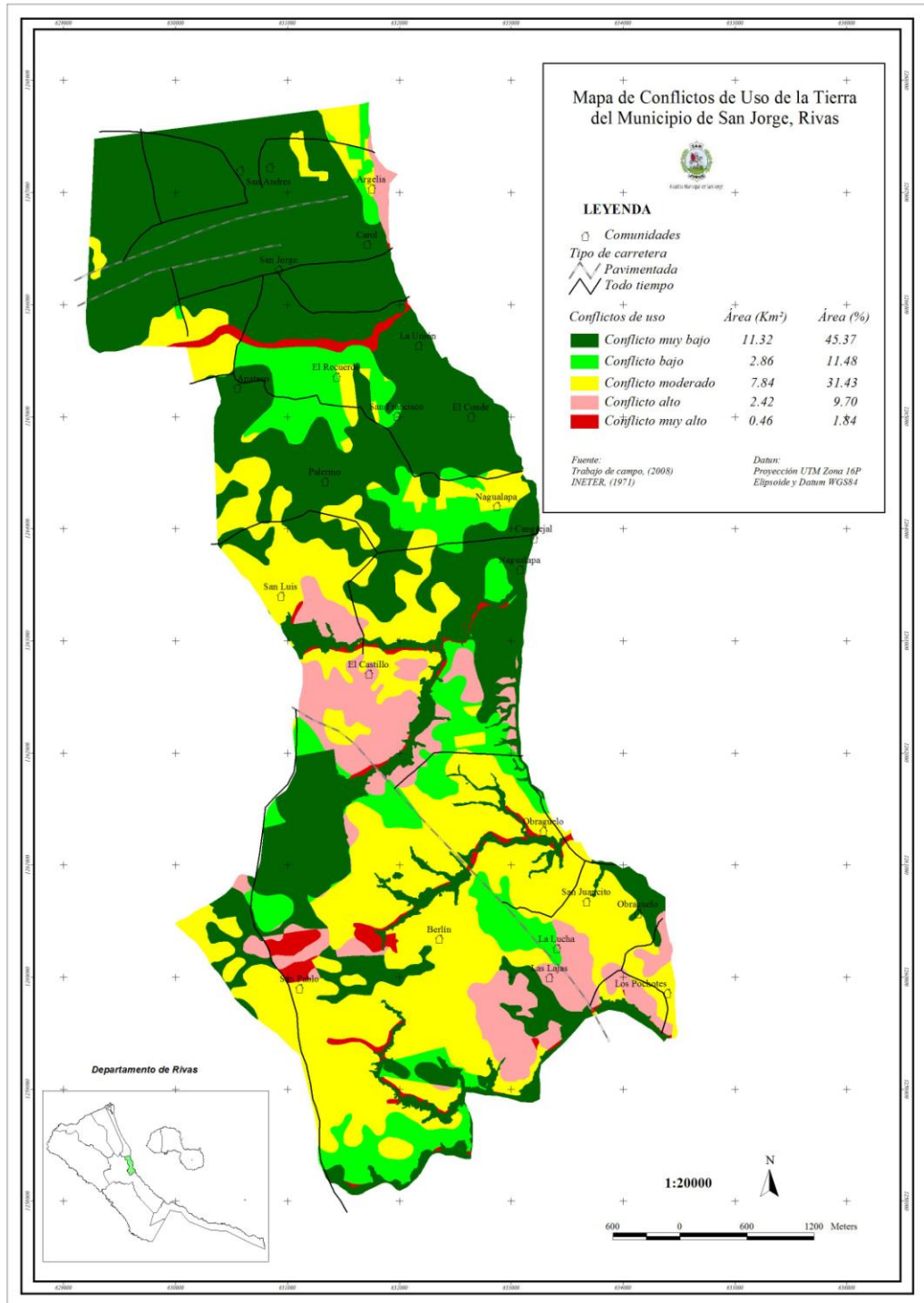


Tabla 2. Clases de capacidad de uso de la tierra en el municipio San Jorge

Clase	Descripción	Área (Km <sup>2</sup> )/ % Área total
<b>II</b>	Tierras de uso agropecuario amplio, pero con algunas limitaciones tales como topografía ligeramente ondulada o inclinada, pendientes de 2 a 4 %; erosión moderada, que solas o combinadas incrementan los costos de producción. Tienen profundidad efectiva moderada (75-100 cm), sin piedras, ni problemas por toxicidad o salinidad; sin riesgo de inundación.	8.46 km <sup>2</sup> / 33.84 %
<b>III</b>	Tierras con limitaciones moderadas que solas o combinadas, restringen la elección de cultivos o incrementan costos de producción. Entre las restricciones se encuentran poca profundidad efectiva (50-75 cm); textura arcillosa o franco arenosa y drenaje moderado rápido, topografía moderadamente ondulada o moderada inclinada, pendientes de 4 a 8 %, erosión fuerte, drenaje interno moderado, periodo canicular acentuado. Requieren para su manejo prácticas intensivas de conservación de suelos y agua.	3.65 km <sup>2</sup> / 14.6 %
<b>IV</b>	Con fuertes limitaciones que solas o combinadas restringen la amplitud de uso a vegetación semipermanente y permanente; entre las limitaciones se pueden encontrar las siguientes: relieve ondulado, pendientes de 8 a 15 %, erosión severa, poca profundidad (25 a 50 cm), textura gruesa en la superficie y muy gruesas en el subsuelo, o finas en la superficie y muy finas en el subsuelo (suelos vérticos); fertilidad media, salinidad leve, drenaje