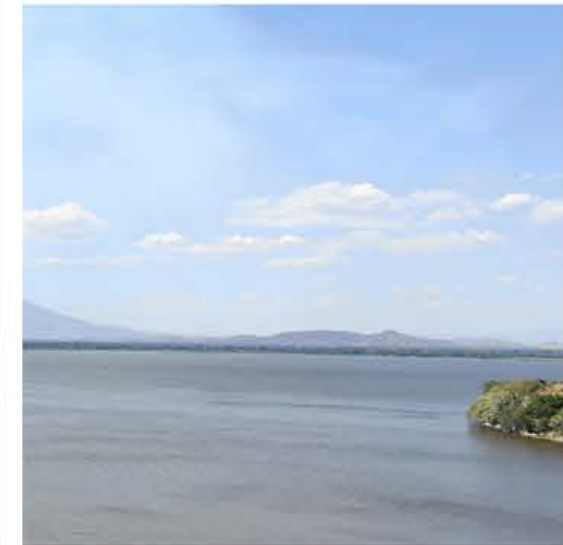




MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Atlas de los sitios RAMSAR:

lagunas de Olomega y El Jocotal





MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Atlas de los sitios RAMSAR:

lagunas de Olomega y El Jocotal

Atlas de sitios RAMSAR: lagunas de Olomega y El Jocotal

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
El Salvador, Centroamérica

Fernando Andrés López Larreynaga
Ministro

Coordinación
Miguel Gallardo, director General de Ecosistemas y Vida Silvestre *ai*; Javier Arturo Magaña, gerente de Áreas Naturales Protegidas y Corredor Biológico; Jaime Javier Espinoza Navarrete, jefe de Unidad de Humedales; Koji Asano, jefe de Equipo de Expertos, JICA.

Elaboración
Jaime Javier Espinoza Navarrete, jefe de Unidad de Humedales del MARN; Koji Asano, jefe de Equipo de Expertos, JICA; Yoshihiro Tokue, experto en Ecosistema de zonificación, Gestión de Información y SIG de JICA; Yesenia Peñate, técnica en Sistema de Información Geoambiental del MARN.

Edición y diseño
Unidad de Comunicaciones del MARN
Primera edición, agosto 2019
200 ejemplares

Este documento ha sido elaborado y publicado con fondos provenientes del Proyecto para el Manejo Integral de los Humedales en las lagunas de Olomega y El Jocotal, auspiciado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Derechos reservados. Prohibida su venta. Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.
Tel: (503) 2132-6276

Sitio web: www.marn.gob.sv
Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv
Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv
Twitter: @MedioAmbienteSV
Instagram: @marn_elsalvador
Youtube: youtube.com/MARNsv

CONTENIDO

Listado de Figuras y Tablas	7	3. Entorno socioeconómico	32
Siglas, acrónimos, simbología y abreviaturas	7	3.1. Resumen (cultura, historia)	32
Introducción	7	3.2. Uso de suelo y clasificación de cobertura terrestre	34
1. Sitios Ramsar El Jocotal y Olomega	8	3.2.1. Uso de suelo	34
1.1. Características de la cuenca del río Grande de San Miguel	8	3.2.2. Clasificación de cobertura terrestre	37
1.2 Área del proyecto	8	3.3. Clasificación de suelos	39
2. Entorno físico	8	3.4. Agricultura	41
2.1. Resumen	8	3.5. Límites administrativos	43
2.2. Temperatura y humedad	10	3.6. Población	45
2.2.1. Temperatura y humedad, máxima y mínima	12	3.7. Vías de acceso	47
2.2.2 Variación anual de precipitación	13	4. Conservación	49
2.3 Topografía y suelo	13	4.1 Resumen	49
2.3.1. Suelos	15	4.2. Vegetación	50
2.3.2. Elevaciones	17	4.3 Fauna silvestre	53
2.3.3. Pendientes	19	4.4 Plan del Área Natural Protegida	54
2.3.4. Amenaza volcánica en el área prioritaria del proyecto	21	4.5. Análisis de ecosistema	56
2.4. Hidrología	26	4.6. Zonificación	57
2.4.1. Inundaciones	26	4.6.1. Zonificación ecológica	57
2.4.2. Acuíferos, ríos y cuerpos de agua	30	4.6.2. Zonificación del uso potencial del suelo	59
		4.6.3. Zonificación para la gestión de humedales	62

Listado de Figuras

- Figura 1. Cuenca media del río Grande de San Miguel, el cual descarga en la zona sureste de la laguna El Jocotal.
- Figura 2. Área de estudio para definir el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 3. Área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 4. Imagen satelital Rapid Eye del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 5. Sector El Embarcadero, zona norte Laguna El Jocotal.
- Figura 6. Promedio mensual de temperatura registrada en la estación meteorológica El Papalón, departamento de San Miguel.
- Figura 7. Promedio mensual de humedad registrada en la estación meteorológica en El Papalón, departamento de San Miguel.
- Figura 8. Precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas en San Miguel-UES y, laguna de Olomega en diferentes periodos de tiempo.
- Figura 9. Variación anual de lluvia en el área prioritaria del proyecto
- Figura 10. Geología del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA
- Figura 11. Vista panorámica de roca volcánica en la zona.
- Figura 12. Suelos grumosos en el sector La Guanacastera, laguna El Jocotal
- Figura 13. Pedología del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA
- Figura 14. Panorámica sector norte de laguna El Jocotal. Las pendientes pueden llegar hasta un 70 % en el volcán Chaparrastique.
- Figura 15. Sector sur de laguna de Olomega donde se visualiza el terreno accidentado a sus alrededores.
- Figura 16. Elevaciones del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA
- Figura 17. Pendientes muy pronunciadas en el sector sur de la laguna de Olomega.
- Figura 18. Pendientes del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 19. Línea de tiempo de actividad del volcán Chaparrastique.
- Figura 20. Caída de balísticos (cráter central y fisúrales) del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 21. Caída de ceniza del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 22. Flujos de lava y flujos piroclásticos del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 23. Lahares en el volcán Chaparrastique dentro del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 24. Descarga promedio mensual de flujo del río Grande de San Miguel.
- Figura 25. Ríos y cuerpos de agua en el área de prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 26. Río Grande de San Miguel a la altura de El Delirio.
- Figura 27. Susceptibilidad a inundaciones en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 28. Sector norte de laguna San Juan
- Figura 29. Mapa hidrogeológico del área de prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 30. Ganado en pastoreo en sector norte laguna de San Juan
- Figura 31. La pesca es una de las principales actividades económicas en la laguna El Jocotal.
- Figura 32. Porcentaje de cada tipo de uso suelo en las tres subcuencas.
- Figura 33. Uso de suelo 1996, en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 34. Mapa de uso de suelo 2010 en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 35. Cultivo de caña de azúcar, sector El Pacunal, cantón Olomega.
- Figura 36. Clasificación de cobertura de suelos del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 37. Descripción y características de las clases de suelo.
- Figura 38. Mapa de clasificación de suelos del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 39. Mapa de cultivos en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 40. Mapa de los límites administrativos en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 41. Comunidad El Borbollón, laguna El Jocotal.
- Figura 42. Habitantes disfrutando de los servicios ecosistémicos en el nacimiento de agua El Borbollón, laguna El Jocotal.
- Figura 43. Población por segmento censal 2007, del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 44. Vista aérea de laguna El Jocotal y áreas circundantes, donde pueden observarse las vías principales de acceso.
- Figura 45. Red vial dentro del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA
- Figura 46. Avifauna y flora presente en lagunas El Jocotal y Olomega: a) Flor de platillo; b) dos individuos macho y una hembra de Pato porrón menor (de izquierda a derecha), Garcita patas amarillas, Garcita ceniza y Garza nocturna; c) gavián caracolero; d) Gallineta pico rojo; e) Garzón blanco, Garcita patas amarillas, Garcita ceniza y Garza nocturna; f) Flor de jacinto de agua; g) Pishishe; h) Hojas de platillo y lechuga de agua flotando en la superficie de la laguna El Jocotal.
- Figura 47. Vegetación acuática en laguna Aguas Calientes.
- Figura 48. Jacinto de agua en laguna de Olomega.
- Figura 49. Vegetación del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 50. *Ateles geoffroyi*, mono araña, registrado recientemente en Cerro El Roble, La Estrechura, laguna de Olomega.
- Figura 51. Áreas Naturales Protegidas del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 52. Zonificación ecológica del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 53. Isla Olomega.
- Figura 54. Zona de las lavas de volcán Chaparrastique.
- Figura 55. Zonificación del uso potencial de la tierra del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 56. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
- Figura 57. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de las municipalidades de San Rafael Oriente y El Tránsito.
- Figura 58. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de la municipalidad de Jucuarán.
- Figura 59. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de la municipalidad de San Miguel.
- Figura 60. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de las municipalidades de Chirilagua e Intipucá.
- Figura 61. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de la municipalidad de El Carmen.

Listado de Tablas

- Tabla 1. Extensión de las zonas inundables de ambos humedales.
Tabla 2. Registros históricos de inundaciones en río Grande de San Miguel.
Tabla 3. Descarga máxima de flujo diario en río Grande de San Miguel.
Tabla 4. Municipios que contienen los humedales El Jocotal y Olomega.
Tabla 5. Tipos de hábitat en Laguna Jocotal y Olomega.
Tabla 6. Producción de maíz (ton/ha) 2011- 2015.
Tabla 7. Áreas Naturales Protegidas incluidas y vecinas a los sitios Ramsar El Jocotal y Olomega.
Tabla 8. Definición de las zonas núcleos, amortiguamiento y transición.
Tabla 9. Zonificación Ecológica de los humedales El Jocotal y Olomega.
Tabla 10. Zonificación del uso potencial de la tierra

Siglas y acrónimos

ADCJ	Asociación de Desarrollo Comunal El Jocotal
ADECOEB	Asociación de Desarrollo Comunal El Borbollón
ADESCO	Asociación de Desarrollo Comunal
ADESCOCA	Asociación de Desarrollo Comunal Cantón El Almendro
ADESCOCP	Asociación de Desarrollo Comunal Cantón El Progreso
ANP	Área Natural Protegida
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CCS	Clasificación de la Capacidad del Suelo
CONSAA	Consejo Salvadoreño de Agroindustria Salvadoreña
DIGESTYC	Dirección General de Estadística y Censos
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FMO-UES	Facultad Multidisciplinaria de Oriente de la Universidad de El Salvador
HII	Humedales de Importancia Internacional
IDH	Índice de Desarrollo Humano
ISTA	Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria
JICA	<i>Japan International Cooperation Agency</i>
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MDP	Matriz Diseño de Proyectos
PEA	Población Económicamente Activa

PET	Población en Edad de Trabajar
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RD	Registro de Discusiones
UES	Universidad de El Salvador
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Simbología

%	Porcentaje
°	Grado
'	Minuto
''	Segundo
°C	Centigrado
cm²	Centímetro cuadrado
ha	Hectárea
h/km²	Habitantes por kilómetro cuadrado
km	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
m	Metro
mm	Milímetro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mz	Manzana
Nº	Número
ton/ha	Tonelada por hectárea
USD\$	<i>United States Dollar</i>

Abreviaturas

Art.	Artículo
Etc.	Etcétera
Vs.	Versus

Introducción

Cómo usar el Atlas

El Atlas presenta una visión espacial de los aspectos biofísicos, socioeconómicos y de conservación de las lagunas de Olomega y El Jocotal, declaradas Sitios Ramsar en 2010 y 1999, respectivamente. Ha sido elaborado a partir de la recopilación de estudios previos e investigaciones científicas llevadas a cabo en el marco del Proyecto para el Manejo Integral de los Humedales lagunas de Olomega y El Jocotal, auspiciado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por su sigla en inglés).

El Atlas se encuentra dividido en tres capítulos. El primero, trata sobre la descripción física del entorno ambiental de ambos sitios Ramsar. Incluye aspectos geológicos, uso del suelo, elevación, pendiente, recursos hidrológicos e hidrogeológicos y zonas de inundaciones.

El segundo capítulo, contiene los aspectos socioeconómicos del territorio como: límites administrativos, uso del suelo, agricultura, tenencia de la tierra, población y vías de comunicación.

El tercer capítulo, aborda la actualización de aspectos relativos a la gestión de los humedales como: vegetación, áreas naturales protegidas, zonificación ecológica, uso potencial del suelo y zonificación de humedales.

El objetivo del Atlas es presentar de una manera sencilla y práctica, un consolidado de información cartográfica y descriptiva, incluyendo algunas tablas asociadas y fotografías, para facilitar la comprensión de la información y dinamizar su utilización. La presente publicación, incorpora información científica y socioeconómica más acertada de los municipios del territorio de intervención. Incluye información sobre su riqueza biológica y ecosistemas; además, de la gestión de humedales mediante la zonificación ecológica. Contiene diferentes mapas geográficos que pueden ser utilizados por diferentes públicos, con fines de educación ambiental y también como una guía para turistas.

Resumen del Proyecto

El gobierno de la República de El Salvador ha establecido como uno de los sectores prioritarios la conservación de humedales y del medio ambiente. En el 2011, elaboró a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Plan Nacional de Mejoramiento de Humedales de El Salvador y, posteriormente, en 2013 las Estrategias para las lagunas Olomega y El Jocotal y su Plan de Acción (2013).

Los humedales constituyen el cuerpo receptor de las recargas hídricas provenientes de sus alrededores, para su conservación ambiental es indispensable tomar medidas en las zonas circundantes. El manejo y uso apropiado de las tierras en las zonas de las lagunas está fuera del control de la Unidad de Humedales del MARN, excepto las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Por lo tanto, se necesitaba lograr el consenso y el apoyo de distintas entidades relacionadas con los humedales.

En este contexto, el gobierno de El Salvador solicitó al Gobierno de Japón la ejecución de un proyecto de cooperación técnica para promover la conservación y el uso racional de los humedales. En noviembre de 2015 la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, firmó e intercambió el Registro de Discusiones (RD), Proyecto para el Manejo Integral de los Humedales en las lagunas de Olomega y El Jocotal, conocido como Proyecto MARN-JICA.

La meta del proyecto es poner en práctica las actividades especificadas en la Matriz de Diseño de Proyecto (MDP), incluida en el Registro de Discusión; alcanzar los resultados esperados y, como objetivo principal, desarrollar el marco institucional que garantice un manejo integral de las lagunas de Olomega y El Jocotal, como un enfoque modelo, para promover la conservación y el uso adecuado de los humedales en El Salvador.

1. Sitios Ramsar El Jocotal y Olomega

1.1. Características de la cuenca del río Grande de San Miguel

Los límites naturales de la cuenca son: al norte por la cordillera de Cacahuatique- Corobán, al sur con una pequeña parte de la Bahía de Jiquilisco, al oeste por la Cuenca del río Lempa pasando por el volcán de Usulután, al este con la Cuenca del río Goascorán.

El río Grande de San Miguel es uno de los principales ríos de la zona oriental de El Salvador. Su cuenca forma parte del área prioritaria del proyecto y se encuentra entre 13° 13' - 13° 48' latitud norte y 87° 57' - 88° 25' longitud oeste. El área de captación del río es aproximadamente de 2250 km², cubriendo cerca de 18 % del país. Incluye el volcán de San Miguel (2129 msnm) y, las lagunas El Jocotal y Olomega. El río se origina en el Cerro Cacahuatique (1663 msnm) y, en los primeros 60 km fluye hacia el sur, luego en las cercanías de la laguna de Olomega gira hacia el este por unos 40 km, finalmente fluye hacia el Océano Pacífico en la zona de la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután.

La cuenca del río se clasifica en tres zonas:

Cuenca superior o zona de recarga: corresponde a la zona donde nace el río, garantiza la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores. Situada en las cadenas montañosas donde la elevación oscila entre los 300 y 1663 msnm. Se caracteriza principalmente por la distribución de rocas volcánicas antiguas, de la época del Mioceno.



Figura 1. Cuenca media del río Grande de San Miguel, que descarga en la zona sureste de la laguna El Jocotal. Fuente: D. Molina, 2017a.

Cuenca media o zona de transporte: donde los caudales se concentran en la época de lluvia y son las que mantienen el flujo superficial en la época seca o de baja precipitación. Ubicada en la Depresión Volcánica Central que se caracteriza principalmente por los volcanes activos como el volcán San Miguel (Figura 1). Hay tierras bajas de depresión causadas por la erupción volcánica en las zonas que se extienden desde el área de la ciudad de San Miguel hasta las lagunas de Olomega y El Jocotal. Alrededor de la laguna de Olomega se encuentra una amplia llanura de inundación que se ha acumulado varias veces durante la última edad geológica por el flujo de lava y el flujo piroclástico (ignimbrita). El lado sur de la cuenca es una zona montañosa con una altitud de 100 msnm en la parte occidental y, 600 msnm, en la parte oriental con el pico más alto del monte Montío (883 msnm).

Cuenca baja o zona de descarga: la conforman las llanuras, generalmente con superficies planas o casi planas son las que se conectan con otros ríos o con los ecosistemas marinos adyacentes zona de marea con leve pendiente longitudinal del río.

1.2. Área del proyecto

El área de estudio del proyecto se muestra en la Figura 2, que corresponde a la cuenca del río Grande de San Miguel. Dentro de esta área, se encuentra el área prioritaria del proyecto, la cual está conformada por las subcuencas de las lagunas de Olomega, El Jocotal y San Juan (Figura 3). Las imágenes satelitales presentan una visión panorámica de dicha área prioritaria.

En la laguna El Jocotal, el paisaje está demarcado al norte por el volcán de San Miguel, conocido como Chaparrastique; en el centro de la cuenca, se encuentra la laguna El Jocotal; al sur, las montañas de la cordillera de Jucuarán y, al noreste, unos pequeños cerros conocidos como La Puerta y La Canoa.

En la Figura 4, se aprecia un mosaico de paisajes donde predomina la agricultura, sobre todo el cultivo de granos básicos, caña de azúcar y ganadería. Otros usos del suelo incluyen el bosque deciduo (árboles que botan las hojas en el verano). También hay pastos naturales sobre todo en la laguna El Jocotal, la laguna de Chilanguera y la laguna San Juan. En la cima del volcán de San Miguel se observan extensos depósitos de lava y restos de material arrojado por el volcán.

Los tonos verdes corresponden al cultivo de caña de azúcar, el cual se observa en formas rectangulares, triángulos o cuadrados. Otros tonos verdes más oscuro son las plantas acuáticas, marcadamente visibles alrededor de la laguna El Jocotal. El tono verde-marrón se aprecia en la cima del volcán Chaparrastique, siguiendo la forma del volcán. El tono verde marrón también se observa más extenso en la cordillera de Jucuarán, en el sur de la laguna, caracterizado por presentar bosque deciduo. El tono más intenso o difuso lo definen las especies características y dominantes en esta formación. En menor cuantía, se aprecia bosque caducifolio en los pequeños cerros de La Puerta- La Canoa. El tono predominante en la Figura 4 es el rosado, siendo indicador de zonas de ganadería extensiva, así como cultivos de granos básicos y sitios sin vegetación arbórea o muy escasa. Se aprecian machas blancas, estos corresponden a sitios de extracción de material pétreo.

El tono fucsia o lila intenso corresponde con las lavas del volcán Chaparrastique, el cual se aprecia en una amplia porción al norte de la laguna El Jocotal. En tonos lila suave pueden distinguirse pequeños parches de plantaciones forestales. Finalmente, los cuerpos de agua están indicados en color celeste claro.

En la Laguna de Olomega, el paisaje esta demarcado al norte por el volcán de San Miguel; en el centro, por la cuenca que contiene la laguna de Olomega; al sur, las montañas de la cordillera de Jucuarán; y al este, las elevaciones conocidas como El Gavilán y el pequeño valle de El Piche. Este es un mosaico de paisajes donde predomina la agricultura, sobre todo el cultivo de granos básicos, caña de azúcar y la ganadería. Otros usos del suelo incluyen bosque deciduo, también hay pastos naturales, sobre todo en la laguna de Olomega, cuyos pantanos se extienden al norte de la laguna hasta el municipio de San Antonio Silva, la laguna de Chilanguera y la laguna San Juan.

En la imagen, los tonos verdes corresponden con el cultivo de caña de azúcar, el cual se observa en formas rectangulares, triángulos o cuadrados. Otros tonos verdes más oscuro son las plantas acuáticas, marcadamente

visibles al norte de la laguna de Olomega. Un tono verde oscuro que no es parte de las zonas pantanosas y corresponde con pequeñas formaciones de bosque perennifolio (árboles que mantienen el follaje verde todo el tiempo). El tono verde marrón en la cordillera de Jucuarán, en el sur de la imagen, se caracteriza por presentar bosque deciduo.

El tono predominante en la imagen es el rosado y este es indicador de zonas de ganadería extensiva, así como cultivos de granos básicos y sitios sin vegetación arbórea o muy escasa. Se aprecian pequeños parches blancos, estos corresponden a sitios de extracción de material pétreo. En tonos lila suave pueden distinguirse pequeños parches de plantaciones forestales o frutales. Los cuerpos de agua están indicados en color celeste claro.

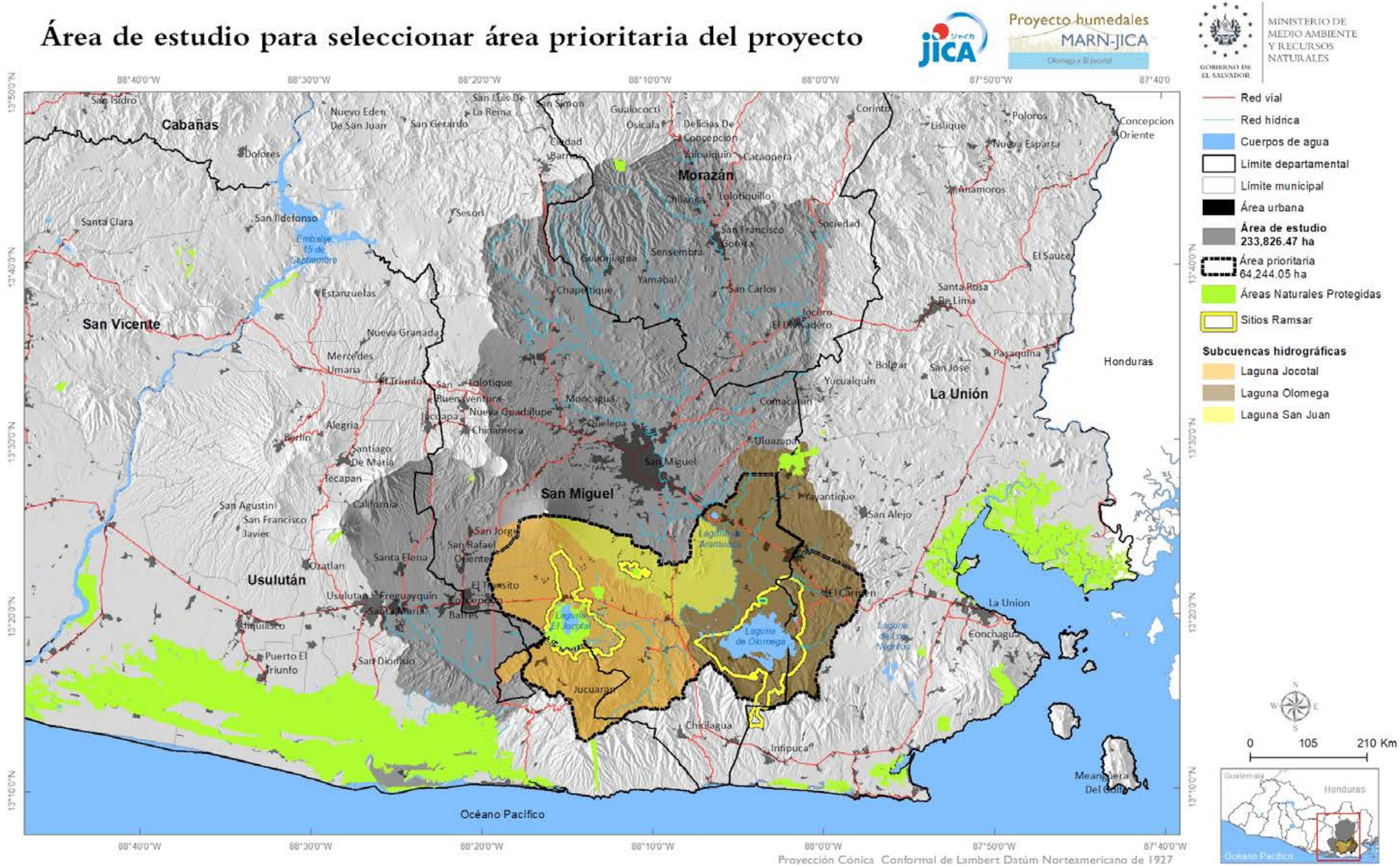


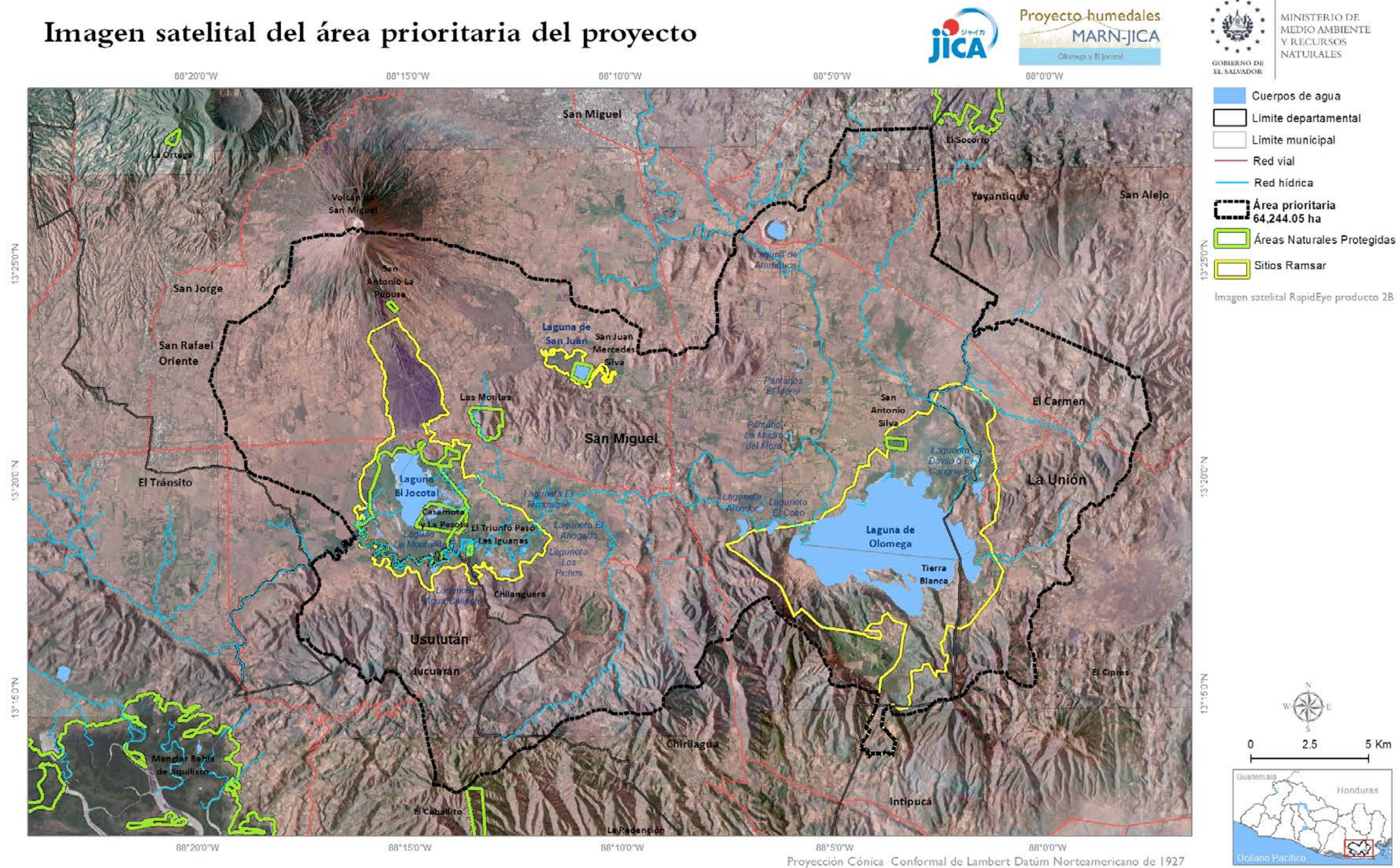
Figura 2. Área de estudio para definir el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Área prioritaria del proyecto



Figura 3. Área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Imagen satelital del área prioritaria del proyecto



2. Entorno físico

2.1. Resumen

El sitio Ramsar Área Natural Protegida laguna El Jocotal, se encuentra ubicado en los municipios de El Tránsito, San Miguel y Chirilagua (departamento de San Miguel) y, el municipio de Jucuarán (departamento de Usulután). Posee una extensión de 4479 hectáreas (ha), incluyendo en su parte norte las lavas del volcán de San Miguel (conocido también como volcán Chaparrastique), asociadas con la filtración de agua a la laguna. Además, incluye la laguna de San Juan, ubicada a unos 12 km al noroeste de la laguna El Jocotal (MARN-JICA, 2018a).

El humedal se ubica en una altitud de entre 30 a 470 msnm (parte más alta en la lava del volcán de San Miguel). Se encuentra dentro de la zona de vida del bosque húmedo subtropical, con una temperatura promedio anual de 26 °C, precipitaciones anuales de 1400 a 1700 mm, 70 % de humedad relativa promedio y, luz solar de 7.8 horas/día (EPYSA/IBERINSA, 2003). Cuenta con diferentes zonas inundadas que hacen que se extienda su cobertura y varíe según la época. Durante la época lluviosa se abastece de agua a través de la escorrentía del volcán de San Miguel, en la zona norte (Figura 5). Así, el área inundada puede extenderse de 500 a 1500 ha, en época seca y época lluviosa, respectivamente. De igual manera, su profundidad oscila de entre 1.5 a 3 metros (Benítez, 1999).

Por otro lado, el sitio Ramsar laguna de Olomega se encuentra ubicado entre los municipios de San Miguel y Chirilagua (departamento de San Miguel) y, el municipio de El Carmen (Departamento de La Unión). Posee una



Figura 5. Sector El Embarcadero, zona norte laguna El Jocotal.
Fuente: MARN-JICA. 2019a

extensión de 7669 ha; se le conoce como el mayor cuerpo de agua dulce de la región geomorfológica Gran Depresión Central. Contiene en su interior dos islas principales: Olomega y Olomeguita, así como, otras islas pequeñas (MARN-JICA, 2018b).

El humedal se ubica en una altitud de entre 60 a 767 msnm y se encuentra dentro de la zona de vida del bosque húmedo subtropical (Holdridge, 1975). Cuenta con una temperatura promedio de 26 °C, precipitación anual de 1500 a 2000 mm, humedad relativa promedio del 70 % (Consorcio Olomega, 2002). Durante la época lluviosa, las aguas del río Grande de San Miguel desembocan en la laguna, provocando algunas inundaciones a su alrededor y, cuenta con una profundidad promedio de 2.9 m que puede fluctuar según la época.

2.2. Temperatura y humedad

2.2.1. Temperatura y humedad, máxima y mínima

En términos generales, los meses de marzo a mayo se presentan como los meses más calurosos; registrando las temperaturas atmosféricas más altas con promedios de entre 28.2 °C y 29 °C.

La temperatura máxima de 38.2 °C se registra en el mes de marzo, mientras que el promedio de temperatura mínima de 18.2 °C en el mes de enero (Figura 6).

