

TESIS



**Caracterización Geológico- Ambiental de la Unidad
Experimental “Santa Barbará” Municipio Cañada de
Urdaneta, Estado Zulia**

Liseth del Carmen Pérez Albornoz

Página legal

Título de la obra: Caracterización Geológico- Ambiental de la Unidad Experimental
"Santa Barbará" Municipio Cañada de Urdaneta, Estado Zulia, 75 pp.
Editorial Digital Universitaria de Moa, año.2015 -- ISBN:

1. Autor: Liseth del Carmen Pérez Albornoz
2. Institución: Instituto Superior Minero Metalúrgico " Dr. Antonio Núñez Jiménez"

Edición: Lic. Liliana Rojas Hidalgo

Corrección: Lic. Liliana Rojas Hidalgo

Digitalización. Miguel Ángel Barrera Fernández



Institución de los autores: ISMM " Dr. Antonio Núñez Jiménez"
Editorial Digital Universitaria de Moa, año 2015

La Editorial Digital Universitaria de Moa publica bajo licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas.

La licencia completa puede consultarse en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

Editorial Digital Universitaria

Instituto Superior Minero Metalúrgico

Ave Calixto García Iñiguez # 75, Rpto Caribe Moa 83329, Holguín Cuba

e-mail: edum@ismm.edu.cu

Sitio Web: <http://www.ismm.edu.cu/edum>



Instituto Superior Minero Metalúrgico
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

Facultad de Geología y Minería
Departamento de Geología

Título: Caracterización Geológico- Ambiental de la Unidad
Experimental “Santa Barbará” Municipio Cañada de
Urdaneta, Estado Zulia

Tesis en opción al título académico de Máster en Geología

Autora: Lic. Liseth del Carmen Pérez Albornoz

Mayo, 2015



Instituto Superior Minero Metalúrgico
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

Facultad de Geología y Minería
Departamento de Geología

**Título: Caracterización Geológico- Ambiental de la Unidad
Experimental “Santa Barbará” Municipio Cañada de
Urdaneta, Estado Zulia**

Tesis en opción al título académico de Máster en Geología

Autora: Lic. Liseth del Carmen Pérez Albornoz

Tutora: MsC. Moraima Fernández Rodríguez

Tutora Industrial: MsC. Betzabeth Gil Socorro

Mayo, 2015

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	1
1.1 Localización del Área de Estudio.....	2
1.2 Bloque Tectónico de Maracaibo	2
1.3 Fallas y Elementos Estructurales Principales.....	5
1.3.1. Falla de Oca	5
1.3.2. Falla de Perijá y Tigre.....	5
1.3.3. Falla de Icotea	5
1.3.4. Falla Pueblo Viejo.....	6
1.3.5. Falla La Ensenada.....	6
1.3.6. Lineamiento en el Noroccidente de Venezuela	7
1.4 Historia Sedimentaria de la Cuenca de Maracaibo.....	9
1.5 Geomorfología del Estado Zulia	21
1.6 Cuencas hidrográficas del Lago de Maracaibo.....	23
CAPÍTULO II – MARCO METODOLÓGICO.....	28
2.1 Metodología Empleada.....	28
CAPÍTULO III –CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO AMBIENTAL DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL SANTA BARBARÁ.....	31
3.1 Geología.....	32
3.2 Geología Estructural y Sismicidad.....	35
3.3 Hidrología	38
3.4 Clima	39
3.5 Análisis de las comunidades vegetales alterada	40
3.5.1 Arbustales bajos, medio densos a densos	41
3.5.2 Asociación Arbustales bajos, medio densos a ralos, con Pastizales sin riego y suelos desnudos.....	42
3.5.3 Asociación de pastizales sin riego con arbustales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos.....	43
3.5.4 Herbazales secundarios bajos a ralos con suelos desnudos (Conucos abandonados).....	43
3.5.5 Herbazales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos.	44
3.5.6 Cultivos perennes sin riego.	45
3.5.7 Cultivos anuales con riego.....	45
3.5.8 Árboles ornamentales.....	46
3.5.9 Frutales cultivados.....	47
3.6 Análisis de la Composición Florística	48
3.7 Análisis faunístico.....	49
3.8 Uso del Espacio de la Unidad Experimental “Santa Barbará”	51

3.9 Problemática Ambiental en el Ámbito de Estudio.....	66
3.9.1 Deforestación	66
3.9.2 Extracción y remoción de capa vegetal y argílico.....	67
3.9.3 Vertedero no Controlados.....	68
3.9.4 Ubicación de buses en mal estado en la UESB.	69
3.10 Caracterización e Importancia del daño en la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables de la UESB.....	70
3.11 Alternativas de solución.....	72
3.11.1 Estrategias para el control y solución de los problemas de erosión del suelo.....	72
3.11.2 Estrategia para la rehabilitación de las áreas utilizadas como vertederos no controlados.	72
3.11.3 Estrategias para evitar las actividades de extracción de Capa Vegetal y argílico al E de la UESB Ubicación de buses en mal estado en la UESB.	73
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División Fisiográfica de la Región de Maracaibo.....	1
Figura 2. Bloque Tectónico de Maracaibo.....	2
Figura 3. Columna estratigráfica generalizada con la representación de los principales eventos Tectónicos reconocidos en la cuenca del Lago de Maracaibo.....	4
Figura 4. Fallas Geológicas en el Occidente de Venezuela.....	6
Figura 5. Lineamientos de dirección NNE-SSO y NE-SO en el Occidente de Venezuela.....	8
Figura 6. Esquema paleogeográfico del Barremiense.....	11
Figura 7. Esquema paleogeográfico del Aptiense.....	12
Figura 8. Esquema paleogeográfico del Albiense.....	13
Figura 9. Esquema Paleogeográfico del Cenomaniense Tardío-Turonense.....	15
Figura 10. Esquema Paleogeográfico del Maestrichtiense.....	16
Figura 11. Esquema Paleogeográfico del Paleoceno Temprano.....	17
Figura 12. Esquema Paleogeográfico del Paleoceno Tardío.....	19
Figura 13. Esquema Paleogeográfico del Eoceno.....	20
Figura 14. Ubicación de los sectores geomorfológicos del Zulia.....	21
Figura 15. Distribución de las principales cuencas hidrográficas de Venezuela.....	24
Figura 16. Mapa Hidrogeológico de Venezuela.....	25
Figura 17. Reservas de Aguas Subterráneas en Venezuela.....	26
Figura 18. Ubicación Nacional, Regional y Local de la Zona de Estudio.....	31
Figura 19. A) Paisaje llano de la zona de estudio. B) Imagen Satelital mostrando la pendiente hacia el noreste.....	32
Figura 20. Columna Lito-estratigráfica del Parcelamiento Hato Quintero.....	33
Figura 21. Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería de Venezuela.....	36
Figura 22. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2012..	37
Figura 23. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2013..	37
Figura 24. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2014..	37
Figura 25. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2015..	38
Figura 26. Histograma de la Magnitud de los sismos registrados indicando los días de ocurrencia en el primer trimestre del año 2015 (enero-marzo).....	38
Figura 27. Cañada El Bajo, indicando el área de estudio	39
Figura 28. Temperaturas, período 2007-2014.....	40
Figura 29. Precipitaciones, período 2007-2014.....	40
Figura 30. Unidad de vegetación alterada de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”.....	41
Figura 31. Arbustales bajos, medio densos a densos.....	42
Figura 32. Asociación Arbustales bajos, medio densos a ralos, con Pastizales sin riego y suelos desnudos.	43

Figura 33. Herbazales secundarios bajos a ralos con suelos desnudos (Conucos abandonados).....	44
Figura 34. Herbazales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos.....	44
Figura 35. Cultivos perennes sin riego.....	45
Figura 36. Cultivos anuales con riego.	46
Figura 37. Árboles ornamentales.....	47
Figura 38. Cultivo de Cocotales.....	47
Figura 39. Formas de crecimiento presentes en el área de estudio.....	48
Figura 40. Avifauna observada en la UESB.....	50
Figura 41. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2001.....	52
Figura 42. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2004.....	53
Figura 43. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2006.....	54
Figura 44. Recuperación progresiva de las áreas de cultivos períodos 2007, 2009 y 2010.....	55
Figura 45. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2007.....	56
Figura 46. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2009.....	57
Figura 47. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2010.....	58
Figura 48. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2011.....	60
Figura 49. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2012.....	61
Figura 50. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2013.....	62
Figura 51. Disminución de las áreas de cultivos períodos 2011-2013.....	63
Figura 52. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2014.....	64
Figura 53. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2015.....	65
Figura 54. Área deforestada, se observa suelo desnudo y vegetación dispersa.....	66
Figura 55. Saque Activo en la zona de estudio.....	67
Figura 56. Carcavamientos al norte de la zona de estudio.....	68
Figura 57. Vertedero no controlado al norte de la zona de estudio.....	69
Figura 58. Buses en mal estado estacionados a la entrada de la UESB.....	69
Figura 59. Importancia del Daño Ambiental Observado.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Provincias y Subprovincias hidrogeológicas de Venezuela.....	25
Tabla 2. Característica de las unidades geológicas de los acuíferos en Venezuela.....	26
Tabla 3. Reservas totales de aguas subterráneas en Venezuela.....	27
Tabla 4. Datos promedios de parámetros hidrogeológicos de estados venezolanos....	27
Tabla 5. Porosidad y Permeabilidad de los suelos de UESB.....	34
Tabla 6. Lista de las especies de fauna.....	50
Tabla 7. Problemática Ambiental del Ámbito de Estudio.....	66
Tabla 8. Estimación de la Significancia del daño en la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables.....	70
Tabla 9. Estimación de la Irreparabilidad e Importancia del daño en la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR).....	71

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los principales centros urbanos de Venezuela se ha realizado, en su mayor parte, sin los estudios necesarios de las condiciones físico-naturales presentes en su entorno, lo que ha ocasionado numerosos impactos ambientales por el aprovechamiento irracional de los recursos naturales mermando la calidad de vida de sus ciudadanos.

La falta de planificación previa debido a la ocupación ilegal del suelo, propiciado por el crecimiento acelerado de la población venezolana, ha incidido directamente sobre la calidad ambiental en los centros urbanos. Esta presión también se ha trasladado a las áreas rurales del país. Tal es el caso de los municipios Maracaibo, San Francisco y Cañada de Urdaneta del estado Zulia, que ha sufrido la reducción significativa de su capa vegetal en zonas que se han caracterizado por el desarrollo de actividades agrícolas.

La utilización de áreas con vocación agrícola para otros fines, como es la extracción de la capa vegetal, demuestra la necesidad de una mayor caracterización ambiental, que permita enfatizar en la protección de estas zonas y, por ende, de la soberanía agroalimentaria destacada en el plan de desarrollo económico y social venezolano vigente (Plan Patria 2013-2019). Este fenómeno de interacción negativa centros urbanos-áreas rurales se ha observado en el asentamiento campesino Los Bienes y en la Unidad Experimental “Santa Bárbara”, parroquia Chiquinquirá, Municipio La Cañada de Urdaneta, estado Zulia.

Es importante mencionar que la unidad experimental es una granja perteneciente a CORPOZULIA y dada en comodato para ser administrada por el Instituto Universitario Tecnológico de Maracaibo (IUTM) para el desarrollo de actividades académicas, de investigación y extensión del Programa Nacional de Formación en Agroalimentaria.

Por lo anteriormente planteado, el objetivo general que se persigue en este trabajo consiste en “caracterizar la Unidad Experimental “Santa Bárbara” desde un punto de vista geológico y ambiental” con el fin de ofrecer una línea base para la comparación del

uso de sus recursos a través del Tiempo. Pereyra B., Moscardi C. y Muñiz V. (2009), señalan que:

La línea de base ambiental es la caracterización del territorio para determinar el estado actual de sus componentes físicos, químicos, biológicos y sociales, entre otros, como la situación de partida, la cual servirá de base de comparación a través del tiempo. Está orientada a obtener información sobre parámetros fundamentales que definan el estado de un medio ambiente en un momento dado (p 166).

Por tanto, se puede plantear como problema de investigación la insuficiente caracterización geológica-ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”. Este es de suma importancia al proporcionar los conocimientos básicos para una mejor planificación de las actividades que allí se desarrollan y para la evaluación de los efectos negativos que inciden en la producción de la zona. En este trabajo no se valoró la parte social, que esta representada por obreros, administrativos y directivos de FUNDAIUTM que hacen vida en el ámbito de estudio.

Para finalizar, el presente trabajo se ha planteado una metodología en dos fases: una primera de recolección de información bibliográfica y de campo, seguida por la fase de análisis de la misma. Todo esto llevo a la integración y generación de 15 mapas temáticos de diversos tópicos (geológico, topográfico, pendiente, entre otros) siendo estos aportes prácticos de este trabajo y como aporte científico el estudio preliminar de la fauna y flora del ámbito de estudio.

Justificación del tema

El entendimiento de las características geológico-ambientales de un lugar es esencial para la conceptualización, diseño y ejecución de proyectos productivos. Esto adquiere mayor relevancia en los proyectos agrícolas, que en su ejecución necesitan del uso intensivo del suelo y agua. La planificación de los sistemas agrícolas debe partir, entonces, de la conceptualización de sus parámetros ambientales, con el objeto de buscar las estrategias necesarias para minimizar los impactos y lograr la conservación efectiva de los recursos naturales, tales como el agua y el suelo, vitales para el desarrollo de cultivos.

De este modo, el estudio sobre la caracterización ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará” se realizó por la necesidad de disponer de información base que proporcione un marco de referencia en el desarrollo proyectos productivos.

Diseño teórico

Esta investigación tiene por objeto de estudio, la Unidad Experimental “Santa Barbará” (UESB), la cual requiere del conocimiento de sus características ambientales en la comprensión de las diversas dinámicas e interacciones que en ella se desarrollan. Estableciéndose como hipótesis de investigación que *“si se conocen las características de los principales aspectos del medio físico y biótico de la Unidad Experimental Santa Barbará y se analiza la evolución del uso de su espacio es posible describir la problemática ambiental existente y proponer alternativas de solución, entonces esta caracterización se establecerá como línea base de comparación a través del tiempo en la definición de una mejor planificación de proyecto acorde a sus potencialidades y debilidades”*.

Por tanto, este trabajo de investigación se centra en la insuficiente caracterización ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará” como una de las causantes de la falta de planificación de estrategias para la solución de los problemas agudizando cada vez más la problemática ambiental existente y que incide en el desarrollo de sus actividades. En este estudio se aplicó los principios teóricos del enfoque de sistema (Acosta y Fernández, 1997.). Para lograr este fin, la caracterización geológico-ambiental, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los principales aspectos del medio físico y biótico del ámbito de estudio.
- Analizar la evolución del uso del espacio en el ámbito de estudio.
- Describir la problemática ambiental existente en el entorno de la Unidad Experimental “Santa Barbará”
- Proponer alternativas de solución para la problemática ambiental existente.

CAPÍTULO I. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

En la Unidad Experimental “Santa Barbará”, a pesar de su problemática ambiental y presupuestaria, se ha empezado iniciativas para la activación y fortalecimiento de su producción, mediante el desarrollo de varios proyectos de los programas nacionales de formación en Agroalimentaria y Geociencia. También ha sido objeto de estudio, de numerosas investigaciones en tesis de pregrado y postgrado.

Una investigación de interés desarrollada en el área de estudio fue llevada a cabo por Depaola G. (2013). Este autor comparó los efectos de TerraCottem y estiércol de bovino sobre la retención de agua en el suelo de la Granja Santa Bárbara. Para ello, caracterizó el suelo, por sus propiedades físico-químico, y el clima utilizando datos proporcionado por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea para la Estación La Cañada, durante el período 1994-2003.

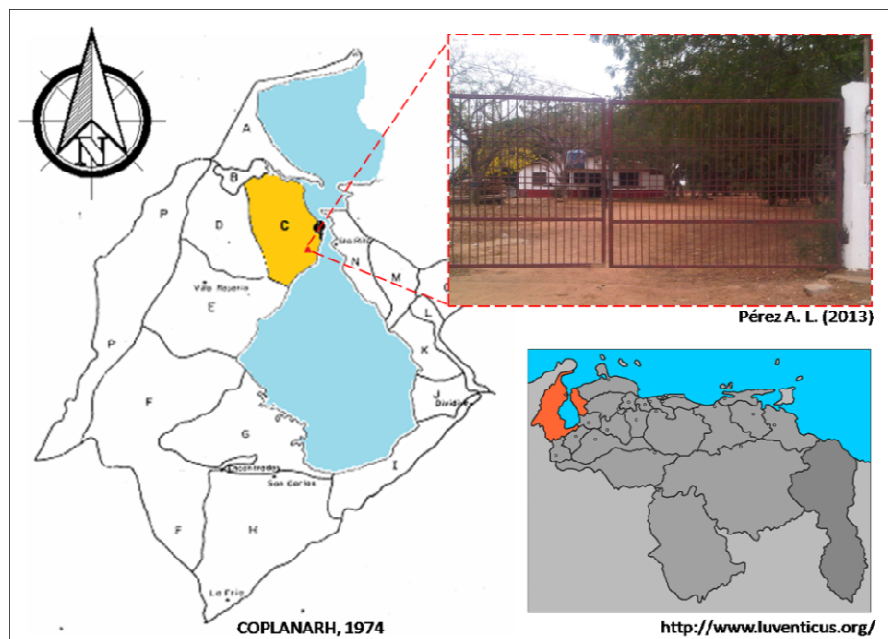


Figura 1. División Fisiográfica de la Región de Maracaibo.
Fuente: Elaboración Propia (2014).

Este autor señala, que la Granja Santa Bárbara del Instituto Universitario Tecnológico de Maracaibo se ubica en el Sector C de la Planicie de Maracaibo (Figura 1) entre la latitud $10^{\circ} 31'$ y longitud $71^{\circ} 39'$; a una altura promedio de 26 m.s.n.m.

1.1. Localización del Área de Estudio

La Unidad Experimental “Santa Barbará” se ubica en el asentamiento Los Bienes de la parroquia Chiquinquirá, municipio Cañada de Urdaneta, estado Zulia. Esta granja se encuentra administrada, bajo la figura de comodato, por el Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo.