interno imperfecto a moderadamente excesivo, riesgo de inundación moderado. Cultivos anuales pueden desarrollarse sólo de manera ocasional y con prácticas muy intensivas de conservación de suelos y agua.	8.39 km <sup>2</sup> / 33.56 %
<b>V</b>	Tierras en pendientes menores a 2 %, con severas limitaciones tales como profundidad efectiva de 50 a mas 100 cm, arcillosos en todo el perfil (Vertisoles), drenaje interno imperfecto con fuertes problemas de encharcamientos, que solas o combinadas restringen su uso a pastos, regeneración natural, forestales, SAF, arroz y caña de azúcar.	1.23 km <sup>2</sup> / 4.92 %
<b>VI</b>	Con severas limitaciones tales como relieve fuertemente ondulado, pendientes de 15 a 30 %, erosión severa, poca profundidad (menos de 40 cm), texturas muy gruesas, muy baja fertilidad, salinidad moderada, drenaje interno moderado, excesivo o moderado lento, que solas o combinadas restringen uso a la producción forestal, así como cultivos permanentes (pastos y frutales), pero con prácticas intensivas de conservación suelos y agua.	2.39 km <sup>2</sup> / 9.56 %
<b>VIII</b>	No reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna, debido al alto riesgo ambiental que implican estos usos. Son áreas con suelos superficiales ó pedregosos en terrenos escarpados; deben destinarse a la preservación de la vida silvestre, protección de áreas de recarga acuífera, belleza escénica, entre otras.	0.88 km <sup>2</sup> / 3.52 %



Tabla 3. Recomendaciones de uso y manejo de suelos por clases de capacidad de uso de la tierra