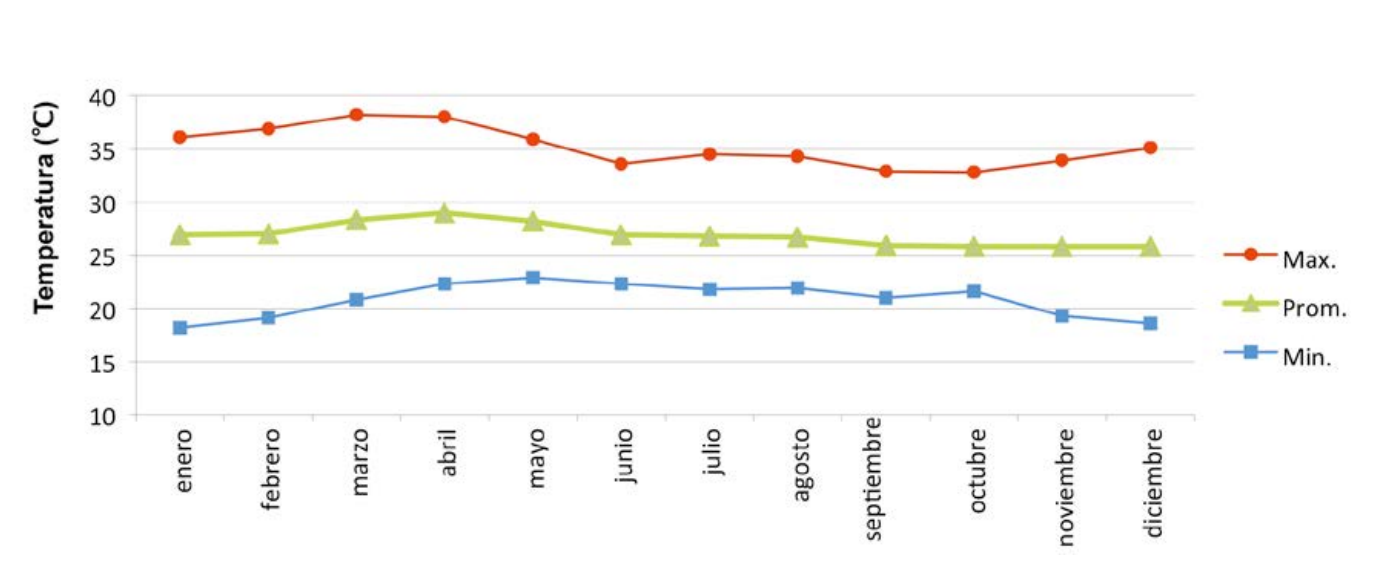


Figura 6. Promedio mensual de temperatura registrado en la estación meteorológica El Papalón, departamento de San Miguel.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

La humedad media anual registrada es de 69.8 %. La humedad mensual máxima promedio registrada es de 82 %, entre los meses de septiembre y octubre, mientras que la humedad mensual mínima promedio es de 12 % en los meses de enero y febrero (Figura 7).

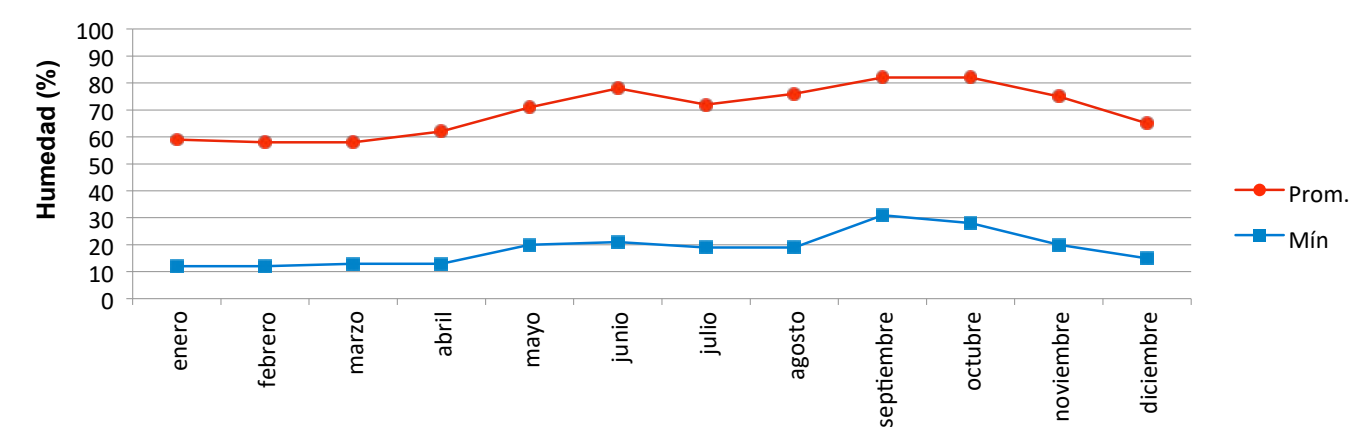


Figura 7. Promedio mensual de humedad registrado en la estación meteorológica en El Papalón, departamento de San Miguel. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Históricamente se cuenta con registros de precipitación provenientes de dos estaciones meteorológicas, denominadas San Miguel-UES en la Facultad Multidisciplinaria de Oriente de Universidad de El Salvador (FMO-UES), con datos desde 1964 a 2015 y, la otra de la estación ubicada en la laguna de Olomega, desde 1971 a 2008 (Figura 8).

La precipitación media anual fluctúa entre 1277 a 1531 mm. La precipitación mensual máxima promedio fluctúa entre 284 y 328 mm en el mes de septiembre. La precipitación mensual mínima promedio es de 0 mm entre los meses de noviembre a abril (época seca). Como también se muestra en la Figura 8, existe una notable disminución de precipitaciones entre julio y agosto, que corresponde a la canícula, causada por la dominación de las corrientes atmosféricas decrecientes que neutralizan las formaciones de nubes que producen lluvias. De los registros de precipitación en ambas estaciones, se estima una precipitación máxima anual en San Miguel-UES y, en Olomega, de 2256 mm en 1988 y 1654 mm en 1971, respectivamente. Septiembre, generalmente tiene las lluvias más fuertes del año.

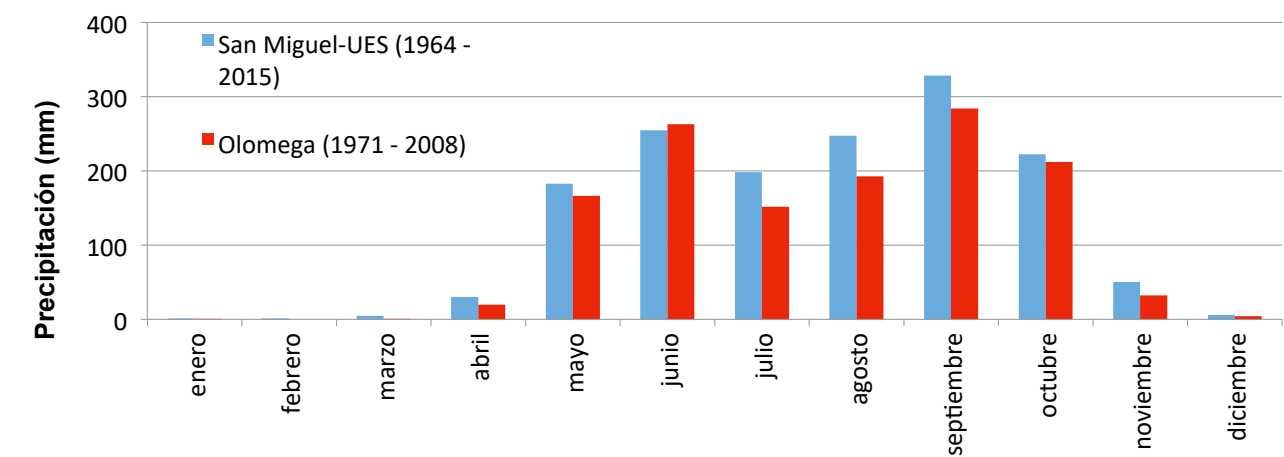


Figura 8. Precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas en San Miguel-UES y, laguna de Olomega en diferentes períodos de tiempo. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

2.2.2. Variación anual de precipitación

En cuanto a la variación anual de precipitaciones en el área prioritaria del proyecto, basados en registros históricos de las estaciones, se visualiza un comportamiento de incremento. En San Miguel-UES, la variación anual osciló de 0.527 en 1977 a 1474 en el 1988; mientras que en Olomega, de 0.496 en 1982 a 1295 mm en 1971. Esto significa un alto potencial de inundaciones y desastres en la zona de la cuenca del río Grande de San Miguel (Figura 9).

2.3 Topografía y suelo

Geomorfológicamente el área del proyecto comprende tres paisajes: 1) cerros y montañas bastante disectadas (laderas ramificadas), con capas inferiores de rocas volcánicas antiguas; 2) volcanes recientes con capas inferiores de depósitos piroclásticos sueltos; 3) llanuras bajas, casi sin disección, con capas de materiales piroclásticos sueltos y aluviales (Fritz, 1960). En la Figura 10, se pueden identificar tres formaciones de los suelos predominantes, correspondientes a diferentes épocas geológicas:

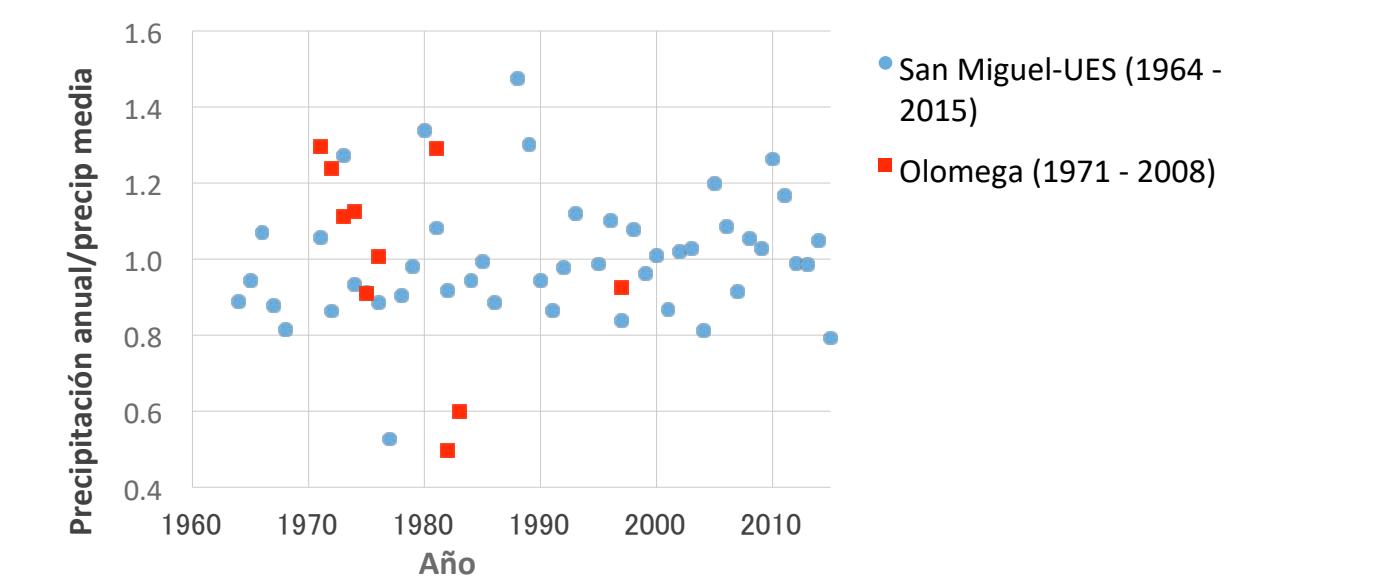


Figura 9. Variación anual de lluvia en el área prioritaria del proyecto. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Formación cordillera del Bálsamo (Plioceno)

Compuestos por productos volcánicos en los cuales abundan los aglomerados con intercalaciones de tobas volcánicas (roca ligera de consistencia porosa) endurecidas y corrientes de lava basáltica-andesítica con un espesor aproximado de 500 m. También hay suelos fósiles de color rojo de gran profundidad (hasta 20 m). Además, se encuentran rocas extrusivas con pocas intercalaciones de tobas volcánicas y aglomerados. La parte inferior es de carácter andesítico y en la parte superior, basáltico. Hay algunos afloramientos más ácidos. El espesor aproximado de estos últimos es mayor de 1000 m. Esta formación se localiza en la zona sur del sitio Ramsar laguna El Jocotal, en las colinas de Jucuarán y, la zona sur de laguna de Olomega.

Formación Cuscatlán (Pleistoceno Inferior hasta Plioceno Superior)

Se encuentran en la cadena volcánica vieja que atraviesa la parte norte del país y están compuestos por productos extrusivos de los volcanes individuales. Estos productos son: corrientes de lava, aglomerados, tobas, escorias y cenizas volcánicas endurecidas y tobas fundidas con intercalaciones de sedimentos lacustres y fluviales. El espesor de los estratos y su sucesión varía de volcán a volcán. También se encuentran suelos fósiles de color rojo de poca profundidad (hasta cuatro metros). Esta formación se observa en el Cerro La Canoa.

Formación de San Salvador (Holoceno hasta Pleistoceno)

Se encuentran en la cadena volcánica joven que atraviesa la parte sur del país y están compuestos por productos extrusivos de los volcanes individuales. Estos productos son: corrientes de lava, cúpulas de lava, tobas fundidas, tobas, pómez, escoria y cenizas volcánicas, que se encuentran a veces con intercalaciones de sedimentos lacustres. El espesor de los estratos y la sucesión varía de volcán a volcán. También se encuentran suelos fósiles color café y negro. Esta formación se localiza en la parte media de la cuenca del Sitio Ramsar laguna El Jocotal; y en la zona norte del sitio Ramsar, laguna de Olomega.

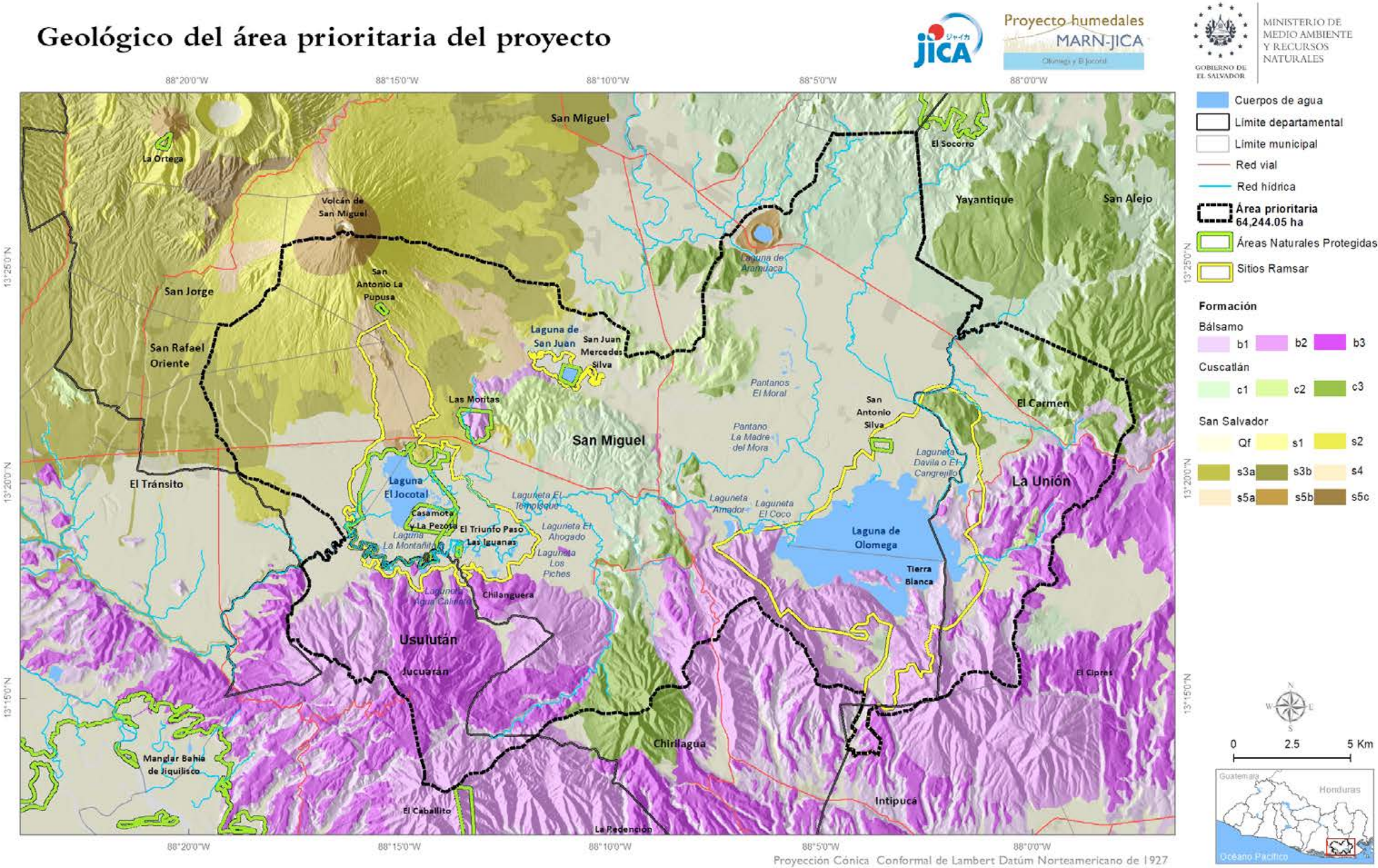


Figura 10. Geología del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: Modificado de Mapa Geológico de la República de El Salvador. Elaborado por la Misión Geológica Alemana en El Salvador en colaboración con el centro de Investigaciones Geotécnicas, 1967-1971.

2.3.1. Suelos

Los suelos resultan de la interacción entre clima, tipos de roca, relieve, organismos y tiempo. Por consiguiente, las principales características geológicas y geomorfológicas de la región se reflejan en los tipos de suelos presentes.

Tal como se muestra en la Figura 13, en el sitio Ramsar El Jocotal, predominan los suelos andisoles que rodean casi la totalidad de la laguna a excepción de su lado norte, donde se encuentran suelos litosoles en las coladas de lava del volcán Chaparrastique (Figura 11), continuando hacia el sur con suelos aluviales y latosoles arcillo-rojizos (Díaz et al., 2004a).

Los suelos **andisoles** se originan de cenizas volcánicas de distintas épocas, tienen por lo general un horizonte superficial entre 20 y 40 centímetros de espesor, de color oscuro, textura franca y estructura granular. Su capacidad de producción es de alta a muy alta productividad y, según la topografía, son aptos para una agricultura intensiva mecanizada y para toda clase de cultivos.

Los **litosoles**, son suelos complejos de muy poca profundidad sobre roca pura. La mayoría son suelos cuyos horizontes superficiales han sido truncados a causa de una severa erosión laminar, es decir, la erosión ocurre en láminas y no en forma de cárcava. Además, son suelos arcillosos como los latosoles, pero muy superficiales. Las texturas varían de gruesa, arenas y gravas hasta muy pedregosos sobre la roca dura. El uso potencial es muy pobre y de bajo rendimiento. Sin embargo, en algunos lugares muy pedregosos se reduce la erosión, pudiendo generar buenos rendimientos si el cultivo se hace sembrando la semilla directamente al suelo sin previa preparación.

Los **latosoles arcillo-rojizos**, son suelos arcillosos de color rojizo que se ubican en lomas y montañas. Son bien desarrollados con estructura en forma de bloques con un color generalmente rojo, aunque algunas veces se encuentran amarillentos o cafesosos. Esta coloración se debe principalmente a la presencia de minerales de hierro de distintos tipos y grados de oxidación. La textura superficial es franco arcilloso y el subsuelo arcilloso. La profundidad promedio es de un metro, aunque en algunos sitios se observa afloración de roca debido a los procesos de erosión. La fertilidad puede ser alta en terrenos protegidos pudiéndose utilizar maquinaria agrícola cuando la pendiente es moderada. Se consideran suelos aptos para casi todos los cultivos.

En el sitio Ramsar laguna de Olomega, se observan suelos aluviales y grumosoles en los extremos occidental y oriental de la laguna, que se dan en áreas a nivel, en valles del interior. Los estratos inferiores son de origen lacustre (lagunar). Son suelos de origen relativamente recientes con texturas por lo general finas y pesadas, difíciles de trabajar. El drenaje es pobre y suelen ser suelos algo profundos. El potencial agrícola varía de moderado a alto de acuerdo a la distribución de los grumosoles y aluviales, respectivamente. Los primeros por ser suelos muy arcillosos son difíciles de trabajar. Los latosoles arcillo rojizos y litosoles, están a la mitad suroriental del espejo de agua extendiéndose hacia el sur; en áreas alomadas o montañosas diseccionadas y de pedregosidad (Díaz et al., 2004b).

Los **aluviales**, son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel, en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y, el drenaje por lo general, es pobre. Son suelos de alta productividad, permitiendo la agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego.

Los **grumosoles**, son suelos muy arcillosos de color gris a negro con vegetación de morros. Cuando están muy mojados son muy pegajosos y muy plásticos y, cuando están secos son muy duros y se rajan (Figura 12). En la superficie son de color oscuro, pero con poco humus o materia orgánica. El subsuelo es gris oscuro. Son muy profundos y poco permeables, por lo que la infiltración de agua lluvia es muy lenta. Su uso potencial es de moderada a baja, no apta para cultivos permanentes de alto valor comercial porque al rajarse rompen las raíces de las plantas (MAG, 2012).



Figura 11. Vista panorámica de roca volcánica en la zona.
Fuente: O. Molina. 2015^a.



Figura 12. Suelos grumosoles en el sector La Guanacastera, laguna El Jocotal.
Fuente: W. López. 2017.

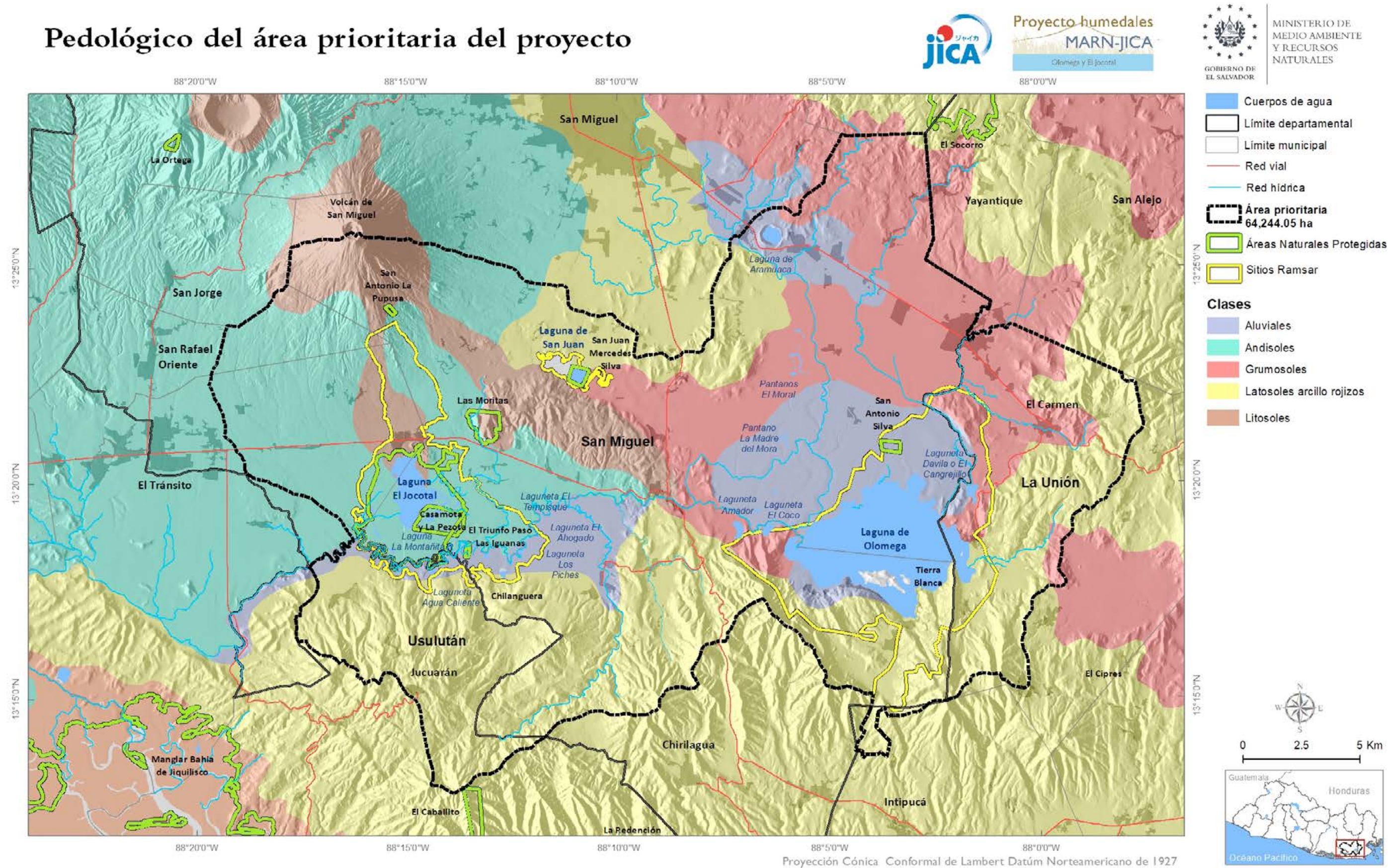


Figura 13. Pedología del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

2.3.2. Elevaciones

El sitio Ramsar laguna El Jocotal se sitúa desde los 30 msnm, siendo el nivel de la laguna que se encuentra bordeada al norte por el volcán de Chaparrastique cuyo cráter está a una elevación de 2129 msnm. La cota más alta de la laguna de Chilanguera se halla a 300 msnm Las pendientes en la planicie del valle son apenas perceptibles (0 %- 2 %), llegando al 70 % en algunas zonas del volcán (Figura 14).

En la laguna de Olomega, las altitudes varían de 60 msnm hasta una altura máxima de 767 msnm en el Cerro Nariz del Diablo, siendo su fisiografía muy variable. El terreno es muy accidentado en las montañas al suroeste

de la laguna donde las elevaciones alcanzan hasta 700 msnm (Figura 16) y, las pendientes oscilan entre 25 % y 75 %. En la parte sur de la laguna, comprende áreas inclinadas y altamente diseccionadas de las montañas y, el relieve, es de moderada altura (Figura 15). Las pendientes predominantes son de entre 10 y 40 %. Los pantanos se encuentran en los alrededores de la parte norte de la laguna, son planicies bajas e inundadas. Sus campos irregulares permanecen inundados la mayor parte del año debido a sus pendientes menores al 2 %. Finalmente, las áreas adyacentes al río Grande de San Miguel, están sujetas a inundaciones casi todos los años, las pendientes varían de 0 a 2 %.



Figura 14. Panorámica del sector norte de laguna El Jocotal. Las pendientes pueden llegar hasta un 70 % en el volcán Chaparrastique. Fuente: MARN-JICA. 2017a.



Figura 15. Sector sur de laguna de Olomega donde se visualiza el terreno accidentado a sus alrededores. Fuente: D. Molina. 2017b.

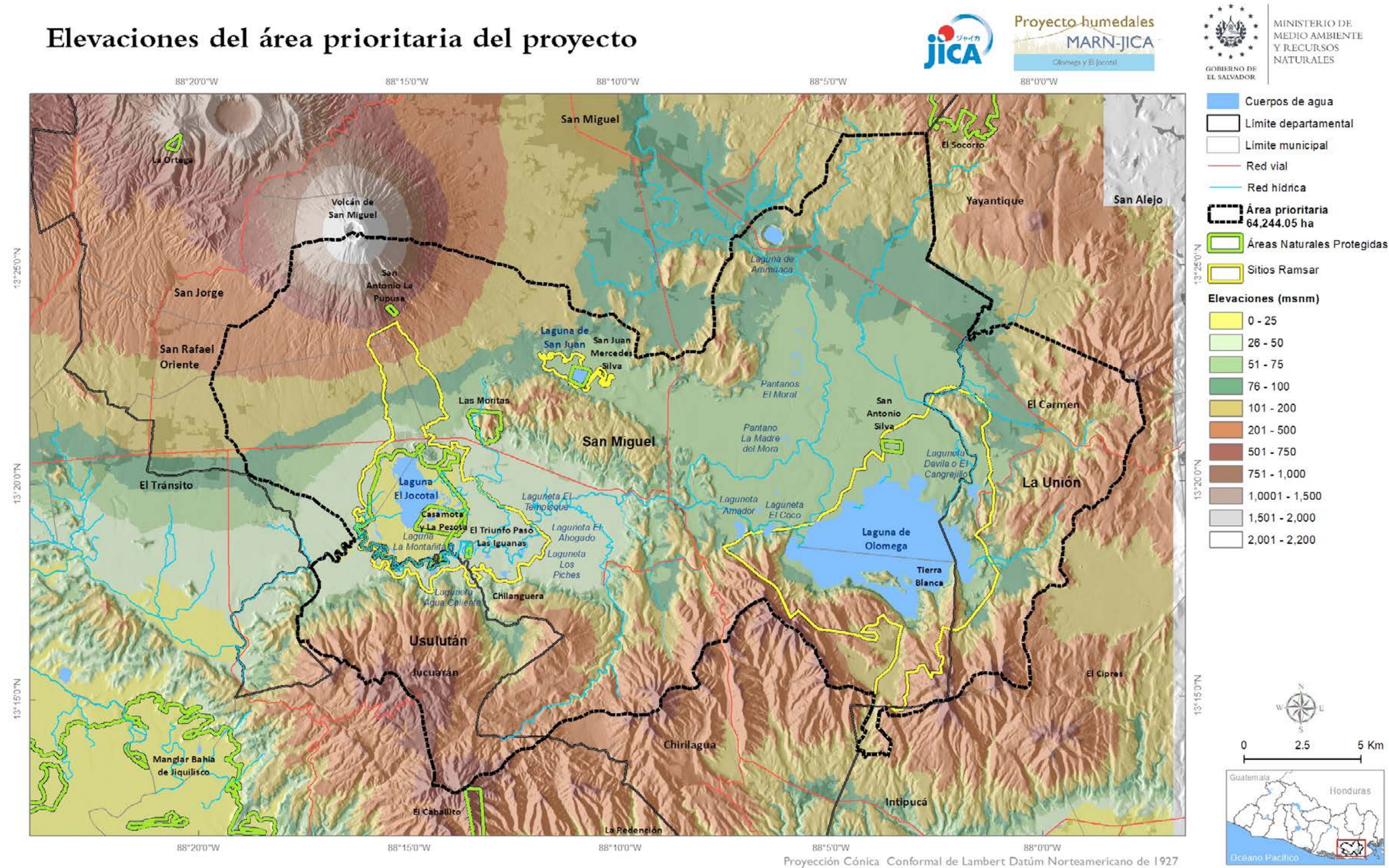


Figura 16. Elevaciones del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

2.3.3. Pendientes

Los valores de elevación sobre el nivel medio del mar varían desde 0 m en la planicie costera, hasta los 2129 metros en el Volcán Chaparrastique de San Miguel. Tal como se refleja en la Figura 18, la Cuenca del río Grande de San Miguel, posee tres tipos de pendiente que dependen de la forma del relieve las cuales se especifican a continuación:

Pendiente baja: corresponde a la de menor pendiente, la cual domina en un 70 % el área de la cuenca, su pendiente es menor del 15 %. Esta zona abarca todo el valle de la cuenca, desde el norte al sur y, sólo se limita por los cerros el Cacahuatique, al norte; el volcán de San Miguel al poniente; y, al sur por los cerros El Arco, Madrecacao, La Misión, y las montañas del Jucuarán. Las cotas se encuentran entre 0- 300 msnm. El sitio Ramsar laguna El Jocotal y Laguna San Juan se ubican en esta categoría.