El área de análisis se encuentra dentro de la cuenca hidrológica del Lago de Maracaibo, en la sub-cuenca de la cañada El Bajo, hacia el sur de la capital zuliana. Estructuralmente se emplaza en el bloque tectónico de Maracaibo. El cual se despliega mayor información que permita tener una idea más clara del área de estudio.

1.2. Bloque Tectónico de Maracaibo

El occidente venezolano y oriente colombiano, en su parte norte, se emplaza dentro de bloques tectónicos discretos o microplacas, producto de la compleja interacción tectónica entre las placas Caribe, Suramérica y Nazca. En Venezuela se encuentra el bloque triangular de Maracaibo (Figura 2), que de acuerdo a Audemard y Audemard (2002) constituye una cuña litosférica limitada por las fallas principales Santa Marta-Bucaramanga, Boconó y Oca-Ancón (autor citado por González M., Audemard F. y Malave G., s.f., p. 3).



Figura 2. Bloque Tectónico de Maracaibo.

Fuente: Modificado de Martínez F., Roux J., Castillo J.F., Bastardo M. y Carrasquel M. (2010).

Estos autores destacan además que el bloque de Maracaibo presenta fragmentación interna mediante fallas (activas o potencialmente activas) orientadas NNE-SSO, la eventual ruptura cosísmica de cualquiera de ellas podría provocar eventuales deformaciones permanentes directas, las cuales pueden ocasionar daños parciales o totales sobre activos petroleros y no petroleros ubicados en zonas aledañas dentro de la mencionada cuenca (p.3).

El centro del bloque se denomina depresión o cuenca del Lago de Maracaibo, la cual se formó como consecuencia del levantamiento de los Andes (Mérida y Perijá) (Gil 2011, citado por González M. et al, s.f. p.3). y constituye una cuenca intracratónica activamente subsidente que limita al este y al oeste por los Andes de Mérida, la Serranía de Trujillo y por la Sierra de Perijá, respectivamente, y al norte por el sistema de fallas rumbo-deslizantes dextral Oca-Ancón. En su historia geológica, diversos autores (citado por Martínez F. et al., 2010, p. 885), han distinguido varias fases tectónicas (Figura 3):

- *Fase I. Rifting durante el Jurásico Tardío*, caracterizada por el establecimiento de sistemas de rift, y el desarrollo de importantes semi-grabenés corticales NNE-SSO, los cuales fueron rellenados por potentes series continentales de sedimentos rojos de la Formación La Quinta. Esta fase tectónica está asociada a la fragmentación del extremo septentrional de Pangea (Ruptura continental) en el Jurásico Temprano, episodio que dio paso a la creación del océano Proto-Caribe del extremo septentrional de Pangea durante el Jurásico Temprano
- *Fase II. Margen continental pasivo durante el Cretácico Temprano-Tardío*, donde se estableció una amplia plataforma clástica-carbonática, donde se depositó el Grupo Cogollo (formaciones Lisure, Maraca y Apón) y las formaciones La Luna y Colón.
- *Fase III. Margen activo a partir del Paleoceno-Eoceno*, relacionada con el acortamiento tectónico del margen pasivo asociada fundamentalmente con la colisión del Arco de Panamá y el extremo norte de la placa Sudamericana, y combinado con la subducción de ángulo bajo de la Placa del Caribe bajo el norte de

Sudamérica. Este complejo proceso tectónico indujo deformación transtensional, inversión de fallas normales. En esta fase, se denota posteriormente el escape del “*Bloque Tectónico de Maracaibo*” y el levantamiento de los andes, que provocó reactivación de fallas y continuas subsidencias con desarrollo de depocentro en el Mioceno.

Cronología (Edad, Ma)		Formación	Ambiente Sedimentario	Eventos Tectónicos y Sistema Petrolífero			
1,6 5,5 25,2 36,0 39,4 49,0 54,0	CENOZOICO	Holoceno	La Puerta	Lacustre	Establecimiento de depocentros Miocenos		
		Pleistoceno	Isnotu	Fluvial			
		Plioceno	Lagunillas	Parálico			
		Mioceno	La Rosa	Marino			
		Oligoceno	Icotea	Eólico-Lacustre			
		Eoceno	Tardío	Pauji	Marino	Discordancia	2 Episodio de Inversión Tectónica, y reactivación transtensional
			Medio				
			Temprano	Misoa	Parálico	Deposición de Reservorios	
			Paleoceno	Guasare	Marino somero	Discordancia	Comienzo del Margen Activo
		66,5 71,3 83,5 85,0 89,0 93,5 98,9 112,0 121,0 127,0 131,0	MESOZOICO	Cretác	Maastrichtiense	Mito Juan	Plataforma mixta
Campaniense	Colón				Marino		
Cretácico	Santonense			La Luna	Plataforma carbonática	Discordancia	Deposición de Rocas Madres
	Coniacense						
	Turonense						
	Cenomaniense						
	Albiense			Maraca Lisure	Plataforma mixta		
	Aptiense			Apón	Plataforma mixta		
	Barremiense			Río Negro	Fluvial-Aluvial		
	Neocomiano						
Basamento Pre-Cretácico (Tr-Jr ?)	La Quinta Mucuchací			Aluvial-Lacustre Rocas Metamórficas	"Rifting" y Extensión Cortical (Jurásico Tardío)		

Figura 3. Columna estratigráfica generalizada con la representación de los principales eventos tectónicos reconocidos en la cuenca del Lago de Maracaibo.

Fuente: Martínez F. et al. 2010.

1.3. Fallas y Elementos Estructurales Principales

A continuación se mencionarán las principales fallas y estructuras asociadas al bloque tectónico de Maracaibo, en su parte venezolana, y sus características principales.

1.3.1 Falla de Oca

La Falla de Oca es una falla transcurrente dextral de orientación E-W, que corta la parte norte de la Cuenca de Maracaibo, constituyéndose como el límite norte del Bloque Tectónico de Maracaibo. Esta falla se cree fue creada en el Triásico Tardío como límite norte de la Placa de Suramérica, y el inicio en el Eoceno como falla de rumbo (con un desplazamiento aproximado de 180 Km) asociado al movimiento de la Placa del Caribe, generando magmatismo en la parte norte de la Falla (Cediel et al. 2003, citado por Ayala R. 2009, p. 12).

Cabe destacar, que La Placa del Caribe converge en dirección este-sureste con respecto a la Placa Suramericana, a una velocidad de 1-2 cm/año. Este impacto es absorbido por el sistema de fallas de Oca-Ancón, que presenta una tasa de actividad promedio del orden de 2 mm/año (Audemard, 1996; citado por Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, s.f., p. 3). Esto explica la baja sismicidad detectada en la cuenca.

1.3.2. Falla de Perijá y Tigre

Estas fallas son sinestrales y se encuentran ubicadas en la serranía de Perijá con una orientación NE-SW, ambas pudieron estar conectadas al mismo sistema y condicionaron los espesores del Paleoceno (La Falla de Perijá y la Falla del Tigre). Estas fallas se asocian a movimientos transpresivos, que permiten tener comportamientos inversos y de rumbo (estructuras en flor).

1.3.3. Falla de Icotea

El sistema de Falla de Icotea es una zona compleja con una larga historia de deformación, asociada a la fase tectónica de Rifting del Jurásico Tardío. Este sistema inicialmente tenía un comportamiento normal que durante el Eoceno Temprano fue reactivada como rumbo deslizante debido a la transpresión generada por el proceso de

inversión estructural de la cuenca. En la actualidad presenta movimientos verticales, laterales sinestrales y con una inversión local con una rotación de 15° en el sentido de las aguas de reloj.

1.3.4. Falla Pueblo Viejo

La falla Pueblo Viejo es activa con movimiento reciente transpresivo, pero con movimientos verticales opuestos en su historia tectónica. Se compone de dos trazas de vergencia contraria, que limitan un levantamiento estructural anticlinal (push up). Este sistema de falla tiene una longitud mínima de 60 km y anchura de 16 km. Según Murria (citado por González et al, s.f.), la falla tiene una tasa de deslizamiento de 0,02 mm/año y magnitud máxima asociada de 6,5.

1.3.5. Falla La Ensenada

Falla de dirección suroeste, atravesando la población de La Concepción e influenciando el municipio Cañada de Urdaneta (al sur), en donde se interrumpe para volver a manifestarse hacia el norte del barrio Manzanillo, prolongándose hasta las inmediaciones del barrio Monte Claro y cambiando de dirección noreste afectando la zona e manglares del barrio Santa Rosa de Agua del Municipio Maracaibo (PDUL 1995, P. 10).

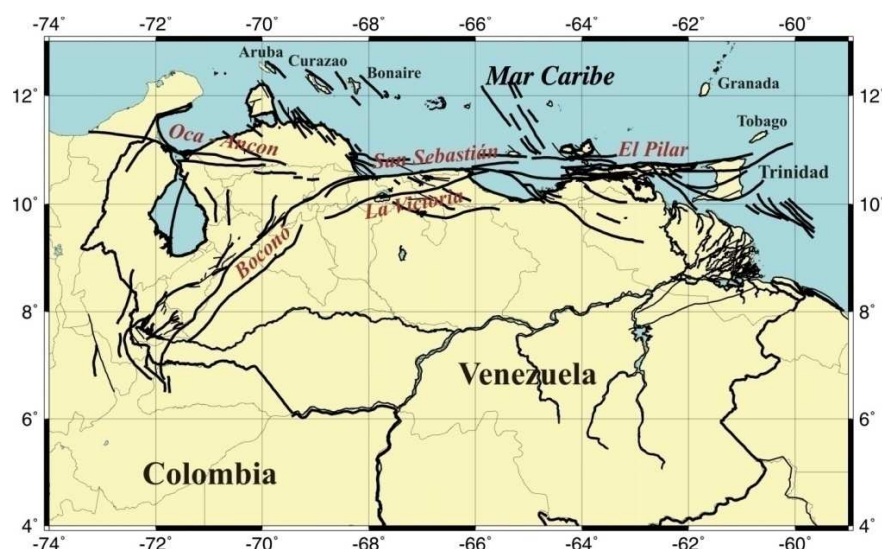


Figura 4. Fallas Geológicas en el Occidente de Venezuela.

Fuente: FUNVISIS (s.f.).

1.3.6. Lineamientos en el Noroccidente de Venezuela

Ujueta-Lozano (2007, p. 4) define lineamiento “como un elemento tectónico de orden planetario de gran longitud (se mide en miles de kilómetros), que penetra hasta el manto superior y cuya edad fluctúa entre 2500 y 3000 m.a.” y puede estar integrada, a lo largo de su traza por varias características geomorfológicas o estructurales, de tal forma que algunas fallas pueden formar parte del mismo. En Venezuela noroccidental, este autor han definido los lineamientos: Perijá, Este Lago de Maracaibo, Oeste Lago de Maracaibo, Barquisimeto y Caparo, cuyas descripciones se muestran a continuación:

El *Lineamiento Barquisimeto* separa la plataforma Los Monjes y la Cuenca Chimare, al Este, de los altos gravimétricos de la Serranía de Cocinas y del Cabo de la Vela al Oeste, ubicados dentro de la provincia conocida como la Alta Guajira. El *Lineamiento Caparo* perpendicularmente a la dirección de los Andes de Venezuela alcanza la Serranía de Perijá en las Cabeceras de los ríos Tocuy y Maracas. La Serranía de Los Motilones aumenta su altura rápidamente de 2.500 a 3450m.

Mientras que el *Lineamiento Oeste del Lago de Maracaibo* también perpendicular a los Andes venezolanos, presenta como característica más notable la coincidencia de la dirección NO-SE de la orilla occidental del Lago de Maracaibo con este lineamiento. Entre el Lago de Maracaibo y el piedemonte de la Serranía del Perijá controla el río Apón hasta su confluencia con el río Cogollo y luego sobre este último, hasta su nacimiento.

El *Lineamiento Este del Lago de Maracaibo* establece el límite entre la Cuenca de Maracaibo y la Cuenca de Falcón al Este. Desde Maracaibo posiblemente hasta la intersección con la Falla de Oca está orientada en dirección NO-SE y desde allí la prolongación del lineamiento hacia el NO pasa por el litoral del Golfo de Venezuela perfectamente alineado en la dirección del lineamiento y luego en Colombia, constituye límite neto entre la Alta Guajira y la Baja Guajira al Oeste, un bloque hundido, ahora con relieve plano cubierto por sedimentos Cuaternario.

El *Lineamiento Perijá* de dirección general N35°E, presente en la cadena montañosa de Perijá, produce como rasgo geomorfológico una depresión llamada por Miller (Citado

por Ujueta-Lozano, 2007, p. 10) desgarradura de Perijá, situado en la cabecera del río Tucuco. Al sur de esta depresión está la Sierra de Los Motilones y al norte la sierra está afectada por una concentración de fallas paralelas de dirección general NNE-SSO, que atraviesan la serranía de Perijá desde el río Palmar en el NNE hasta el río Tocuy en Colombia, en el SSO, donde culmina en la Falla Arenas Blancas, de dirección NE-E. . La traza recta de este lineamiento sugiere buzamiento vertical aproximadamente.

Cabe destacar, que varios lineamientos del lado colombiano afectan al territorio venezolano, tal es el caso de los lineamientos Guatapurí, Agua Fría y Río Hacha. El *Lineamiento Guatapurí* penetra la Serranía de Perijá a la altura de la población de Machiques, donde separa el nacimiento el río Apón y Negro, y corta la serranía, que hacia el SO gana altura en comparación con el NE. Mientras que el *Lineamiento Agua Fría*, hacia el SE, en Venezuela, rompe la Sierra de Perijá aproximadamente a la altura del nacimiento del río Palmar que está orientado en dirección NO-SE. Por último, el *Lineamiento Río Hacha*, en su prolongación hacia el SE antes de llegar al Lago de Maracaibo, crea una barrera estructural que obliga el río Limón a correr en dirección aproximadamente NO-SE.

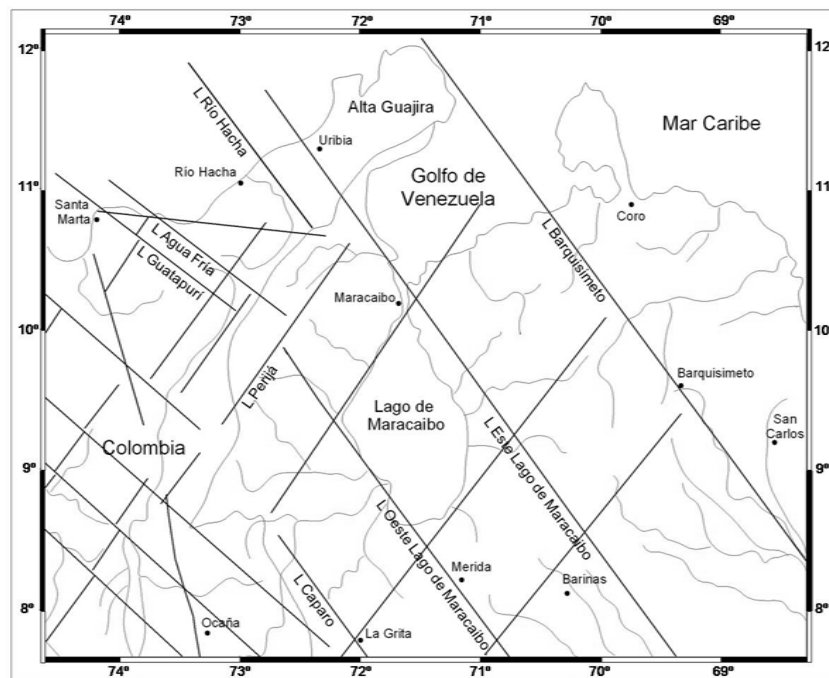


Figura 5. Lineamientos de dirección NNE-SSO y NE-SO en el Occidente de Venezuela.

Fuente: Modificado de Ujueta-Lozano (2007, p. 5).

De acuerdo a la Figura 5, la actual depresión ocupada por el Lago de Maracaibo está limitada y controlada por los lineamientos Este Lago de Maracaibo y Oeste Lago de Maracaibo y otra dos que aún no han sido descritas ni denominadas en las literaturas consultadas. Sin embargo, según Ujueta-Lozana (1993), la Cuenca de Maracaibo, como tal, presenta mayores dimensiones que las hasta ahora consideradas e incluye la serranía de Perijá, Sierra Nevada de Santa Marta y las cuencas del Catatumbo, Cesar y Ranchería. Propone como límite: Este el Lineamiento Este del Lago de Maracaibo, Oeste Lineamiento Mompós-Depresión de Cúcuta, Sureste borde NO de los Andes de Mérida y el Noroeste habría que establecerse más adentro frente a Sierra Nevada de Santa Marta y la Baja Guajira.

1.4. Historia Sedimentaria de la Cuenca de Maracaibo

La cuenca de Maracaibo comprende un basamento ígneo-metamórfico del Paleozoico hasta roca de edad Pleistoceno, representadas en orden estratigráfico por las formaciones: Perijá, Grupo Río Cachirí, Caño del Noroeste, Caño Indio, Río Palmar, Palmarito, La Quinta, Río Negro, Apón, Lisure, Maraca, La Luna, Colón, Mito Juan, Guasare, Marcelina, Paují, Misoa, Icotea, La Rosa, Lagunillas, La Puerta, Onia y El Milagro. Las descripciones de las formaciones se sustentan en la información del Léxico Estratigráfico de Venezuela (PDVSA-Intevep, 1997).

El Precámbrico en la cuenca de Maracaibo está representado por la *Formación Perijá* “constituida litológicamente por cuarcitas duras cortadas por diques y vetas de cuarzo blanco, junto con micaesquistos y (...) esquistos biotíticos, moscovíticos, tremolíticos, cuarzo feldespático y metacuarcitas cloríticas, cortadas por pequeños diques aplíticos y vetas de cuarzo lechoso”. Por su parte el Paleozoico en esta cuenca se encuentra específicamente en la Sierra de Perijá, representada por el Grupo Río Cachirí del Devónico (Formaciones Caño Grande, Caño del Oeste, Campo Chico y Los Guineos), formaciones Caño del Noroeste, Caño Indio, Río Palmar y Palmarito.