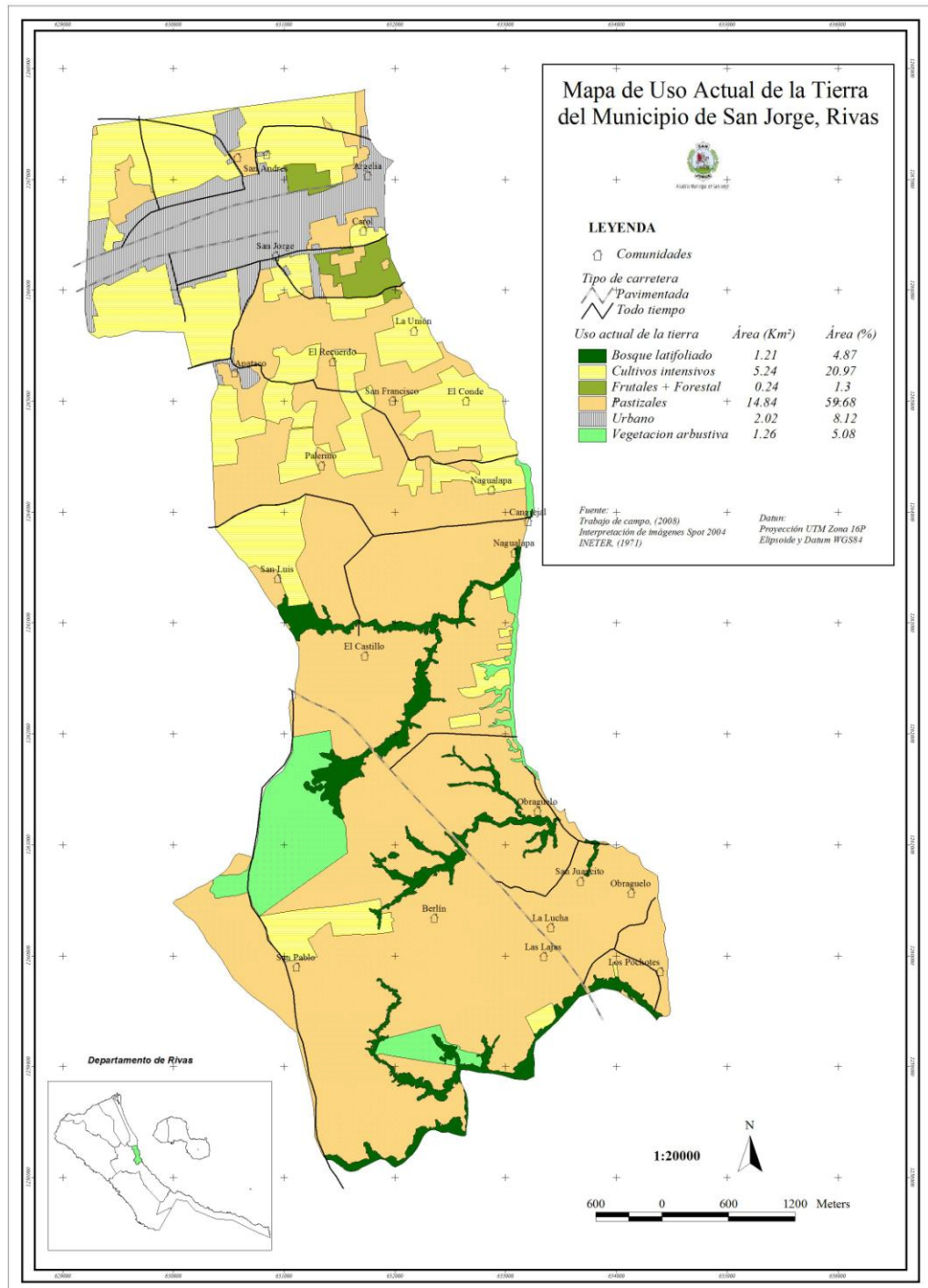
Clase	Uso recomendado	Manejo
<b>II y III</b>	<p><b>Cultivos anuales:</b> Granos básicos, raíces y tubérculos, hortalizas, oleaginosas, cucurbitáceas, cultivos de enramadas</p> <p><b>Cultivos semi perennes:</b> caña de azúcar, musáceas, frutales, cultivos de enramadas, plantas aromáticas y medicinales</p> <p><b>Cultivos perennes:</b> especies forestales, sistemas agroforestales, frutales, pastos, plantas aromáticas y medicinales</p>	<p>Protección de fuentes de agua, manejo de rastrojos (no quema), cobertura permanente, siembra en contorno, rotación de cultivos, barreras vivas, acequias de infiltración, diques de contención, labranza mínima. Sistemas agroforestales, manejo de pasturas, cercas vivas, pastoreo rotativo y manejo de carga animal. Plantaciones forestales, cortinas rompe viento, rondas corta fuego</p>
<b>IV</b>	<p><b>Cultivos semi perennes:</b> caña de azúcar, musáceas, frutales, cultivos de enramadas</p> <p><b>Cultivos perennes:</b> sistemas agroforestales con frutales, sistemas silvopastoriles con pastos extensivos/pastos de corte, plantaciones forestales</p> <p><b>Cultivos anuales:</b> con prácticas especiales, granos básicos, raíces y tubérculos, hortalizas, oleaginosas, cucurbitáceas, cultivos de enramadas</p>	<p>Protección fuentes de