Pendiente media: su pendiente se encuentra entre 15– 30 %, representa aproximadamente un 14 % del área de la cuenca y, se encuentra en las faldas del volcán de San Miguel, en los cerros Cacahuatique y El Gavilán al norte,

en los cerros El Arco, Madrecacao, La Misión y montañas de Jucuarán al sur. La diferencia de elevaciones es bastante variada en esta zona, oscilan entre 100– 250 msnm en la parte sur, mientras en la parte norte cambia entre 400-1600 msnm. En el volcán de San Miguel cambia de los 300 a los 500 msnm.

Pendiente alta: su pendiente se encuentra entre el 30 % hasta el 70 %, representa aproximadamente otro 14 % del área total de la cuenca, mientras el restante 2 % corresponde a zonas con pendientes mayor al 70 %. Estas zonas se encuentran en los límites de la cuenca y pertenecen al Volcán de San Miguel, Volcán de Usulután y cerro El Tigre al oeste; en el norte, el cerro Cacahuatique; al noreste, el cerro El Gavilán y Ventarrón; al sureste, los cerros El Gavilán y cerro La Unión; y al sur, el cerro La Misión, cerro Madrecacao y cerro El Arco. Las curvas de nivel oscilan entre 600- 2100 msnm, en el Volcán de San Miguel; entre 100- 700 msnm, en los límites al sur de la zona de estudio; entre 500- 1500 msnm, en el cerro Cacahuatique (Magaña & Saguer, 2005).



Figura 17. Pendientes muy pronunciadas en el sector sur de la laguna de Olomega.
Fuente: I. Flores. 2017a.

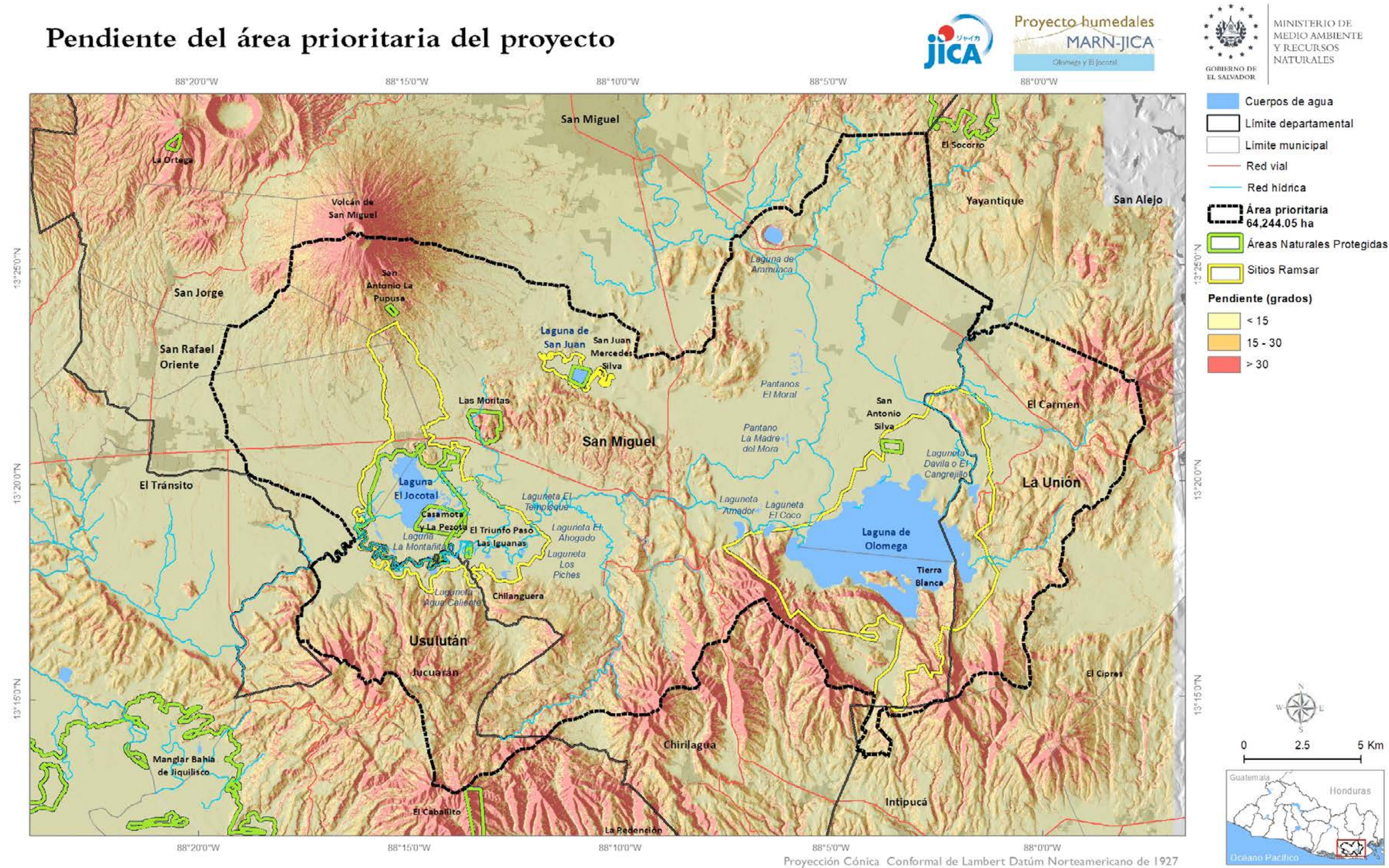


Figura 18. Pendiente del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

2.3.4. Amenaza volcánica en el área prioritaria del proyecto

La Figura 20 muestra el escenario en el caso de caída de balísticos por erupción del volcán Chaparrastique, los cuales son fragmentos de roca expulsados por el cráter principal o por las bocas laterales del volcán durante una erupción explosiva (MARN, 2004). En el escenario 1, los balísticos pueden ser expulsados hasta 1 km de distancia desde el centro de emisión; en el escenario 2, hasta 2 km y, en el escenario 3, más de 2 km. Aunque este último escenario tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja, si se asumiera el escenario más complicado, es decir el escenario 3, la caída de balísticos no afectaría el cuerpo de agua de la laguna El Jocotal, pero sí el área de las lavas que es parte del Área Natural Protegida (ANP) de El Jocotal.

Las cenizas volcánicas son fragmentos de magma menores a 2 mm que son lanzados al aire a través de la columna eruptiva y son transportados por los vientos (MARN, 2004). En caso de presentarse actividad explosiva del Volcán Chaparrastique y dependiendo de su magnitud, las cenizas pueden acumularse en capas de diferente espesor (Figura 21). Para el cuerpo de agua en la laguna El Jocotal y en caso de un evento eruptivo altamente explosivo, podrían acumularse capas de ceniza de entre 5 a 100 mm de espesor. Sin embargo, este tipo de eventos tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia.

La Figura 22 muestra los escenarios para flujos de lava, el cual es el evento con más probabilidad de ocurrencia, y flujos piroclásticos. Los flujos o coladas de lava son masas de roca fundida a temperaturas entre 1000 a 1200 °C emitidas por los volcanes, mientras que los flujos piroclásticos son nubes de cenizas con gases y rocas que bajan por los flancos de los volcanes a altas velocidades con temperaturas entre 300 y 800 °C (MARN, 2004).

Aunque los flujos de lava pueden alcanzar distancias mayores a los ocho kilómetros, el cuerpo de agua de la laguna no se vería afectado por éstos. Sin embargo, el escenario aquí presentado, corresponde a una erupción del cráter central, pero existe la amenaza de salida de flujos de lava fisúrales por el flanco sur del volcán y dependiendo de su magnitud la afectación podría ser directamente al cuerpo de agua. La ocurrencia de eventos eruptivos altamente explosivos con emisión de flujos piroclásticos sí pueden afectar la zona norte de la laguna, pero es poco probable.

Finalmente, la Figura 23 representa los escenarios de afectación por lahares, que son también llamados flujos de escombros volcánicos, los cuales son una mezcla de agua lluvia con rocas volcánicas y sedimentos (movilizados por lluvias torrenciales hacia las partes bajas del volcán. Se presentan cuatro escenarios, dependiendo de los volúmenes de los lahares que pueden ir desde 25,000 m³ (franja roja) hasta los 300,000 m³ (franja verde), los cuales tendrían un mayor alcance en cuanto a extensión. Sin embargo, no afectarían el cuerpo lagunar de El Jocotal.

La siguiente línea del tiempo (Figura 19), muestra algunos eventos de actividad volcánica, principalmente flujos de lava que se han dado en tiempo histórico por el volcán Chaparrastique, siendo los más grandes en el año 1699 y 1819 (Escobar, 2003; MARN, 2004; MARN, 2016).

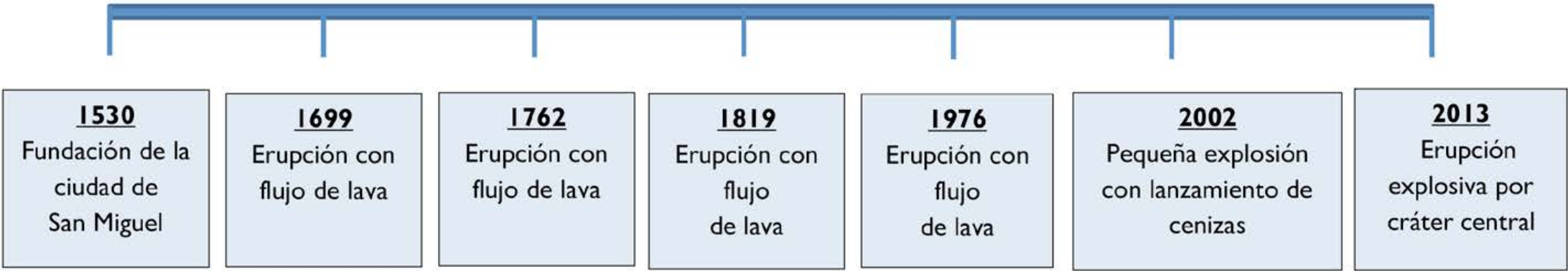


Figura 19. Línea de tiempo de actividad del volcán Chaparrastique.
Fuente: MARN, 2004; MARN, 2016.

Caída de balísticos (cráter central y fisurales) del área prioritaria del proyecto

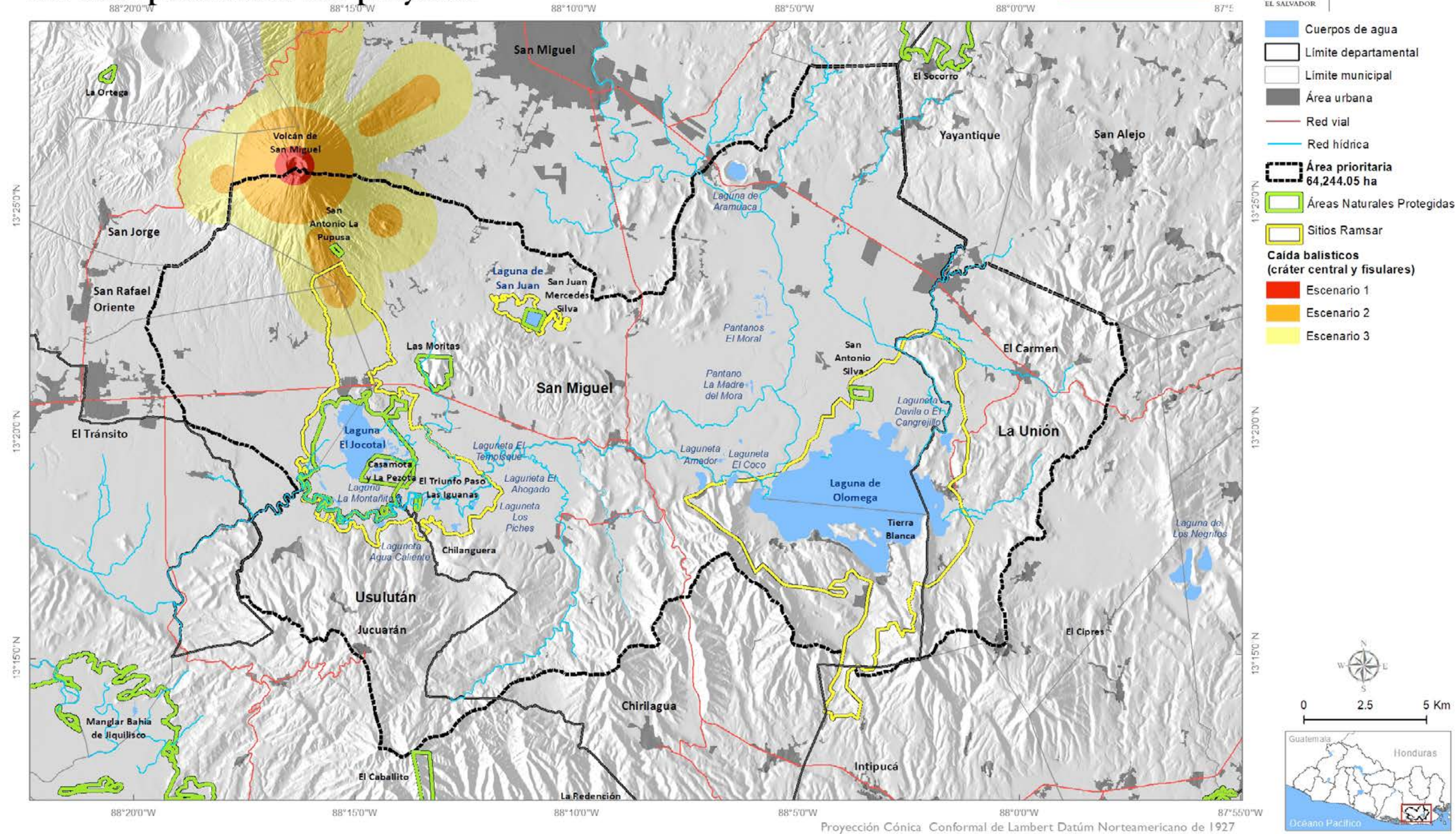


Figura 20. Caída de balísticos (cráter central y fisurales) del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN a partir de datos MARN, 2004.

Caída de ceniza del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del proyecto



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

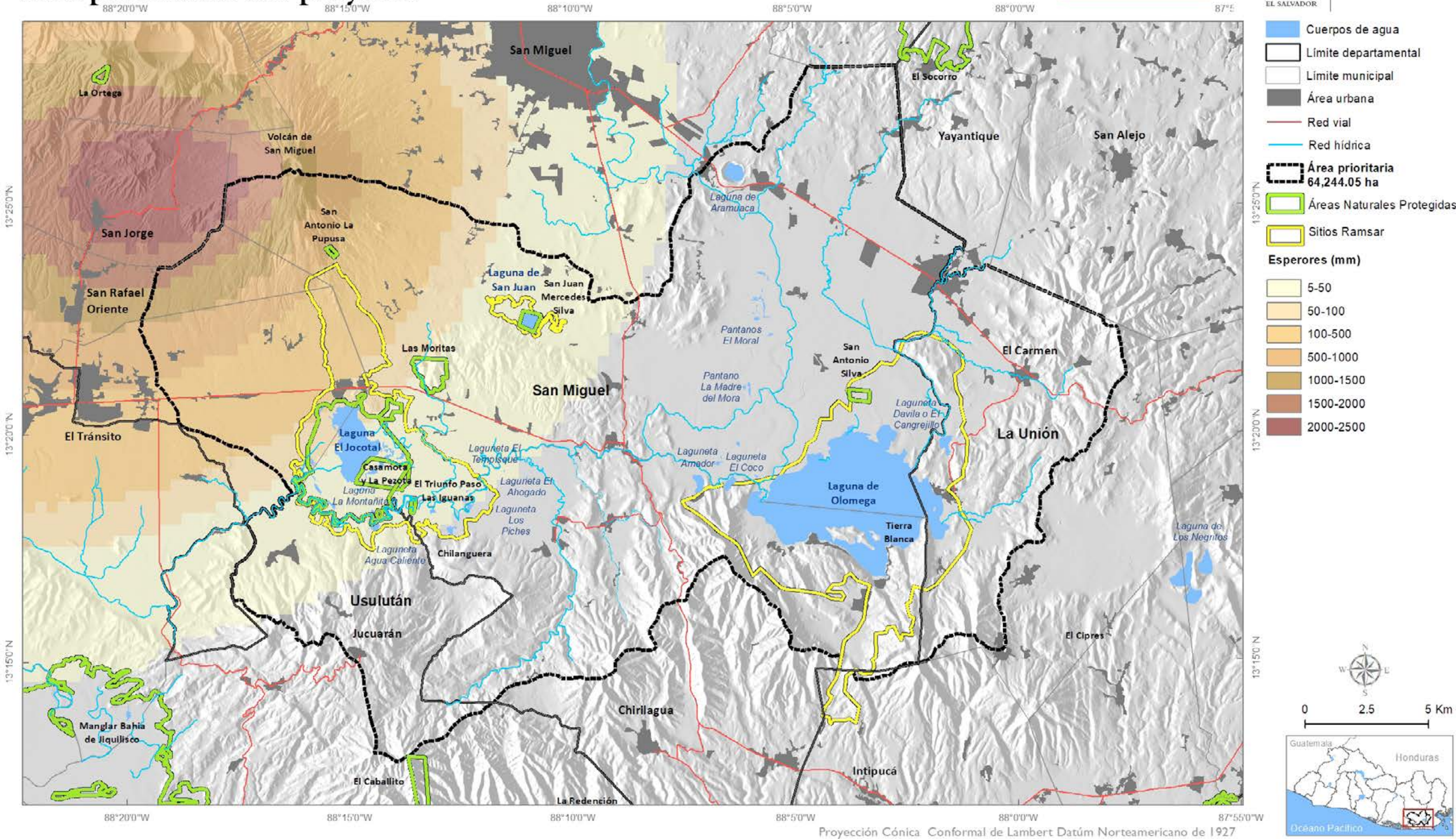


Figura 21. Caída de ceniza del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN a partir de datos MARN, 2004.

Flujos de lava y flujos piroclásticos del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del proyecto

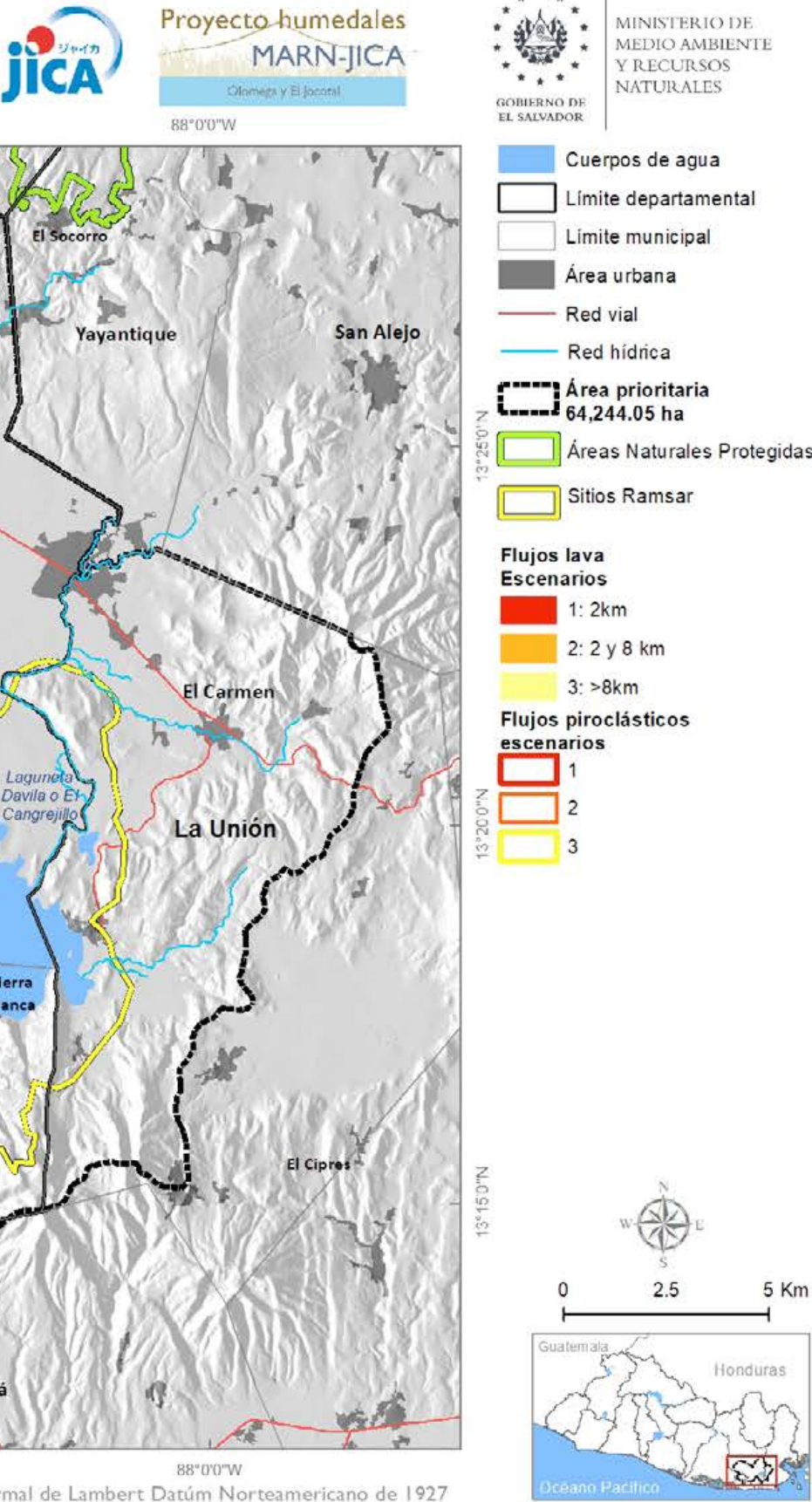
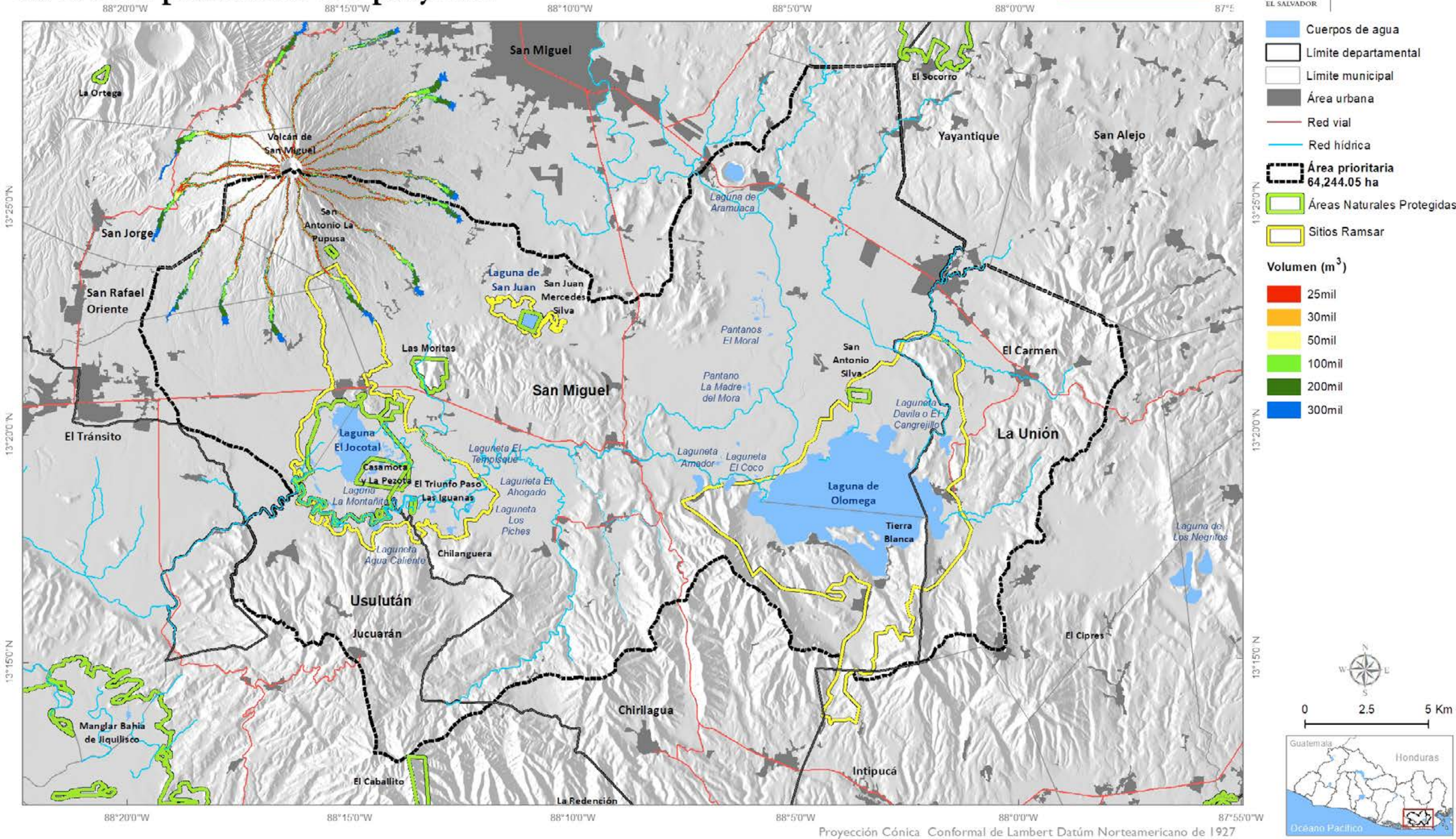


Figura 22. Flujos de lava y flujos piroclásticos del volcán Chaparrastique en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN a partir de datos MARN, 2004.

Lahares en el volcán Chaparrastique en el área prioritaria del proyecto



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



2.4. Hidrología

2.4.1. Inundaciones

Los humedales están en constante cambio de ampliación y reducción de áreas inundables, reconocido por la hidrometeorología local, como: inundaciones y precipitaciones. Se clasifican tres tipos de áreas inundadas, estas son: áreas semipermanentes, áreas estacionalmente inundadas (dependiendo de la estación lluviosa o seca), y

áreas temporalmente inundadas (se mide a lo largo de los años), basadas en los niveles observados de agua de la laguna (Tabla 1). Los cambios en las áreas de la Laguna de Olomega y El Jocotal, se deben principalmente a la conexión que tienen con el río Grande de San Miguel.

Tabla 1
Extensión de las zonas inundables de ambos humedales

El Jocotal			Olomega		
Semipermanentemente inundado	Estacionalmente inundado	Temporalmente inundado	Semipermanentemen te inundado	Estacionalmente inundado	Temporalmente inundado
Nivel de agua promedio	Nivel de agua promedio en temporada de lluvias	Promedio anual del nivel máximo de agua	Nivel de agua promedio	Nivel de agua promedio en temporada de lluvias	Promedio anual del nivel máximo de agua
26.10 km²	26.45 km²	28.13 km²	64.83 km²	65.16 km²	65.95 km²
23.72 km²	24.17 km²	33.29 km²	63.51 km²	67.67 km²	76.05 km²

Nota: km2: kilómetro cuadrado.
Fuente: MARN-JICA, 2018a.

La laguna El Jocotal se alimenta por medio de dos cursos torrenciales: 1) Quebrada Seca y, 2) Calle Nueva, que aportan sus aguas en épocas de lluvias. Se nutre igualmente de las aguas de manantiales de alta conductividad (500- 600 microSiemens/cm²) situados en las bases de las lavas del volcán que a su vez recibe las aguas de infiltración en las propias lavas. El arrastre de sedimentos en época lluviosa es considerable, lo que está provocando un progresivo aterramiento de la laguna. Por otro lado, la laguna actúa como una zona de embalse en la época de crecidas del río Grande de San Miguel mitigando el posible efecto de inundaciones, como en el caso de la Depresión Tropical 12E (octubre 2011), en el que la laguna amortiguó la crecida del río Grande de San Miguel.

El área de la laguna de Olomega se extiende hasta la laguna de San Juan en su promedio de agua. La laguna Agua Caliente o El Boquerón, ubicada al sur de la fuente termal de El Jocotal, está cubierta por el nivel medio de agua de la laguna El Jocotal. Desde el punto de vista hidrológico, estas áreas inundadas se pueden considerar, potencialmente, como áreas de humedales (Figura 27).

El volumen de escorrentía anual del río Grande de San Miguel es de aproximadamente 1161 millones de m³, de los cuales 985 millones de m³ (84.8 %) fluyen hacia el Océano Pacífico durante la temporada de lluvias (FAO, 2000).

Existen tres estaciones donde se mide el promedio de descarga, estos son: Vado Marín, El Delirio- La Canoa y Villerías (Figura 24). El primero, se encuentra aguas abajo de la Laguna El Jocotal; el segundo, está ubicado aguas abajo de la Laguna de Olomega, y, el tercero, está río arriba de la ciudad de San Miguel.

La descarga promedio mensual en Vado Marín está entre 78 m³/s y 5.8 m³/s, en los meses de octubre y marzo, respectivamente. Las estaciones El Delirio- La Canoa y Villerías tienen la máxima descarga de flujo mensual promedio en septiembre, con 58 m³/s y 40.0 m³/s, respectivamente. Las descargas de flujo más bajas se registran en los meses de enero a abril.