En el Mesozoico, los sedimentos se depositaron aprovechando los rifting desarrollados en el Jurásico producto de la fragmentación de Pangea. De acuerdo con Ghost et al (Citado por Guerrero M., 2009, p. 41) se han definido tres megasecuencias asociada al

rifting Jurásico, cuenca de retroarco y cuenca de antepaís. En el Jurásico se desarrolló en Venezuela tres depresiones en dirección NE-SO, uno de estos se ubicó en Perijá y es conocido como Surco Machiques. En este surco en Particular se acomodó los sedimentos del Grupo La Gé (Formación La Quinta, Tinacoa y Macoíta).

Entre el Jurásico Tardío y Cretácico Temprano, la depresión del Lago de Maracaibo formó parte de una cuenca de retroarco producto del levantamiento de la Cordillera Central de Colombia por la subducción de la costa del Pacífico (Guerrero M., 2009, p. 42). Es importante mencionar, que por la ubicación relativamente distal de la cuenca con respecto al eje del retroarco, su sedimentación se asemeja a la de un margen pasivo, por lo que varios autores hablan de una provincia epicontinental autóctona (González de Juana et al, 1980).

De este modo en el Cretácico Temprano, específicamente en el Barremiense se deposita la secuencia basal del margen Pasivo constituido por sedimentos continentales-costero de la Formación Río Negro, las evidencias sugieren una posible edad Neocomiense-Aptiense. En la Figura 6, se observa la distribución del relleno post-Rift, de la Formación Río Negro, en el corte es apreciable los cambios de espesores del mismo donde en el surco de Machiques, se midieron espesores de 1.500 metros. A comienzos del Aptiense (Figura 7), las aguas marinas avanzan hasta cubrir extensas áreas desarrollándose ambientes marinos someros que propiciaron el depósito de las calizas del Grupo Cogollo (Formaciones Apón, Lisure y Maraca). Hacia el sur, la cuenca es invadida por sedimentos detríticos representados por las areniscas glauconíticas de la Formación Aguardiente cuyo espesor decrece al norte pasando a su equivalente calcáreo y calcáreo detrítico de la Formación Lisure.

En el Albiense Tardío (Figura 8); se depositan, en todo el occidente venezolano, en un ambiente marino de agua llanas las calizas de la Formación Maraca. Guerrero M. (2009) destaca que “el tope de esta formación marca el comienzo de un episodio retrogradacional que generan cambios resaltantes representados, por la Formación La Luna y el Miembro Tres Esquina” (p. 46). Estos cambios observados entre las calizas neríticas de Maraca y las calizas pelágicas de La Luna son producto de la transgresión intermitente que tuvo lugar entre el Cenomaniense y Campaniense.

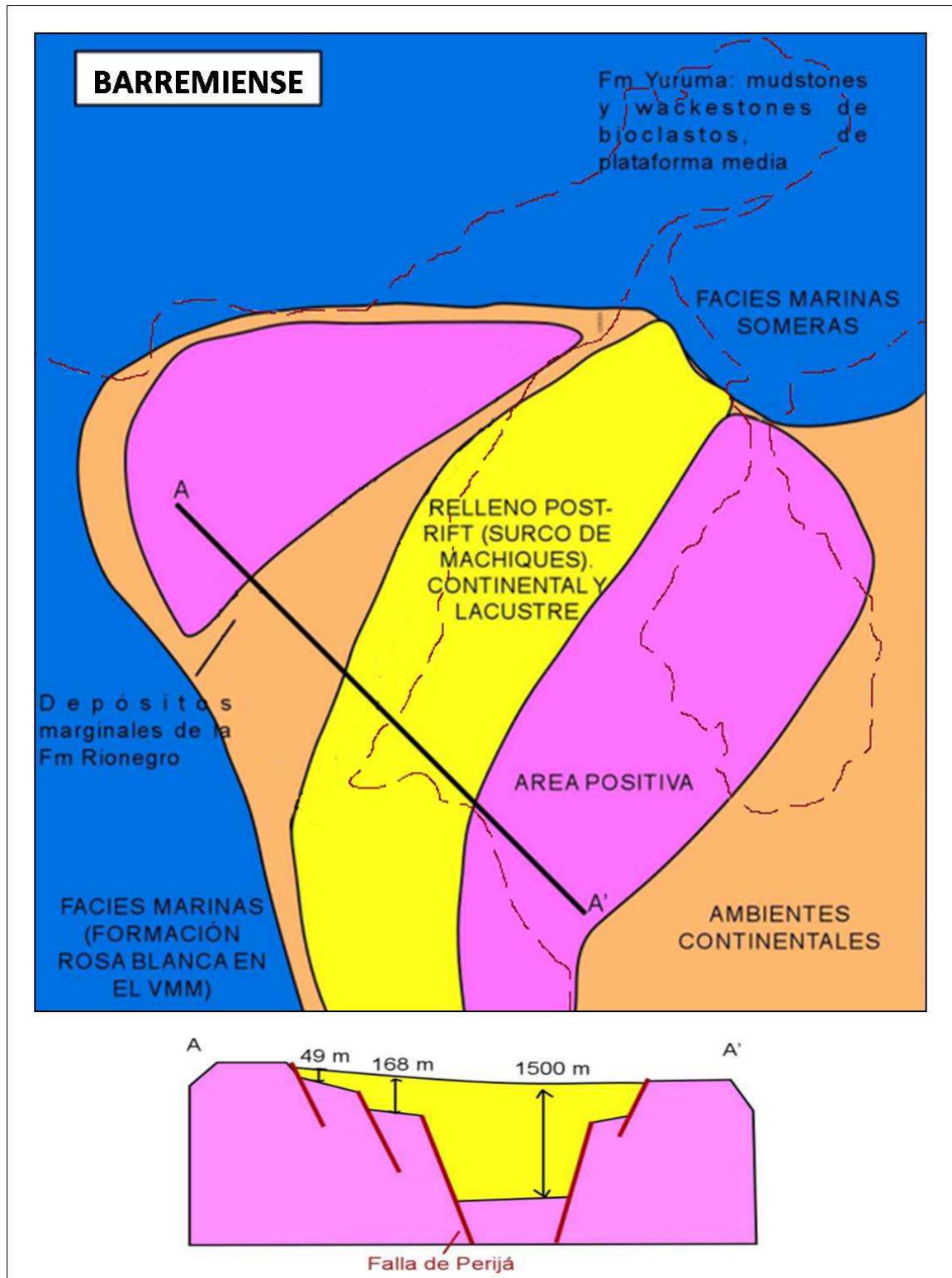


Figura 6. Esquema paleogeográfico del Barremiense: En amarillo depósito de la Formación Río Negro. Nótese los cambios de espesor, asociados al relleno pos-rift.

Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 67).

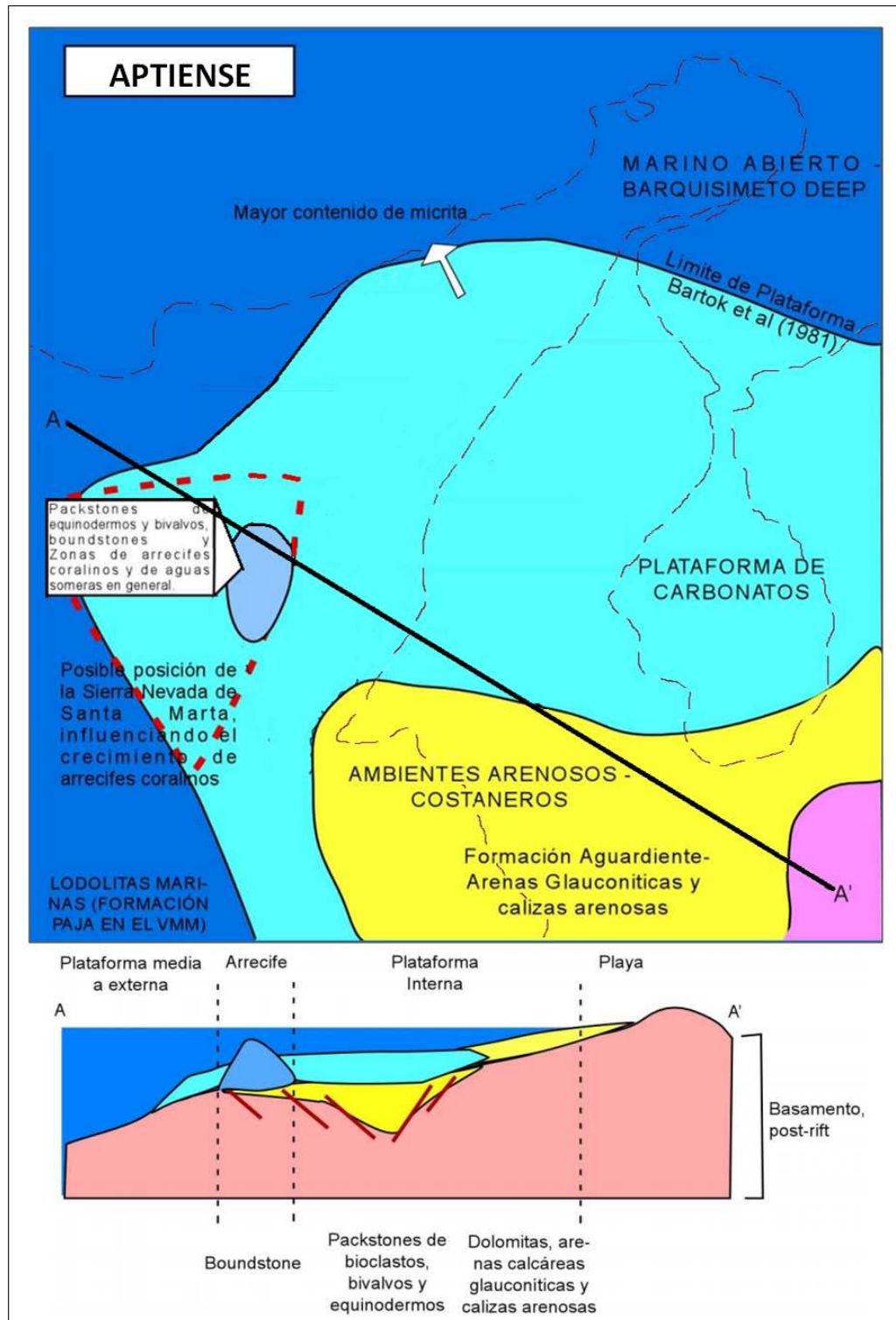


Figura 7. Esquema paleogeográfico del Aptiense: En amarillo depósito de la Fm. Río Negro y Fm. Aguardiente; y, celeste Grupo Cogollo (suprayacente). Nótese los cambios de facies asociados a cambios de profundidad en la cuenca.

Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 68).

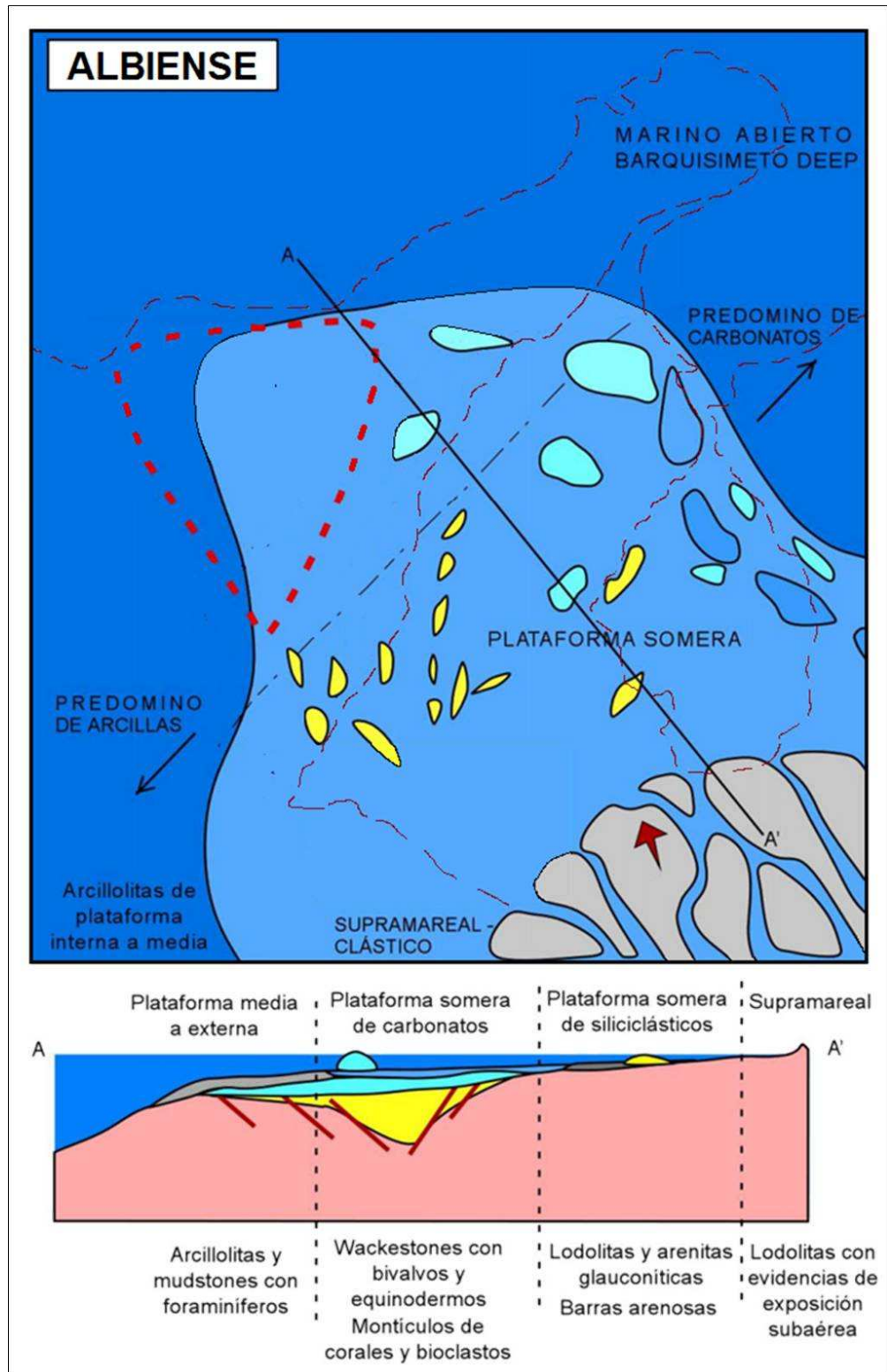


Figura 8. Esquema paleogeográfico del Albiense: Ambientes marinos someros que propiciaron el depósito del Grupo Cogollo (Formaciones Apón, Lisure y Maraca).

Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 69).

En el Turoniense, se observa el máximo avance de la inundación marina, continuando el depósito de la Formación La Luna (Figura 9). Este ciclo termina con el depósito del Miembros Tres Esquinas una secuencia condensada típica, cuya batimetría pudo haber estado en 300 y 500 m. Estos cambios observados entre las calizas neríticas de Maraca y las calizas pelágicas de La Luna son producto de la transgresión intermitente que tuvo lugar entre el Cenomaniense y Campaniense.

La evolución tectónica del Cretácico Tardío, estuvo marcada por la fase de la colisión entre el Arco Volcánico del Pacífico y la Placa Suramericana, transformó la cuenca del Lago de Maracaibo de un margen pasivo a un cinturón activo, creando una cuenca de antepaís acompañada de una antefosa en Perijá y un alto estructural en Barinas. Sin embargo, hacia el norte y noreste, se mantuvo el carácter de margen pasivo hasta el emplazamiento de las napas y el frente de corrimiento de Lara en el Paleoceno Temprano (Parnaud et al, 1995, citado por Guerrero M., 2009, p. 49).

Esta transición del dominio tectónico provocó una gran regresión que está representado por la depositación de las facies lutíticas de la Formación Colón que rellenó la cuenca hasta el Maestrichtiense Tardío, donde comienza a aparecer los intervalos arenosos de la Formación Mito Juan (Figura 10).

Esta compleja actividad tectónica, inicia el fallamiento gravitacional de los alineamientos norte-sur de la parte central de la cuenca, produciéndose cambios en el patrón de isofacies entre la sedimentación del Cretácico y la del Paleoceno, al ponerse de manifiesto la cuenca de antepaís y el desplazamiento de las napas de Lara al final de este período (Guerrero M., 2009, p. 51).

Durante el Paleoceno se encontraban tres provincias sedimentarias diferentes, alineadas en sentido SO-NE, estas eran: 1) provincia deltaica de carácter parálico al suroeste donde se depositó el Grupo Orocué (Formaciones Catatumbo, Barco y Los Cuervos) y la Formación Marcelina; 2) provincia plataformal en la región del actual lago de Maracaibo, donde se depositó la Formación Guasare de ambiente marino nerítico con influencia deltaica; y, 3) provincia marina profunda localizada al este-noreste de la cuenca, donde se sedimentó las facies turbidíticas de la Formación Trujillo (Figura 11).