agua, manejo de rastrojos, cobertura permanente, siembra en contorno, rotación de cultivos, barreras vivas o muertas, acequias, diques. Manejo de pasturas, cercas vivas, sistemas agroforestales, pastoreo rotativo y manejo de carga animal, plantaciones forestales, cortinas rompe viento.</p>
<b>V</b>	<p>Pastos, regeneración natural, plantaciones forestales, sistemas agroforestales y silvopastoriles, arroz y caña de azúcar</p>	<p>Protección de fuentes de agua, manejo de rastrojos (no quema), cobertura permanente, siembra en contorno, rotación de cultivos, canales de drenaje. Cercas vivas, sistemas agroforestales, manejo de pasturas (no quema). Plantaciones forestales, regeneración natural, rondas corta fuego</p>
<b>VI</b>	<p><b>Cultivos semi perennes:</b> musáceas, raíces y tubérculos, frutales, plantas medicinales</p> <p><b>Cultivos perennes:</b> Sistemas agroforestales con plantas medicinales, forestales</p>	<p>Protección fuentes de agua, manejos de rastrojos, cobertura permanente, sistemas agroforestales, agricultura de conservación, diques, barreras muertas. Manejo de pastos, cobertura permanente, cercas vivas. Forestales, regeneración natural</p>
<b>VIII</b>	<p><b>Zonas de preservación</b> de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.</p>	<p>Preservación de suelos, flora y fauna</p>