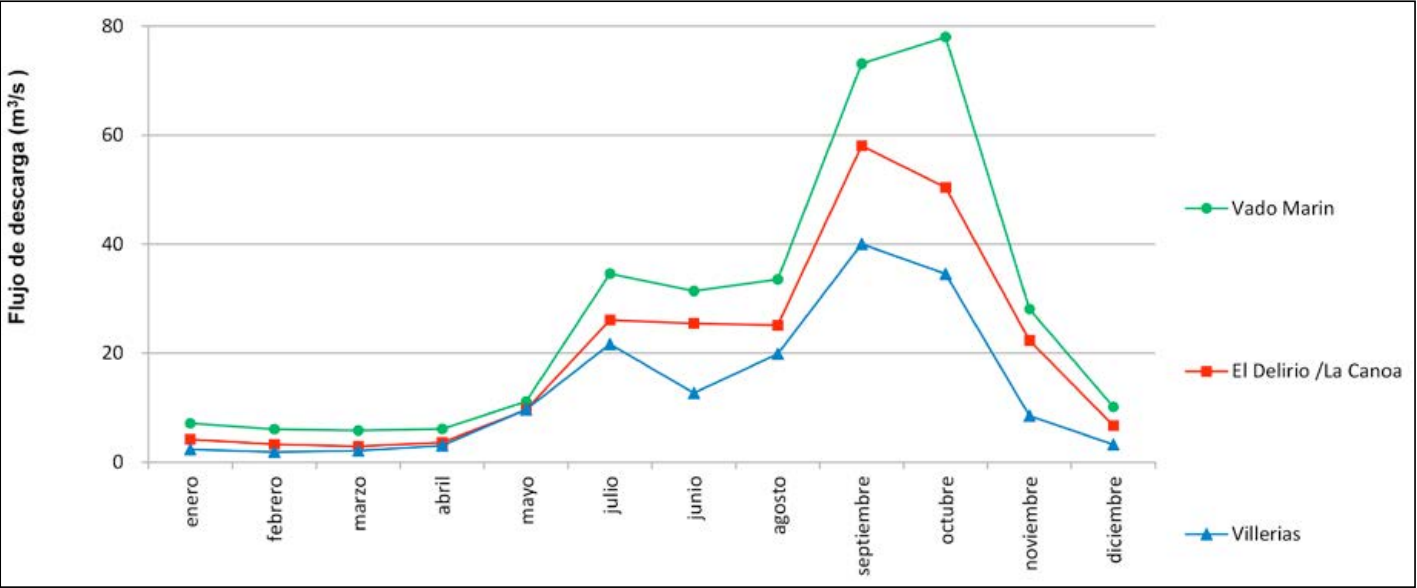


Figura 24. Descarga promedio mensual de flujo del río Grande de San Miguel.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Ríos y cuerpos de agua del área prioritaria del proyecto



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

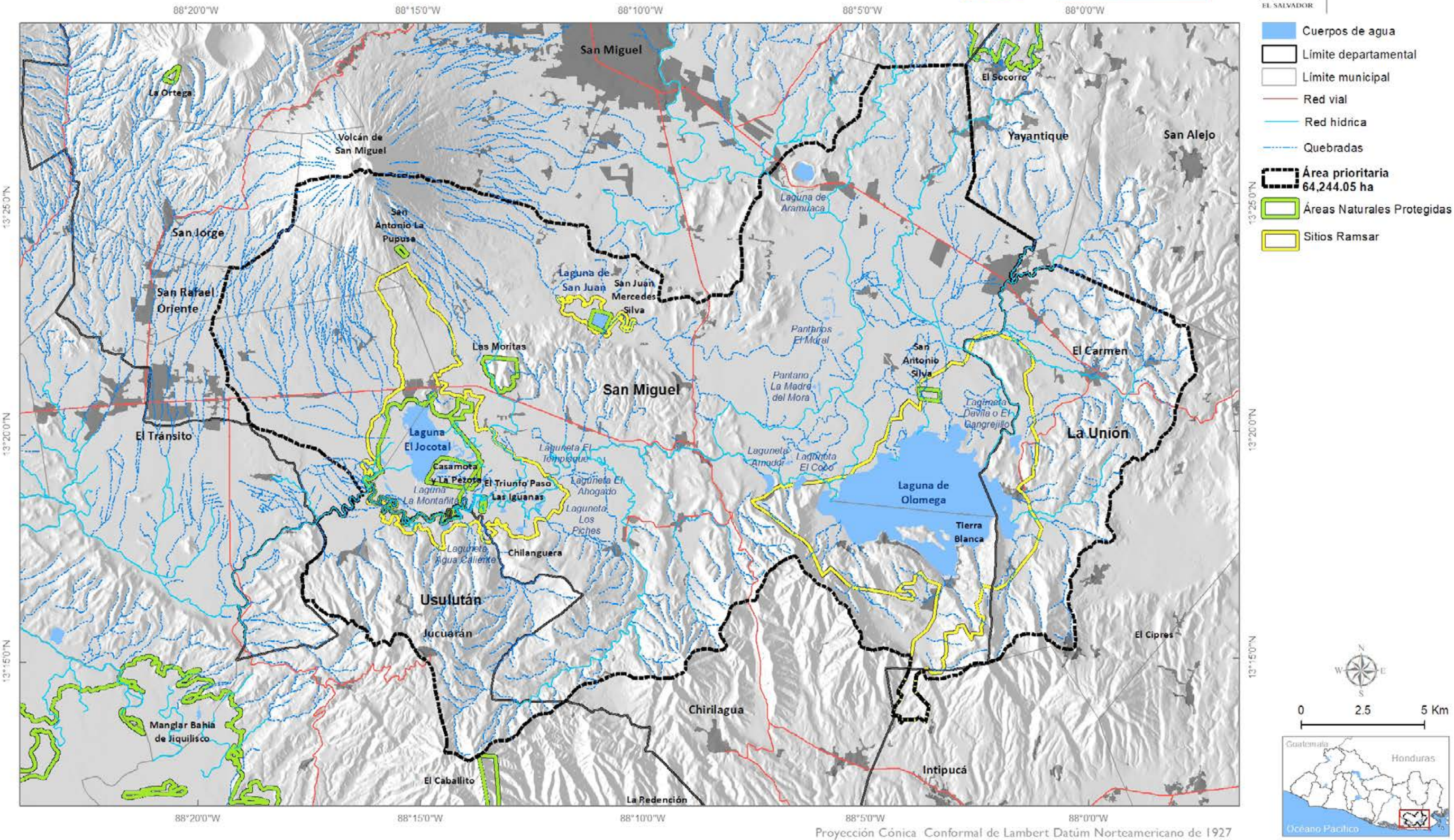


Figura 25. Ríos y cuerpos de agua en el área de prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

La cuenca alta del río Grande de San Miguel, que comprende la zona norte hasta la estación Villerías, presenta una alta escorrentía durante la época lluviosa y, una disminución en la época seca. La cuenca media presenta una escorrentía superficial con un comportamiento moderado, que comprende desde la estación Villerías hasta la estación El Delirio. No obstante, al tener un nivel de peligro moderado en esta parte, existe una alta probabilidad de experimentar inundaciones por el crecimiento de los niveles y desbordamiento del río, sobre todo aquellas áreas urbanas situadas en las cercanías de la colonia Jardines del Río, ubicada en la parte sur del casco urbano de San Miguel. También se destacan las zonas pantanosas en el área cerca de la laguna de Olomega por lo superficial que se encuentra el manto freático.

Finalmente, la cuenca baja, por sus características, la hacen la de mayor peligro de inundación. La zona que rodea ambas lagunas se considera Zona de Muy Alta Probabilidad de Inundación. La parte baja de la cuenca está comprendida entre la estación El Delirio y la desembocadura de la cuenca, en esta área el río tiene poca pendiente. Además, la forma superficial en que se encuentra el nivel freático contribuye enormemente a mantener la zona

Tabla 2
Registros históricos de inundaciones en Río Grande de San Miguel.

Fecha	Nombre del evento	Observaciones
Septiembre 1969	Huracán Francelia	Se registró una gran inundación en Moscoso.
Septiembre 1988	Huracán Gilbert	Se registraron fuertes lluvias en San Francisco Gotera y San Miguel
Octubre 1988	Huracán Joan	Ninguna
Julio-agosto 1996	Tormenta Tropical Cesar & Douglas	Ninguna
Octubre 1998	Huracán Mitch	La descarga máxima de flujo diario en la estación de Vado Marín se registró el 2 de noviembre de 1998.
Octubre 2005	Huracán Stan	Causó grandes inundaciones, desbordamiento de ríos y deslizamientos, alcanzó Categoría I con vientos de 130 km/hora
Noviembre 2009	Huracán Ida	199 personas fallecidas. Inundaciones de zonas habitadas y agrícolas, daños en riberas de ríos, deslizamientos.
Junio 2010	Tormenta Tropical Agatha	11 personas fallecidas. Evento más extremo en el 2010 con 375 mm en un solo día. Su impacto económico alcanzó los USD\$ 112.1 millones.
Octubre 2011	Depresión Tropical 12E	Rompió récord histórico de lluvia acumulada comparado con el Huracán Mitch (1256 mm vs 861 mm, respectivamente).

Fuente: MARN, MARN-JICA a partir de los datos del informe final del Estudio sobre el control integral de inundaciones para el Río Grande de San Miguel en la República de El Salvador.

Existe conexión de los humedales laguna de Olomega y El Jocotal con el río Grande de San Miguel, el cual aporta cantidades de agua que permiten ampliar las áreas inundables (durante las precipitaciones). Algunas de las áreas inundadas permanecen en las tierras bajas como cuerpos de agua independientes alrededor de las lagunas. Sin embargo, en eventos extremos el área de riesgo de inundaciones se amplía, como sucedió en 1998 con el huracán Mitch y, otros eventos en los últimos 15 años.

En el territorio se puede encontrar una borda a lo largo de la orilla izquierda del tramo medio del río Grande de San Miguel construida en 1970, que experimenta un flujo excesivo de agua en eventos de inundación. También, existe un punto de restricción en El Delirio, ubicado en el tramo medio del río Grande de San Miguel, que sirve para separar el área de inundación aguas arriba de la laguna de Olomega y los alrededores de la laguna El Jocotal. En los alrededores de los humedales se pueden encontrar los cuerpos de agua independientes.

Desde el punto de vista del área de la superficie del agua, las zonas de inundación son independientes de la laguna Olomega y la laguna El Jocotal durante el año, pero en algún momento se conectan a las lagunas debido a grandes inundaciones.

saturada, facilitando que ocurran desbordamientos. Por lo mismo, las inundaciones en el río Grande de San Miguel son consecuencia de: i) huracanes y tormentas tropicales, ii) lluvias tropicales de alta intensidad y, iii) lluvias continuas.

Se tiene registro de nueve eventos históricos de huracanes en El Salvador desde 1969 a 2011 (Tabla 2). En los últimos 20 años, cinco tormentas han impactado fuertemente al país provocando extensas inundaciones; principalmente, en áreas cercanas a los ríos, en este caso, el río Grande de San Miguel.

La descarga máxima de flujo diario en la estación de Vado Marín se registró el 2 de noviembre de 1998 causada por el huracán Mitch (Tabla 2). Por otro lado, las estaciones de El Delirio - La Canoa y Villerías no tienen ninguna observación de la descarga de la inundación en noviembre de 1998, cuando Vado Marín registró la descarga máxima de flujo. Las estaciones de El Delirio- La Canoa y Villerías registraron la descarga máxima diaria de flujo en noviembre de 1963 y septiembre de 1973, respectivamente. Como se muestra en la Tabla 3, la descarga anual máxima diaria de flujo en Vado Marín, en 1963 y 1973, es significativamente menor que la de dos estaciones ubicadas aguas arriba, indicando el exceso de flujo del río y las inundaciones durante tales eventos.

Tabla 3
Descarga máxima de flujo diario en río Grande de San Miguel.

Estación	Fecha de Registro	Descarga máxima (m³ / USD\$)
Vado Marín	2 noviembre 1998	1599
	11 noviembre1963	248
	26 octubre1973	238
El Delirio	9 noviembre 1963	632
Villerías	16 septiembre1973	1148

Nota: El Delirio- La Canoa y Villerías no tienen ninguna observación en noviembre de 1999 cuando Vado Marín registró la descarga máxima del río.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.



Figura 26. Río Grande de San Miguel a la altura de El Delirio.
Fuente: MARN-JICA. 2019b.

[illegible]

29

2.4.2. Acuíferos, ríos y cuerpos de agua

La laguna de Olomega y la laguna El Jocotal, forman parte del acuífero volcánico de Usulután.

El acuífero volcánico de Usulután, formado por depósitos aluviales de la planicie, al sur de Usulután, consiste en ciénagas y marismas; por lo que el acuífero está conformado por piroclastos cuaternarios (Figura 29). Las Sierras de Jucuarán de la formación El Bálsamo constituyen un límite hidrogeológico. Al este, el acuífero está conectado con el acuífero aluvial de la Cuenca de El Jocotal; de origen tectónico que cubre 130 km², de los cuales, 4 km² son afloramientos de lavas cuaternarias y, unos 30 km² son terrenos pantanosos o inundados, en los alrededores de laguna de Olomega. En la parte occidental existen afloramientos de la formación El Bálsamo, en la ribera oriental del río San Miguel (Losilla et al., 2001).

El acuífero se recarga por infiltración de precipitación que cae en la cuenca, por influjos subterráneos del acuífero volcánico de Usulután en el norte y, por la infiltración de flujo superficiales de corrientes intermitentes que entran en la cuenca desde el norte y drena por el río Grande de San Miguel. La infiltración anual de precipitaciones, sobre los sedimentos aluviales y las lavas, se estiman en 30 x 106 m³; el caudal subterráneo que entra por el norte se estima en 100 x106 m³ (Losilla et al., 2001).

La laguna El Jocotal está situada en la región media de la cuenca del río Grande de San Miguel; sus afluentes principales son los ríos: Seco, Villerías, Los Amates, San Antonio, Chávez o Guayabo, San Esteban Tahisihuat, Ereaguayquín, Papalón, Miraflores y Chilanguera (Andino y Mariona, 2018a).

La laguna de Olomega es un humedal de agua dulce con subidas y bajadas del nivel de agua según las épocas del año. La profundidad media de la laguna es de 2.9 m. En la época de lluvias, aumenta notoriamente el nivel de agua y se inundan los pantanos aledaños gracias a los aportes de las quebradas estacionales ubicadas en el sur y, de los afluentes permanentes del norte, junto con el desbordamiento del río Grande de San Miguel. Tiene su drenaje (evacuación de agua superficial o subterránea), en la parte oeste hacia el mismo río.

Entre los afluentes más importantes de la laguna están los ríos: San Antonio, El Mono, El Carmen, La Pelota, San Pedro, Chiquito y Las Pilas. Todos, tienen una serie de quebradas que durante la época lluviosa incrementan

enormemente el caudal, erosionando los suelos como consecuencia de la deforestación existente en la zona, principalmente en las zonas altas, depositándose en la laguna y creando problemas de colmatación (Andino y Mariona, 2018b).



Figura 28. Sector norte de laguna San Juan.
Fuente: D. Molina. 2017c.

Hidrogeológico del área prioritaria del proyecto



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

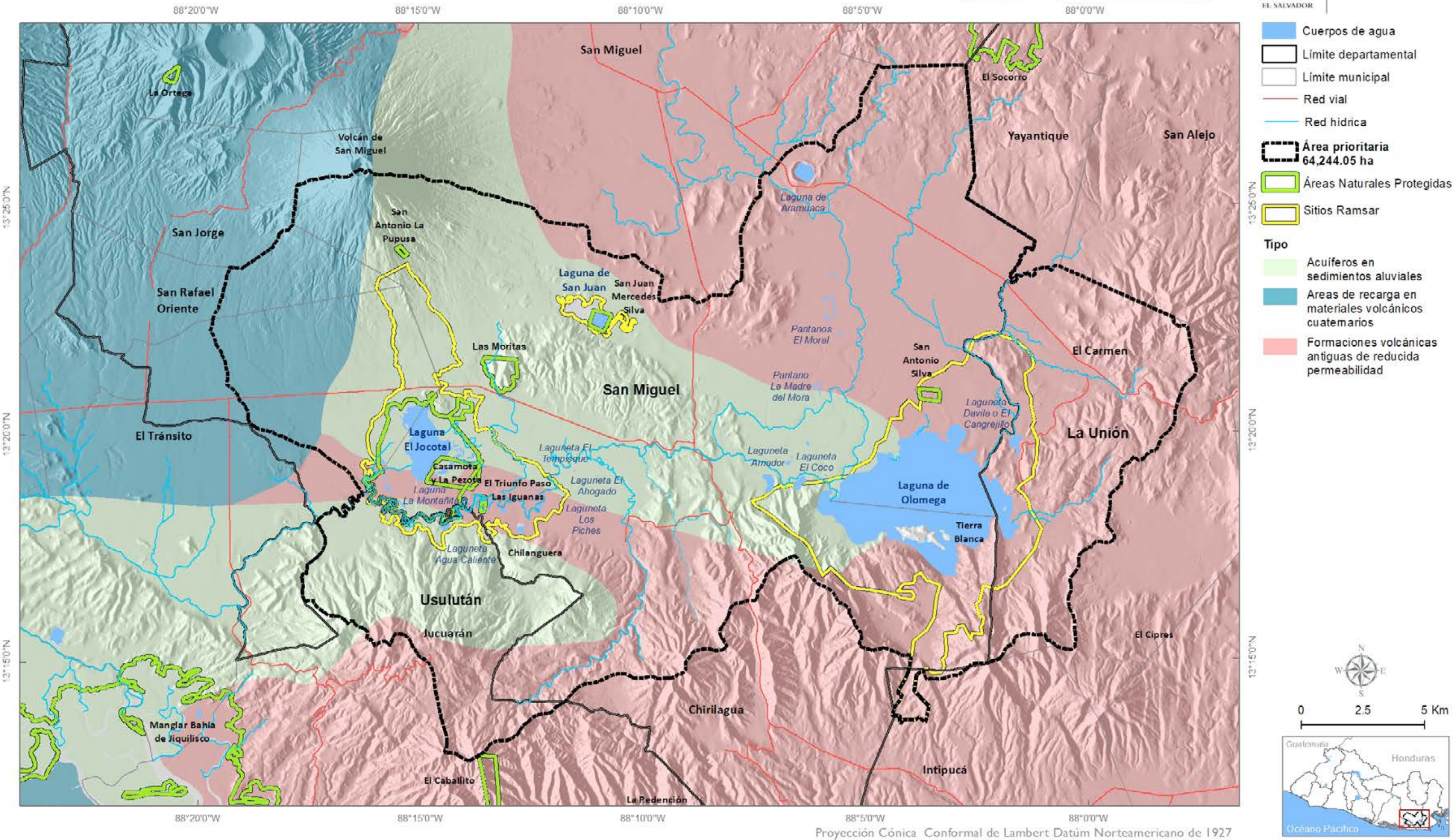


Figura 29. Mapa hidrogeológico del área de prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

3. Entorno socioeconómico

3.1. Resumen (cultura, historia)

Los humedales de Olomega y El Jocotal se encuentran ubicados cerca de centros poblacionales importantes como Usulután, San Miguel y La Unión. En términos generales, el censo de población para El Salvador en el año 2007, registra un total de 5,744,113 habitantes en un área de 21,040 m², es decir, una densidad poblacional de 273 habitantes/km² (MINEC, 2008). Del total de la población, aproximadamente un 27.3 % vive en la capital (San Salvador), con una densidad de 1768 hab/km², mucho mayor que los departamentos de Usulután con 162 hab/km², San Miguel con 209 hab/km² y, la Unión con 115 hab/km².

La economía local en el área de los humedales está fundamentada en la agricultura, la ganadería, el comercio en pequeña y mediana escala y la pesca. La agricultura y la ganadería constituyen las principales actividades productivas en los municipios que tienen una fuerte relación con la gestión de los humedales en la zona del proyecto. Los municipios que se vinculan con el humedal El Jocotal son: Jucuarán, San Rafael Oriente, El Tránsito, San Miguel y Chirilagua. En el caso de la laguna de Olomega, además de estos dos últimos, también se vinculan los municipios de El Carmen e Intipucá (Tabla 4).

Tabla 4
Municipios que contienen los humedales El Jocotal y Olomega

Departamento	Municipio	División administrativa	Población	Medios de vida
Usulután	Jucuarán	9 cantones, 76 caseríos	13,424 habitantes	Producción de maíz, frijol, caña de azúcar, café, ganadería de bovinos y pesca artesanal.
San Miguel	El Tránsito	6 cantones, 26 caseríos	18,363 habitantes	Cultivos de granos básicos, caña de azúcar, hortalizas y frutas. Existe ganadería de bovinos, porcinos y pesca artesanal.
	San Rafael Oriente	4 cantones y 29 caseríos	13,290 habitantes	Producción de granos básicos, caña de azúcar, hortalizas y frutas. Zona productora de camote y jícama.
	San Miguel	32 cantones y 165 caseríos	218,410 habitantes	Producción de granos básicos, caña de azúcar, café, maguey artesanías de barro y posee el complejo comercial más grande de toda la zona oriental. Crianza de ganado vacuno y porcino, también se explota la avicultura, apicultura y la pesca artesanal.
	Chirilagua	11 cantones 62 caseríos	19,984 habitantes	Producción de granos básicos, caña de azúcar, hortalizas y frutas. Crianza de ganado bovino, aves de corral y la pesca artesanal.
La Unión	El Carmen	11 cantones 43 caseríos	12,324 habitantes	Cultivo de granos básicos, hortalizas y frutas. La ganadería de bovinos es importante en la zona, así como, la crianza de porcinos y aves de corral. La pesca artesanal en la laguna de Olomega.
	Intipucá	2 cantones 13 caseríos	7567 habitantes	Cultivo de granos básicos, ajonjolí, maguey, hortalizas y frutas. Crianza de ganado bovino, porcino y equino. Otro rubro importante es la producción de lácteos.

Fuente: MARN-JICA, 2018a



Figura 30. Ganado en pastoreo, en el sector norte de la laguna de San Juan.
Fuente: MARN-JICA. 2017b.



Figura 31. La pesca es una de las principales actividades económicas en la laguna El Jocotal.
Fuente: MARN-JICA. 2018.

3.2. Uso de suelo y clasificación de cobertura terrestre

3.2.1. Uso de suelo

En relación al uso del suelo, los más abundantes en el territorio son los sistemas productivos de parcelas utilizados para el cultivo de granos básicos y/o potreros y, sistemas de cultivos formados por grandes haciendas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar. También se encuentran pastizales y usos silvopastoriles (MARN-JICA, 2018). El uso de suelo en cada subcuenca se describe a continuación:

Subcuenca El Jocotal
El área cultivable (Clase I-III) en la subcuenca representa el 28 %; sin embargo, el área con cultivos es el 57 %. El área a lo largo de los ríos tiene imitación de drenaje. El área VI-VIII, que se caracteriza por una pendiente pronunciada y baja fertilidad, compone el 60 % de la zona y se ubica en la zona que rodea el área cultivable.

Subcuenca de San Juan
La tierra cultivable de la subcuenca comparte el 39 % y muestra una relación más alta que las otras. El área de vegetación permanente comparte el 39 %, que muestra la menor proporción. El área a lo largo de los ríos tiene limitación de drenaje.

Subcuenca Olomega
La tierra cultivable solo comparte el 15 %, que es la más baja entre las tres cuencas. Por otro lado, la porción del área de vegetación permanente es muy alta, 56 %. La mayor parte del área pobre de drenaje, en la parte norte, comparte aproximadamente el 30 %.

En las subcuencas, el 50 % del área se utiliza para el cultivo agrícola, especialmente en la cuenca de San Juan, con más del 70 % del área. El 10 % del área total en las cuencas se utiliza para pastos. En la cuenca de Olomega, el uso de la tierra de pastoreo es relativamente más alta, con el 20 %. Al agrupar el uso de la agricultura y el pastoreo, el 60 % del área total se utiliza para la producción agrícola, que es el uso dominante de la tierra en el área (Figura 32).

Con respecto a la distribución del uso de la tierra, el cultivo agrícola es un uso importante en el área de pendiente leve, desde la parte noroeste de la laguna de Olomega hasta la parte sur del volcán San Miguel. Por otro lado, el bosque es dominante en los terrenos montañosos de la parte sur de la laguna de Olomega.

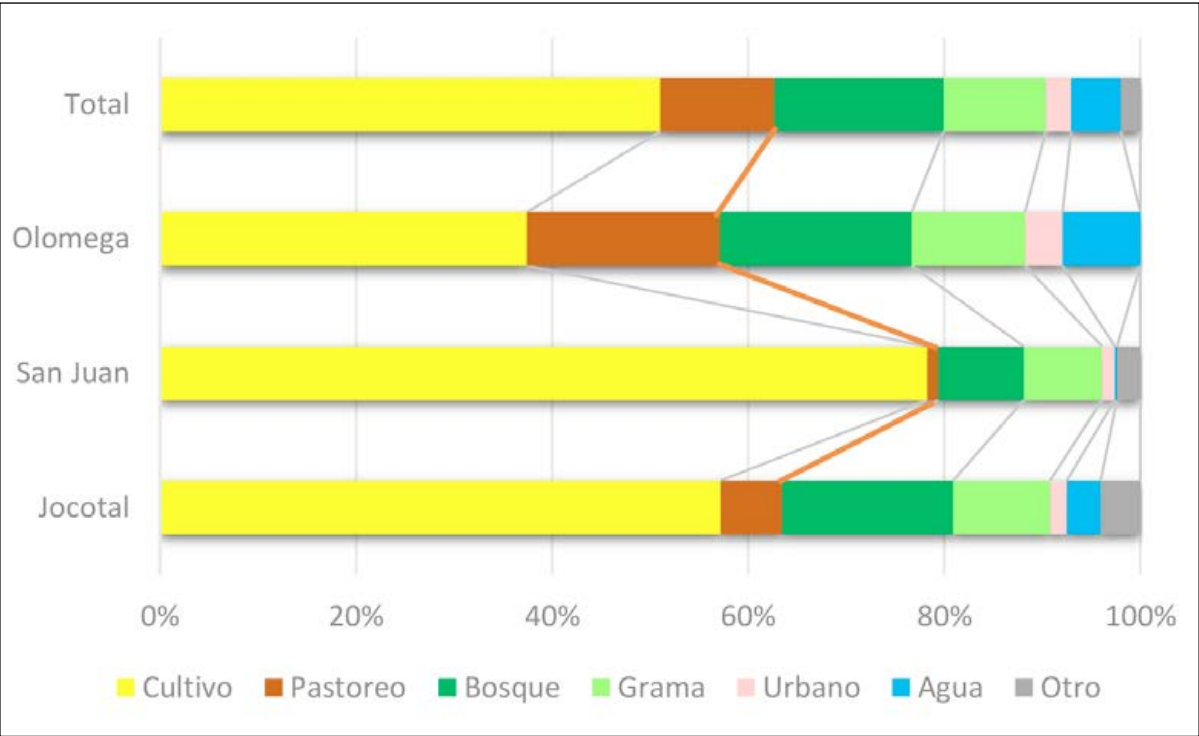


Figura 32. Porcentaje de cada tipo de uso suelo en las tres subcuencas.
Nota: La línea anaranjada muestra el límite entre la clase I-III (área cultivable) y IV-VIII (área no cultivable).
Fuente: MARN-JICA, preparado según el mapa de uso de la tierra, MARN.

Uso del suelo 1996 en el área prioritaria del proyecto



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

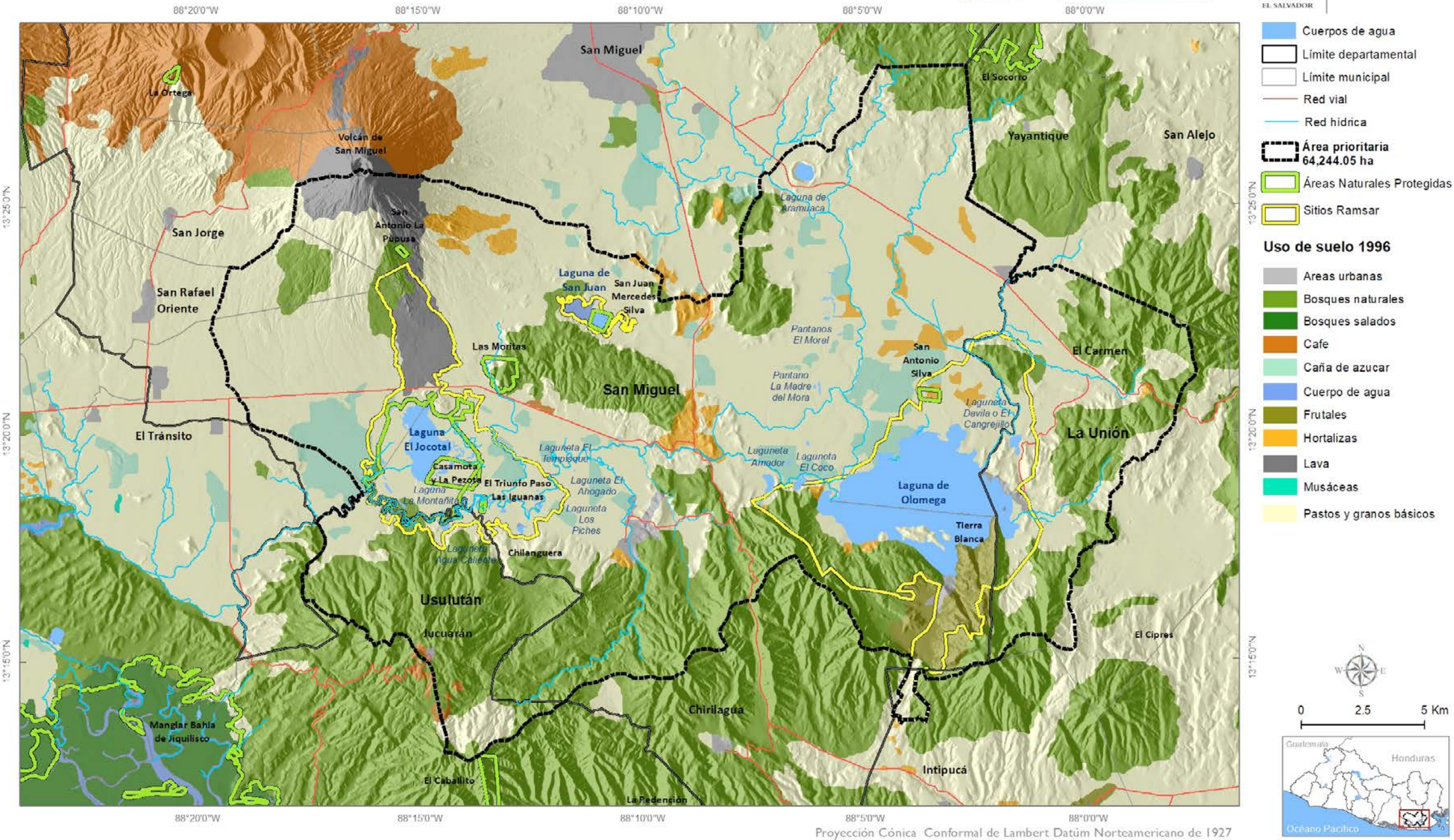


Figura 33. Uso de suelo en 1996, área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN, GIZ, UICN, 2016.

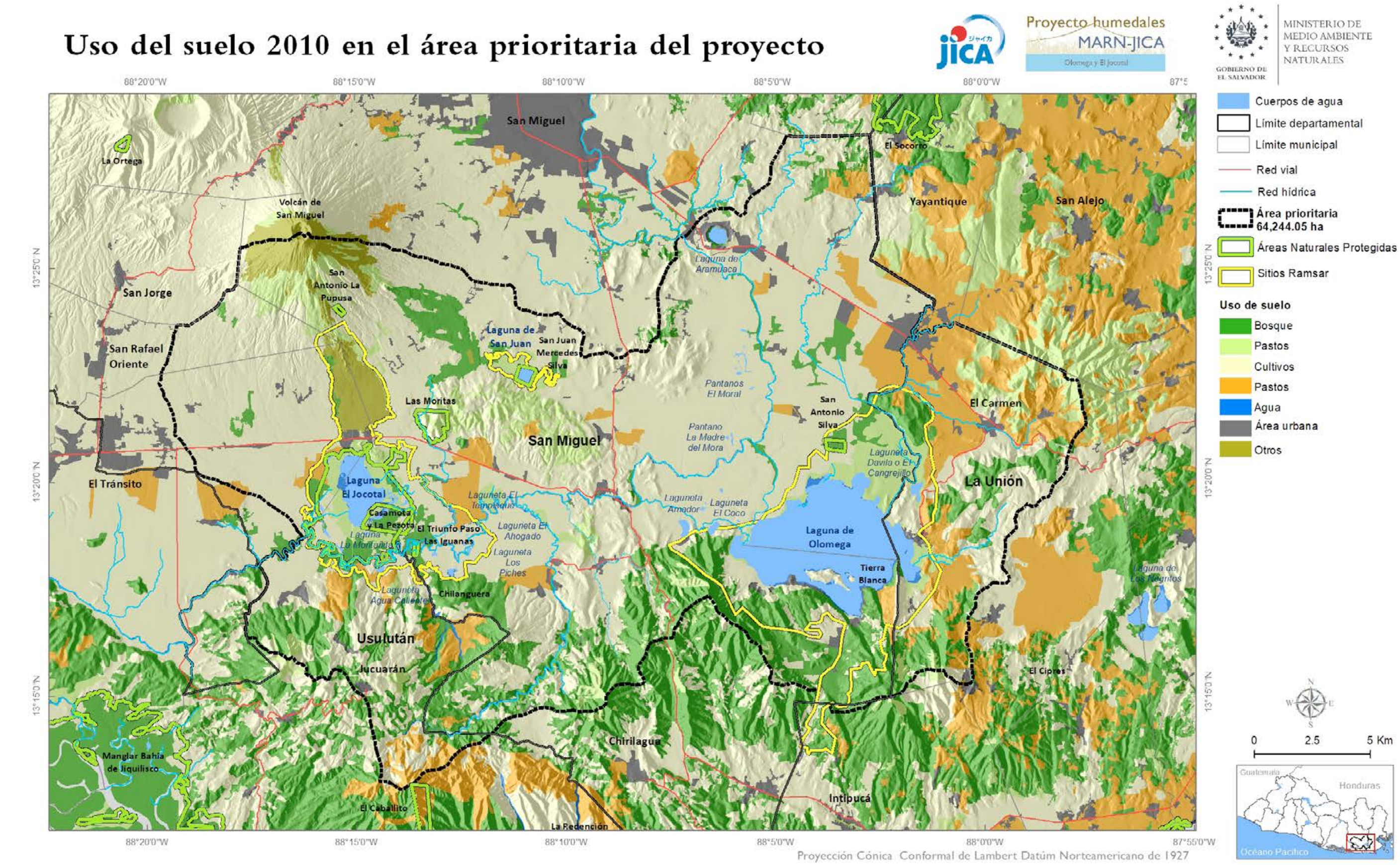


Figura 34. Mapa de uso de suelo 2010 en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: MARN, GIZ, UICN, 2016.