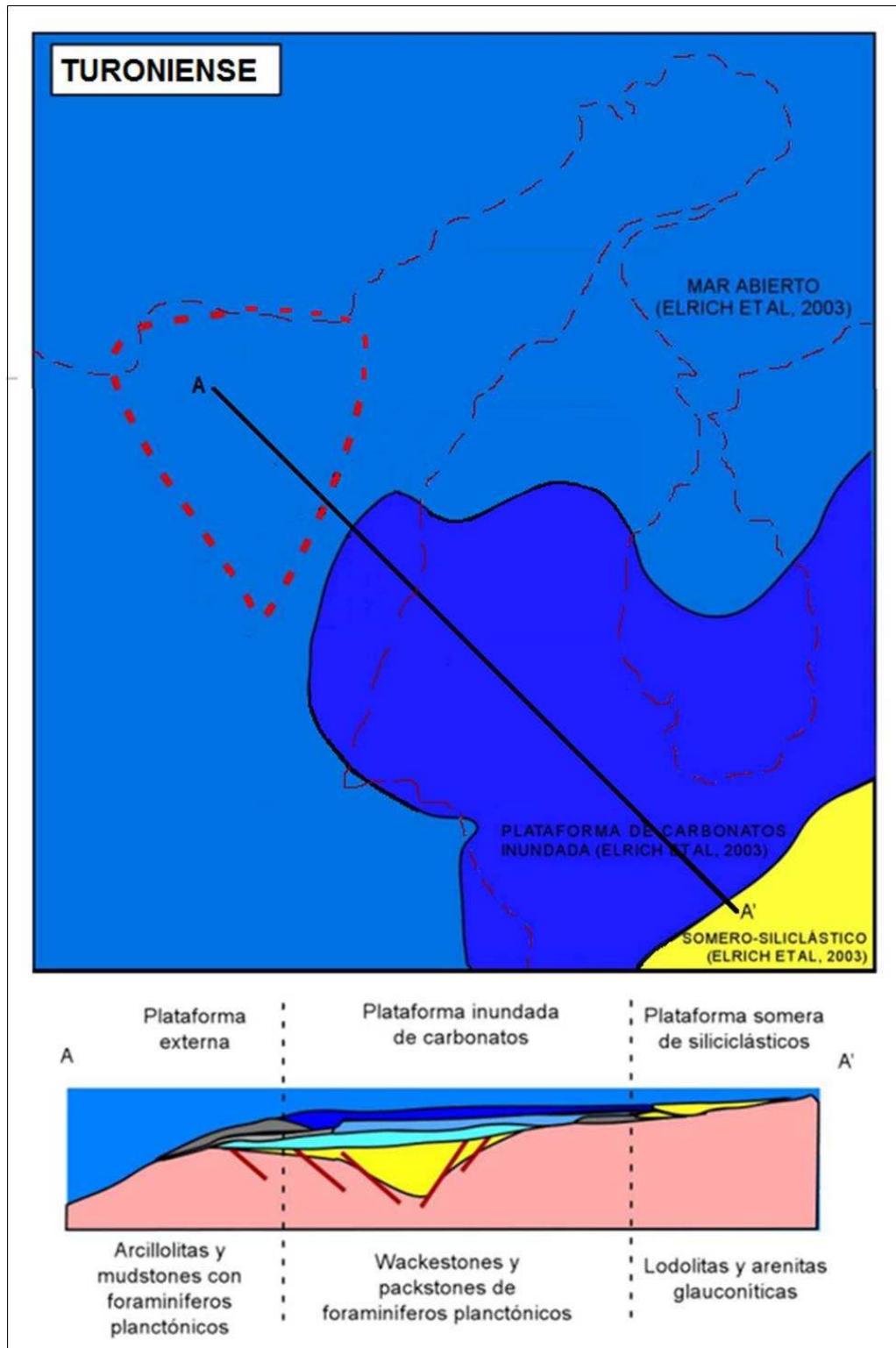


Figura 9. Esquema Paleogeográfico del Cenomaniense Tardío-Turonense: máxima inundación marina Formación La Luna.
Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 70).

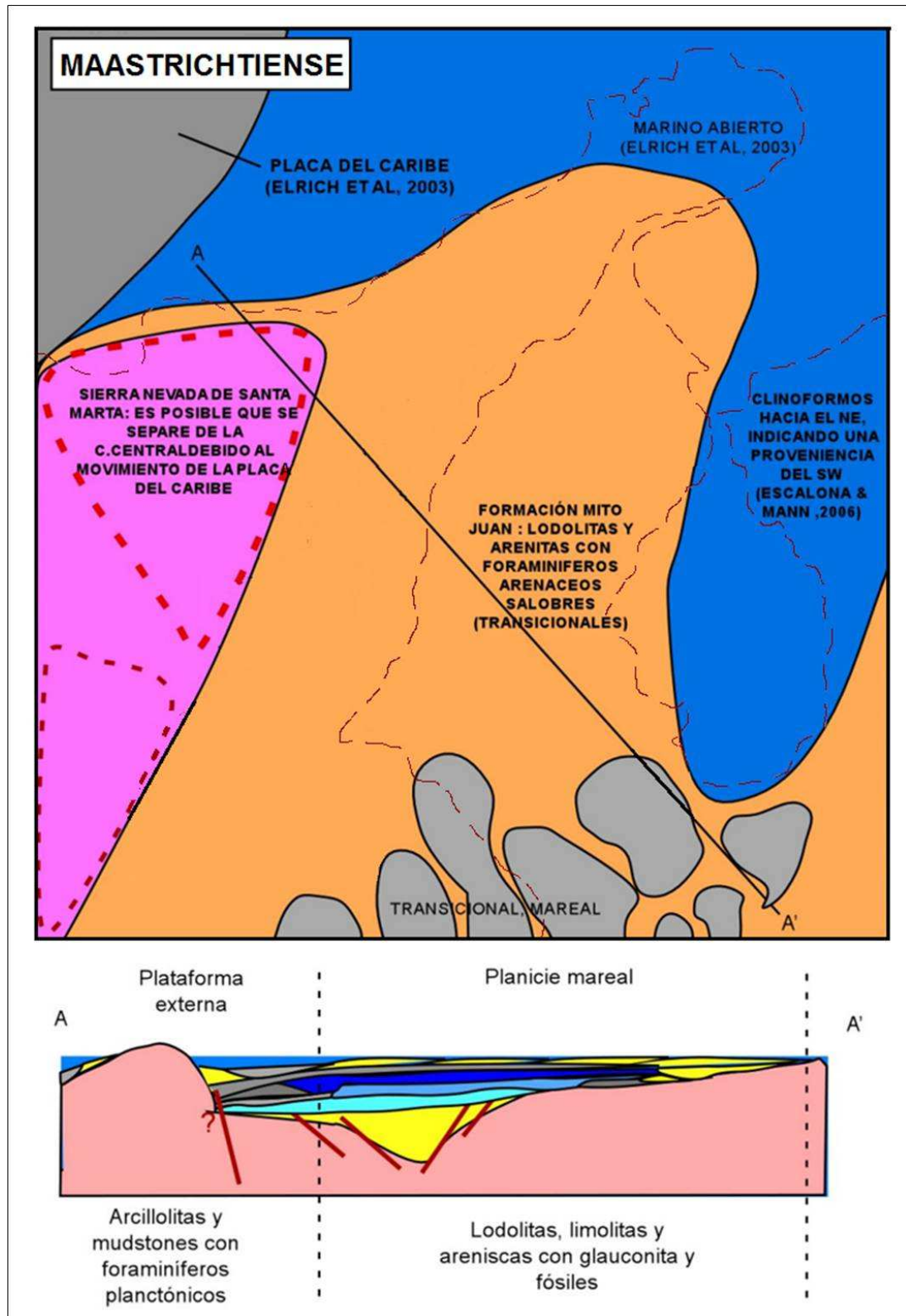


Figura 10. Esquema Paleogeográfico del Maestrichtiense.

Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 71).

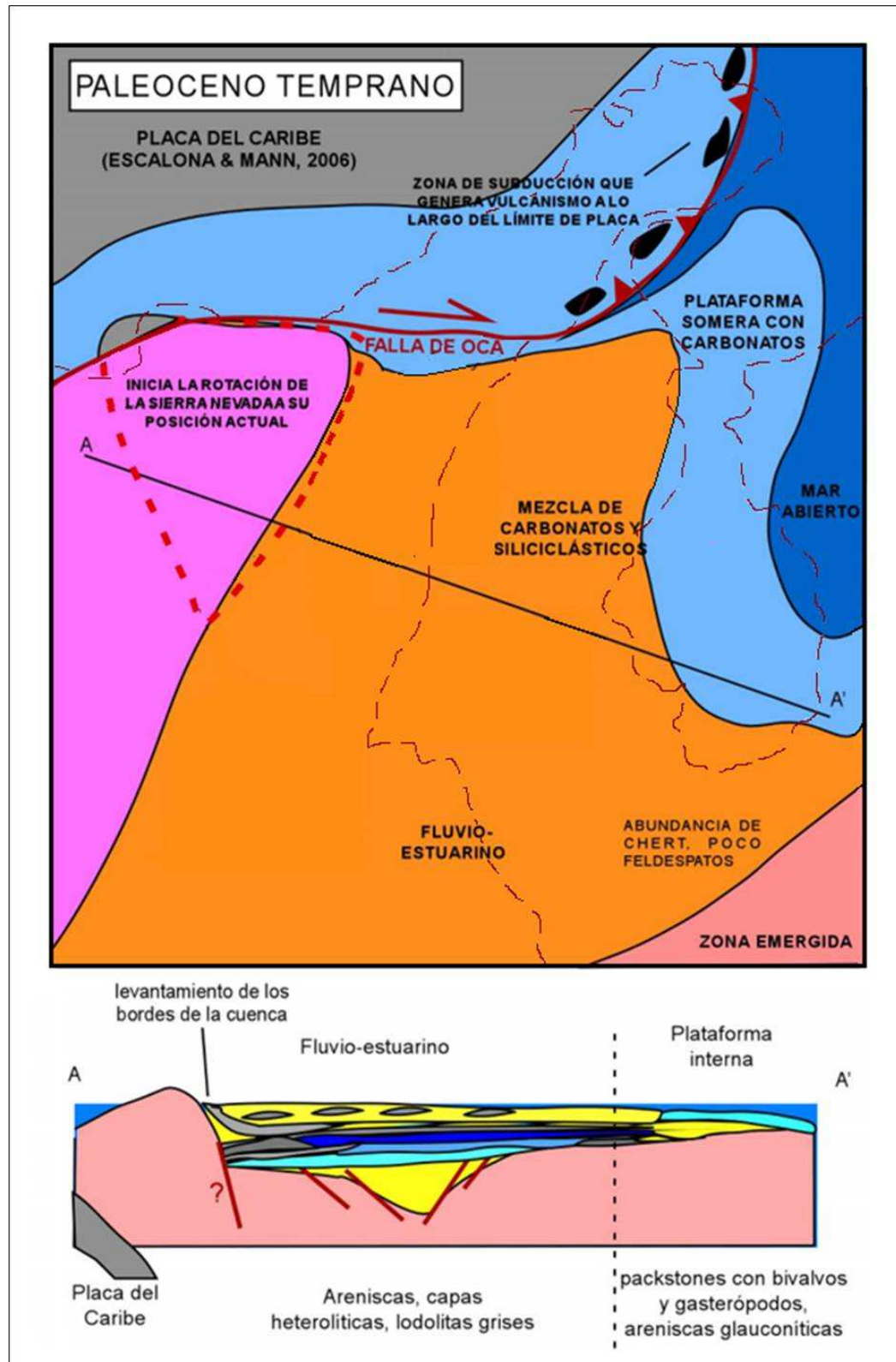


Figura 11. Esquema Paleogeográfico del Paleoceno Temprano.
Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 72)

Hacia el Paleoceno Tardío se inicia el emplazamiento de las napas de Lara al norte de la cuenca de Maracaibo, que avanzan paulatinamente hacia el este, provocando un levantamiento suave de la cuenca y la erosión parcial de las formaciones depositadas en este período, especialmente en el Lago de Maracaibo (Figura 12).

En el transcurso del Eoceno Temprano, continúa la regresión, y comienza a formarse el gran sistema deltaico en la cuenca. La sedimentación del Eoceno (Figura 13) fue predominantemente fluvial hacia el suroeste, permitiendo el depósito de la Formación Mirador, caracterizado por facies aluviales, canales entrelazados y zonas lagunares. Hacia el centro y Noreste de la cuenca, el ambiente fluvial pasa transicionalmente a deltaico, desarrollándose canales distributores, barras de desembocadura, bahías, depósitos de frentes deltaicos y pro delta de la Formación Misoa.

Hacia el Eoceno Medio-Tardío comienza una transgresión marina desde el este-noreste, evidenciado por las lutitas de la Formación Paují. Al final del Eoceno Medio y hasta finales del Oligoceno se produjeron movimientos tectónicos generalizados que levantaron y erosionaron sobre grandes extensiones en la parte norte-noreste del lago. Durante el Eoceno Tardío-Oligoceno Temprano en la parte occidental se depositan las formaciones Carbonera y La Sierra de dominio deltaico y el Miembro Arauca de la Formación Guafita, caracterizado por sedimentos marinos. En el Oligoceno, comienza la sedimentación de la Formación Icotea hacia el oeste-suroeste de la cuenca, la cual rellena las depresiones de la superficie eocena erosionada; y para el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano se deposita la Formación León.

En el Oligoceno-Mioceno Temprano ocurre una transgresión marina de gran extensión y corta duración que da origen a la Formación La Rosa dentro de una cuenca baja rodeada al este, oeste y sur por un relieve más alto, este depósito comienza con las arenas basales del Miembro Santa Barbará. Luego se depositaron las formaciones Lagunillas (Mioceno) y La Puerta (Mioceno Tardío-Plioceno). Por encima de los depósitos de La Puerta se consigue discordantemente los sedimentos no marinos de la Formación Onia, en las partes Sur y Central de la cuenca de Maracaibo. La Formación El Milagro (Pleistoceno), de ambiente fluvio-deltaico y lacustrino marginal, marca el cierre del ciclo sedimentario de la cuenca de Maracaibo durante el Cuaternario.

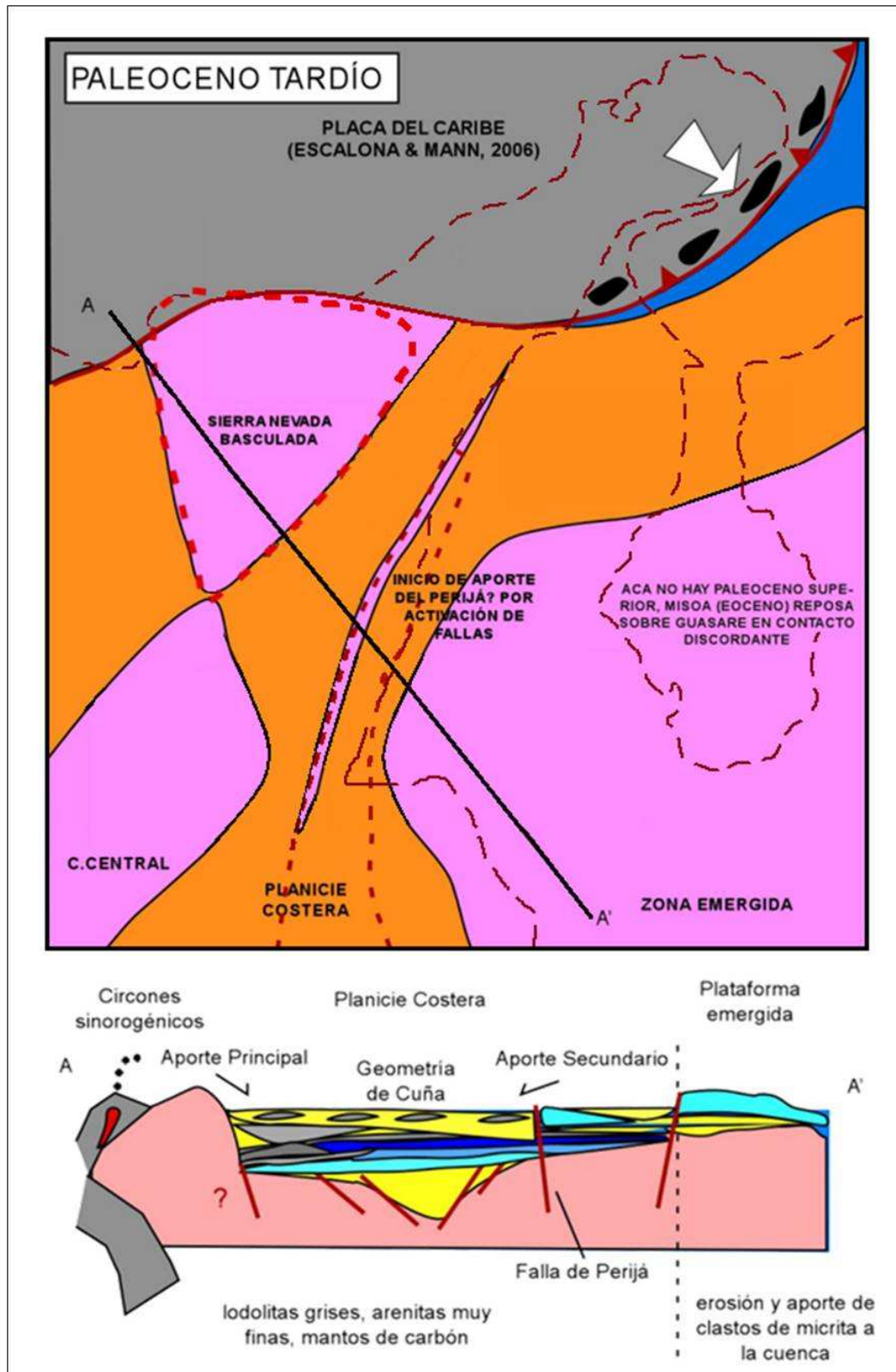


Figura 12. Esquema Paleogeográfico del Paleoceno Tardío.

Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 73)

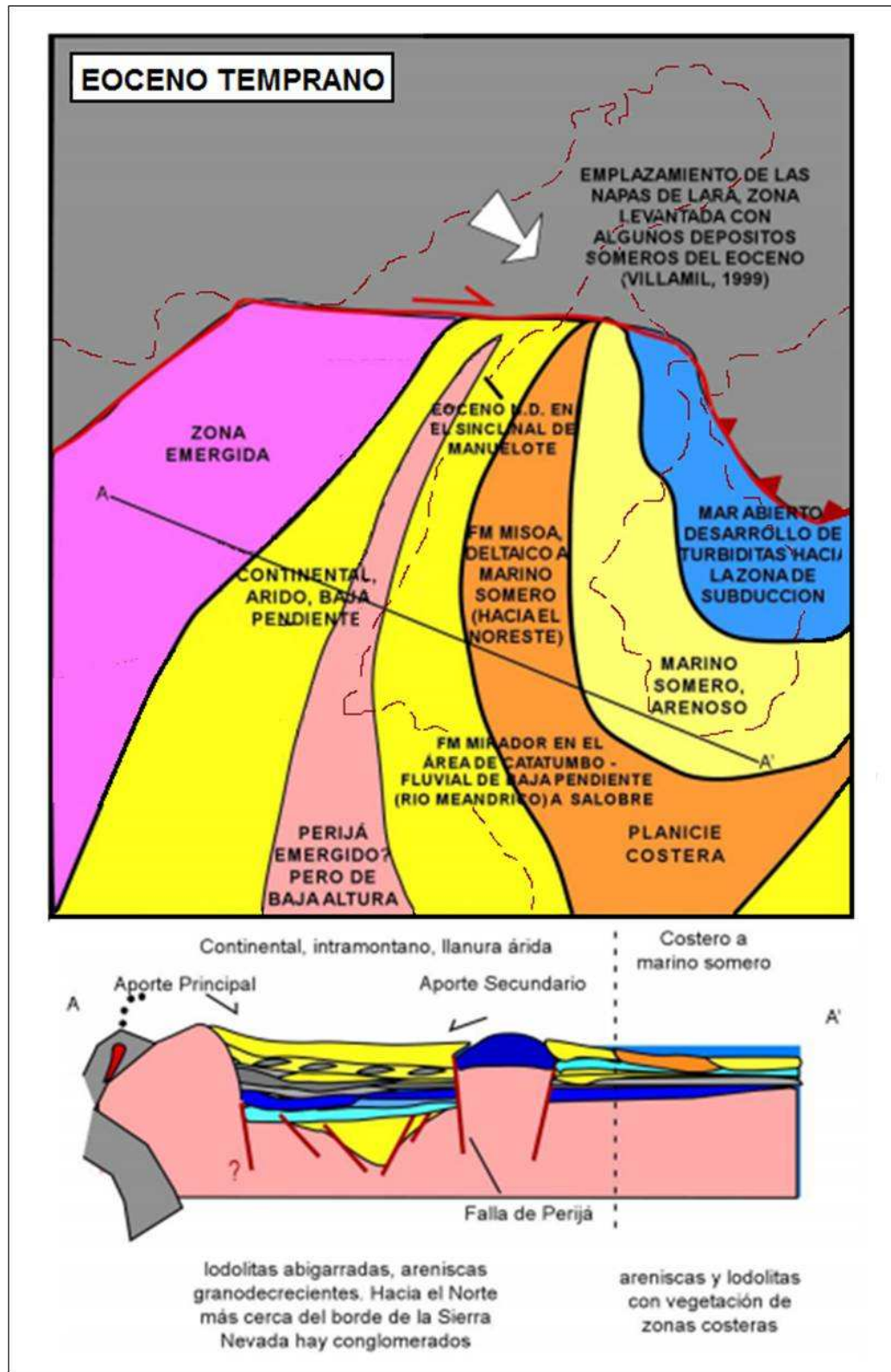


Figura 13. Esquema Paleogeográfico del Eoceno.

Fuente: Modificado de Ayala R. (2009, p. 74).

1.5. Geomorfología del Estado Zulia

El relieve zuliano es consecuencia de largos y complejos procesos geológicos que conllevaron al levantamiento de los dos bloques montañosos que la bordean (Sierra de Perijá y Cordillera de Mérida) y a la formación de la depresión estructural y topográfica del Lago de Maracaibo. Así, la cuenca del Lago de Maracaibo se distinguen una diversidad de formas de relieve que van desde planicies hasta zonas montañosas. El Zulia ha sido dividido en 11 sectores geomorfológicos por COPLANARH (Figura 14).

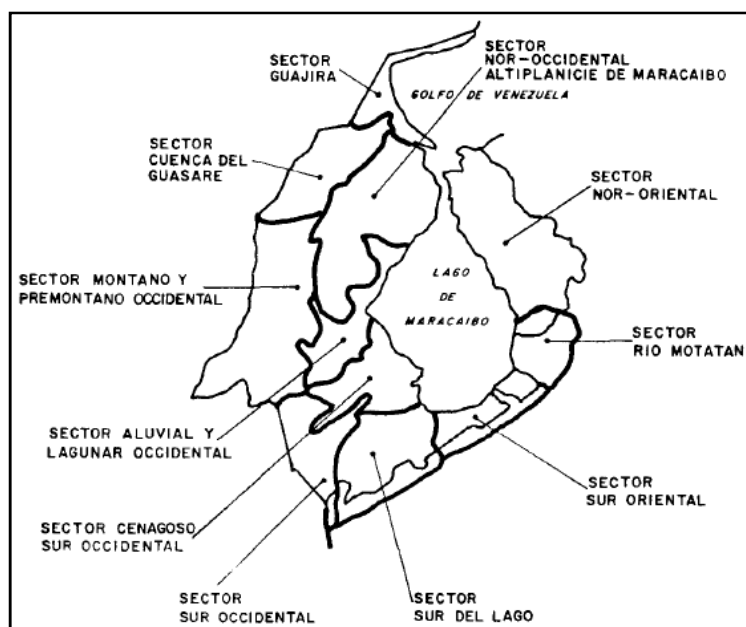


Figura 14. Ubicación de los sectores geomorfológicos del Zulia.
Fuente: COPLANARH, 1974.

El *sector Guajira* se caracteriza por presentar un relieve quebrado en su parte occidental con alturas inferiores a los 300 m, y presenta un paisaje transicional entre el relieve accidentado del oeste y la sección costanera del este. El *sector de la cuenca del Guasare* conforma el área definida hidrográficamente por la cuenca del río del mismo nombre. La cuenca alta presenta un relieve montañoso, la parte media colinas altas y hacia la parte inferior colinas de mediana a baja altura.

Los paisajes del *sector nor-occidental* y la *altiplanicie de Maracaibo* corresponden a dos conjuntos fisiográficos extensos y planos ligeramente ondulados y suavemente inclinados; delimitado el primero entre los ríos Socuy y Palmar y el segundo entre los

ríos Palmar y Apón. Los aspectos topográficos locales en la altiplanicie, permiten diferenciar un paisaje de colinas y lomas en los alrededores de Campo Mara y áreas de relieve tabular entre el río Palmar y La Paz.

El *sector montano y premontano occidental* agrupa un conjunto de unidades de montaña, de piedemonte y de colinas situadas al sur del río Palmar hasta el río Catatumbo. Las áreas intramontañas corresponden a las cuencas de los ríos Palmar y Catatumbo. Los medios de piedemonte se extienden entre los ríos Palmar y Aricuaizá. El paisaje premontano constituye un conjunto de colinas y lomas localizadas entre la quebrada La Ge y el río Catatumbo.

Los *sistemas aluviales y lagunares occidentales* del Lago de Maracaibo comprenden todos los medios deposicionales de los principales ríos que atraviesan el sector, los cuales discurren con una dirección predominante noreste-sureste. Estos medios se delimitan en forma de vegas aluviales. Los ríos Palmar y Apón presentan en los tramos inferiores para formar las extensas planicies de desborde situadas en la sección centro-occidental. El sistema del río Santa Ana se caracteriza por presentar una vega ancha con fondo plano, delimitada por sucesiones de colinas y lomas.

El *sector cenagoso sur-occidental* comprende los medios cenagosos de relleno aluvial que permanentemente están cubiertos por el agua. Estos medios cenagosos están delimitados por el sistema del río Santa Ana, el conjunto de lomas de la Formación La Villa, el sistema del río Catatumbo y por las márgenes del Lago de Maracaibo. Este conjunto ocupa las áreas más deprimidas de las zonas de mayor hundimiento tectónico.

El *sector sur-occidental* comprende la zona situada al sur del río Catatumbo, limitada por la frontera Colombo-Venezolana y por el sistema aluvial de los ríos Tarra y Zulía. En el sector destacan lomas y colinas, entre los ríos Catatumbo y Tarra, que forman un conjunto fisiográfico con poco desarrollo en las formas de piedemonte.

El *sector sur del Lago* limita al oeste por el río Zulía, al sur por el piedemonte andino entre La Fría y El Vigía y al oeste por el río Mucujepe. Este sector presenta las zonas de piedemonte del flanco occidental andino y planicies aluviales de desbordamiento y de explayamiento de los ríos que forman la red hidrográfica Catatumbo, Zulía y Escalante.

El *sector sur-oriental* se extiende desde el límite oriental del abanico del río Chama, al suroeste, hasta el límite del sistema de los ríos Motatán y Vichu; y, al noroeste con el trazado de la carretera Sabana de Mendoza-La Ceiba. El área comprende una asociación de formas de piedemontes y extensas áreas llanas que se prolongan desde el piedemonte hacia el norte.

El *sector río Motatán* comprende el área limitada al sur por la carretera Sabana de Mendoza-La Ceiba, al oeste por las márgenes del Lago, al este por el piedemonte de la Serranía de Trujillo y al norte por el río San Pedro. El conjunto del sistema presenta medios deposicionales de piedemonte, medios de planicie aluvial y los medios litorales.

El *sector nor-oriental* queda delimitado al sur por el sistema aluvial del río San Pedro, al este por la divisoria de agua del sistema del Lago de Maracaibo y al oeste por las márgenes del lago que va desde Altagracia hasta San Timoteo. Los paisajes comprenden los conjuntos de colinas y lomas, los planos topográficos llanos o ligeramente ondulados que presentan una suave inclinación hacia el suroeste y los valles coluviales.

1.6. Cuencas hidrográficas del Lago de Maracaibo

Venezuela presenta siete cuencas hidrográficas entre la cual destaca la correspondiente a la del Lago de Maracaibo, que a su vez se divide en nueve cuencas mayores (Figura 15). Sin embargo, existen otras cuencas menores como las correspondientes a la ciudad de Maracaibo (Municipio Maracaibo, San Francisco y la parte norte del Municipio La Cañada de Urdaneta) que por escala del mapa no son posibles representarse.

La red hidrográfica de la Ciudad de Maracaibo comprende 40 cauces naturales (11 principales y 29 secundarias) de carácter intermitente, denominadas cañadas. Todos estos cauces naturales atraviesan la ciudad en varios sentidos (Oeste-este, Noreste-norte y Sur-sureste) finalizando su recorrido en la depresión lacustre (Lago de Maracaibo). El PDUL (1995), las caracteriza como:

...son cursos de corto recorrido, cauces estrechos, cuyas aguas durante el período lluvioso erosionan los suelos y afloramientos rocosos de las formaciones geológicas el Milagro y la Villa, arrastrando gran cantidad de sedimentos areno-limo, arcillosos y residuos sólidos, los cuales en algunos casos, no llegan al lago, depositándose en los lechos o cauces, ocasionando desbordamientos generalizados e inundaciones en sus márgenes y áreas bajas (p- 170).

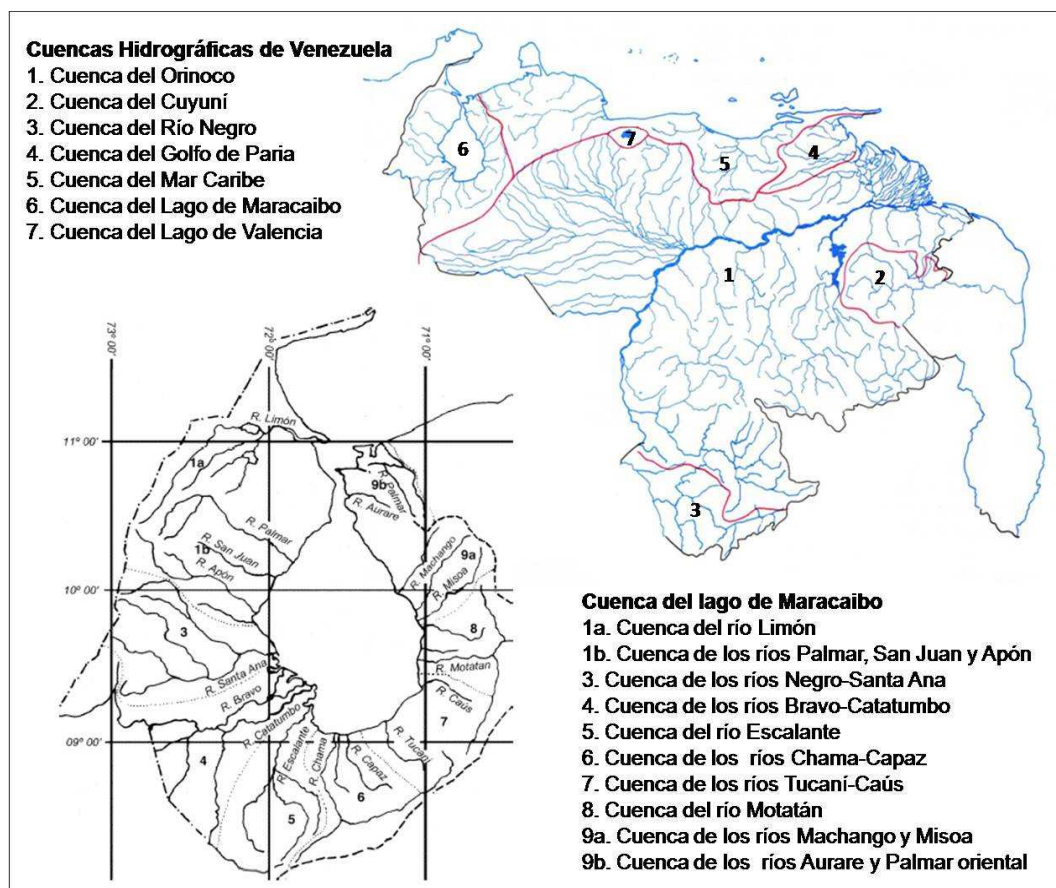


Figura 15. Distribución de las principales cuencas hidrográficas de Venezuela

Fuente: Mapa de Venezuela: http://izt.ciens.ucv.ve/mbucv/peces/Proyecto%20Atlas/PaginaWeb/Pagina_Mapa.htm; Mapa del Zulia: Medina E.y Barboza F., 2006, p. 130.

En cuanto a la hidrogeología, en Venezuela se ha propuesto la clasificación de cuatro (04) provincias hidrogeológicas (Provincia Andina-Vertiente Atlántica y del Caribe, Provincia Planicies Costeras, Provincia del Orinoco y Provincia del escudo Septentrional o de Guayana) ver figura 16, quince (15) subprovincias y cincuenta y un (51) cuencas hidrogeológicas (Decarli F., 2009, p.4). Las subprovincias se desglosan en la siguiente tabla:

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

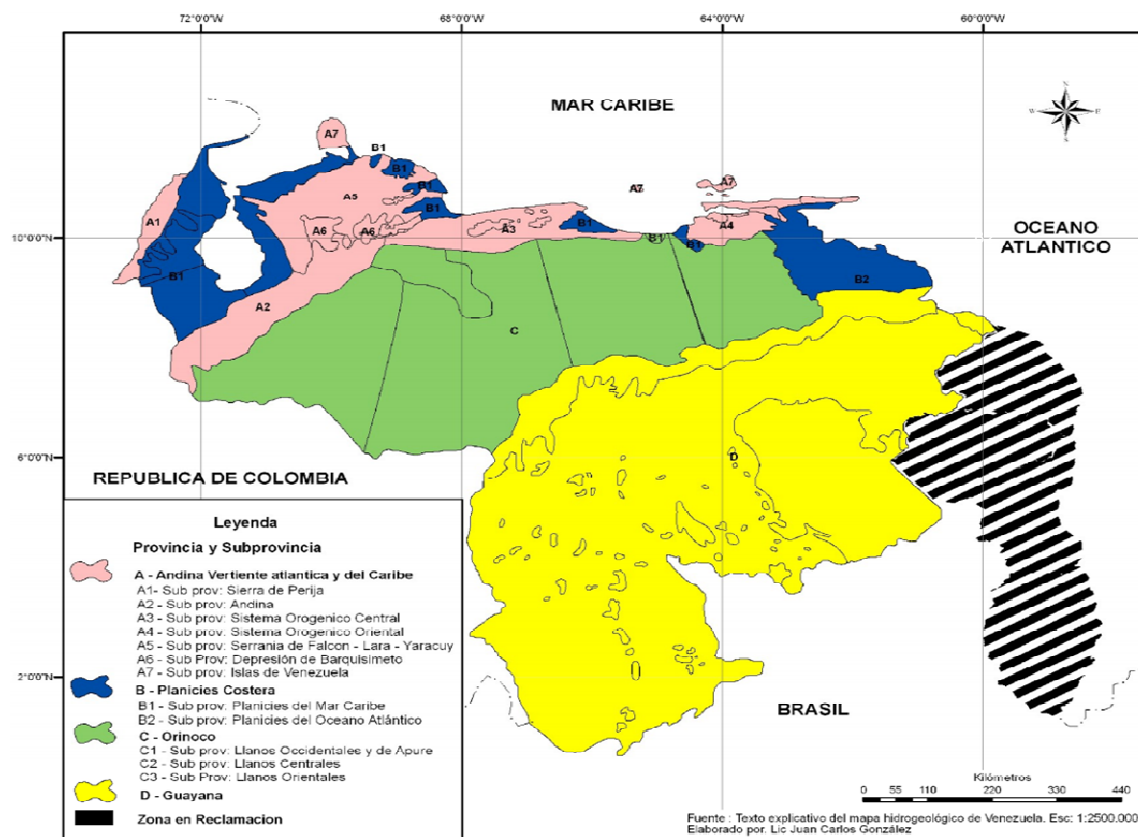


Figura 16. Mapa Hidrogeológico de Venezuela.

Fuente: Decarli F. (2009, p. 5).