## IV. USO DEL SUELO Y CONFLICTOS DE USO EN EL MUNICIPIO SAN JORGE

### 4.1. Uso del suelo en el municipio San Jorge

En municipio San Jorge la mayor parte del área está usada con pasto (59.68 %), otra proporción importante (20.97 %) es usada con cultivos intensivos (principalmente plátano); áreas mas reducidas corresponden a bosque y vegetación arbustiva (4.87 y 5.08 % respectivamente).

Fig. 14 Mapa de uso del suelo del municipio San Jorge



## 4.2. Conflictos de uso de la Tierra

Las Clases de Capacidad de Usos de la Tierra indican la vocación de uso para un territorio; sin embargo, el uso que se le podría estar dando en la realidad puede ser diferente. Esta contradicción entre el uso actual y el ideal se conoce como *Conflictos de Uso de la Tierra*; tal como se muestra en la tabla 4 y figura 14 pueden diferenciarse 5 categorías de conflictos:

**Tabla 4. Categorías de conflictos de uso de la tierra en el municipio San Jorge**






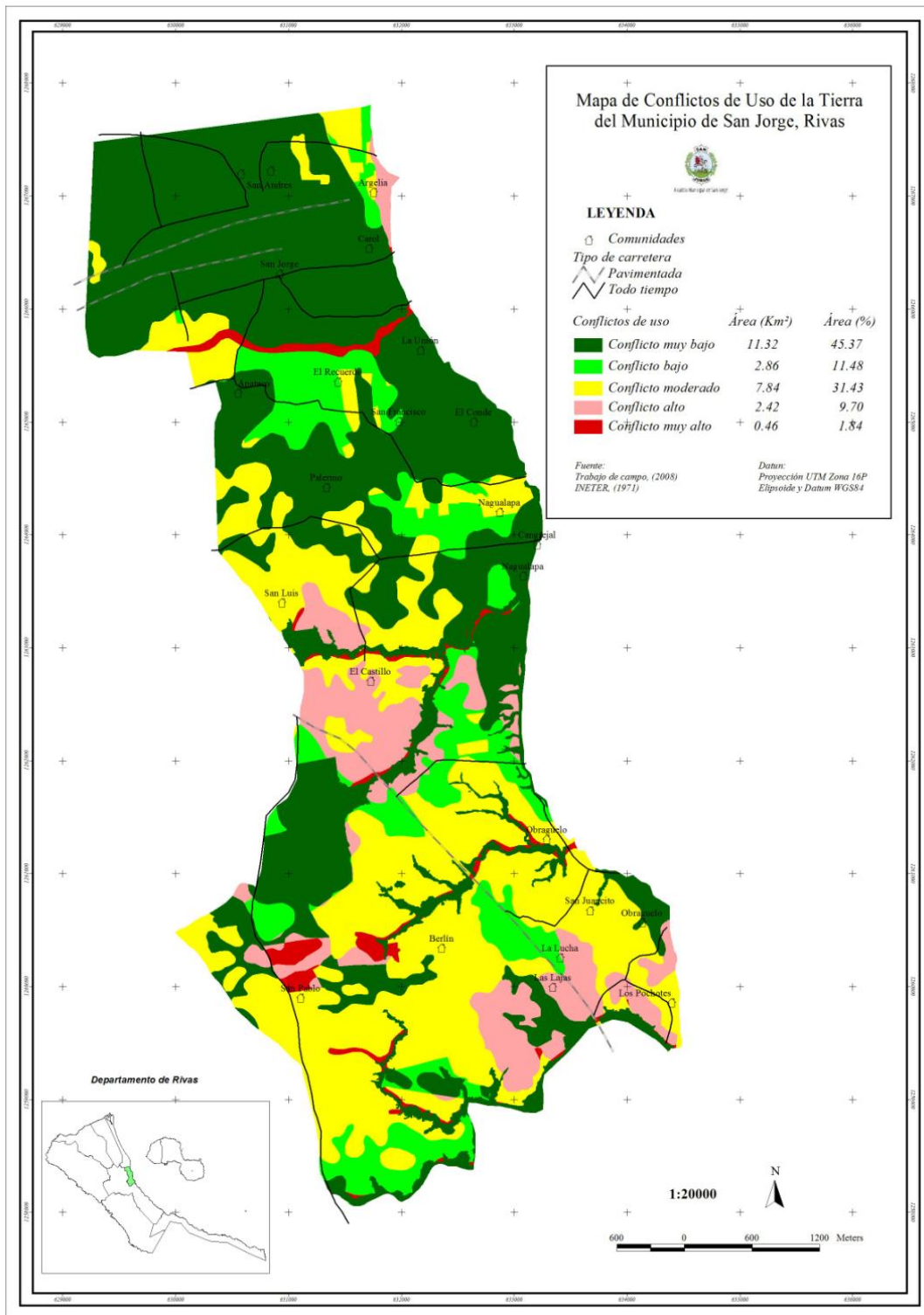
Conflicto	Descripción	
<b>Muy Bajo</b>	Donde el uso actual corresponde con la capacidad de uso de la tierra o uso potencial; por ejemplo, los suelos Buenos Aires en áreas planas están siendo usados con plátano, para lo cual son patos. Abarca una extensión de 11.32 km <sup>2</sup> (45.37 % del área municipal).	
<b>Bajo</b>	El suelo puede llegar a tener el uso potencial, pero con leves restricciones; por ejemplo, suelos en pendiente de 2 a 8 % (BAb, RSb) usados para cultivos de surcos, pero si prácticas de conservación de suelos que eviten la erosión). Comprende una extensión de 2.86 km <sup>2</sup> (11.48 % del área municipal).	
<b>Moderado</b>	El uso potencial del suelo presenta restricciones moderadas para el uso o usos que se estén practicando; por ejemplo, suelos en pendientes de 8 a 15 % (BAc, RSc, SRc) usados con cultivos o pasto, pero si prácticas de conservación de suelos que eviten su degradación. Abraca una extensión de 7.84 km <sup>2</sup> (31.43 % del área municipal).	
<b>Alto</b>	Cultivo de tierras cuyo potencial no es agrícola (por ejemplo, clase VI), sino que deberían ser usados con cultivos permanentes, o una cubierta vegetal protectora o áreas boscosas manejadas. Por ejemplo, suelos en pendiente de 15 a 30 % (SRe, RSe) usados con cultivos de subsistencia (maíz, frijol). Extensión de 2.42 km <sup>2</sup> (9.7 % del área municipal).	
<b>Muy Alto</b>	Tierras en donde se practica agricultura, pero que deberían ser áreas de cultivos permanentes o forestales. Extensión de 0.46 km <sup>2</sup> (1.84 % del área municipal).	