3.2.2. Clasificación de cobertura terrestre

La utilización principal del suelo en el área del proyecto es el cultivo de granos básicos (Figura 36). Las prácticas de cultivo varían desde las primitivas hasta los métodos más modernos, aunque dependen mayormente de la extensión de las propiedades. Existen muchas fincas pequeñas del tipo de subsistencia, las cuales producen diversas cosechas para el consumo local. En ellas, el cultivo se lleva a cabo por medio de métodos manuales antiguos y, los niveles de producción son muy bajos. En las fincas grandes se emplean métodos modernos de cultivo, especialmente en las plantaciones de caña de azúcar (MARN-JICA, 2018b).

El régimen actual de las cosechas está limitado a una cosecha por año, principalmente debido al largo período seco que se extiende desde noviembre hasta cerca de mayo. El maíz se siembra dos veces en algunas ocasiones, pero los rendimientos de la segunda cosecha, casi siempre son bajos. Con respecto al frijol, frecuentemente se hace una segunda siembra y, a veces, se siembra también después de haber cosechado maíz.

Tabla 5
Tipos de hábitat en Laguna Jocotal y Olomega

Otros tipos de hábitats	Laguna de Olomega (ha)	Laguna El Jocotal (ha)
Bosque caducifolio		53.91
Bosque de galería		121.27
Bosques mixtos semicaducifolios	179.70	88.44
Caña de azúcar	2393.56	1503.63
Cultivos anuales asociados con cultivos		212.98
Granos básicos	892.22	173.27
Mosaico con cultivos y pastos	405.76	205.44
Pastos cultivados	185.10	141.20
Pastos naturales	174.46	56.78
Roquedas, lavas		687.26
Tejido urbano discontinuo	162.27	69.11
Vegetación arbustiva baja	499.00	9.37
Vegetación herbácea natural	125.00	

Fuente: FIR, 2018.

El clima y los suelos son favorables para la siembra de una amplia variedad de cultivos; la producción está restringida durante la estación lluviosa por la falta de drenaje y, en el verano por la escasez de agua. Durante la época de lluvias las inundaciones limitan casi el 90 % de la tierra a los pastos nativos. En los potreros se pasta sólo unos cuantos meses al año. Cerca del 10 % de la tierra se cultiva en la época lluviosa. Las cosechas dobles se practican poco y alcanzan aproximadamente 3 %. A continuación, en la Tabla 5 se detallan los tipos de hábitats existentes dentro de cada uno de los sitios Ramsar y la extensión:



Figura 35. Cultivo de caña de azúcar, sector El Pacunal, cantón Olomega.
Fuente: MARN-JICA. 2017c.

Clasificación de cobertura de suelos 2016 del área prioritaria del proyecto



Proyecto humedales
MARN-JICA
Olomega y El Jocotal



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

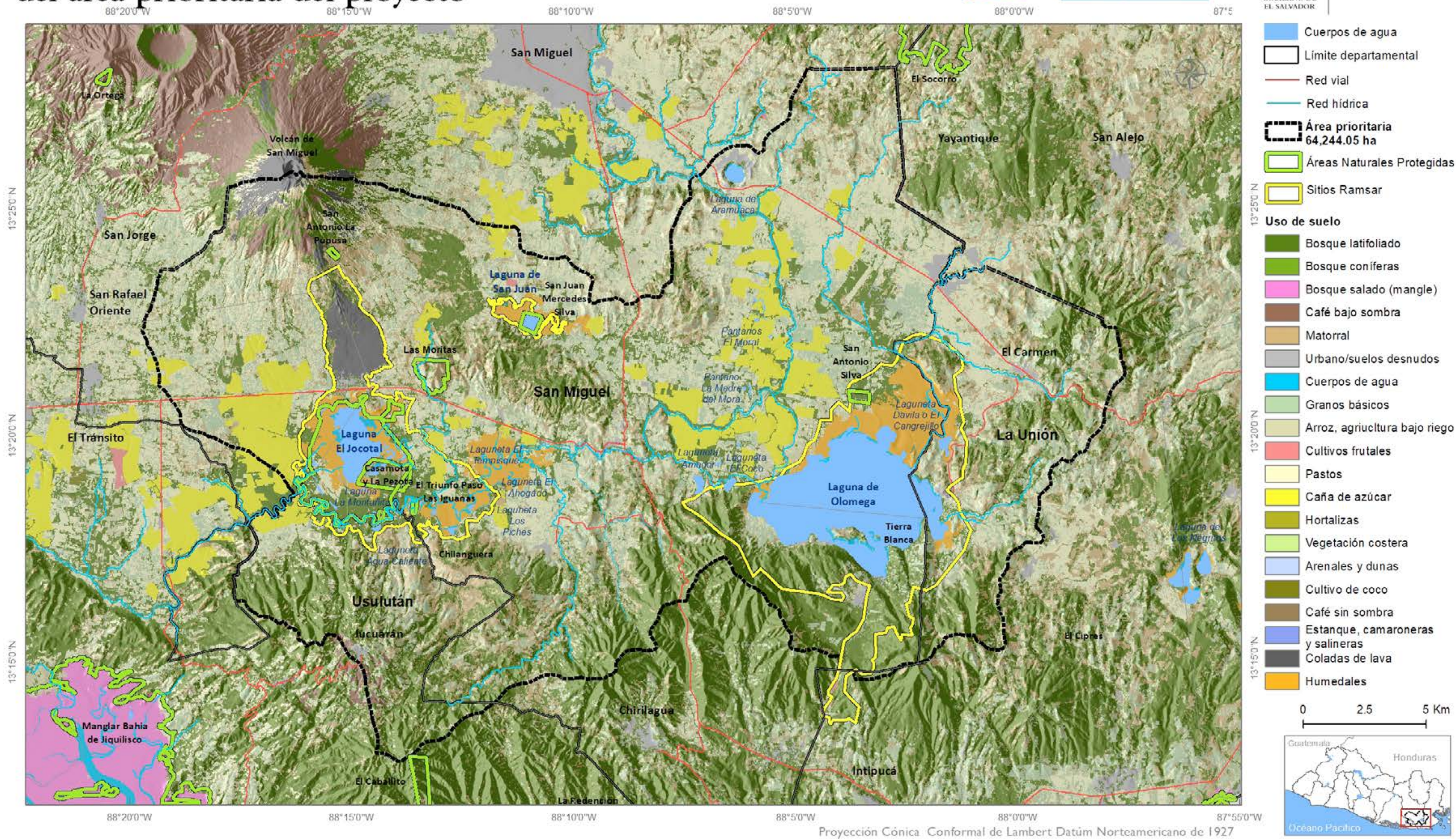


Figura 36. Clasificación de cobertura de suelos del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: MARN, GIZ, UICN, 2016.

3.3. Clasificación de suelos

El sistema de Clasificación de la Capacidad de Uso de Suelo (LCC, por su sigla en inglés), es una herramienta efectiva para evaluar el potencial del suelo e inducir su uso apropiado. El sistema LCC proporciona un marco para clasificar el suelo según varios parámetros como: la topografía, textura, fertilidad, etc., para un mejor manejo de la tierra y reducción del riesgo de degradación. En El Salvador, la clasificación de suelos ha sido implementada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), que aplica el sistema de clasificación de tierras del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por su sigla en inglés), el cual es ampliamente adaptado y utilizado.

El suelo está clasificado en ocho clases, como se muestra en la Figura 37. Las ocho clases pueden dividirse, aproximadamente, en tres categorías. Las clases I al IV comprenden tierras aptas para el cultivo. Las tierra en las clases V al VII no es adecuada para el cultivo, pero es apta para el uso pastoral, agroforestal y forestal. Y, la clase VIII, es tierra adecuada solo para fines de protección. Sin embargo, en muchos casos, la clase IV no se considera adecuada para cultivos porque su productividad no puede ser económicamente factible debido a severas limitaciones, tales como: pendiente pronunciada, peligro de erosión severa, efectos de erosión pasada, zona de enraizamiento superficial, salinidad o sodio, entre otras (USDA, 1961). La Figura 38 muestra las clases de suelo en el área prioritaria del proyecto.

Clase	Definición	Características	Regulaciones de Ley
I	Los suelos tienen ligeras limitaciones que restringen su uso.	Ocurre en terrenos planos con suelos profundos y bien drenados, que favorecen una amplia variedad de cultivos.	N/A
II	Los suelos tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de plantas o requieren prácticas de conservación moderadas.	Este suelo es altamente productivo, pero existe un mayor riesgo de daño al recurso del suelo o de pérdida de rendimiento.	N/A
III	Los suelos tienen limitaciones severas que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación, o ambas cosas.	Las prácticas de conservación del suelo y el manejo adecuado son necesarias para superar la limitación.	N/A
IV	Los suelos tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas o requieren un manejo muy cuidadoso, o ambos.	Suelos principalmente aptos para el pastoreo, pero que pueden usarse para cultivos con tratamiento de conservación.	N/A
V	Los suelos tienen poco o ningún riesgo de erosión, pero tienen otras limitaciones, no prácticas de remover, que limitan su uso principalmente a pastos, matorrales, tierras forestales o alimentos y coberturas para vida silvestre.	Los efectos de las limitaciones en el potencial de cultivo pueden reducirse aplicando medidas apropiadas de conservación del suelo y prácticas de manejo de la tierra.	N/A
VI	Los suelos tienen limitaciones severas que los hacen inadecuados para el cultivo y que limitan su uso principalmente para pastos, matorrales, tierras forestales o alimentos y cobertura de vida silvestre.	Los suelos tienen baja productividad y alto riesgo de erosión, que restringen severamente el uso agrícola. Estos suelos deben mantenerse bajo vegetación permanente, como los frutales.	Restringido a ser cubierto por vegetación permanente (Art. 2, Ley Forestal) Prohibido cambiar el uso de la tierra del bosque (Art. 12, Ley Forestal)
VII	Los suelos tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para el cultivo y que restringen su uso principalmente al pastoreo, las tierras forestales o la vida silvestre.	Los suelos tienen baja productividad y alto riesgo de erosión que restringen severamente el uso agrícola. Estos suelos deben mantenerse bajo vegetación permanente, como los frutales.	Restringido a ser cubierto por vegetación permanente (Art. 2, Ley Forestal) Prohibido cambiar el uso de la tierra del bosque (Art. 12, Ley Forestal)
VIII	Los suelos y las áreas misceláneas tienen limitaciones que impiden su uso para la producción de plantaciones comerciales y, limitan su uso a la recreación, vida silvestre, suministro de agua o con fines estéticos.	Los suelos y las áreas misceláneas tienen limitaciones que impiden su uso para la producción de plantas comerciales y limitan su uso a la recreación, la vida silvestre, el suministro de agua o con fines estéticos. No se puede esperar que estos suelos devuelvan beneficios significativos en el sitio para la actividad agrícola. Se pueden esperar beneficios de estos suelos para la protección de la fauna y cuencas.	Utilizado solo para bosques, hábitat para vida silvestre, protección, recreación y ecoturismo. (Art. 2, Ley Forestal) Prohibido cambiar el uso de la tierra del bosque en la clase (Art. 12, Ley Forestal) Los propietarios de la clase tienen la obligación de un manejo sostenible de la vegetación existente (Art. 23, Ley Forestal)

Figura 37. Descripción y características de las clases de suelo.
Nota: N/A: No Aplica.
Fuente: USDA, 1961.

Agrológico del área prioritaria del proyecto



Proyecto humedales
MARN-JICA
Omega y El Jocotal



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

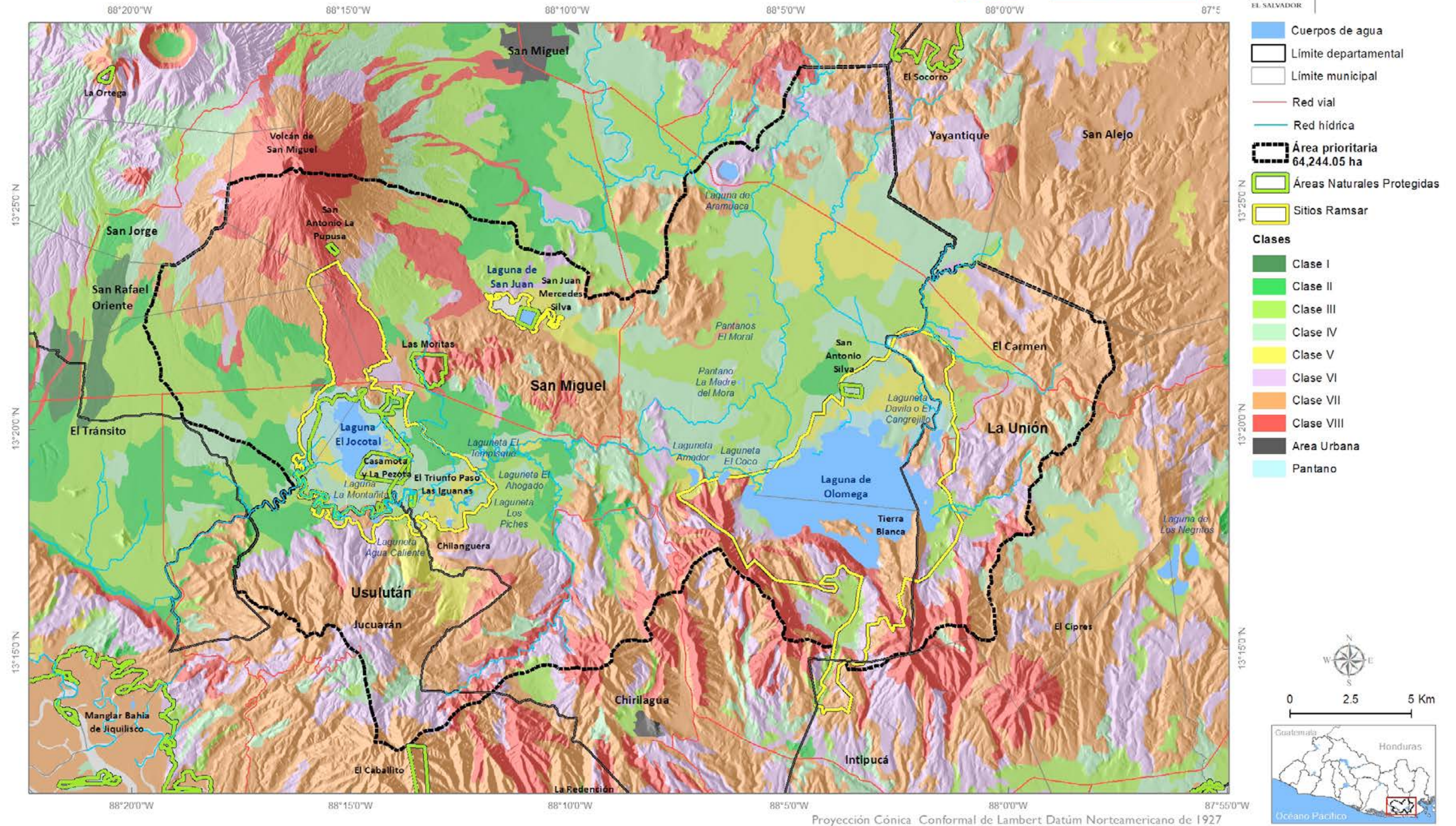


Figura 38. Mapa de clasificación de suelos del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: MARN, GIZ, UICN, 2016.

3.4. Agricultura

El uso de tierras agrícolas en las subcuencas del proyecto se identificó con base en el mapa del área de cultivo preparado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2010). El cultivo de caña de azúcar y los granos básicos son los cultivos dominantes, la tierra para pastos también se encuentra extendida en las zonas de ladera y áreas propensas a inundaciones alrededor de las lagunas.

En el área circundante de la laguna El Jocotal, incluso en el sitio Ramsar, el pastoreo es una actividad económica popular. Esta actividad también puede afectar el ambiente de la laguna. En el área que rodea a la laguna de Olomega, las zonas de cultivo de caña de azúcar y granos básicos se encuentran cerca del sitio Ramsar (Figura 39).

Estas actividades agrícolas podrían afectar el medio ambiente de la laguna debido al uso excesivo de agroquímicos y fertilizantes (MARN-JICA, 2018b).

Los granos básicos son los cultivos más importantes en el área. De estos cultivos, el maíz es el más extendido, representa el 80 % de la producción. Durante el período 2011-2015, los rendimientos de granos básicos disminuyeron en 2014 y 2015 (Tabla 6), debido a la sequía que se experimentó en 2013 y 2015 en la región oriental donde se ubican los sitios Ramsar.

Tabla 6
Producción de maíz (ton/ha) 2011- 2015.

Región	2011	2012	2013	2014	2015
Todo el país	3.1	2.8	3.3	3.0	2.6
San Miguel	2.7	2.5	2.9	2.4	2.0
Usulután	3.4	3.1	2.9	2.2	1.7
La Unión	2.0	1.9	2.4	1.8	2.1

Fuente: MAG: 2010- 2011, 2011- 2012, 2012- 2013, 2013- 2014, 2014- 2015.

La caña de azúcar es una de las principales actividades de producción agrícola en el país y, una de las principales actividades económicas en las áreas de los humedales de Olomega y El Jocotal. El área nacional cultivada durante la temporada de cosecha 2015-2016 fue de 116,296.74 mz, equivalente a 81,279.8 ha (CONSAA, 2016), representando el tercer cultivo más importante en El Salvador después de 693,516 mz de granos básicos (404,196 mz de maíz, 160,019 mz de frijoles, 120,642 mz de sorgo y 8659 mz de arroz) y, 200,000 mz de café (MAG, 2016). Desde 2002, el área de la caña de azúcar se ha expandido dramáticamente en la cuenca del río Grande de San Miguel, debido al aumento en sus precios en el mercado internacional. La mayor parte del área de cultivo de la caña de azúcar se encuentra a lo largo del río y se distribuye en áreas fértiles, planas y de riego.

Esta actividad ha sido desarrollada principalmente, por productores a gran escala durante los últimos años en la finca, denominada hacienda. Para la producción de caña de azúcar, la fumigación aérea de agroquímicos y la

quema de hojas cuando se cosechan, son prácticas comunes en la zona que tienen impacto significativo en el medio ambiente de las lagunas (MARN-JICA, 2018b).

En el país existen seis ingenios de caña de azúcar: Central Izalco y La Magdalena en el oeste; El Ángel, Jiboa y La Cabaña en la zona paracentral y, Chaparrastique en el este. Según el Consejo Salvadoreño de Agroindustria de Caña (CONSAA, 2016), el Ingenio Chaparrastique fue la tercera planta que procesó más caña en la temporada de cosecha 2015- 2016, equivalente a 1,042,976.07 toneladas cortas, que representa el 15.9 % de la caña de azúcar molida a escala nacional. Los departamentos que brindan caña de azúcar al Ingenio Chaparrastique son: Usulután, San Miguel y La Unión, con la superficie cultivada más baja.

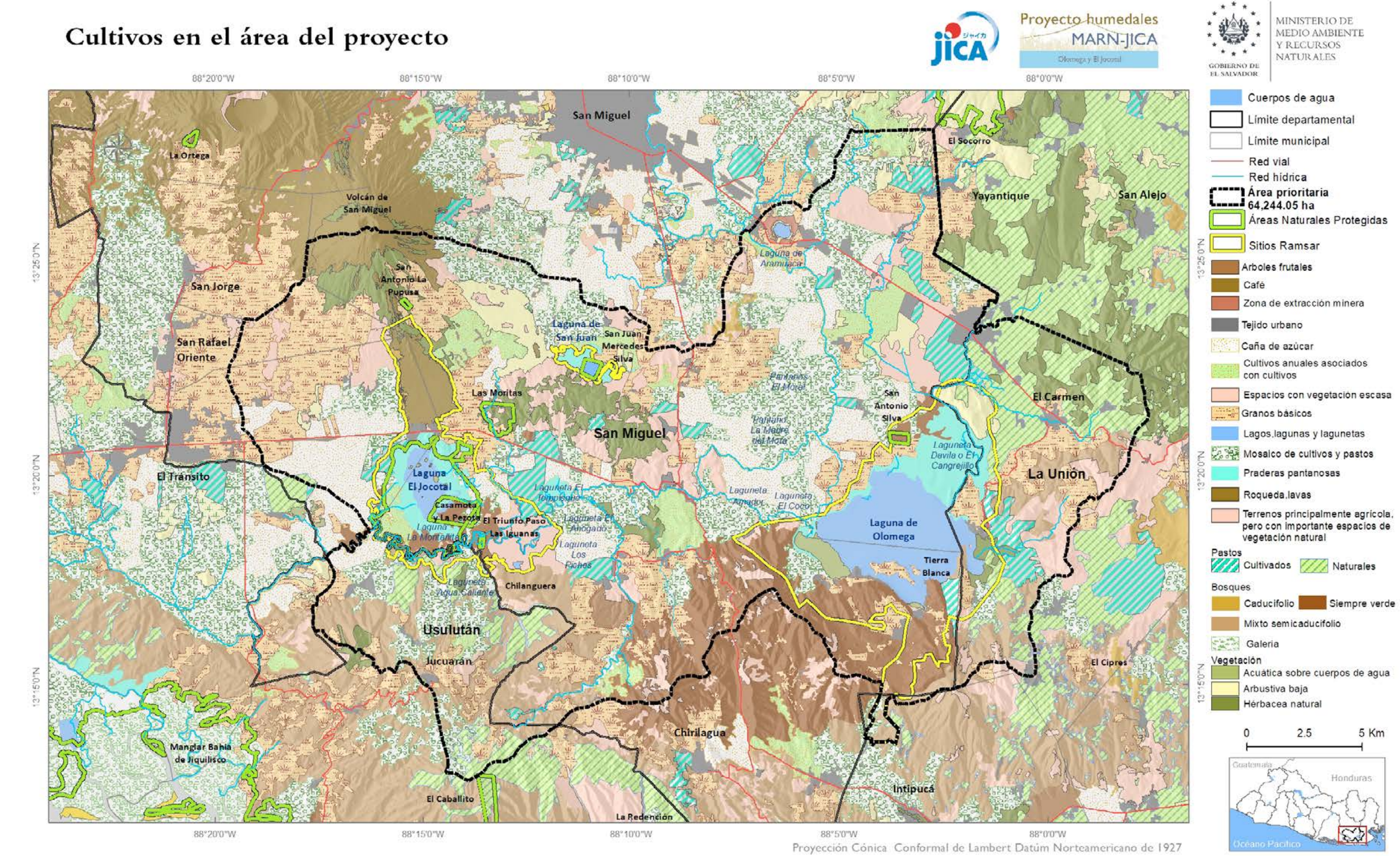


Figura 39. Mapa de cultivos en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN, GIZ, UICN, 2016.

3.5. Límites administrativos

Los municipios aledaños a las lagunas de Olomega y El Jocotal se muestran en la Figura 40 y se describen a continuación:

a) Municipio de San Miguel

Con una población de 218,410 habitantes, contrario a los otros municipios de la región, un 72.40 % de la población vive en el área urbana y en su mayoría son mujeres. El municipio se divide en 32 cantones y 165 caseríos. Las elevaciones principales del municipio son: el volcán de San Miguel y los cerros El Guarumal, Susubala, Los Coyotes, Picudo y la Peña. Es recorrido por varios ríos, siendo el más importante el río Grande de San Miguel, cuyo trayecto en el municipio es de 74 km; otro río de menor amplitud es Las Cañas que recorre el municipio por 12 km.

b) Municipio de Chirilagua

Con una población de 19,984 habitantes, un 52.39 % de la población son mujeres y un 47.61 % son hombres; el 84 % de la población vive en el área rural. Se divide en 11 cantones y 62 caseríos. Las elevaciones principales del municipio que superan los 700 metros son los cerros: Panela, El Buena Vista y El Nariz del Diablo. La hidrografía del municipio está compuesta por una gran variedad de ríos y quebradas, los ríos principales son: Grande de San Miguel, Chilanguera, Hoja de Sal, Guadalupe, El Quebradón y San Román. En el lado norte del municipio se encuentran las lagunetas: Los Piche y El Coco. A este municipio le pertenece gran parte de los terrenos colindantes con la laguna de Olomega. Existen Asociaciones de Desarrollo Comunal (ADESCO), en las poblaciones próximas al humedal laguna de Olomega, tales como: La Estrechura, Los Riitos, Los Pajaritos y Puerto Viejo. Existe además una cooperativa denominada Peces de Oro.

c) Municipio de El Carmen

Con una población de 12,324 habitantes, un 85 % de la población vive en el área rural. Se divide en 11 cantones y 43 caseríos. Las elevaciones principales están entre 300 y 650 msnm, representados por los cerros Buenavista, El Panela, El Jiote y La Berbería. En relación a la hidrografía del municipio se destaca el río San Antonio, que se forma por la confluencia de los ríos El Mono y el río Chiquito y, desemboca en la laguna de Olomega. El municipio de El Carmen, registra 18 ADESCO y, cuatro cooperativas.

d) Municipio de Intipucá

Con una población de 7567 habitantes, solo un 38 % de la población vive en el área urbana. Se divide en dos cantones y 13 caseríos. Las elevaciones principales son los cerros: Panela, San Cristóbal, Buenavista y Montosa. En el aspecto hidrográfico, el río principal es el Intipucá o Encantado, que se forma por la confluencia de las quebradas: El Coto, El Higueral, Los Ranchos y Los Tololos. El municipio registra dos ADESCOS relacionadas al área de la laguna de Olomega, la ADESCO de Cantón El Carao, Caserío El Caulotillo y Caserío El Chichipate.

e) Municipio de El Tránsito

Con una población de 18,363 habitantes, el 45 % de la población reside en el área urbana y el municipio se divide en seis cantones, 26 caseríos, cuatro barrios y ocho lotificaciones. Los barrios de la cabecera departamental son: San Carlos, La Cruz, Concepción y San Francisco. El río principal que recorre el municipio es el río Grande de San Miguel y es desagüe que encauza las aguas de salida de la laguna El Jocotal, para desembocar tres kilómetros adelante en el río Grande de San Miguel. Las elevaciones principales son: Cerro Azul y Vado Marín. El municipio registra las siguientes organizaciones vinculadas al humedal El Jocotal: ADESCO El Jocotal (ADCJ), del sector bajo de la laguna y, ADESCO El Borbollón (ADESCOEB). También existen cooperativas de pescadores.

f) Municipio de Jucuarán

Cuenta con una población de 13,424 habitantes y se divide en nueve cantones y 76 caseríos. De estas, únicamente las comunidades de los cantones El Progreso, El Jutal y El Almendro tienen áreas de influencia sobre la Laguna El Jocotal. Las elevaciones principales son los cerros El Vigía y El Faro. La ciudad de Jucuarán se beneficia de su posición geográfica estratégica ya que posee hermosas vistas hacia el Océano Pacífico y hacia la laguna El Jocotal, río Grande de San Miguel y el volcán Chaparrastique de San Miguel. El municipio de Jucuarán, tiene registrado un total de 37 ADESCOS, las organizaciones incluidas en el área del humedal El Jocotal son: ADESCOCEJ del cantón El Jutal, ADESCOCA del cantón El Almendro y ADESCOCP del cantón El Progreso.

Límites administrativos del área prioritaria del proyecto



Proyecto humedales
MARN-JICA
Omotea y El Jocotal



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

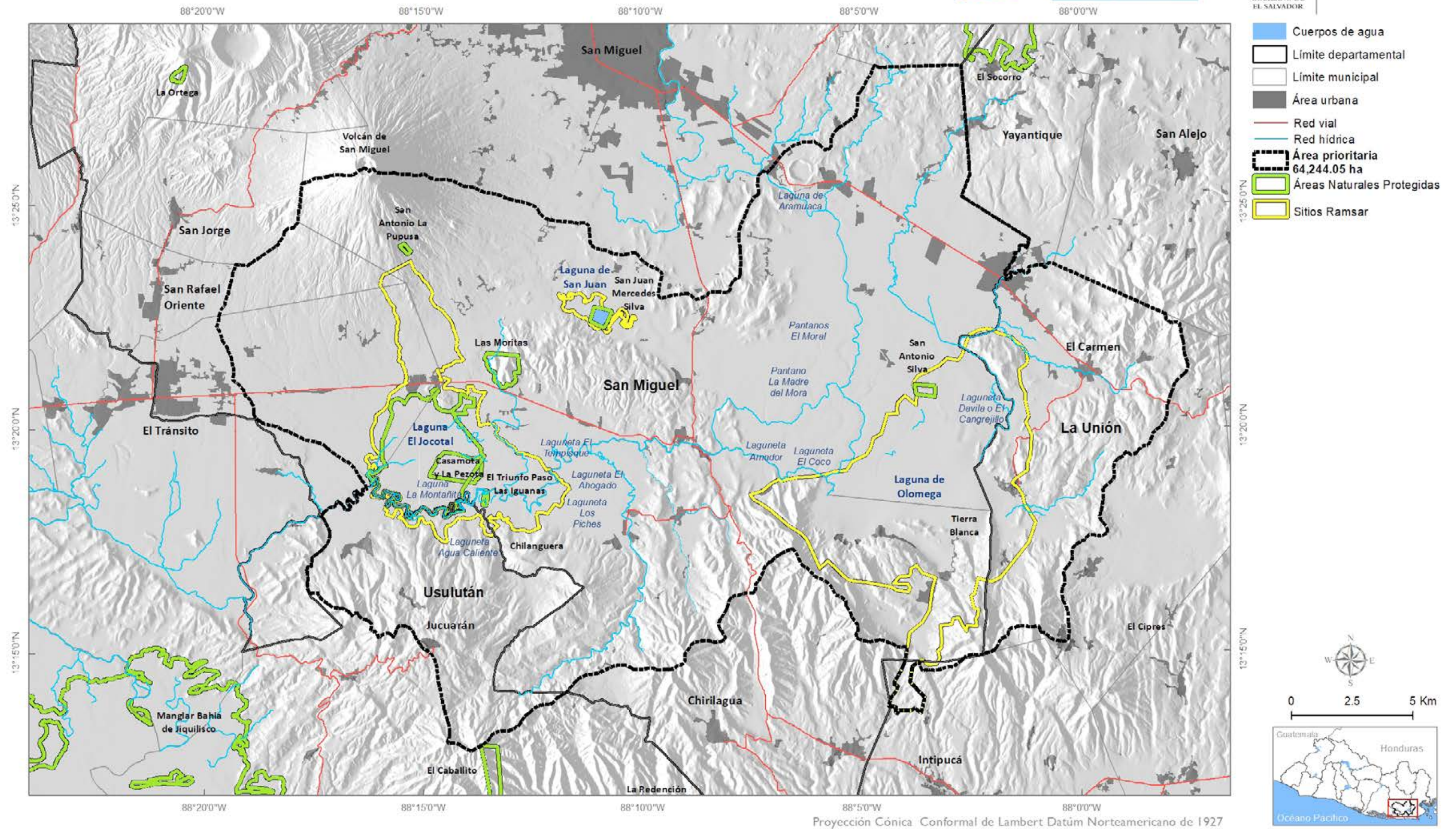


Figura 40. Mapa de los límites administrativos en el área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: DIGESTYC, 2015.