Tabla 1. Provincias y Subprovincias hidrogeológicas de Venezuela

<p>Provincia Andina-Vertiente Atlántica y del Caribe (A): Subprovincias: Sierra de Perijá (A1), Andina (A2), Sistema Orogénico Central (A3), Sistema Orogénico Oriental (A4), Serranía Falcón-Lara-Yaracuy(A5), Depresión de Barquisimeto (A6) y Islas de Venezuela (A7).</p>	<p>Provincia Orinoco o Llanos © Subprovincias: Llanos Occidentales y de Apure (C1), Llanos Centrales (C2) y Llanos Orientales (C3)</p>
<p>Provincia Planicies Costeras (B): Subprovincias: Planicies Costeras (B1), Planicies del Mar Caribe (B2).</p>	<p>Provincia Escudo Septentrional o de Guayana (D) Subprovincias: Llanos del Orinoco, Ígneo Metamórfica y Roraima.</p>

Fuente: FUNDAMBIENTE (2006), citado por Duran L. (2011, p. 100).

En función del comportamiento hidrogeológico de las diferentes facies presentes en el país, se distinguen tres unidades litológicas (Tabla 2) de sedimentos pocos o no consolidados de alto a bajo rendimiento, rocas consolidadas con permeabilidad secundaria y sedimentos pocos o no consolidados y rocas muy consolidadas, prácticamente impermeables, de muy baja importancia hidrogeológica.

Tabla 2. Característica de las unidades geológicas de los acuíferos en Venezuela

Características	Litología	Emplazamiento
Sedimentos poco o no consolidados, permeables, con porosidad intergranular y rendimiento de alto a bajo.	Gravas, conglomerados, arenas, areniscas con intercalaciones de arcillas y lutitas de edades desde el Terciario hasta el Reciente	Presente en todas las provincias hidrogeológicas del país, una superficie de 352.400 Km², representa el 42% del territorio nacional
Rocas consolidadas, con porosidad por fracturamiento y/o disolución.	Conglomerados, calizas, areniscas con lutitas intercaladas, calizas cristalinas, las edades van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario.	Provincias Andina-Vertiente Atlántica del Caribe y escudo de Guayana y superficie de 102.500 Km², que representa el 12 % del territorio nacional.
Sedimentos pocos o no consolidados y rocas muy consolidadas, prácticamente impermeables, porosidad efectiva casi nula e importancia muy baja.	Rocas metamórficas, ígneas, lutitas y arcillas, de edades Precámbricas hasta el Cuaternario.	Afloran en las Provincias Andina-Vertiente Atlántica

Fuente: Modificado de Duran L. (2011, p. 103).

En el Lago de Maracaibo existe una reserva de 12% (900.000 Hm³) ocupando el cuarto lugar (Figura 17 y Tabla 3) con respecto a las otras regiones de Venezuela sin considerar la provincia de Guayana, sin embargo se ha reportado deterioro de la calidad de las aguas por las actividades petroleras desarrollada en la cuenca. El Zulia presenta datos promedio de profundidad de pozos, nivel de agua y caudal de 93 m, 30 m y 11,5 m³/Hrs, respectivamente (Tabla 4).

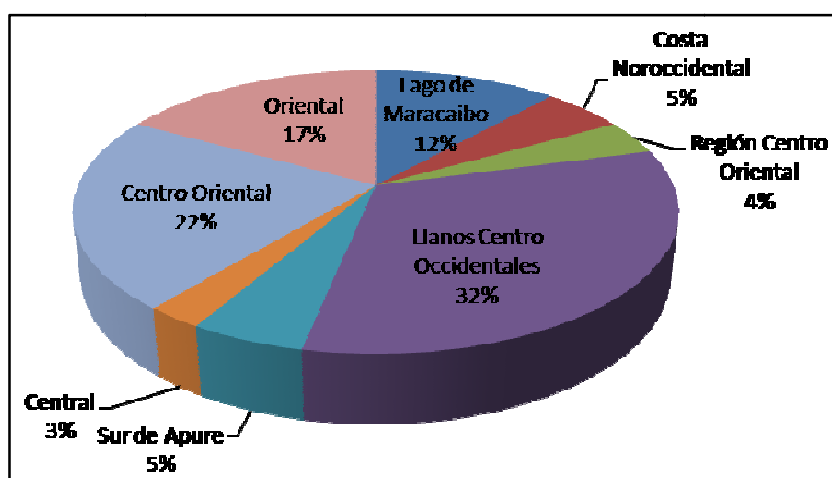


Figura 17. Reservas de Aguas Subterráneas en Venezuela.
Fuente: Modificado de Decarli F. (2009, p. 4).

Tabla 3. Reservas totales de aguas subterráneas en Venezuela

Región COPLANARH	Superficie (Miles Km²)	Volumen de Reservas (10³ Hm³)
1. Lago de Maracaibo	61,90	900
2. Costa Noroccidental	24,77	400
3. Región Centro Oriental	20,66	300
4. Llanos Centro Occidentales	140,36	2.500
5. Sur de Apure	68,65	400
6. Central	18,54	200
7. Centro Oriental	71,02	1.700
8. Oriental	62,15	1.300
TOTAL	468,05	7.700

Fuente: Decarli F. (2009, p. 4).

Tabla 4. Datos promedios de parámetros hidrogeológicos de estados venezolanos

Estado	Profundidad de Pozos (m)	Nivel de agua (m)	Caudal Promedio
Anzoátegui	72	19,5	15,5
Apure	46	6,5	9,0
Barinas	35	4,0	10,0
Bolívar	63	25,0	2,0
Carabobo	69	12,0	13,5
Cojedes	35	6,5	8,5
Falcón	73	26,5	10,0
Guárico	46	10,0	39,0
Lara	78	21,5	27,0
Mérida	43	4,0	36,0
Miranda	56	12,5	8,5
Monagas	49	10,0	10,5
Nueva Esparta	28	7,5	2,0
Portuguesa	48	5,0	16,0
Sucre	44	11,0	12,5
Táchira	31	6,0	19,0
Trujillo	54	11,0	10,5
Yaracuy	65	16,5	15,0
Zulia	93	30,0	11,5

Fuente: FUNDAMBIENTE (2006), citado por Duran L. (2011, p. 102).

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación se centra en un estudio de tipo *descriptivo* con una fase de campo. Los estudios de este tipo consisten fundamentalmente en la descripción de un fenómeno o situación mediante su análisis bajo circunstancias temporo-espaciales determinadas, analizándose las características de la realidad o escenario que se estudia.

La investigación que se presenta es un *diseño no experimental*, ya que no se realiza manipulación alguna sobre las variables objeto de estudio. Es decir, en esta investigación no se hace variar la variable, sino por el contrario se observa el fenómeno en su contexto natural, para después analizarlo. Para efectos de esta investigación, se considera además como una *investigación de campo*, ya que se recolecta y valida la información documental con revisión en el área de estudio.

2.1. Metodología

La metodología seguida para la caracterización del componente físico se sintetiza en la búsqueda y análisis de fuentes bibliográficas y cartográficas, así como la actualización de la cartografía existente y revisión de campo que permitió la caracterización del clima, suelo, hidrología, topografía y geología del área de estudio.

El clima se caracterizó a partir de los reportes climáticos obtenidos de la estación meteorológica La Cañada de los años 2007 al 2014 en la que se considera precipitación y temperatura. En el análisis del suelo fue desarrollada dos calicatas y se recolectaron 04 muestras las cuales se les realizaron ensayos granulométricos, también se consideró estudios previos de la zona y su entorno tales como los desarrollados por Noguera N., Peters W., Jiménez L., y Moreno J. (1994); Larreal M., Jiménez L., Polo V. y Noguera N. (2012), Larreal M., Polo V., Jiménez L., Mármol L., y Noguera N.(2013), y Briceño C., Machado M., Moreno M. y Rodríguez A. (2015).

Para la topografía e hidrología, se actualizó el mapa topográfico y se diseñó el mapa de pendiente. Esto permitió visualizar la subcuenca de la Cañada el Bajo y toda la

escorrentía superficial existente en el área. Por su parte la geología fue considerada el mapa geológico de la hoja Maracaibo Sur.

En cuanto a la sismicidad, se consideró las últimas estadísticas disponibles en la Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS), estas abarcan desde los años 2012 al 2014 y el primer trimestre del 2015 (enero-marzo). Se hizo una revisión de la ubicación de los focos y se seleccionó las presentes en el estado Zulia. Con esta data se estableció la frecuencia por magnitud del sismo a partir de las cuales se pudo realizar histogramas de los períodos considerados. También se ubicó la zona en estudio en el Mapa de Zonificación Sísmica de Venezuela.

En cuanto a la caracterización del medio biótico se hizo un estudio previo de imágenes satelitales de la zona de estudio (Google Earth, 2015) y cartas topográficas escala 1:1250; para luego realizar una serie de visitas exploratorias de campo y con base a la información suministrada por los empleados de la granja “Santa Bárbara”, se obtuvo información acerca del tiempo de abandono, uso de la tierra y tipo de vegetación, lo cual permitió delimitar el área representativa de las diferentes comunidades vegetales presente en la granja, tomando en cuenta la variabilidad y uso de la tierra que posee identificando tres áreas: las áreas de cultivos con riego y sin riego, áreas de reposo para el ganado y áreas abandonadas y/o pastoreo.

La composición florística se obtuvo por medio de la observación directa de los especímenes encontrados. Se realizaron dos recorridos de campo que incluyeron temporadas de sequía y comienzo de lluvias (febrero y abril, 2015), a partir de un muestreo sistemático, se reconocieron los diferentes ambientes alterados, recorriendo toda la superficie destinada a los cultivos que comprendieron la totalidad de los surcos sembrados, recorriendo toda la superficie destinada al cultivo, así como las zonas de pastoreo y zonas abandonadas.

Para la identificación de cada espécimen a nivel de familia, género y/o especie, debido a la ausencia de claves de plantas de las zonas y la escasa disponibilidad de lista de especies previas, se procedió a determinar con ayuda de literatura especializada, consulta a especialistas y a través de comparaciones de las colecciones de los

herbarios de la Universidad del Zulia: Herbario de Agronomía (HERZU) y el Herbario de referencia de la Facultad de Ciencias (HMBLUZ). Igualmente para la actualización de los nombres científico se utilizó el tratamiento por Hokche et al (2008) para las especies de la flora de Venezuela, los nombres científicos y sus referencias fueron verificados en la base de datos The Plant List (2010).

Asimismo analizó la fauna asociada a los hábitats existentes, aun cuando la zona presenta cierto grado de intervención antrópica. En este aspecto la caracterización se realizó mediante revisión de campo, consultas bibliográficas (Phelps Jr. y Schauensee, 1978; Linares, 1998) y entrevistas a personas con conocimiento de la zona. Se tomó en cuenta además las especies importantes de fauna, tomando en cuenta los siguientes criterios: 1) especies de interés cinegético y comercial (si existieran), 2) especies amenazadas o en peligro de extinción, 3) especies migratorias, 4) especies raras o endémicas, 5) especies exóticas y 6) fauna nociva.

Por otro lado, se realizó una evaluación general de la biodiversidad dentro del área de estudio, destacándose los ambientes más valiosos desde el punto de vista ecológico, dentro de las instalaciones de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”. La caracterización de la fauna y flora se hizo bajo la supervisión de la tutora industrial especialista en biología de la Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía.

Para complementar la caracterización ambiental se revisaron las imágenes satelitales históricas de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”, de los años 2001, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015; acompañada de entrevistas a personas claves, revisión de campo y documentación fotográfica, esto fue muy importante en la comprensión de la evolución del espacio y su problemática ambiental. Se obtuvo en esta fase 11 mapas de uso del espacio de la UESB y se determinó las hectáreas de los diferentes usos observados.

Para la descripción de la problemática ambiental se aplicó la Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado de GreenlabUC (2012) y para las alternativas de solución se aplicó un FODA al ámbito de estudio para utilizar todos los recursos disponibles.

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO AMBIENTAL DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL “SANTA BARBARÁ”

Este capítulo recoge la descripción detallada de los componentes físicos, bióticos y ambientales presentes en la Unidad Experimental “Santa Barbará”. Para ello se recolectaron información bibliográfica y cartográfica que luego fueron validadas con inspecciones de campo. La Unidad Experimental “Santa Barbará”, como ya se mencionó, se ubica en el asentamiento campesino Los Bienes, entre los sectores El Olvido y Campo Sur, parroquia Chiquinquirá, municipio Cañada de Urdaneta, estado Zulia (Figura 18, Anexo 1).

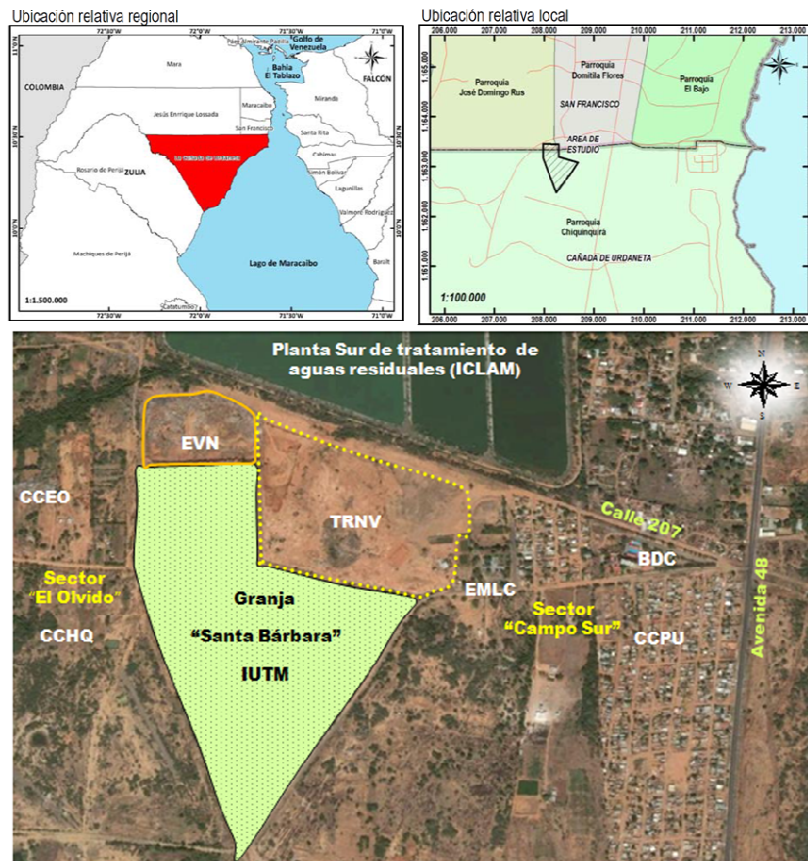


Figura 18. Ubicación Nacional, Regional y Local de la Zona de Estudio, indicando la Unidad Experimental “Santa Barbará” (UESB), Consejo Comunal El Olvido (CCEO), Consejo Comunal Hato Quintero (CCHQ), Consejo Comunal Puerta de Urdaneta (CCPU), Estación Meteorológica La Cañada (EMLC), Bohíos de Doña Carmen (BDC), Terreno donado a Radio Nacional Venezolana (TRNV), Extracción de Capa Vegetal y argílico al norte de la UESB (EVN).

Fuente: Imagen Satelital obtenida de Google Earth (2015).

3.1. Geología

El paisaje de la Unidad Experimental “Santa Barbará” (UESB) se encuentra dentro de la altiplanicie del Lago de Maracaibo, por lo que no presenta contrastes topográficos marcados, con elevaciones entre 20 y 30 m (Anexo 2) y una pendiente inferior al 1% con dirección de inclinación al NW (Anexo 3).

El paisaje llano de la unidad de análisis se puede apreciar en la figura 19. Como señala, Alvillar *et al.* (1985) “esta forma de paisaje se caracteriza por presentar afloramientos de depósitos detríticos en forma de glaciares coluviales (...) con topografía predominantemente plana, formados de materiales retomados de la Formación El Milagro” (citado por Larreal M., Polo V., Jiménez L.; Mármol L., y Noguera N. 2013, p. 94).



Figura 19. A) Paisaje llano de la zona de estudio.
B) Imagen Satelital mostrando la pendiente hacia el noreste
Fuente: A) Pérez L (2015). B) Google Earth (2015)

De este modo, el área en estudio, de acuerdo a la literatura existente y revisión en campo, se emplaza sobre la Formación El Milagro del Pleistoceno Inferior (Anexo 4) de ambiente fluvio lacustres marginales, se anexa columna del Parcelamiento Hato Quintero (Figura 20) adyacente al área de estudio. De acuerdo al Léxico Estratigráfico de Venezuela, la formación consiste de:

...arenas friables, finas a gruesas, muy micáceas, de color crema a pardo-rojizo, limos micáceos de color gris claro, interestratificadas con arcillas arenosas, rojas y pardo-amarillentas y lentes lateríticos bien cementados. Hay dos capas de arcillas arenosas y limosas, con abundantes fragmentos y

troncos de madera silicificada. Estas capas cubren horizontes caracterizados por abundantes nódulos de hierro y formación laterítica...