Fig. 14 Mapa de conflictos de uso de la tierra en el municipio San Jorge





## V. ESTRATEGIAS Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA TIERRA EN MUNICIPIO SAN JORGE

Tal como se describió en los acápite anteriores, la problemática que enfrenta el suelo es diversa y hasta cierto punto compleja, ya que está relacionada a factores socio-económicos, estructurales y socio-culturales. Es por esta razón que se justifica que las estrategias y acciones para hacer frente a las restricciones y aprovechar las oportunidades que ofrecen los suelos presentes en el municipio, sean también diversas, multifacéticas y multisectoriales; en este sentido se pueden definir dos niveles de estrategias:

*Estrategias generales:* dirigidas a superar problemas o deficiencias que afectan directa o indirectamente el uso y manejo de estos recursos, pero cuyo abordaje trasciende incluso los recursos naturales y la escala municipal.

*Estrategias específicas:* que incluyen un conjunto de acciones directas con los sectores de la población afectados para enfrentar de la mejor manera las situaciones planteadas.

Esto significa que es necesario pasar por un proceso participativo para consensuar en cada territorio en particular, las estrategias y alternativas más adecuadas a cada situación.

Estrategias	Alternativas y líneas de acción
<i>Promover un uso de la tierra de acuerdo a su capacidad natural</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Promover ordenanzas municipales que normen el uso de la tierra de conforme su capacidad natural, y un manejo adecuado que garantice la sostenibilidad del recurso suelo.</li> <li>● Desarrollar campañas que promuevan el uso y manejo sostenible de los suelos.</li> <li>● Desarrollar capacidades de los actores locales para el manejo de conflictos relacionados con el uso manejo de recursos naturales</li> </ul>
<i>Gestión integrada de las microcuencas del municipio</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Elaborar planes de manejo de las microcuencas del municipio.</li> <li>● Promover acciones de restauración de las márgenes de los ríos y arroyos.</li> </ul>
<i>Articular la producción agropecuaria con los otros sectores de la economía</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apoyar el desarrollo de la agroindustria a micro y pequeña escala.</li> <li>● Identificar y potenciar las cadenas productivas potenciando la agregación de valor a los productos en el lugar origen.</li> <li>● Fomentar la constitución de estructuras de cooperación comercial productiva local.</li> </ul>
<i>Aumentar la productividad del sector agropecuario y forestal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Favorecer el acceso de todos los productores a los servicios de apoyo a la producción (crédito, resultados de investigación, asistencia técnica, comercialización y transformación) adecuado y coherente entre sí.</li> <li>● Dar contenido específico a las necesidades de capacitación y mejoramiento tecnológico en el ámbito agrícola, pecuario y forestal.</li> </ul>