3.6. Población

De acuerdo al censo realizado en 2007, la densidad poblacional para las zonas circundantes de ambos sitios Ramsar se encuentra entre 501 a los 750 habitantes para El Jocotal; la zona de Calle Nueva registra 751 a 1000 habitantes; para el caso de Olomega se registran 1001 a 1500 habitantes y, 501 a 750 en Tierra Blanca (Figura 43).

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), para los departamentos que incluyen los humedales, muestran que San Miguel tiene el índice más alto (0.713) en comparación a Usulután (0.698) y la Unión (0.675). Por otro lado, para los municipios en el área de interés, el IDH más alto es el de San Miguel (0.746) y, el más bajo, Jucuarán (0.637).

En cuanto a la Población Económicamente Activa (PEA), de acuerdo a cifras del Informe, son 262 reportadas para los municipios de El Carmen, Intipucá, San Miguel, El Tránsito, Chirilagüa, San Rafael Oriente y Jucuarán,

se puede establecer que la Población de mujeres en Edad de Trabajar (PET), es mayor que la de los hombres en todos los municipios (PNUD, 2006).

Sin embargo, al revisar en el mismo documento los datos correspondientes a la PEA ocurre todo lo contrario, la población de hombres es mayor que de mujeres. Esto se explica, debido a que el parámetro considera el ingreso al hogar y no revela la contribución importante que las mujeres hacen en las labores del hogar, pues no son consideradas como labores económicamente cuantificables y remuneradas. Esta limitante en el indicador puede convertirse en una oportunidad para desarrollar proyectos que generen condiciones económicas más favorables para las mujeres.



Figura 41. Comunidad El Borbollón, laguna El Jocotal.
Fuente: MARN-JICA. 2017d.



Figura 42. Habitantes disfrutando de los servicios ecosistémicos en el nacimiento de agua El Borbollón, laguna El Jocotal.
Fuente: MARN-JICA. 2017e.

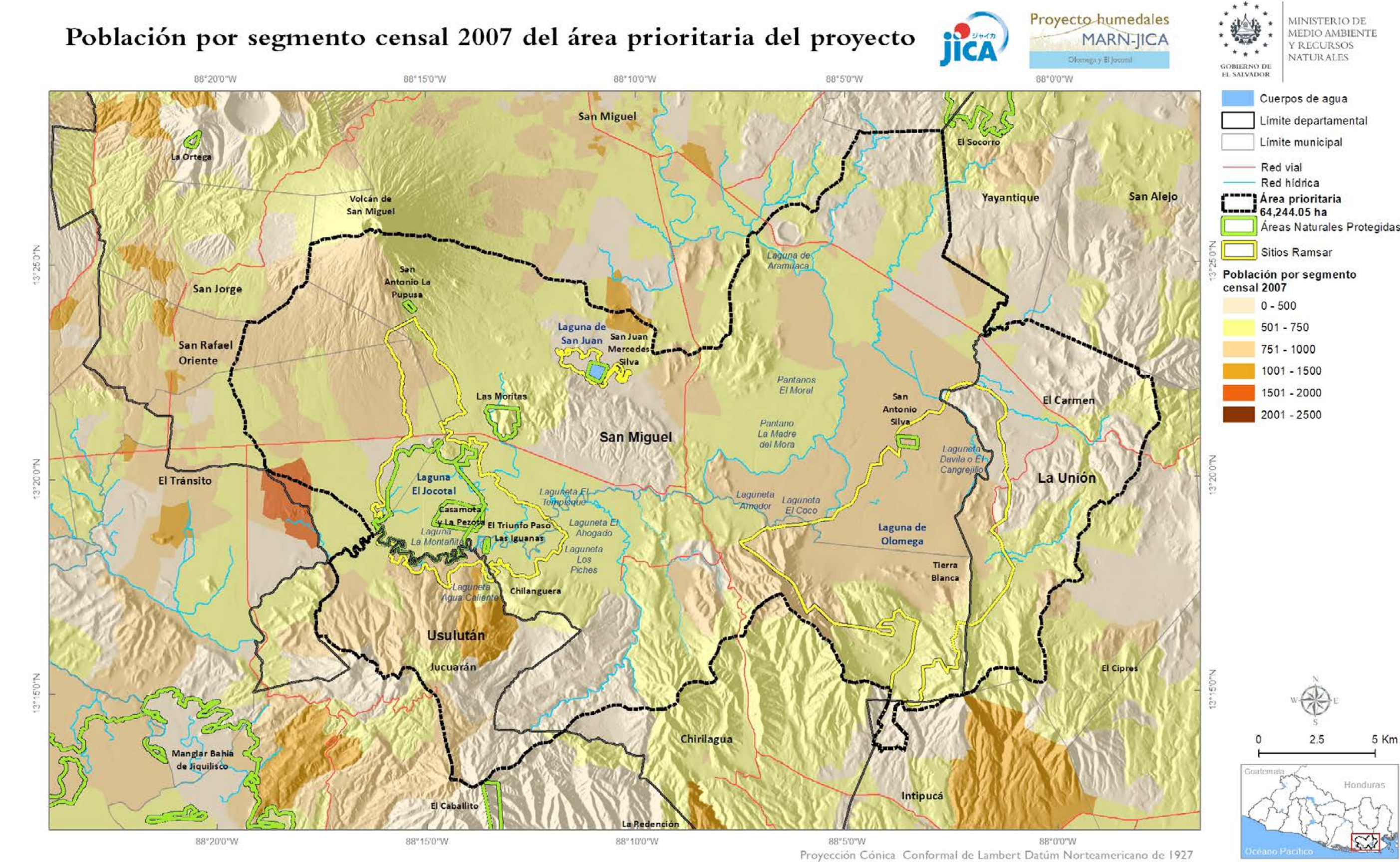


Figura 43. Población por segmento censal 2007 del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: Proyecciones de población 2016 del Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.

3.7. Vías de acceso

A la laguna de El Jocotal se llega por la carretera El Litoral (CA-2), a la altura del kilómetro 132, a 300 metros de distancia por una calle no pavimentada (Figura 45). El resto de caseríos son comunicados por caminos y calles de tierra que se encuentran en buenas condiciones en época seca. Tienen la ventaja que los caminos vecinales están conectado con la carretera El Litoral y a menos de cinco kilómetros. A la laguna de Chilanguera se llega por la calle pavimentada que comunica desde la carretera El Litoral hasta el caserío Chilanguera.

La vía de acceso a la laguna de Olomega es la carretera Panamericana atravesando el municipio de El Carmen, a una distancia de cinco kilómetros. Otro acceso es por el noroeste, por una calle de tierra que va desde la carretera Panamericana a la altura de San Antonio Silva. El sur de la laguna es comunicado por una calle de tierra que va desde la calle El Litoral y la Calle CA-7, a la altura del desvío a San Pedro.



Figura 44. Vista aérea de laguna El Jocotal y áreas circundantes, donde pueden observarse las vías principales de acceso.
Fuente: A. E. Rodríguez, 2014.

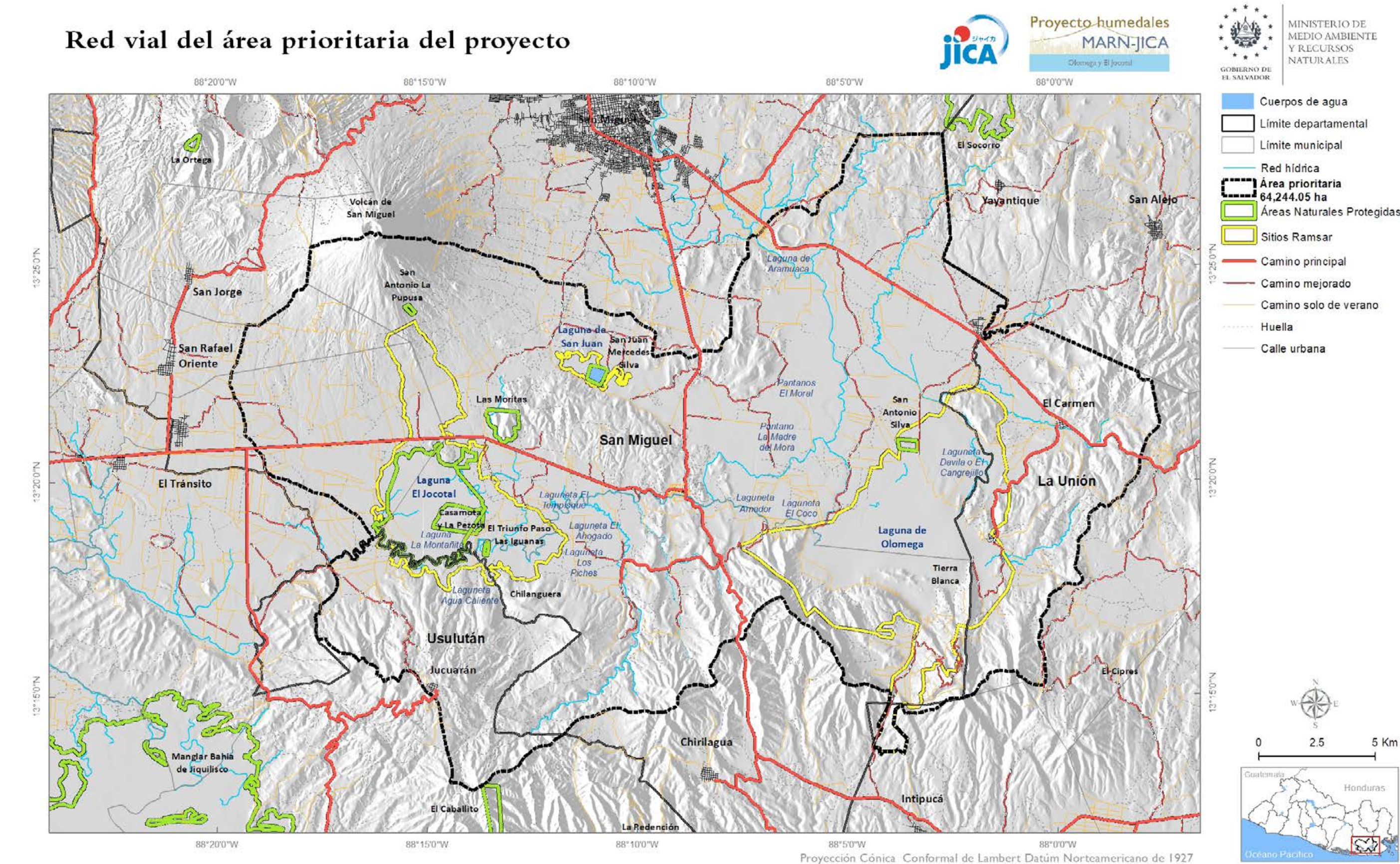


Figura 45. Red vial dentro del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOP).

4. Conservación

4.1 Resumen

El área del proyecto humedales se ubica dentro de la línea costera caracterizada por acciones de 0- 200 metros sobre el nivel de mar (msnm) y algunas formaciones montañosas como la Sierra Tecapa- Chinameca y, la Cordillera de Jucuarán- Intipucá (con elevaciones de 200- 1000 msnm). La zona norte del área está dominada por suelos regosoles y aluviales; la zona sur del área está dominada por arcilla rojiza y roca. El área se ubica en la región de Clima Tropical Húmedo con una subregión climática de Sabana Tropical, según la clasificación de Köppen-Geiger. La temperatura promedio anual es de 26 °C. La temperatura mensual promedio más alta es de 28.8 °C y ocurre en abril; y la temperatura mensual promedio más baja es de 25.1 °C, en diciembre. La precipitación anual varía de 1400 a 1700 mm (Andino y Mariona, 2018a).

El Área Natural Protegida (ANP) laguna El Jocotal, fue el primer humedal de El Salvador declarado como Sitio Ramsar por su importancia internacional, el 22 de enero de 1999. Se encuentra ubicado al sureste del país y abarca los municipios: El Tránsito, San Miguel y Chirilagua, en el departamento de San Miguel y, el municipio de Jucuarán, en el departamento de Usulután. Desde entonces, el área ha sido expandida hasta contar con una extensión actual de 4479 hectáreas e, incluye en su parte norte, las lavas del volcán San Miguel (volcán de Chaparrastique), asociadas con la filtración de agua a la laguna. Además, incluye la Laguna de San Juan, ubicada a unos 12 km al noreste de laguna El Jocotal.

La laguna de Olomega es un Humedal de Importancia Internacional (HII), designado como Sitio Ramsar el 2 de febrero de 2010. Se encuentra ubicado entre los municipios de San Miguel y Chirilagua (departamento de San Miguel) y, el municipio de El Carmen (departamento de La Unión). Posee una extensión de 7669 hectáreas y, se le conoce como el mayor cuerpo de agua dulce de la Gran Depresión Central, el cual contiene en su interior dos islas principales: Olomega (también conocida como Olomegón y Olomeguita, así como otras islas pequeñas. Su altitud está entre 60 a 767 msnm y, se encuentra dentro de la zona de vida del bosque húmedo subtropical (Holdridge, 1975). Presenta una temperatura promedio de 26 °C, precipitación anual de 1500 a 2000 mm, humedad relativa promedio del 70 % (Consorcio Olomega, 2002). Durante la época lluviosa, las aguas del río Grande de San Miguel desembocan en la Laguna, provocando algunas inundaciones a su alrededor, por lo cual su profundidad fluctúa según la época, manteniendo un promedio de 2.9 metros.

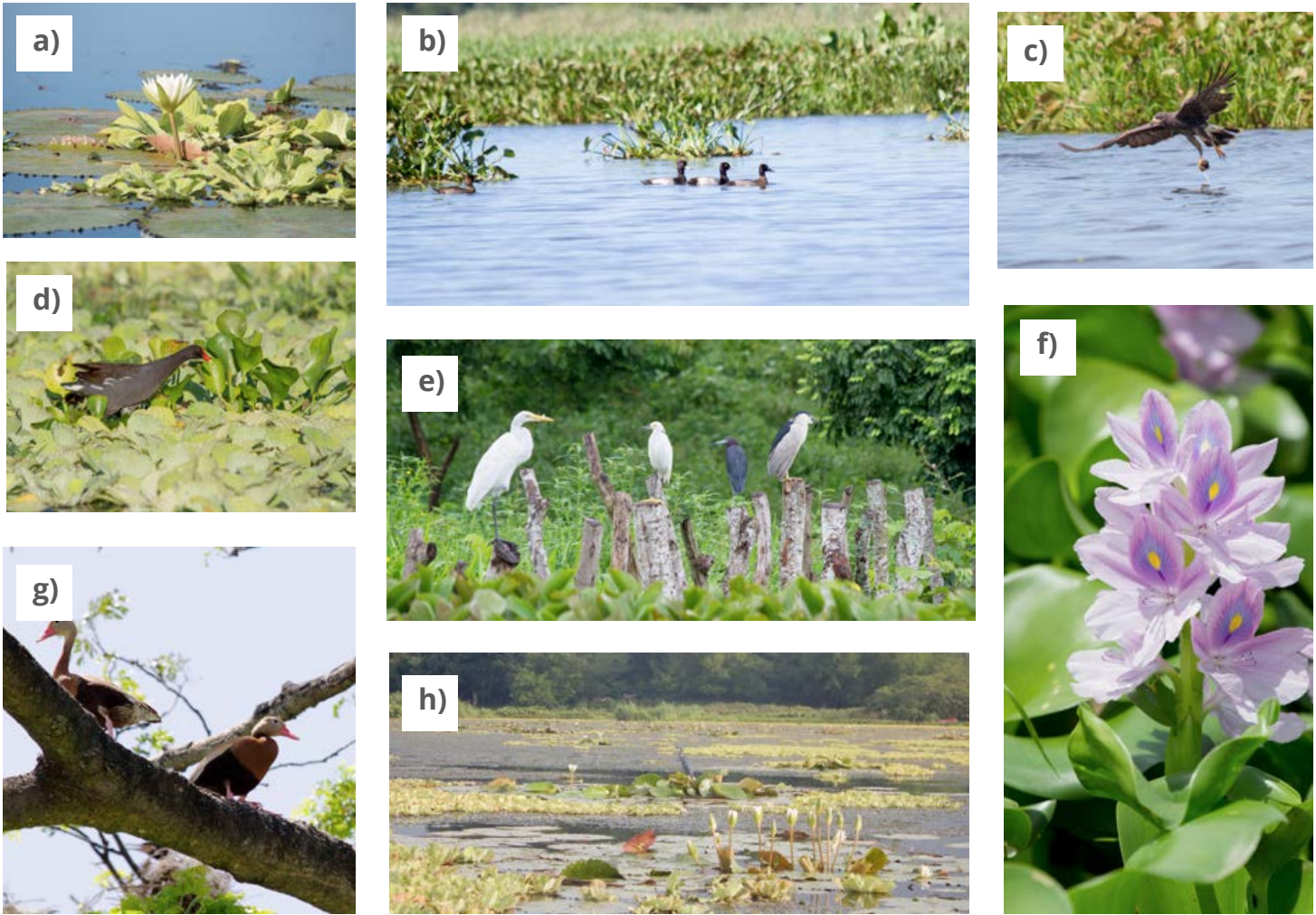


Figura 46. Avifauna y flora presente en lagunas El Jocotal y Olomega: a) Flor de platillo; b) dos individuos macho y una hembra de Pato porrón menor (de izquierda a derecha), Garcita patas amarillas, Garcita ceniza y Garza nocturna; c) gavilán caracolero; d) Gallineta pico rojo; e) Garzón blanco, Garcita patas amarillas, Garcita ceniza y Garza nocturna; f) Flor de jacinto de agua; g) Pishishe; h) Hojas de platillo y lechuga de agua flotando en la superficie de la laguna El Jocotal.
Fuente: MARN-JICA. 2018d.

4.2. Vegetación

La vegetación natural del sitio Ramsar Área Natural Protegida laguna El Jocotal se muestra en la Figura 49 y se clasifica en ocho tipos según (MARN-JICA, 2018b), descritos a continuación:

1. Vegetación cerrada, principalmente, siempre verde tropical, ombrófila estacionalmente saturada (567 hectáreas).

Se encuentra ubicada generalmente entre 10 a 25 msnm y posee sedimentos de material de tipo limo muy fino. Los sedimentos se acumulan principalmente en la parte superior del suelo debido a que el material fluye río abajo durante la estación lluviosa (Ventura y Villacorta, 2000). En la laguna El Jocotal esta vegetación se encuentra primordialmente en las zonas sur y oeste.

2. Formaciones acuáticas excepto las marinas, carrizales pantanosos y similares (780 hectáreas); formaciones de plantas acuáticas; pantanos de juncos; formaciones de pantanos de junco en los lagos de agua dulce (1232 hectáreas).

Esta formación está representada en el complejo pantanoso formado en la laguna El Jocotal y Aguas Calientes (Chilanguera). Es frecuentemente encontrada en los bordes de los lagos, en las islas y en las áreas que se inundan la mayor parte del año. Puede estar compuesto de plantas enraizadas, sumergidas y flotantes.

3. Formaciones vegetales acuáticas excepto las marinas, dulceacuícola flotantes de hojas anchas (376 hectáreas).

La vegetación flotante de agua dulce se mueve a través de la superficie del agua de la Laguna dependiendo de las corrientes y el viento. Estas plantas forman lo que se conoce como islas flotantes. Las especies típicas incluyen el lirio o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y la lechuga de agua (*Pista stratiotes*).

4. Vegetación cerrada, principalmente, siempre verde tropical ombrófila riparia (218 hectáreas).

Bosque aluvial ombrófilo tropical aplicado a la vegetación que crece en agua léntica (agua estancada de pantanos, lagunas o lagos, en la ribera de ríos o arroyos en curso; así como, la ubicada en meandros, bancos de arena y lechos húmedos intermitentes (Villacorta et al., 2000).

5. Vegetación abierta principalmente siempre verde tropical ombrófila de arbustos achatados y congestos (páramo) (314 hectáreas).

Esta vegetación aparece en la zona alta del volcán Chaparrastique, constituyendo una formación vegetal de alto valor actualmente restringida.

6. Vegetación cerrada tropical decidua en estación seca, de tierras bajas (478 hectáreas).

Está representado desde la llanura costera a 800 msnm, caracterizada porque las hojas caen (80- 95 % de febrero a marzo), regularmente todos los años durante la estación seca (Villacorta et al., 2000). Este bosque está ubicado en el cerro de Agua Caliente y la montaña Pancito, en la ladera norte de la cordillera de Jucuarán.

7. Vegetación arbustiva predominantemente decidua en época seca (1331 hectáreas).

Se encuentra en áreas degradadas previamente ocupadas por bosques secos tropicales que fueron cortados, probablemente, para el desarrollo de la agricultura y la ganadería o fueron destruidos por los incendios.

Se caracteriza por sus componentes estructurales que tienen alturas de 0.5 a 3 metros de altura y, durante la temporada más seca, el 95 % de todas las especies dejan caer sus hojas. Se encuentra en laderas del volcán Chaparrastique y laderas de la parte norte de la cordillera de Jucuarán.

8. Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas (1441 hectáreas).

Esta vegetación está presente en las coladas de lava existente en la ladera sur del volcán Chaparrastique.

Por otra parte, en la laguna de Olomega se han identificado cuatro tipos de ecosistemas (MARN/JICA, 2018a), que también se muestran en la Figura 49 y se describen a continuación:

1. Vegetación cerrada, principalmente siempre verde tropical, ombrófila estacionalmente saturada (196 hectáreas)

Generalmente, ubicado entre 10 a 25 metros, donde hay sedimentos de material de tipo limo muy fino. Los sedimentos generalmente se acumulan por encima del suelo, debido a que el material fluye río abajo durante la estación lluviosa (Villacorta et al., 2000). Esta vegetación se encuentra en la parte norte del lago, ubicado entre la montaña Chiricana y el cerro La Garrocha.

2. Formaciones acuáticas, excepto las marinas, carrizales pantanosos y similares (1232 hectáreas)

Esta formación está representada en el norte de la laguna, en una gran área de pastos inundados.



Figura 47. Vegetación acuática en laguna Aguas Calientes.
Fuente: MARN-JICA. 2017f.

3. Formación dulceacuícola flotante de hoja ancha (2513 hectáreas)

Comunidades de agua dulce flotantes no arraigadas, que viajan a través de la superficie del agua del lago dependiendo de las corrientes y los vientos. Estas plantas forman lo que se conoce como islas flotantes. Las especies típicas incluyen el lirio o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y, la lechuga de agua (*Pista stratiotes*).

4. Vegetación cerrada tropical decidua en estación seca, de tierras bajas (2200 hectáreas)

Se representa desde la llanura costera a 800 msnm, caracterizada porque las hojas caen (80- 95 % de febrero a marzo), regularmente todos los años durante la estación seca (Ventura y Villacorta, 2000). Este bosque está ubicado en toda la inclinación del Cerro Lomo de Caballo.



Figura 48. Jacinto de agua en laguna de Olomega.
Fuente: O. Molina. 2015b.

Vegetación del área prioritaria del proyecto

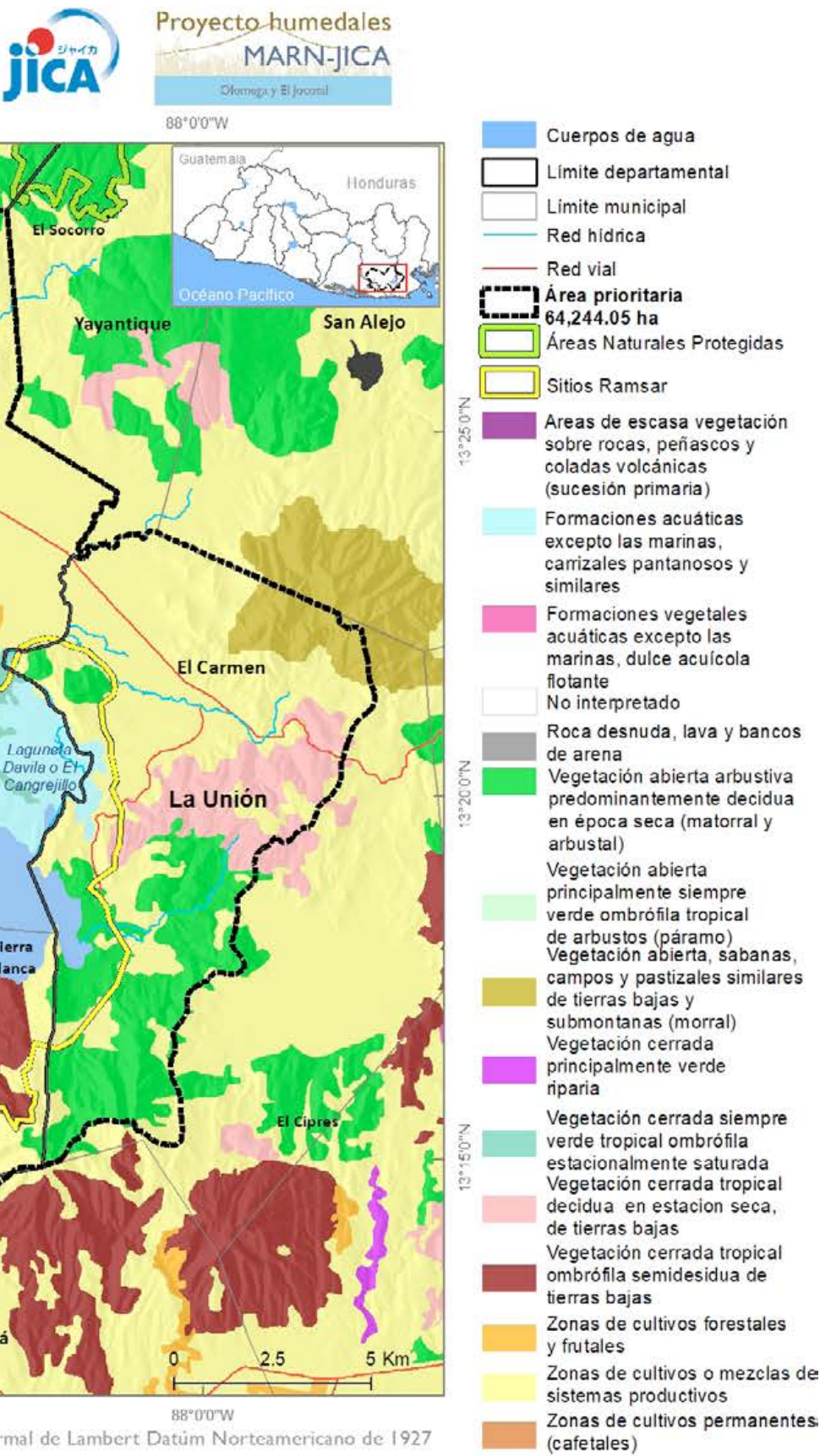


Figura 49. Vegetación del área prioritaria del Proyecto MARN- JICA.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

4.3 Fauna silvestre

En el sitio Ramsar laguna El Jocotal, las aves acuáticas constituyen la fauna dominante, atractiva y diversa, registrándose 255 especies, de las cuales 43 % son migratorias y el resto residentes. Las migratorias utilizan el área en sus desplazamientos, considerándose un área importante en el ámbito internacional. Se han registrado especies que proceden de Norteamérica como el Pato Cucharón (*Anas clypeata*), Pelicano Blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) e, incluso, el Playerito Semipalmeado (*Calidris pusilla*), que se reproduce en la tundra del sur de Canadá y Alaska; y migra largas distancias hasta las costas de Suramérica, incluyendo El Salvador. Otras especies destacables son: Polluela pecho amarillo (*Hapalocrex flaviventer*), Polluela rojiza (*Laterallus ruber*), Garzita de tular (*Ixobrychus exilis*), Pato real (*Cairina moschata*), por encontrarse en Peligro de extinción a escala nacional. También se encuentran el Pishishe (*Dendrocygna autumnalis*) y Cerceta aliazul (*Spatula discors*), entre otras.

Del grupo de anfibios sobresalen: Tepalcúa (*Dermophis mexicanus*), amenazada a escala nacional, vulnerable según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Ranita de quebrada (*Plectrohyla guatemalensis*), en peligro de extinción a escala nacional y, en peligro crítico según UICN. De las 33 especies de reptiles, sobresale el Cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*), amenazado a escala nacional, vulnerable según UICN; y de las 43 especies de mamíferos destacan, el Mono araña (*Ateles geoffroyi*) en peligro en el territorio nacional (UICN) y, Oso Hormiguero (*Tamandua mexicana*, amenazado en el ámbito nacional). De los invertebrados, la Almeja (*Mycetopoda subsinata*), en peligro a escala nacional e insectos (78 especies), con 18 especies amenazadas en El Salvador. La presencia de peces endémicos y exóticos como: Guapote nativo (*Ciclasoma trimaculatum*) y Tilapia (*Oreochromis niloticus*), respectivamente, responde a las necesidades de alimentación y economía de las comunidades locales (Andino y Mariona, 2018a)

En la laguna de Olomega se han registrado un total de 318 especies de fauna, 13 de peces, cinco de anfibios, 17 de reptiles, 56 de mamíferos y 127 de aves, siendo este último el grupo de vertebrados más numeroso. De la totalidad de las especies de fauna, 13 cuentan a escala nacional con categoría de amenazada, sobresaliendo gallineta pico blanco (*Fulica americana*), Chorlito pico grueso (*Charadrius wilsonia*), Chocoyo (*Eupsittula canicularis*), Catalnica (*Brotogeris jugulari*), Chorlito de collaz *Charadrius collaris*. Del grupo de mamíferos sobresalen: Oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), Tepezcuinle (*Cuniculus paca*) como especies amenazadas en El Salvador; y Mono araña (*Ateles geoffroyi*), Puma (*Puma concolor*), Tigrillo (*Leopardus wiedii*), como especies en peligro de extinción (Andino y Mariona, 2018b).