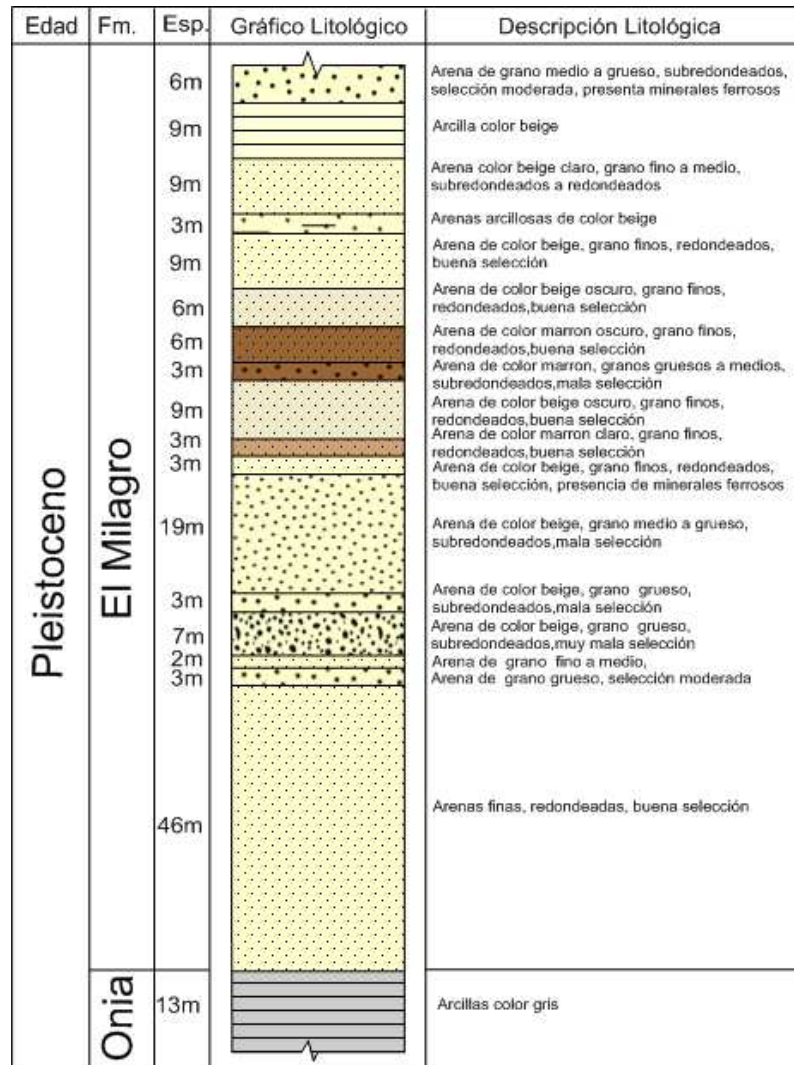


Figura 20. Columna Lito-estratigráfica del Parcelamiento Hato Quintero
Fuente: elaborado a partir de datos suministrados por Planimara (2007).

Esta formación en el área en estudio se encuentra recubierta por suelos arenosos sueltos permeables originados de la meteorización de sus areniscas por la Cañada El Bajo Grande, como se constata en los análisis granulométricos llevados a cabo en la Unidad Experimental “Santa Barbará”. El análisis granulométrico de las cuatro muestra (Anexo 6): M1A, M1B, M2A y M2B permiten definir un suelo de grano fino a muy fino al quedar el mayor porcentaje de las fracciones retenidas en el tamiz 60 en un 34,9%; 36,7%; y, 29,6% (M1A, M1B y M2B) y M2A en el tamiz 120 (30,6%).

El suelo de la Unidad Experimental “Santa Barbará”, de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos se clasifica como suelo arenoso (SP) que pertenece al grupo de arena mal graduada con limo; mientras que para el sistema de clasificación AASHTO, el suelo es A-3. En estos grupos de suelo, el contenido de finos afecta las características de resistencia, esfuerzo-deformación y la capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa (Rico A. y Del Castillo H. 1976).

Las pruebas de porosidad, permeabilidad e infiltración desarrolladas en las muestras de suelo por Briceño, C.; Machado M.; Moreno, M.; y, Rodríguez, A. (2015) destacan que las mismas presentan buen drenaje, por lo que existe déficit de disponibilidad de agua en el suelo para el desarrollo de la vegetación de la zona. La porosidad oscila entre 34 a 39%, la permeabilidad de 334,73 a 953,27 (Tabla 5).

Tabla 5. Porosidad y Permeabilidad de los suelos de UESB

Muestras	Porosidad (%)	Permeabilidad (Ka)
MC1	35	953,27
MC2	34	334,73
MC3	39	549,89

Fuente: Briceño et al (2015)

En los perfiles del suelo de las calicatas realizadas, se pudo distinguir dos horizontes: un horizonte superior (Ap) caracterizado por arenas de grano grueso a medio-fino con tonalidades que gradan de beige en la parte superior a rojizo en la parte inferior, moderadamente compacta. Es importante señalar que el contenido de limo y arcilla aumenta con la profundidad, esto se aprecia por la consistencia de la muestra de no plástico, en los primeros 30 cm, a plástico en el horizonte inferior (Bt).

Lo anteriormente planteado concuerda con los resultados del estudio desarrollado por Larreal M., Jiménez L., Polo V. y Noguera N. (2012, p. 37) en suelos del asentamiento Los Bienes que denominaron Serie San Francisco. Estos autores clasificaron los suelos de esta serie como: Typic Paleargids, francosa fina, caolinita, isohipertérmica; los cuales se caracterizan por un horizonte Ap (ócrico), de 10 a 25 cm de profundidad, de

color marrón amarillento oscuro en húmedo; con un horizonte Bt (argílico) muy desarrollado que va de la base del Ap hasta 2 m o más de profundidad, con un moderado desarrollo estructural, de color rojo amarillento en húmedo.

Cabe destacar que los suelos de la altiplanicie de Maracaibo formados a partir de la Formación El Milagro presentan “baja fertilidad evidenciada por el pH ligeramente ácido, baja saturación con bases, baja capacidad de intercambio catiónico” (Noguera N., Peters W., Jiménez L. y Moreno J., 1994, p. 71). Esta es precisamente la realidad de los suelos de UESB que presenta deficiencia de nitrógeno y fósforo, aunque no se han percibido problemas de ácidos y salinidad en los mismos. Tal como lo demuestra un análisis de suelo desarrollado en la UESB en el año 2011 con fines de fertilidad destacando que este presenta 6 mg/kg de Fósforo (P), 64 mg/Kg de Potasio (K), 26 mg/Kg de Calcio (Ca), 16 mg/Kg de Magnesio (Mg) y 0.17% de Materia Orgánica. El pH es de 6 y su conductividad eléctrica es de 0,13 Ds/m a 25°C.

Por otro lado, aparte de los análisis físico-químicos antes de desarrollar actividades agrícolas en estos suelos, también es necesario manejar los suelos en función de la profundidad del horizonte argílico a fin de evitar problemas de compactación y/o erosión. Cuando se habla de argílico se está haciendo referencia al incremento de arcilla en los suelos (>5%). En la UESB se realizó una zonificación del horizonte argílico (Anexo 7), para una mejor planificación.

De este modo, en el área de estudio este horizonte se encuentra tanto superficial como hasta profundidades mayores a 40 cm, atendiendo a esta zonificación la UESB fue planificada y dividida en diversos módulos, quedando el área de cultivo en la zona de mayor profundidad (>40 cm), mientras que el área de bóvido y caprino se ubicó en la zona de moderada profundidad a superficial.

3.2. Geología Estructural y Sismicidad

Maracaibo está atravesada por una serie de lineamientos de fallas activas de sentido sureste-noroeste que controlan los cursos de agua de la cañada La Arreaga y Los Caribe, se cree que la cañada El Bajo Grande también se encuentra afectada por estos

lineamientos aunque no ha sido cartografiado aún por el enmascaramiento en el terreno de su caracteres morfoestructurales (PDUL, 1995). En este sentido destacan que:

...un sector de la Cañada El Bajo, con su lecho antiguo de aproximadamente 70 m de ancho, anómalos, donde zigzaguean cauces intermitentes, es un área muy bien definida, lo cual podría relacionarse con el trazado de la falla de la Ensenada que originan cambios en el gradiente de este curso” (PDUL, 1995, p. 9-10)

En cuanto a la sismicidad, se identifica en el estado Zulia tres zonas dentro del Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería, siendo la de la UESB la zona sísmica 3 (Figura 21), lo que indica que existe un peligro sísmico intermedio, donde la máxima aceleración horizontal para esa zona es de 0,20 g. En el año 2012 (Figura 22) se registraron 23 eventos con magnitudes del orden de 2,5 a 3,6, con una predominancia de sismos de 2,9. En el año 2013 (Figura 23) se registraron 25 eventos con magnitudes del orden de 2,5 a 3,7, predominando sismos de 2,6; 3,0 y 3,4. En el año 2014 (Figura 24) se registraron 28 eventos con magnitudes del orden de 2,5 a 4,6, con predominancia de sismos de 2,7.

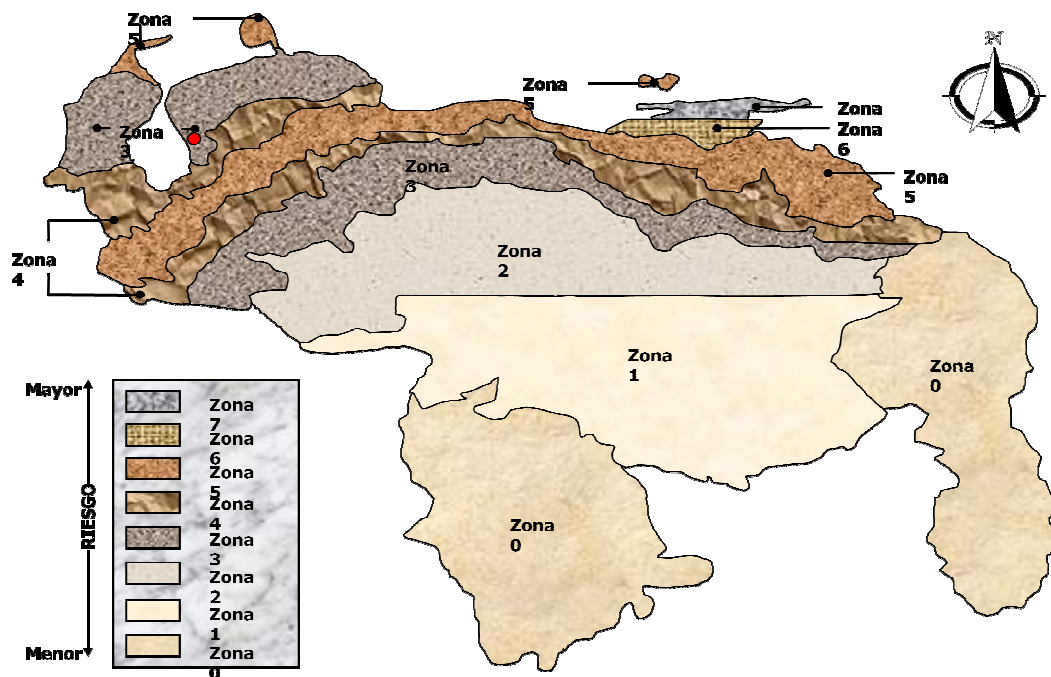


Figura 21. Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería de Venezuela.

Fuente: FUNVISIS, sf.

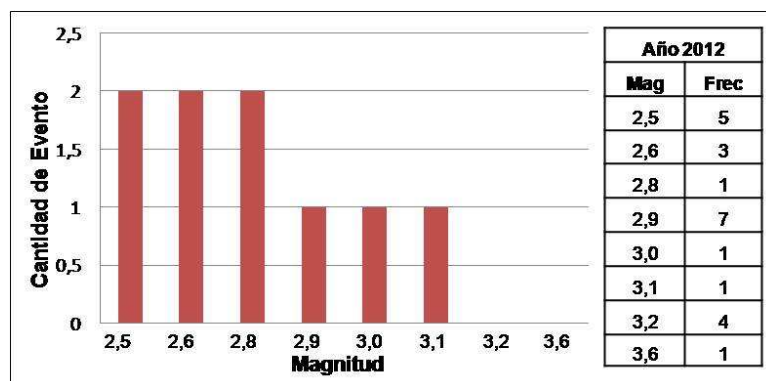


Figura 22. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2012.
Fuente: elaborado a partir de estadísticas de FUNVISIS (2015).

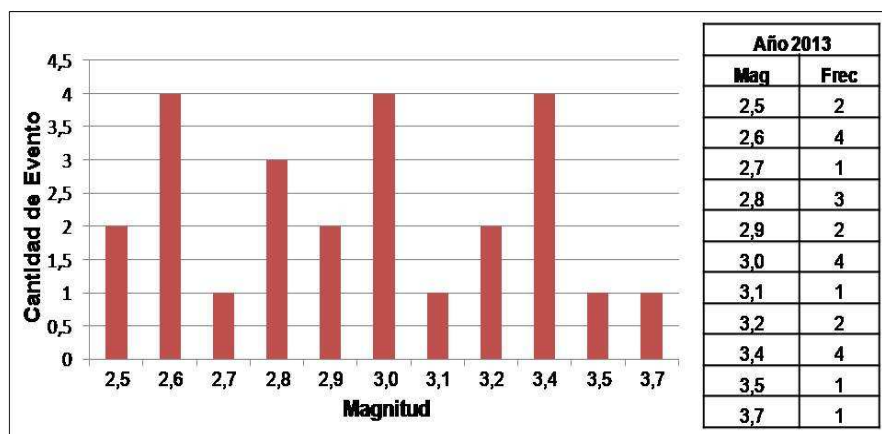


Figura 23. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2013.
Fuente: elaborado a partir de estadísticas de FUNVISIS (2015).

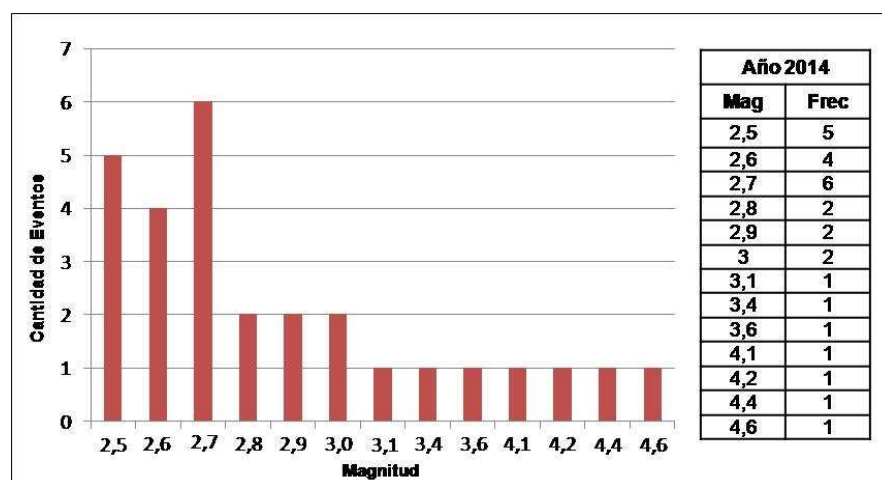


Figura 24. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2014.
Fuente: elaborado a partir de estadísticas de FUNVISIS (2015).

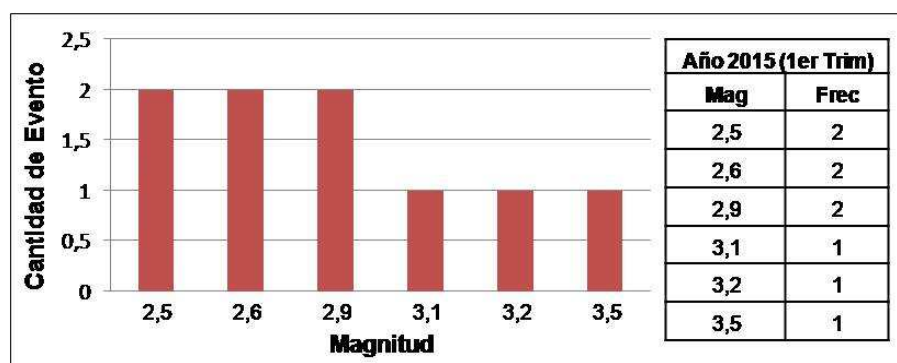


Figura 25. Histograma considerando la cantidad de eventos por magnitud, año 2015 (1er Trimestre).
Fuente: elaborado a partir de estadísticas de FUNVISIS (2015).

En el catálogo sismológico reciente de FUNVISIS, se han registrados nueve eventos sísmicos (Figura 25 y 26) en el rango de magnitud entre 2,5 y 3,5. Los eventos tienen la profundidad máxima igual a 157,5 Km.

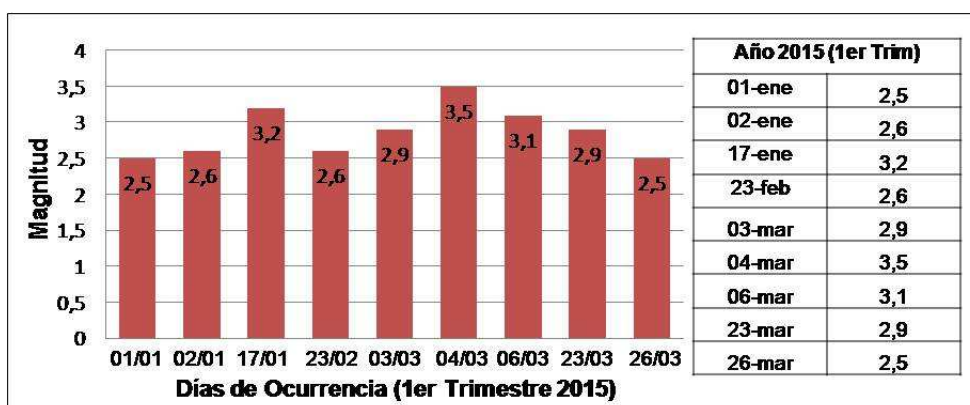


Figura 26. Histograma de la Magnitud de los sismos registrados indicando los días de ocurrencia en el primer trimestre del año 2015 (enero-marzo).
Fuente: elaborado a partir de estadísticas de FUNVISIS (2015).

3.3 Hidrología

La UESB se encuentra dentro de la hoya hidrográfica de la Cañada Bajo Grande (Figura 27), perteneciente a la cuenca 28. De acuerdo con el PDUL (1995, p. 184) esta cañada “nace fuera del área urbana en la Parroquia Marcial Fernández y atraviesa la parroquia Chiquinquirá”. Dicha cañada presenta un área total de 9.482,56 has., siendo la mayor de todas las cuencas. La longitud de esta cañada sin tomar en cuenta su afluente es de 18.678,28 m.



Figura 27. Cañada El Bajo, indicando el área de estudio (recuadro rojo).

Fuente: <http://www.arq.luz.ve/proyectos/zp/planos/Plano3-3.pdf>

3.4. Clima

El área se caracteriza por presentar un clima biestacional con períodos de lluvias y sequías bien diferenciados, localizada en un clima semiárido con precipitaciones anuales que van desde 413 a 1244 mm. En el área de estudio se observó una precipitación media anual de 696,9 mm y una temperatura media anual de 29,30 °C (Figura 28), según los datos meteorológicos obtenidos en un período de 8 años (2007-2014) de la estación “La Cañada” cercana al área de estudio.