Estrategias	Alternativas y líneas de acción
<i>Promover la diversificación productiva y de fuentes de ingresos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fomentar iniciativas de diversificación de fuentes de ingreso. Manejo de patio e incentivo a la creación de micro y pequeñas empresas rurales.</li> <li>● Apoyar a productores que generan externalidades o beneficios ambientales (pago por servicios ambientales). Potenciar la reforestación de fincas.</li> <li>● Incentivar el desarrollo de iniciativas que valoricen los servicios ambientales del medio rural (agroecoturismo, conservación y producción del agua, reforestación, reservas privadas naturales, producción orgánica).</li> </ul>
<i>Fomentar la investigación para el mejoramiento de los sistemas agrarios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caracterizar e investigar los problemas de erosión, así como el descapotado de los suelos (principalmente en el sector de Apataco), con fines de definir estrategias de restauración de suelos degradados.</li> <li>● Mejoramiento genético de especies adaptables a la zona (plátano, hortalizas, frutales, forrajes, pastos, productos no tradicionales).</li> <li>● Fortalecer el conocimiento local sobre el manejo de los recursos naturales</li> </ul>
<i>Promover una ganadería sostenible</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Incorporar sistemas de pastura de corte para alimentación de verano.</li> <li>● Establecimiento de bancos forrajeros para mejorar la alimentación del ganado.</li> <li>● Incluir árboles dispersos en las áreas de pastoreo.</li> <li>● Fomentar el uso de especies arbóreas en la alimentación del ganado en época seca.</li> <li>● Regular el pastoreo de ganado, especialmente en áreas con mayor pendiente.</li> </ul>
<i>Validar, sistematizar y difundir prácticas de mejoramiento de la fertilidad física, química y biológica.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Incorporación de rastrojos.</li> <li>● Eliminar las quemas agrícolas.</li> <li>● Sistemas alternativos de labranza.</li> <li>● Manejo de la regeneración natural.</li> <li>● Establecimiento de sistemas agroforestales que incluyan plantas leguminosas.</li> <li>● Aplicación de fertilizantes orgánicos (compost, estiércol) e inorgánicos (urea, fertilizante completo altos en P y K).</li> <li>● Prácticas de conservación de suelos: curvas a nivel, terrazas.</li> <li>● Reconstruir la capa arable de los suelos (incorporación de abonos orgánicos).</li> </ul>

## VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Boul, S.W.; Hole, F.D.; McCracken, R.J. & Southard, R.J. 1997. Soil Genesis and Classification. Fourth Edition. Iowa State University Press / Ames. 527 pag.
- Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua. 1971. Estudio de Suelos de la Región Pacífico de Nicaragua. Tercera Parte. Managua. 713 pag.
- Cervantes, J. y Gómez, R. 2007. El ordenamiento territorial como eje de planeación de proyectos de turismo sustentable. En *Ciencias Sociales Online*, Julio 2007, Vol. IV, No. 2. Universidad de Viña del Mar – Chile
- Elbersen G.W.; Benavides S.T. & Botero P.J. 1986. Metodología para levantamientos edafológicos". IGAC, Bogotá. 82 pag.
- Forero M.C y León J.C. 1988. Metodología para Levantamiento Edafológicos. Tercera parte. IGAC, Bogota.194 pag.
- INETER. Política Nacional de Ordenamiento Territorial. (Propuesta). Managua, 1999.
- INETER-MARENA. Metodología para la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial Municipal. Managua. 2001.
- Klingebiel A. A y Montgomery P.H. 1965. Clasificación o capacidad de uso de las tierras. Manual # 210. Editorial Abeja S.A. México D.F. 28 pag.
- Lal, R.; Blum, W.E.H.; Valentine, C. & Stewart, B.A. 1997. Methods for assessment of soil degradation. CRS Press, New York. 16 pag.
- Landon J.R. 1984. " Booter Tropical Soil Manual a Handbook for Soil Survey and Agricultural land evaluation in the tropic and subtropic“. Booker Agriculture International Limited. London. 450 pag.
- MARENA – INETER. 2002. Metodología del Ordenamiento Territorial. MARENA. Programa Nacional de Ordenamiento Territorial, Managua.
- MARENA. 2006. Metodología para hacer e implementar el Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Proyecto de Manejo Sostenible de la Tierra. Managua.
- Marín E. 1990. Estudio Agrológico y su aplicación al desarrollo productivo agropecuario región IV. Informe final “Ordenamiento del Sistema Productivo Agropecuario”. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua. 240 pag.
- Millán, J.A. 2005. Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial, Colombia.
- Oporta, J.; López, A. M. & Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2<sup>da</sup> Edición. Mundi-Prensa. Madrid. 849 pag.
- Pujadas, R. y Font, J. 1998. Ordenación y Planificación Territorial. Madrid.
- Reilly, J.P.; Trutmann, P.; Rueda, A., y Grupo de Salud de Suelo. 2002. Guía Salud del Suelo. PASOLAC/PROSESUR. 162 pag.
- USDA, NRCS. 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos. Décima edición. Traducción de Carlos Ortiz – Solorio y María Gutiérrez – Castorena. 331 pag.