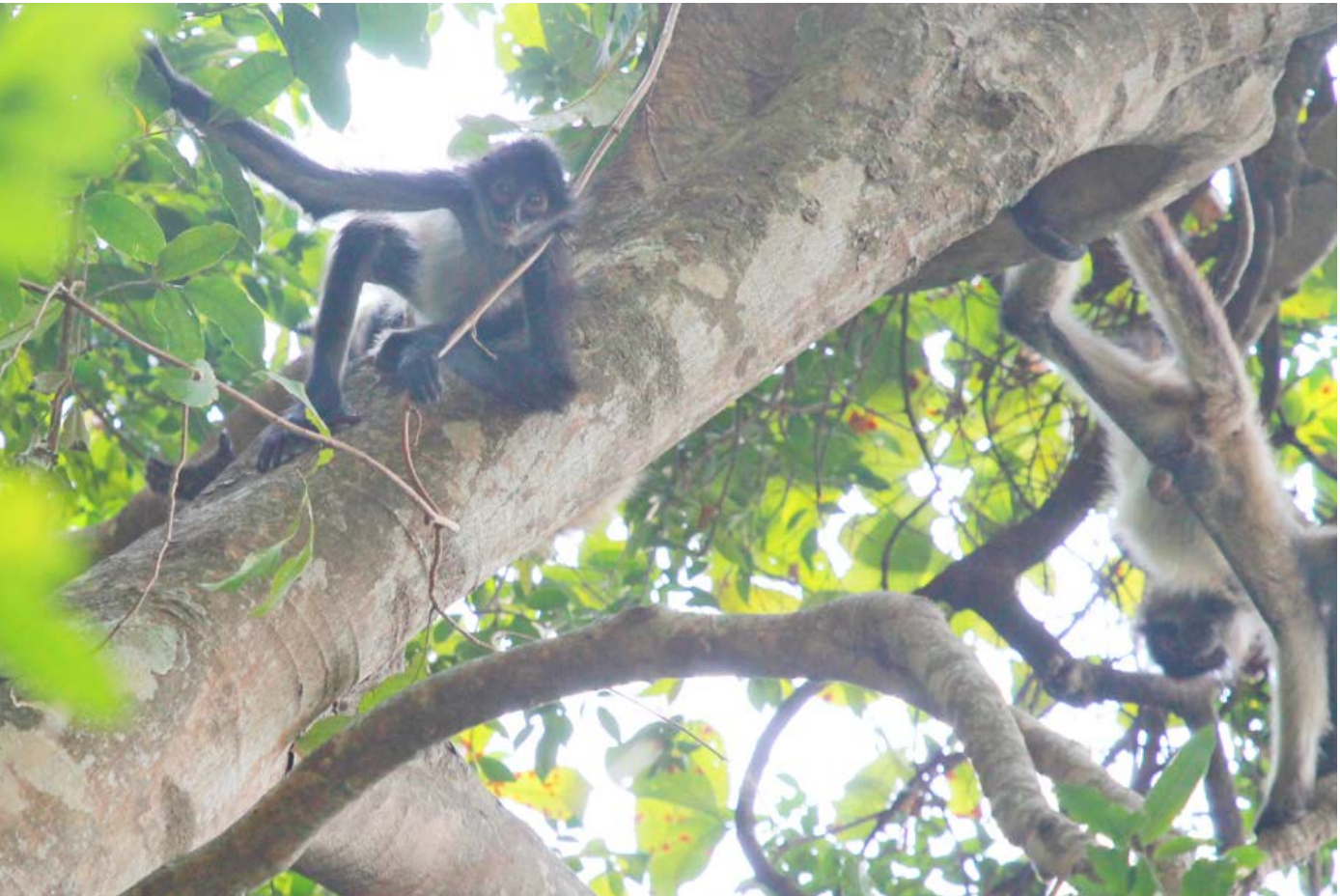


Figura 50. *Ateles geoffroyi*, mono araña, registrado recientemente en Cerro El Roble, La Estrechura, laguna de Olomega. Fuente: I. Flores. 2017b

4.4 Plan del Área Natural Protegida

El sitio Ramsar laguna El Jocotal, está constituido por áreas estatales que han pertenecido inicialmente al Estado, por haber sido transferidas por el Instituto de Transformación Agraria (ISTA), municipales o privadas (individuales o comunales). La Tabla 7 muestra las áreas naturales protegidas cercanas a los dos humedales en el área prioritaria del proyecto.

Tabla 7
Áreas Naturales Protegidas incluidas y vecinas a los sitios Ramsar El Jocotal y Olomega

Nombre	Superficie (ha)	Sitio Ramsar	Origen	Decreto
Laguna El Jocotal	1571.89	El Jocotal	Estatal fuera de la reforma agraria	Decreto Legislativo 689. Tomo 331, 18/04/1996
El Triunfo-Paso Las Iguanas	8.73	El Jocotal	Estatal sector reformado	Decreto Ejecutivo N° 5. Tomo 387, 28/06/2010
San Antonio porción La Pupusa	8.19	El Jocotal	Estatal sector reformado	Decreto Ejecutivo N° 6. Tomo 387, 28/06/2010
Casamota y La Pezota	195.60	El Jocotal	Estatal sector reformado	Decreto Ejecutivo N° 2. Tomo 405, 15/10/2014
San Juan Mercedes Silva	47.82	El Jocotal	Estatal fuera de la reforma agraria	Decreto Ejecutivo N° 5. Tomo 405, 14/10/2014
Las Moritas	144.49	El Jocotal	Estatal sector reformado	Decreto Ejecutivo N° 33. Tomo 417, 14/10/2014
San Antonio Silva	34.25	Olomega	Estatal sector reformado	Decreto Ejecutivo N° 6. Tomo 405, 09/10/2014

Fuente: Área de Defensa de Patrimonio Natural, Gerencia de ANP y Corredor Biológico, MARN, 2019.

Dentro de la Cuenca de la laguna San Juan, se encuentran dos áreas naturales conocidas como: San Juan Mercedes Silva y San Antonio porción La Pupusa.

El sitio Ramsar laguna de Olomega solamente cuenta con un Área Natural Protegida (ANP), declarada: San Antonio Silva. Sin embargo, la isla de Olomeguita (9.5 ha) y la finca de Tierra Blanca (174.8 ha), situadas en las montañas del sur, abarcan en conjunto 179 ha, la cual se nominará como Tierra Blanca y se encuentra en proceso de formar parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de El Salvador (MARN-JICA, 2018c).

Todas las áreas naturales protegidas se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, como puede observarse en la Figura 51.

Áreas Naturales Protegidas en el área prioritaria del proyecto



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

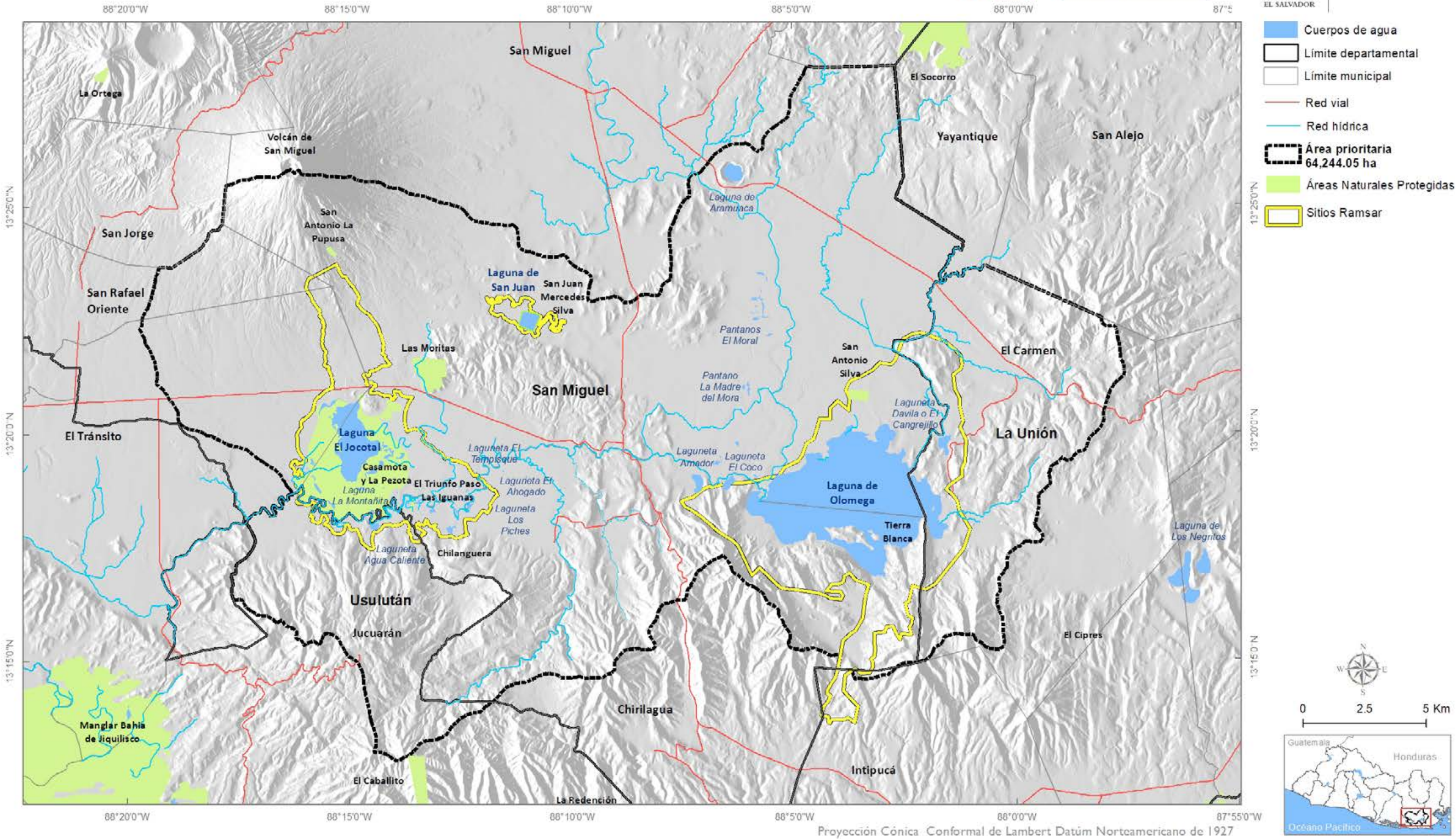


Figura 51. Áreas Naturales Protegidas del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

4.5. Análisis de ecosistema

La pérdida de hábitats y la fragmentación se consideran las principales amenazas que afectan a la diversidad biológica. Pueden interrumpir las dinámicas de poblaciones naturales y afectar a los organismos, subdividiendo las poblaciones, reduciendo la dispersión y causando la extinción de poblaciones (Mech & Hallet, 2001).

A medida que aumenta la pérdida de superficie de los hábitats, disminuye la conectividad entre hábitats. La conectividad del paisaje en una red ecológica, es un término general definido por la capacidad de mantener los flujos ecológicos y las conexiones entre los distintos espacios o elementos de la red. Esta conectividad depende tanto de los aspectos físicos o estructurales del paisaje como de las características del flujo ecológico y del propio tamaño, comportamiento y movilidad de los animales (Taylor et al., 1993).

Ambos sitios Ramsar forman parte de la unidad de paisaje Fondo del Valle del Río Grande de San Miguel y de la Cadena Costera, que conforman ambas partes del Corredor Biológico Omega y, que conecta esta zona con otras de relevancia. También forma parte de la Unidad de Conservación Tecapa-San Miguel (MARN-VMVDU, 2003), que pone en contacto con otras unidades de conservación como la bahía de Jiquilisco y el golfo de Fonseca, por medio de ecosistemas naturales o relictos de estos.

El río Grande de San Miguel conecta a la laguna de Olomega con los humedales situados hacia el occidente de la laguna de Chilanguera, laguna El Jocotal, laguna de San Juan y la bahía de Jiquilisco. El bosque ribertino, permite el movimiento e intercambio genético de especies aumentando la variabilidad genética, disminuyendo tasas de extinción, proveyendo cobertura de hábitats contra predadores entre parches de hábitat, etc.

La laguna de San Juan funciona como un puente entre las zonas altas del Volcán de San Miguel y laguna El Jocotal. Las zonas altas del volcán, se unen a la laguna San Juan por las diferentes quebradas que descargan en dicha laguna. Al mismo tiempo, esta laguna descarga en el río Grande de San Miguel uniéndose con la laguna de Chilanguera y el Jocotal (Díaz et al., 2004).

El Área Natural Protegida laguna El Jocotal, se encuentra también dentro de unidad de Grandes Paisajes de la Cadena Volcánica Reciente, subunidad Macizo Volcánico de San Miguel-Usulután, conectándose por medio de las formaciones de cafetal existentes en la falda Norte del volcán de San Miguel con el resto de volcanes presentes en esta cordillera. Mientras, la laguna de Olomega pertenece a la subunidad ambiental del Macizo de Jucuarán, permitiendo los bosques tropicales secos presentes en su vertiente norte, la conexión con los bosques presentes en la ladera sur, llegando a tener así, un contacto con la zona costera y con las formaciones de manglar presentes en esta área. La conexión se produce por las quebradas que vierten sus aguas a la laguna.

El ecosistema de páramo, situado en las cotas más elevadas del Volcán de San Miguel, depende de las grandes extensiones cafetaleras de su vertiente norte. Estas sirven como conectores con otras áreas, así como zonas de amortiguamiento frente al avance de la frontera agrícola (Díaz et al., 2004).

Los bosques tropicales secos presentes en la vertiente norte de la Cordillera de Jucuarán se conectan con los bosques secos presentes en la zona sur, llegando a tener contacto con la zona costera y el manglar de bahía de Jiquilisco (Díaz et al., 2004).

La intervención antropogénica ha transformado el paisaje, instalando en el área una mezcla de sistemas productivos (pastos y granos básicos mezclados con pequeños parches cultivados con caña de azúcar y hortalizas), quedando en gran parte la vegetación natural reducida a los linderos de los predios que se constituyen en pequeños corredores biológicos a escala local.

En gran medida, la buena salud de los ecosistemas y especies presentes en los sitios Ramsar depende de la asociación con otros sistemas de humedales, a través del río Grande de San Miguel y, en menor medida, de pequeños relictos de bosques que sirven como conectores con otras áreas, actuando como zonas de amortiguamiento frente al avance de la frontera agrícola u otras amenazas y, proveen de una heterogeneidad de hábitats a ciertas especies que necesitan de esta variedad para completar su ciclo de vida.

4.6. Zonificación

4.6.1. Zonificación ecológica

A continuación, en la Tabla 8, Tabla 9 y Figura 52, se definen la zona núcleo, zona de amortiguamiento y zona de transición para cada sitio Ramsar (MARN-JICA, 2018a).

Tabla 8
Definición de las zonas núcleos, amortiguamiento y transición.

Zona	Definición
Núcleo	Debe estar jurídicamente constituida y los paisajes, ecosistemas y especies que contiene han de recibir protección a largo plazo. Debe tener unas dimensiones suficientes para cumplir los objetivos de conservación. Una Reserva de Biosfera puede contener varias zonas núcleo para garantizar la cobertura del mosaico de sistemas ecológicos representativos. Por regla general, en la zona núcleo no se admiten actividades humanas, excepto investigación y monitoreo y, en algunos casos, los usos extractivos tradicionales por las comunidades locales.
Amortiguamiento (una o varias)	Áreas circundantes o limítrofes de la(s) zona(s) núcleo, donde las actividades se organizan de una forma que no entorpezca los logros de los objetivos de conservación en la zona núcleo, que explica la noción de amortiguación. Esta puede ser una zona consagrada a la investigación experimental, por ejemplo, para hallar medios de manejar la vegetación natural, las tierras agrícolas, los bosques y la pesca para fomentar una producción de alta calidad conservando al mismo tiempo los procesos y la biodiversidad natural, comprendidos los recursos de suelos, en la mayor medida posible. Análogamente, en la zona amortiguación se pueden llevar a cabo experimentos saber cómo rehabilitar zonas degradadas.
Transición	También llamada zona de cooperación hacia el exterior que, puede contener diversas actividades agrícolas, asentamientos humanos y otros usos. Las comunidades locales, organismos de conservación, asociaciones cívicas, grupos culturales, empresa privada y otros interesados directos, deben convenir en colaborar entre sí en estas zonas para manejar y desarrollar sus recursos de forma sostenible en beneficio de las personas que residen en ellas. La zona de transición reviste gran importancia económica y social para el desarrollo regional. Si bien se describen como una serie de anillos concéntricos, las tres zonas suelen establecerse de distintas maneras para que se adapten a las limitaciones y condiciones geográficas locales. Esta flexibilidad, es uno de los puntos más fuertes del concepto.

Fuente: Secretaría de la Convención Ramsar, 2010.

Tabla 9
Zonificación Ecológica de los humedales El Jocotal y Olomega.

Zona Ramsar	Zona ecológica	Zonificación ecológica - subzona		Áreas identificadas en Olomega	Áreas identificadas en El Jocotal
Áreas Ramsar	Núcleo	terrestre	A (Estrictamente Protegido)	- Isla Olomega* y Tierra Blanca*, zona intangible del plan de manejo de humedales por el MARN, bosque de manglar de agua dulce y tierra clase VIII definida en la Ley Forestal.	- ANP Casamota, ANP Laguna El Jocotal, ANP El Triunfo Paso Las Lagunas, ANP La Pezota, zona intangible del plan de manejo de humedales por el MARN, bosque de manglar de agua dulce y tierra clase VIII definida en la Ley Forestal.
			B (Protegido bajo ciertas condiciones)	- Isla Olomega* y Tierra Blanca* en el área de la Laguna El Jocotal, ANP Casamota.	- ANP Laguna El Jocotal, ANP El Triunfo Paso Las Lagunas, ANP La Pezota.
		Acuático	A (Estrictamente Protegido)	- Area de cría de peces y zona intangible del plan de gestión de humedales por el MARN dentro del lago Olomega.	- Area de cría de peces y zona intangible del plan de manejo de humedales por el MARN dentro del lago Jocotal.
			B (Protegido bajo ciertas condiciones)	- Cuerpo de agua de la laguna de Olomega, excepto zona A.	- El cuerpo de agua de la laguna El Jocotal, excepto la zona A.
	Áreas Influencia Ramsar	Amortiguamiento		- 1 km alrededor del núcleo, 0.5 km alrededor del área designada como Clase VIII en la Ley Forestal, menor que el nivel promedio del agua del lago durante la estación lluviosa y, 100 m desde la orilla del río.	- 1 km alrededor del núcleo, 0.5 km alrededor del área designada como Clase VIII en la Ley Forestal, menor que el nivel promedio del agua del lago durante la estación lluviosa y, 100 m desde la orilla del río.
Transición /Influencia		- El área fuera del núcleo y amortiguamiento	- El área fuera del núcleo y amortiguamiento.		

Fuente: MARN-JICA.

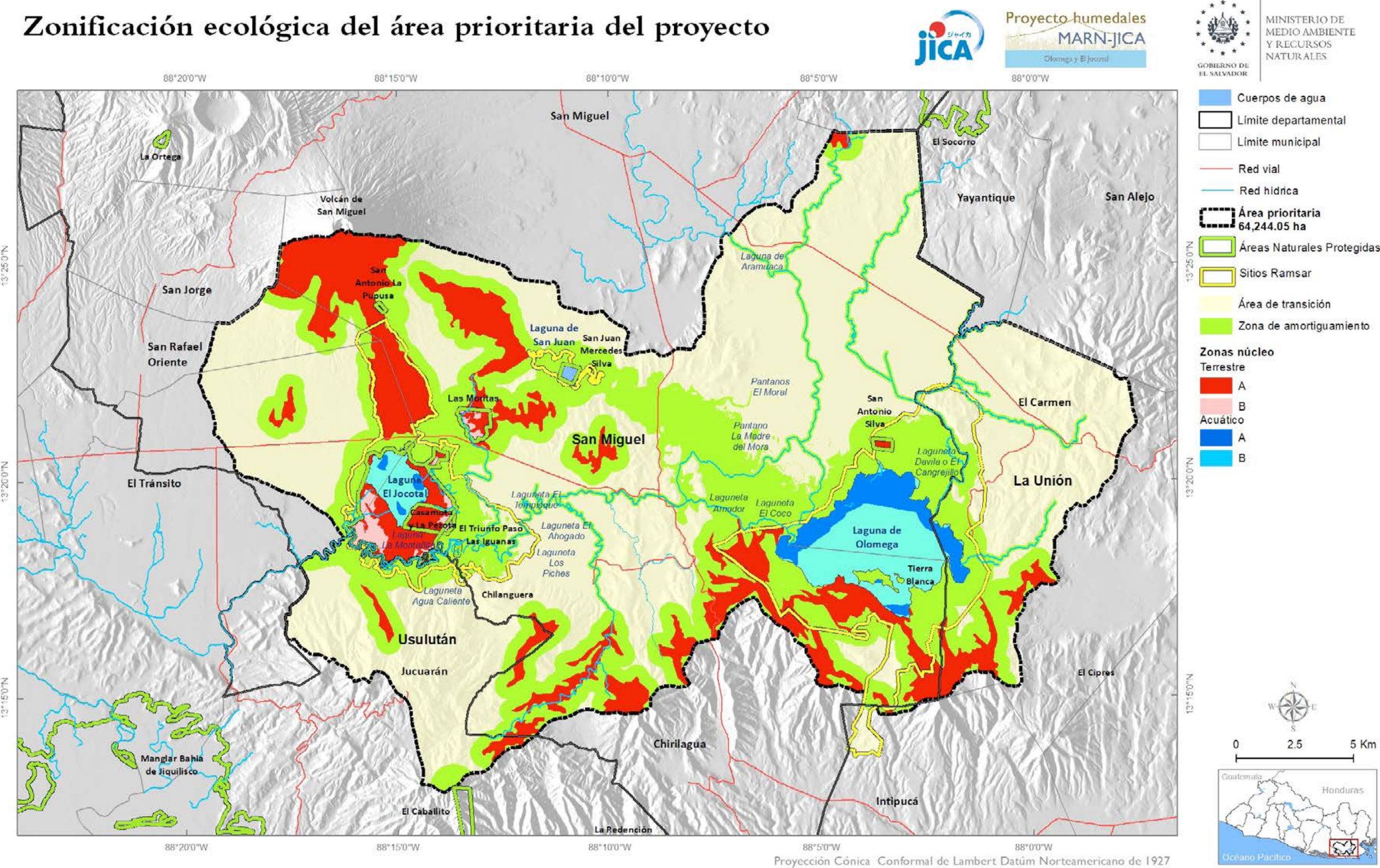


Figura 52. Zonificación ecológica del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

4.6.2. Zonificación del uso potencial del suelo

La capacidad de uso de suelo, es una forma de clasificar los suelos según un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos.

La zonificación del área del proyecto se basó en la Clasificación de la Capacidad del Suelo (CCS) proporcionado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El sistema de CCS provee un marco para clasificar la tierra mediante varios parámetros, como: la topografía, textura del suelo, fertilidad, etc., para un mejor manejo de la tierra y reducir el riesgo de degradación. En el sistema, el área se divide en ocho clases con varios índices de subclase. Con base en las clases y teniendo en cuenta las características tales como: 1) uso potencial de tierras agrícolas, 2) prioridad para la protección forestal por requisito de ley; y 3) presencia de agua de las clases, se categorizó el área del proyecto en cinco zonas (Figura 55):

I. Bosque protegido: el área debe estar protegida como bosque permanente y no debe cambiarse el uso del suelo, se define como de uso restringido por la Ley Forestal (2002: Art. 23).

II. Vegetación permanente: en el área no deberá cambiarse el uso actual del suelo para mantener la vegetación, definida como cubierta por vegetación permanente y se prohíbe el cambio en el uso del suelo por la Ley Forestal (2002: Art. 12).

III. Agroforestal/silvopastoril: el área está ubicada en una zona de ladera y, solo tiene idoneidad para producción agrícola por CCS. El impacto negativo en el medio ambiente de los humedales debido a la erosión del suelo es asumido.

IV. Agricultura ecológica: el área tiene una aptitud intermedia para la producción agrícola por CCS, pero se encuentra en el área de posibilidad de inundación. El impacto negativo en el medio ambiente de los humedales es relativamente alto.

V. Agricultura sostenible: el área tiene una alta aptitud para la producción agrícola por CCS. El impacto negativo para el medio ambiente de los humedales es asumido por las actividades agrícolas.

Con base en la zonificación, se clasificaron las áreas como se muestra a continuación:

Tabla 10
Zonificación del uso potencial de la tierra.

Zona	Definición (clase y subclase de Suelo)
I. Bosque protegido	Clases 8s, 8e y 8es
II. Vegetación permanente*	Área de bosque en Clases 5s, 6s, 6e, 6es, 7s, 7e y 7es
III. Agroforestales/silvopastoril	5s y 6s, 6e, 6es, 7s, 7e y 7es (excepto bosque)
IV. Agricultura ecológica	Clases 2h, 2hs, 3h, 3hs, 4h y 4hs
V. Agricultura sostenible	Clases 1, 2e, 2s, 2es, 3e, 3es, 3s, 4e, 4es y 4s

Nota: * la vegetación permanente incluye bosques, árboles bajos, cafetos, etc. Esta área también se utiliza con fines comerciales, pero el cambio de uso de la tierra para aumentar el área de cultivo está regulado por la ley; Subclase e, se compone de suelos para los cuales la susceptibilidad a la erosión es el problema o peligro dominante que afecta su uso. La susceptibilidad a la erosión y el daño por erosión en el pasado son los principales factores del suelo que afectan a los suelos en esta subclase; Subclases h, está compuesto de suelos cuyo exceso de agua es el peligro dominante o la limitación que afecta su uso. El pobre drenaje del suelo, la humedad, un nivel freático elevado y el desbordamiento son los factores que afectan a los suelos en esta subclase; Subclases s, se compone de suelos que tienen limitaciones de suelo dentro de la zona de enraizamiento, como la superficialidad de la zona de enraizamiento, piedras, baja capacidad de retención de humedad, baja fertilidad que es difícil de corregir y, la salinidad o el contenido de sodio (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).
Fuente: MARN-JICA, 2018a.

Para el sitio Ramsar El Jocotal, la categoría de Bosque Protegido se ubica en los sectores de las lavas, volcán Chaparrastique y Área Natural Protegida San Antonio porción La Pupusa. Mientras que, en los sectores que rodean la laguna El Jocotal se definen como áreas para agricultura ecológica.



Figura 53. Isla Olomega.
Fuente: MARN-JICA, 2017g.

En el sitio Ramsar laguna de Olomega, se definen como Bosque Protegido los sectores al sur de la laguna, conocido como La Estrechura; mientras que los sectores de Tierra Blanca e isla Olomega, se definen como agroforestal-silvopastoril.



Figura 54. Zona de las lavas de volcán Chaparrastique.
Fuente: MARN-JICA, 2017h.

Zonificación del uso potencial de la tierra del área prioritaria del proyecto



Proyecto humedales
MARN-JICA
Olomega y El Jocotal



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

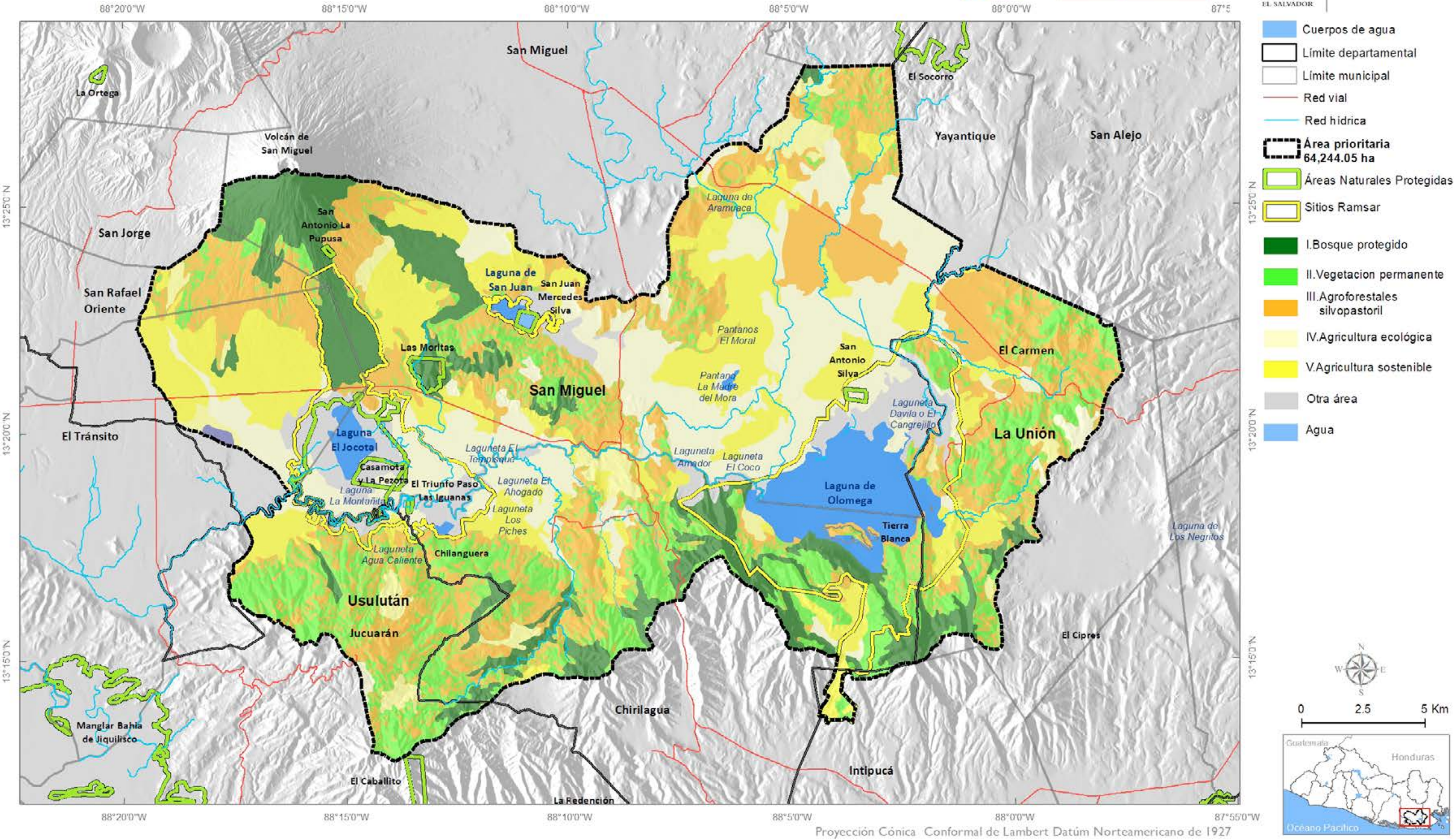


Figura 55. Zonificación del uso potencial de la tierra del área prioritaria del Proyecto MARN-JICA.
Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

4.6.3. Zonificación para la gestión de humedales

El propósito de esta zonificación es proporcionar pautas para el uso y la conservación integral del suelo, garantizando el manejo adecuado de los humedales y la sostenibilidad de las actividades económicas. Se integraron la zonificación ecológica mencionada anteriormente y, la zonificación potencial del uso del suelo, conformando la Zonificación para la gestión de humedales (Figura 56).

En el proceso integrador, la zona núcleo adoptó la zonificación del ecosistema como un área donde la conservación es una prioridad. Las zonas de amortiguamiento y las zonas de transición, se clasificaron en tres categorías a partir de los resultados de zonificación del uso del suelo.

• Zona núcleo

En cuanto a las áreas terrestres, básicamente es esencial excluir cualquier uso artificial. Sin embargo, en las áreas donde existen viviendas y cultivos, el objetivo es prohibir la expansión adicional e incorporarlas en áreas de protección en el futuro. Con respecto al área acuática, se permite el uso de la pesca en pequeña escala, excepto en áreas estrictamente protegidas, como los sitios de desove de peces (zona núcleo acuática A en Figura 52).

• Zona de amortiguación y zona de transición

Las actividades que se permiten en esta zona son: agroforestería- silvopastoril, agricultura ecológica y agricultura sostenible; de acuerdo con el resultado de zonificación del uso del suelo y, establecimiento de una política de uso para cada uno.

• Zona agroforestal/silvopastoril:

Debido a que en laderas elevadas existe la posibilidad de que la erosión del suelo fluya hacia los ecosistemas de los humedales, se recomienda la conservación de los bosques mediante agrosilvicultura. Se prohíben las acciones que causen la reducción de los bosques, como asentamientos ilegales.

• Zona para agricultura ecológica:

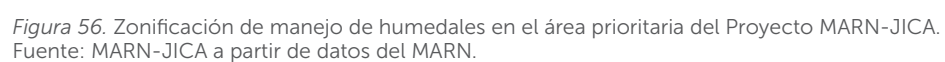
Debido a que esta zona se encuentra adyacente a los humedales y ríos, no se permite el uso de tierra que sea susceptible a las inundaciones. Además, no se recomiendan acciones que causen contaminación del agua.

• Zona para agricultura sostenible:

Se promueve el uso de la tierra como un sitio adecuado para la producción agrícola. Sin embargo, no se recomienda acciones que tenga gran impacto en el medio ambiente, como la modificación a gran escala del uso de suelo o la tala de bosques.

Para el sitio Ramsar El Jocotal, las zonas núcleo terrestres se encuentran ubicadas en los alrededores de la laguna, lavas y volcán Chaparrastique, ANP El Paso de las Iguanas; en las afueras del sitio se encuentran el ANP Chilanguera, San Antonio porción La Pupusa; Cerro La Canoa también como zonas núcleo (MARN-JICA, 2018b). Para el sitio Ramsar Laguna de Olomega, las zonas núcleos terrestre se ubican en: La Estrechura, Tierra Blanca, ANP San Antonio Silva, cerro El Piche (MARN-JICA, 2018b).

A continuación, puede observarse el mapa de zonificación de manejo de humedales para el área prioritaria del proyecto, así como, para cada uno de los municipios que integran dicha área. Cabe destacar que, de cada uno de los siete municipios, únicamente cierta superficie forma parte de esta área prioritaria y no el municipio completo. En el caso de los municipios que tienen poca área, se unieron dos municipios por mapa (Chirilagua/ Intipucá y San Rafael Oriente/El Tránsito). En la zonificación de manejo de humedales por municipio (Figura 56 a la 60), puede apreciarse a mayor escala los diferentes usos potenciales de la tierra según cada zona ecológica, información que es relevante para llevar a cabo un manejo integral de los humedales de Olomega y El Jocotal, en cuanto al tipo de cultivo a establecer y, técnicas/ tecnologías a aplicar, tales como Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y obras de conservación de suelos y agua, para evitar la contaminación a las lagunas.



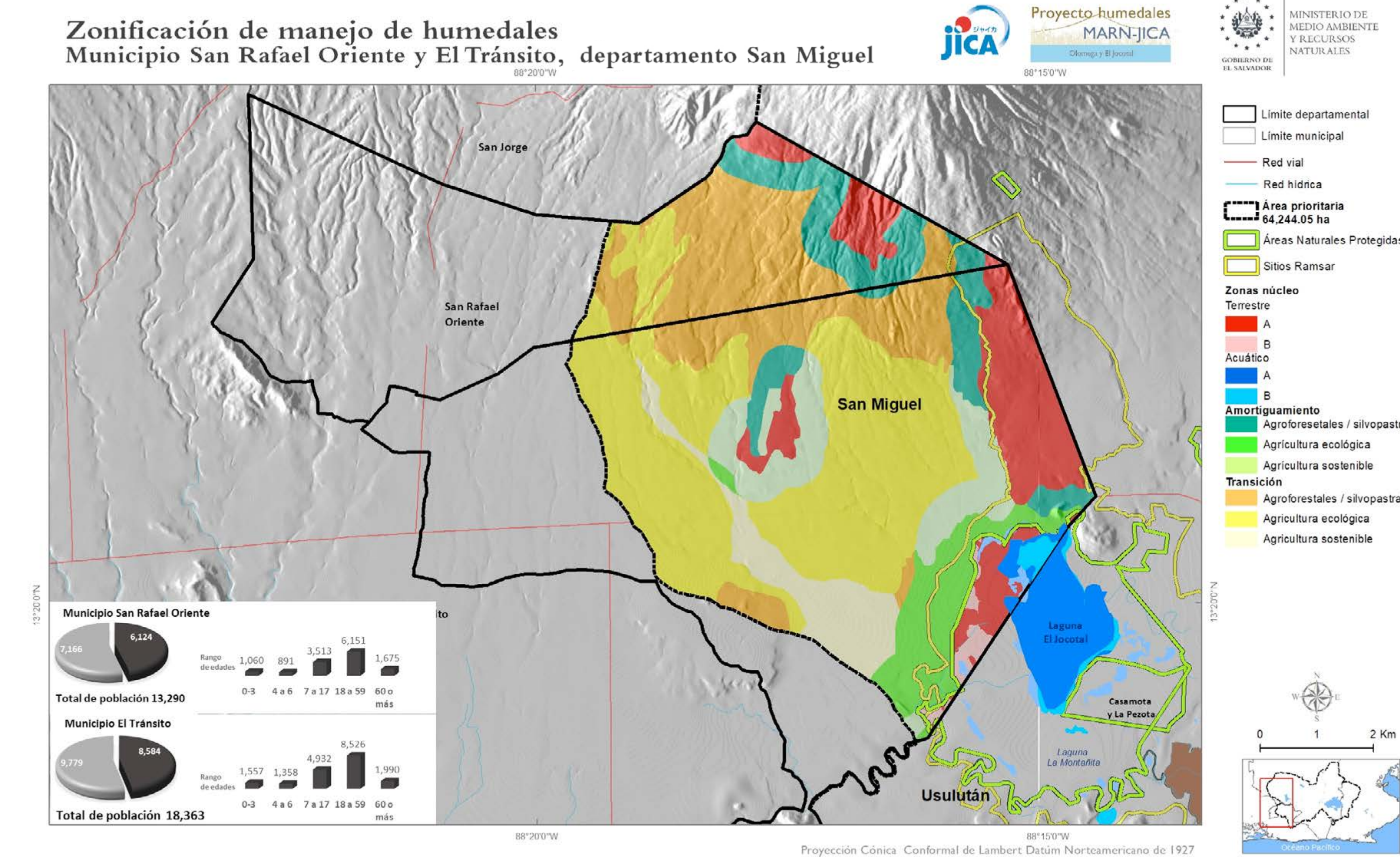


Figura 57. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de las municipalidades de San Rafael Oriente y El Tránsito. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

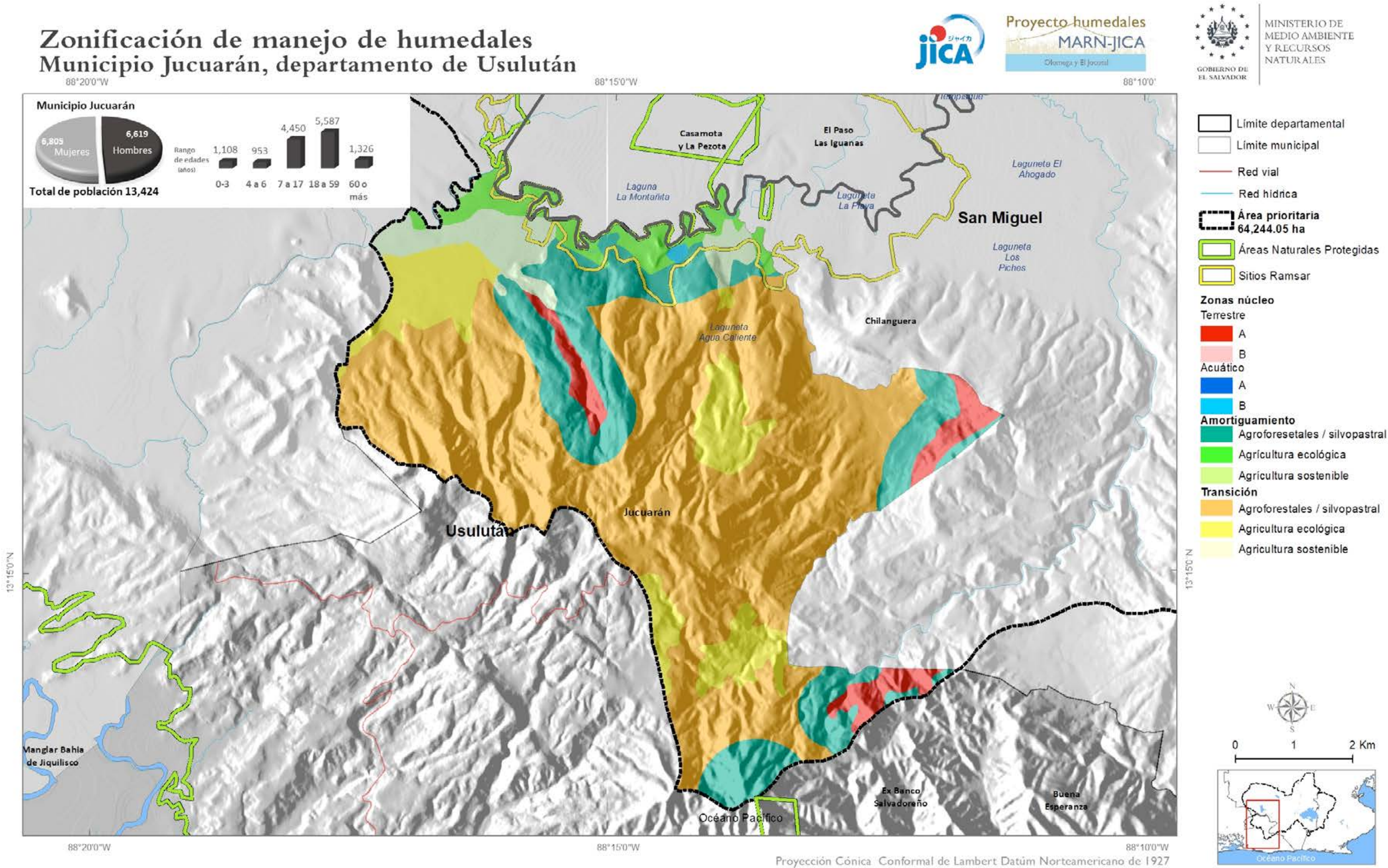
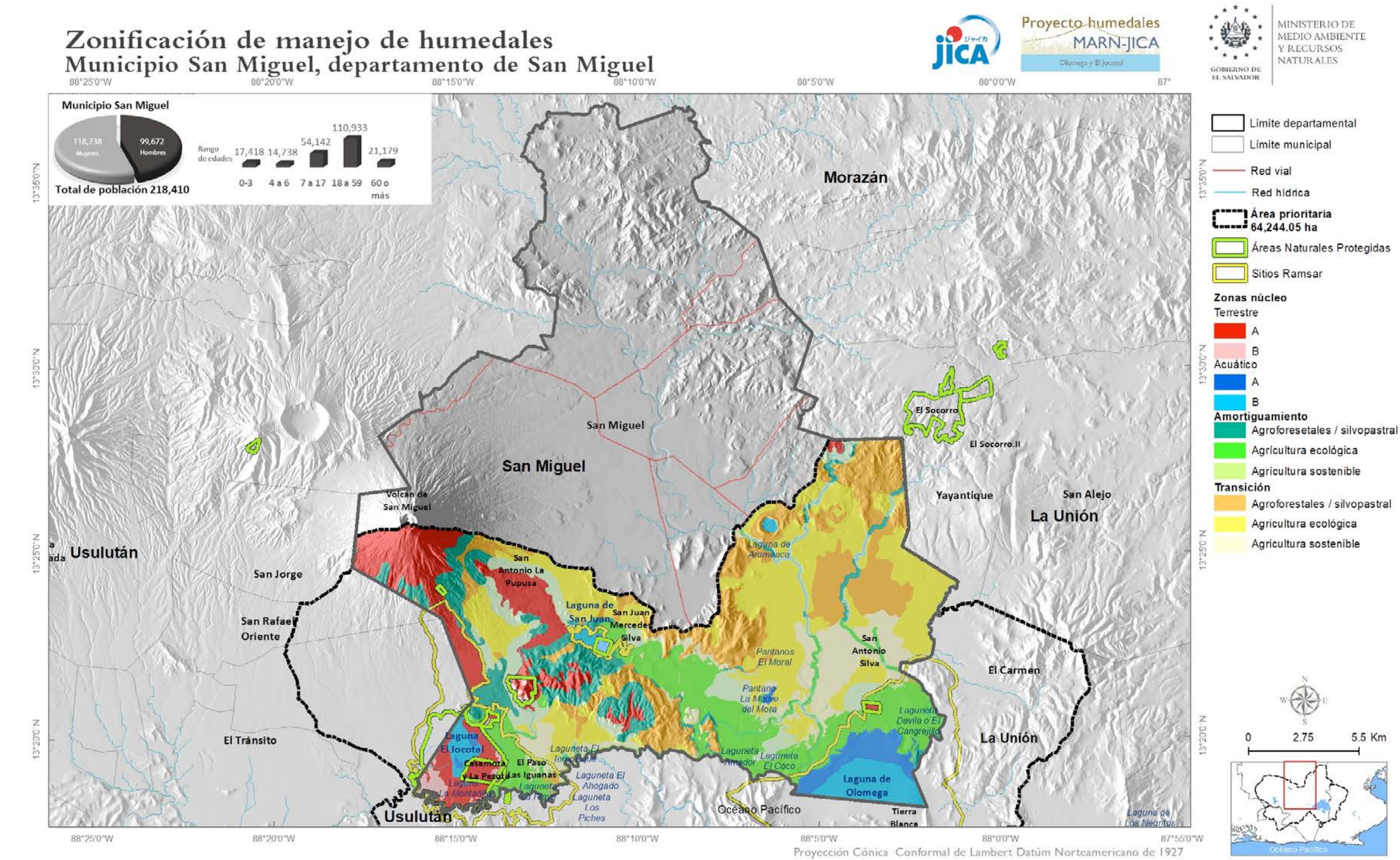


Figura 58. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de la municipalidad de Jucuarán. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.



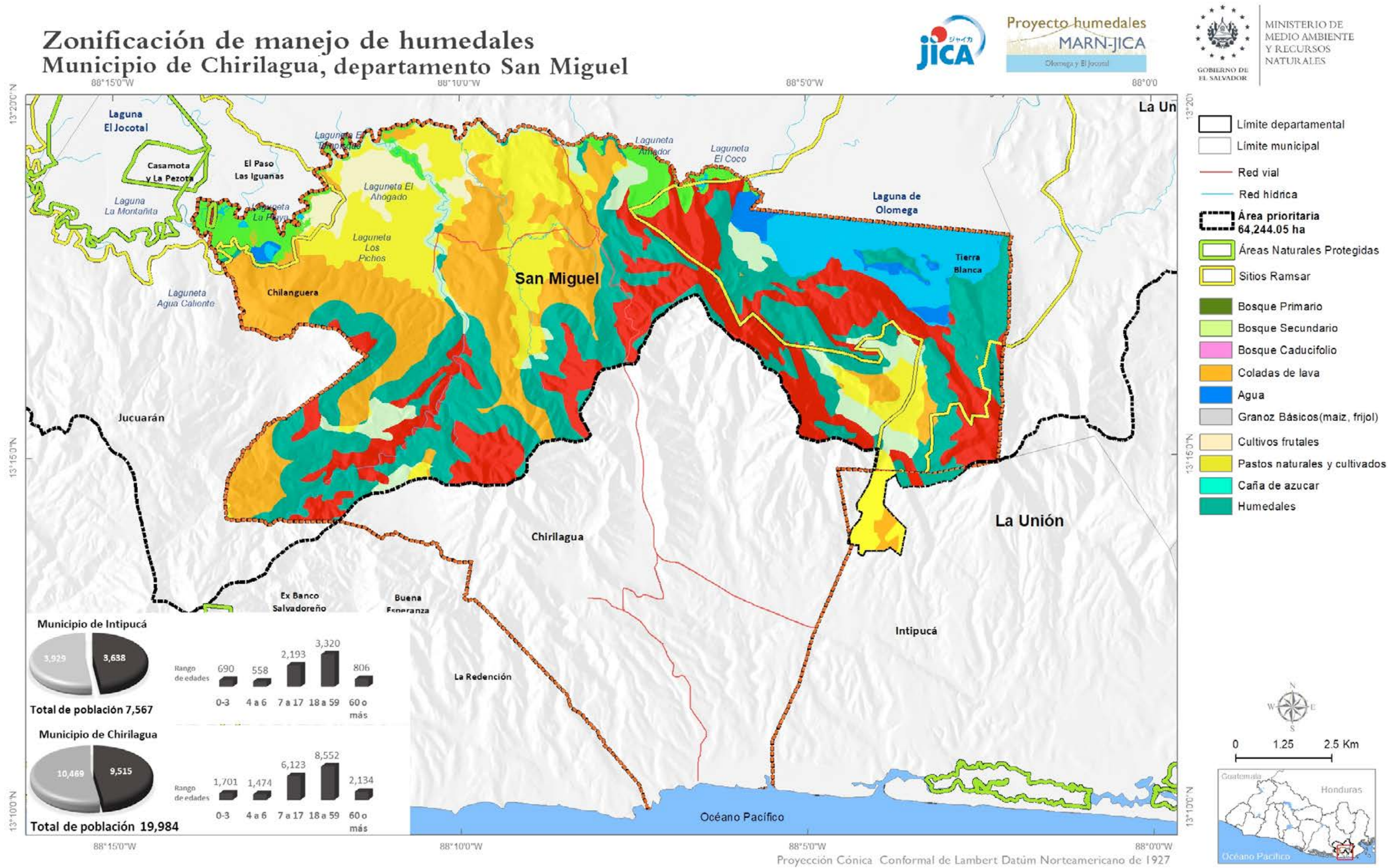


Figura 60. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de las municipalidades de Chirilagua e Intipucá. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Zonificación de manejo de humedales Municipio El Carmen, departamento La Unión

88°5'0"W

88°0'0"W



87°55'0"W



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

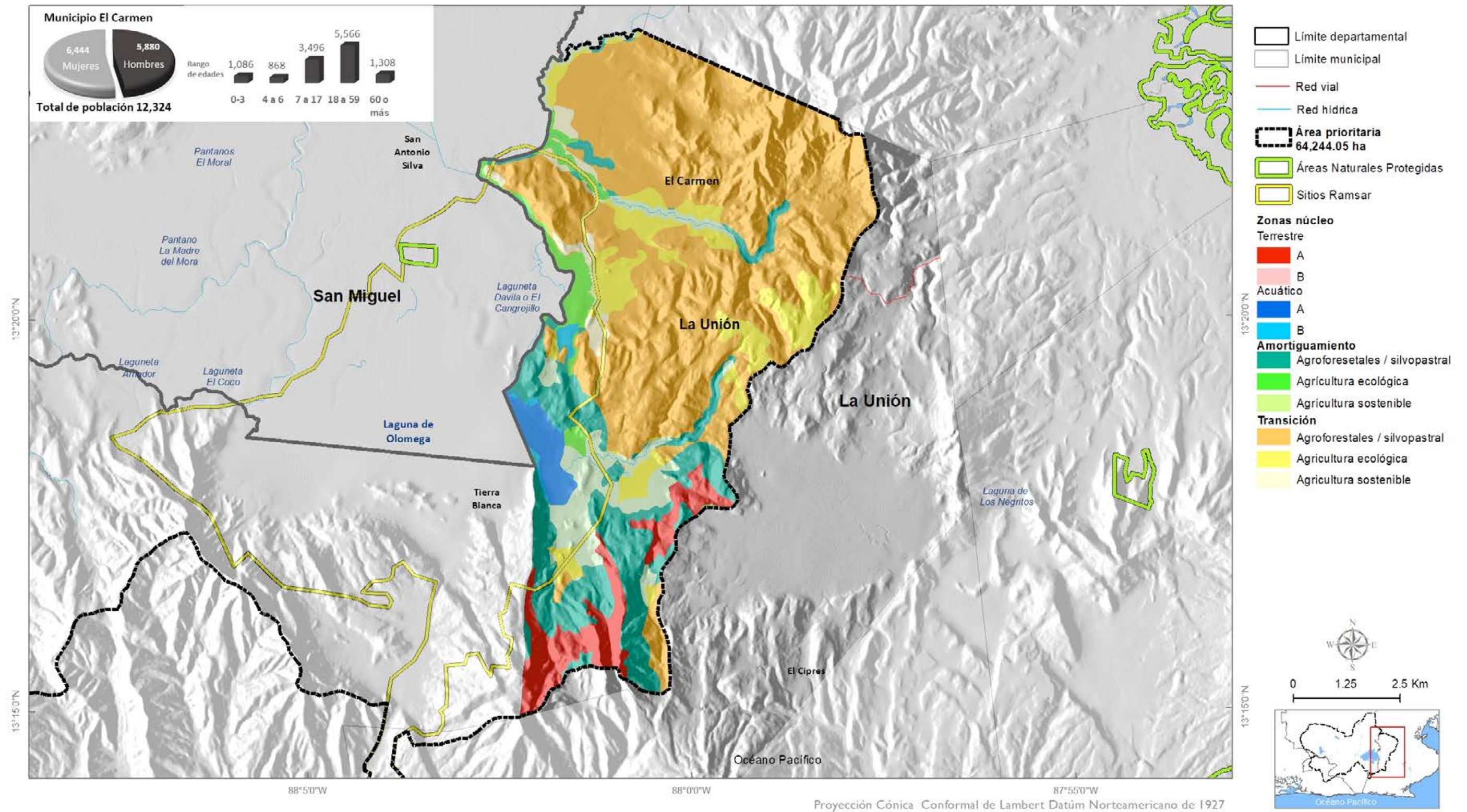


Figura 61. Zonificación de manejo de humedales en el área prioritaria del proyecto de la municipalidad de El Carmen. Fuente: MARN-JICA a partir de datos del MARN.

Glosario

Acuífero: estrato o formación geológica subterránea permeable que permite el almacenamiento y la transmisión de significativas cantidades de agua a través de poros o grietas. Capa, zona o veta del terreno que contiene agua.

Andesitas: roca de color gris medio, de grano fino y de origen volcánico, su nombre procede de los andes de América del Sur, donde numerosos volcanes están formados por este tipo de roca. Además de los Andes, muchas de las estructuras volcánicas que rodean el Océano Pacífico son de composición andesítica.

Basalto: roca ígnea de grano fino y composición con un alto contenido de hierro.

Afluente: curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar, sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

Aglomerado: compuesto de fragmentos rocosos gruesos provenientes de erupciones volcánicas solo en parte consolidado; en sentido más amplio, un conjunto caótico de materiales piroclásticos principalmente gruesos, de angulares a redondeados

Aluvial: depósitos de arenisca y grava debidos al agua efluyente, que hace que un terreno sea inestable e inseguro para la cimentación. También llamado terreno de aluvión.

Ciénagas: son depósitos de aguas no corrientes, con algún grado de conexión con el río, del cual depende la renovación de sus aguas e intercambio de materiales.

Colmatación: relleno de una cuenca sedimentaria con materiales detríticos arrastrados y depositados por el agua.

Escorrentía: es la parte de la precipitación que llega a alimentar a las corrientes superficiales, continuas o intermitentes de una cuenca.

Rocas extrusivas: son rocas ígneas que se formaron por el enfriamiento de lava en la superficie terrestre o de magma a escasa profundidad

Ignimbrita: depósitos de flujo piroclásticos de gran volumen.

Sedimentos: depósitos formados como fruto de la destrucción mecánica y de la alteración de las rocas debido al transporte de ríos y lagos.

Sedimentos lacustre: materiales depositados en agua de lagos y posteriormente expuestos mediante disminución del nivel de agua o alzamiento del terreno.

Tectónico: que se produce por movimientos de la corteza terrestre.

Toba: roca volcánica ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica.

Piroclásticos: productos emitidos por un volcán durante una fase de explosión. Se originan en lavas sin solidificar y en fragmentos de lava de erupciones anteriores

Referencias bibliográficas

Aguirre, C., López, R., Díaz, A. & Molina, O. 2017. Avifauna y flora presente en lagunas El Jocotal y Olomega [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Andino, L. y Mariona, G. 2018a. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Laguna de El Jocotal. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 69 pp. Actualizada

Andino, L. y Mariona G. 2018b. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Laguna de Olomega. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 69 pp. Actualizada.

Benítez, M. 1999. Plan de Manejo del Área Natural Protegida Laguna El Jocotal. MAG. Dirección General de RRNNRR. Servicio de Parques y Vida Silvestre. Agencia Española de Cooperación Internacional. San Salvador, El Salvador.

CONSAA, 2016. Informe final de producción zafra 2015-2016. Recuperado de: <http://www.consaa.gob.sv/informe-final-de-produccion-zafra-2015-2016/>

Consorcio Olomega 2002. Plan Operativo para el Rescate, Restauración y Conservación de los Recursos Naturales de la Laguna de Olomega. San Miguel, El Salvador. Documento sin publicar.

Díaz, I.; I. Jiménez P.; M. J., de Lope; E. G. Sánchez y L. Sanchez-Mármol J. 2004a. Plan de Manejo del Área Natural del Complejo El Jocotal. MARN/AECID. El Salvador.

Díaz B., I.; I. Jiménez P.; M. J., de Lope; E. G. Sánchez y L. Sánchez-Mármol J. 2004b. Plan de Manejo del Área Natural Humedal Olomega. MARN/AECID. El Salvador.

Dirección General de Estadísticas y Censos, El Salvador (DIGESTYC). 2015. Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples. Recuperado de: www.digestyc.gob.sv/index.php/temas/des/ehpm/publicaciones-ehpm.html?...2005

EPYPSA-IBERINSA. 2003. Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial. Propuestas finales. Vice-Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/descarga/plan-nacional-de-ordenamiento-y-desarrollo-territorial-2/>

Escobar, D. 2003. San Miguel Volcano and its Volcanic Hazards, El Salvador (Maestría en Ciencias de la Geología). Universidad de Tecnológica de Michigan. Michigan, Estados Unidos.

Escobar D. 2005. Síntesis geológica del Volcán de San Miguel. Memoria Técnica de los Mapas de Escenarios de Amenaza Volcánica.SNET/MARN 97 pp.

FAO, 2000. Perfiles Hídricos por país. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/paises/h2o/salvador.htm

Flores, I. 2017a. Pendientes muy pronunciadas en el sector sur de la laguna de Olomega [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Flores, I. 2017b. Ateles geoffroyi, mono araña, registrado recientemente en Cerro El Roble, La Estrechura, laguna de Olomega [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Fritz, Dürr.1960. Mapa Geológico General de El Salvador. Recuperado de: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Sismologia/3mapageo.htm>

Holdridge, L.R. 1975. Mapa Ecológico de El Salvador, memoria explicativa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 98 pp.

Jiménez, I., Sánchez-Mármol, L. y Herrera, N. 2004. Inventario Nacional y Diagnostico de Humedales de El Salvador. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/descarga/inventario-nacional-y-diagnostico-de-los-humedales-de-el-salvador/>

López, W. 2017. Suelos grumososoles en el sector La Guanacastera, laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Losilla, M., Rodríguez, H., Schosinsky, G., Stinsom, J. y Bethune, D. 2001. Los acuíferos volcánicos y el desarrollo sostenible en América Central. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

MAG. 2012. Clasificación de suelos por división política de El Salvador, C.A. Recuperado de: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/149632/download>

Magaña Mercado, S.M y Saguer García.R. 2005. Estudio hidrogeológico de la subcuenca del Río Grande de San Miguel (Tesis de pregrado). Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, San Salvador, El Salvador.

Mech S.G y Hallet J.G., 2001. Evaluating the effectiveness of corridors: a genetic approach. *Conservation Biology*, 15 (4), 467-474.

MINEC, 2007. VI Censo de Población y V de Vivienda 2007. San Salvador, El Salvador. Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC).

MARN, 2004. Escenarios de Amenaza Volcánica Volcán de San Miguel o Chaparrastique. Recuperado de: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Vulcanologia/amenazas/MAPAVSM.pdf>

MARN, 2005. Estudio territorial subregión San Miguel. Recuperado de: <http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00152/doc00152.htm>

MARN/VMVDU, 2004. Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Recuperado de: observatorio.vivienda.gob.sv/www/docs/descargar.aspx?id=15

MARN, 2016. Actividad del volcán Chaparrastique durante los años 2013 y 2014. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/actividad-del-volcan-chaparrastique-durante-los-anos-2013-y-2014-de-abril-2016/14/>

MARN, GIZ, UICN, 2016. Mapa de cobertura y uso del suelo (1:2500) con base en imágenes Rapid Eye de 2011.

MARN, 2017. Informe Nacional del Estado de los Riesgos y Vulnerabilidades. Recuperado de: http://www.marn.gob.sv/descarga/informe-nacional-del-estado-de-los-riesgos-y-vulnerabilidad_2017/

MARN-JICA, 2017a. Panorámica sector norte de laguna El Jocotal. Las pendientes pueden llegar hasta un 70 % en el volcán Chaparrastique [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017b. Ganado en pastoreo en sector norte laguna de San Juan [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017c. Cultivo de maíz, sector El Pacunal, cantón Olomega Juan [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017d. Comunidad El Borbollón, laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017e. Habitantes disfrutando de los servicios ecosistémicos en el nacimiento de agua El Borbollón, laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017f. Vegetación acuática en laguna Aguas Calientes [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017g. Isla Olomega [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2017g. Zona de las lavas de volcán Chaparrastique [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

MARN-JICA, 2018. La pesca es una de las principales actividades económicas en la laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2018.

MARN-JICA, 2018a. Plan de Manejo del Humedal Área Natural Protegida laguna del Jocotal. San Salvador, El Salvador.

MARN-JICA, 2018b. Plan de Manejo del Área Natural del Complejo El Jocotal. San Salvador, El Salvador.

MARN-JICA, 2018c. Plan de Manejo del Área Natural Humedal Olomega. San Salvador, El Salvador.

MARN-JICA, 2018d. Platillo y lechuga de agua flotando en la superficie de la laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2018.

MARN-JICA, 2019a. Sector El Embarcadero, laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2019.

MARN-JICA, 2019b. Río Grande de San Miguel a la altura de El Delirio [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2019.

Molina, D. 2017a. Cuenca media del río Grande de San Miguel, el cual descarga en la zona sureste de la laguna El Jocotal [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Molina, D. 2017b. Sector sur de laguna de Olomega donde se visualizan el terreno accidentado a sus alrededores [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Molina, D. 2017c. Sector norte de laguna San Juan [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2017.

Molina, O. 2015a. Vista panorámica de las lavas [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2015.

Molina, O. 2015b. Jacinto de agua en laguna de Olomega [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2015.

PNUD, 2006. Indicadores municipales sobre desarrollo humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio (Informe No. 262). Recuperado de: http://www.sv.undp.org/content/el_salvador/es/home/library/hiv_aids/informe-262--indicadores-municipales-sobre-desarrollo-humano-y-o.html

Rodríguez, A. E., 2014. Vista aérea de laguna El Jocotal y áreas circundantes, donde pueden observarse las vías principales de acceso [Fotografía]. San Miguel, El Salvador, 2014.

Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010. Uso racional de los humedales: Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 18. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Taylor P.D., Fahrig L., Henein K., Merriam G.. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. Oikos, 68 (3), 571-573.

USDA, 1961. Land Capabiliby Classification. Manual de agricultura N° 210. Servicio de Conservación de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Recuperado de: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf

Ventura, N. y Villacorta. R., 2000. Mapeo de la Vegetación Natural de los Ecosistemas Terrestres y acuáticos de Centroamérica. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/cidoc/documentos/mapeo-de-vegetacion-natural-de-ecosistemas-terrestres-y-acuaticos-de-centro-america/>



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES



www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