El patrón conseguido con los datos de los períodos 1994-2008 y 2007-2014, confirman el patrón biestacional y bimodal de distribución de las lluvias (Figura 29). La evaporación media anual es de 2284 mm, es decir, es mayor que la precipitación, definiendo el clima seco estacional. El período de lluvias presenta dos picos de precipitación, el primero, de baja intensidad, entre abril a junio y el segundo, de mayor

incidencia y concentración de lluvias (cerca del 70%), en los meses de agosto y octubre que se presenta luego de un muy corto período seco, en el mes de agosto y noviembre y diciembre.

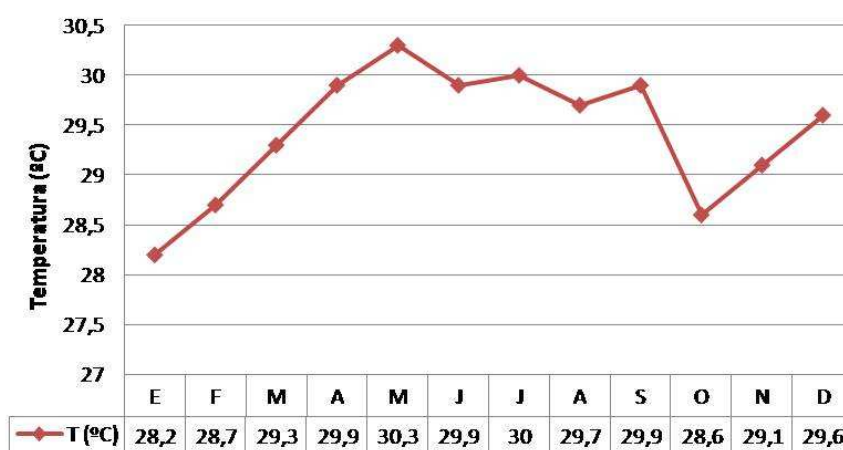


Figura 28. Temperaturas, período 2007-2014.

Fuente: Elaborado a partir de datos suministrados por la Estación La Cañada

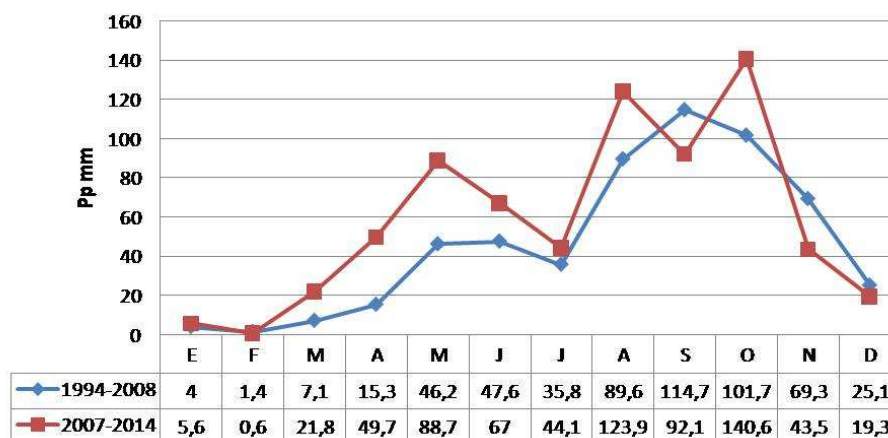


Figura 29. Precipitaciones, período 2007-2014.

Fuente: Elaborado a partir de datos suministrados por la Estación La Cañada

3.5. Análisis de las comunidades vegetales alterada

En el estudio realizado, se logró identificar y ubicar las unidades muestréales alteradas (Figura 30). Se ubicaron nueve puntos muestreados, que constituyen los diferentes ambientes alterados situados en los alrededores de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”. A continuación se describe cada uno de ellos:

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”

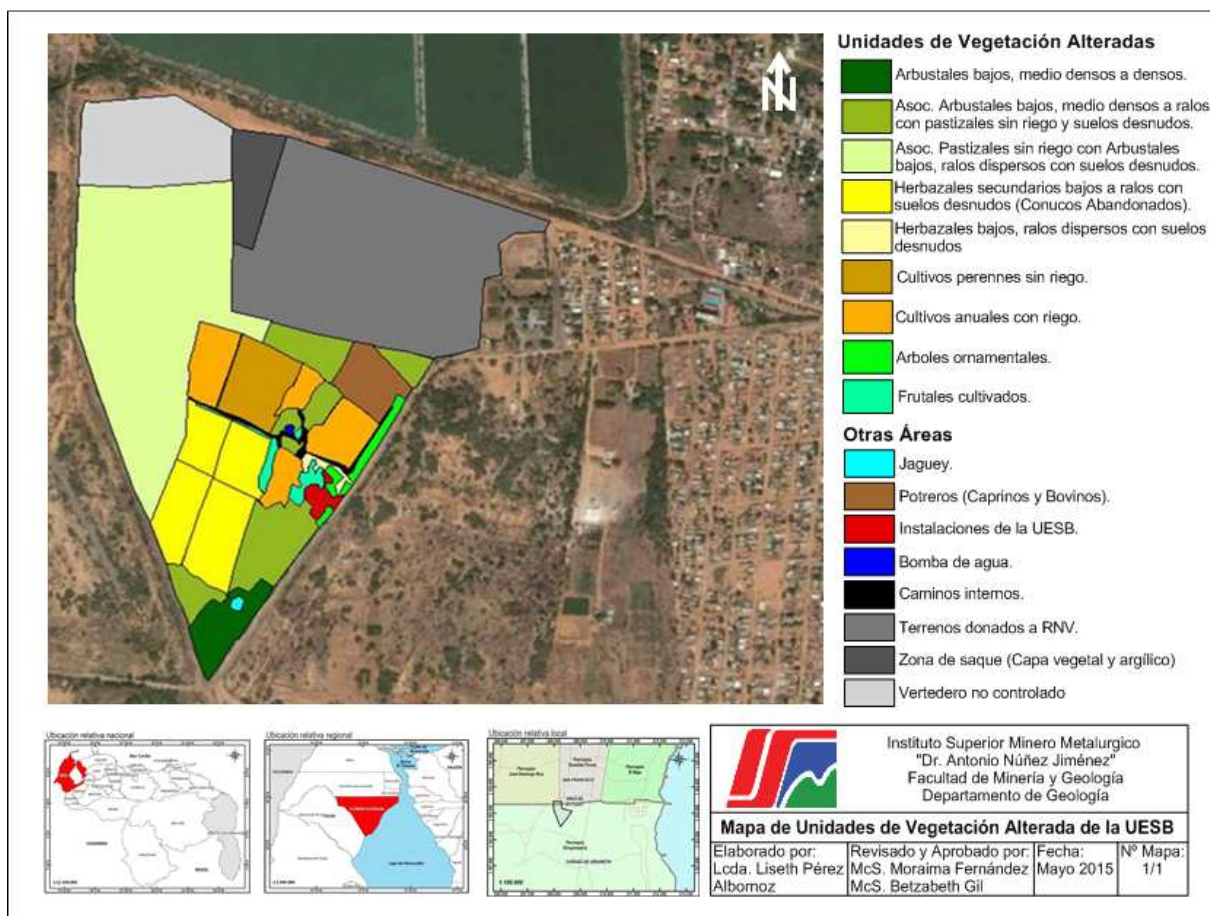


Figura 30. Unidades de vegetación alteradas de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”.

Fuente: Imagen Satelital obtenido de Google Earth, 2015.

3.5.1. Arbustales bajos, medio densos a densos:

Esta comunidad vegetal se ubica al SW de la Granja y la forma de crecimiento dominante es el arbusto, individuos leñosos que muestran generalmente ramificaciones desde la base constituyendo verdaderas e impenetrables marañas, cuando se asocian a especies armadas típicas de la comunidad: En las zonas de suelos arcillosos, esta unidad está representada por especies (con alturas que no sobrepasan los 4 m de alto): *Prosopis juliflora* (Cuji yaque) y *Acacia tortuosa* (Uveda), acompañada por una gran densidad de especies de gramíneas, que ocupan el sotobosque y los claros del sitio, acompañado por muy pocos individuos dispersos de dos especies de la familia de las Cactaceae, observando amplias porciones de suelos desnudos (Figura 31).



Figura 31. Arbustales bajos, medio densos a densos.

Fuente: Gil B y Pérez L. (2015).

3.5.2. Asociación Arbustales bajos, medio densos a ralos, con Pastizales sin riego y suelos desnudos.

Esta área se ubica en diferentes parches de zonas baldías de la granja, está constituida por especies armadas *Prosopis juliflora* (Cují yaque), *Acacia tortuosa* (Uveda), *Acacia farnesiana* (cují negro), cuyas alturas oscilan entre 2 a 2,5 m de alto, acompañado en algunos casos por especies forrajeras como *Albizia lebbbeck* (Lara) y especies ornamentales que han invadido ciertos espacios de la granja constituyéndose como invasora *Azadirachta indica* (Neen), con alturas variables entre 1,5 m hasta los 4 m de alto, acompañado por pastizales sin riego dominado principalmente por *Cenchrus ciliaris* (Cadillo bobo) y otras especies de gramíneas y un gran porcentaje de suelos desnudos posiblemente debido a sequías prolongadas (Figura 32).

Los pastizales sin riego son gramínea macollante conformado por especies como el *Cenchrus ciliaris* (cadillo bobo), *Cenchrus echinatus* (Cadillo bravo), *Chloris ciliata* (Pata de gallina), *Digitaria cf. fuscescens*, *Melinis repens* (Paja rosada) entre otros, cuya característica principal es la alta densidad de individuos en macollas, la altura de los mismos puede llegar alcanzar 1,5 m de alto.



Figura 32. Asociación Arbustales bajos, medio densos a ralos, con Pastizales sin riego y suelos desnudos. Fuente: Gil B y Pérez L. (2015).

3.5.3. Asociación de pastizales sin riego con arbustales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos.

Esta área se ubica al N de la granja, es una zona totalmente baldía, donde predominan los pastizales sin riego dominados por diferentes especies de gramíneas invasoras acompañado por arbustos con alturas entre 1,5 a 2 m de alto, dispersos con un gran área de suelos desnudos, las especies leñosas que lo constituyen es principalmente *Prosopis juliflora* (Cuji yaque), *Acacia tortuosa* (Uveda), *Acacia farnesiana* (cuji negro).

3.5.4. Herbazales secundarios bajos a ralos con suelos desnudos (Conucos abandonados).

Los elementos estructurales de estas comunidades son gramíneas cespitosas y rizomatosas al igual que malezas que se instalan en los procesos de recuperación natural de la vegetación, producto de la deforestación total de la comunidad vegetal ya sea con alteración mecanizada, o movimientos de tierras, posteriormente son abandonados, con alturas comprendidas entre los 80 cm a 1 m de altura, con

coberturas pocos densas (ralo) con suelos desnudos debido a la sequía prolongada de la zona, lo cual en temporada de lluvia esta formación se convertiría en mayor densidad, las especies herbáceas que constituyen esta comunidad son principalmente *Waltheria indica*, *Melochia parvifolia* (Bretónica blanca), con presencia de individuos achaparrados muy dispersos de *Prosopis juliflora* (Cuji yaque), *Acacia tortuosa* (Uveda) con alturas que no alcanza 1 m de alto (Figura 33).



Figura 33. Herbazales secundarios bajos a ralos con suelos desnudos (Conucos abandonados).
Fuente: Gil B y Pérez L. (2015).

3.5.5. Herbazales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos.

Estos herbazales se encuentran asociados principalmente a áreas cercana a los cultivos y potreros donde existe poca densidad de herbazales con alturas que no sobrepasa de los 80 cm, dominados principalmente por *Melochia parvifolia* (Bretónica blanca), y diferentes especies de gramíneas (Figura 34).



Figura 34. Herbazales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos.
Fuente: Gil B y Pérez L. (2015).

3.5.6. Cultivos perennes sin riego.

Esta área se encuentra al N en la zona central de la granja, se caracteriza por estar representada por un monocultivo de *Albizia lebbbeck* (Lara), especie que ha sido utilizada como forrajera, con suelos bien drenados y arenosos, sin riego. Estructuralmente posee un dosel muy irregular debido a los diferentes porte y/o altura, debido al ramoneo del ganado, cuya altura se encuentra entre los 1,5 a 3 m de alto, con numerosas ramificaciones desde la base, acompañado por individuos dispersos de *Azadirachta indica* (Neen) de alturas variables (Figura 35).



Figura 35. Cultivos perennes sin riego.

Fuente: Gil B y Pérez L. y (2015)

3.5.7. Cultivos anuales con riego.

Estos cultivos también conocidos como conucos o policultivos con rotación de especies, con riego, son utilizados para diferentes fines, ya sea de subsistencias para proyectos socio-comunitario como para prácticas agroalimentarias del IUTM, en muy poca extensión de terreno. Su preparación es por rastreo cruzado (un pase) debido a la estructura del suelo.

En estos conucos se encuentra cultivado el pasto de corte Elefante Morado (*Pennisetum purpureum*), así como Yuca (*Manihot esculenta*), en un área aproximada de 3 ha., cada uno, 50 plantas de Plátano y/o Topocho (*Musa* sp.), así como también hileras de cebolla en rama, cebollín cilantro, maíz, frijol, Ají, lechosa, melón y patilla,

(Figura 36), así como una hilera de siembra de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), con altura no mayor a los 2,5 m de alto, en pico de floración, utilizada como una especie forrajera. Además de identificar los cultivos también se identificaron las especies de malezas que se hallaron en los mismos lo cual se detallan en el anexo 8.

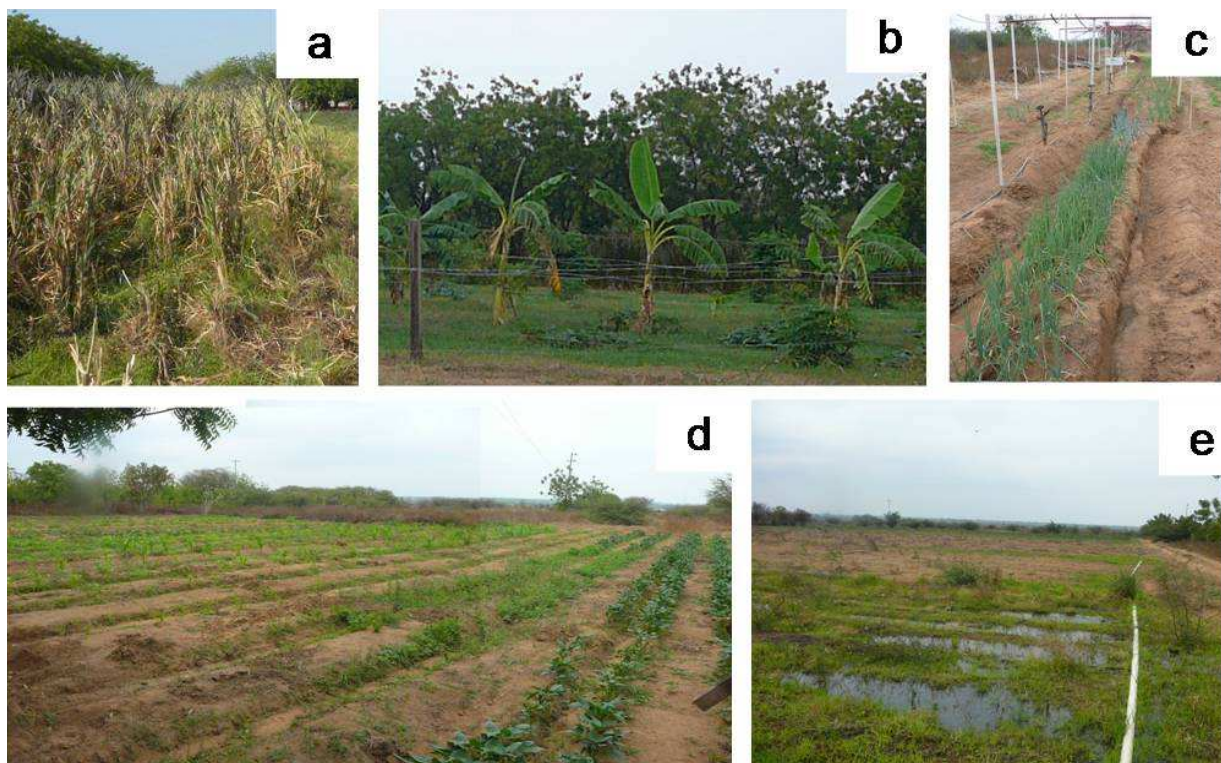


Figura 36. Cultivos anuales con riego: (a): Pasto elefante morado; (b): Cultivo de Plátano y/o Topocho; (c): Cultivo de cebolla en rama y cebollín; (d): Cultivo de frijol, maíz, melón, patilla, auyama; (e): Pasto elefante morado.

Fuente: Gil B y Pérez L. y (2015)

3.5.8. Árboles ornamentales.

Estos árboles ornamentales conforman una hilera sembrada de *Azadirachta indica* (Neen) alternada con plantas de menor porte de *Gliricidia sepium* (Matarratón) formando una barrera ó cercado, ubicado en las cercanías de la entrada de la granja. Con alturas que alcanzan entre 1,5 a 4 m de alto. Hacia el interior de la granja cercanos a las instalaciones principales solo se observó un solo individuos de *Cassia fistula* (lluvia de oro) y árboles pequeños perteneciente a la familia Poligonáceas que por falta de estructuras florales no se logró identificar (Figura 37).



Figura 37. Árboles ornamentales: (a): Polygonacea; (b): Matarratón y Neen.
Fuente: Gil B y Pérez L. (2015)

3.5.9. Frutales cultivados.

Cercana a las instalaciones principales, se observaron diferentes especies de frutales, tales como: Limón, Naranja, Ciruela, Mango, Merey, Uvero, Manzanita, Mamón y Coco, este último se encuentra sembrado formando una hilera en una caminería interna de la zona central de la granja (Figura 38).



Figura 38. Cultivo de Cocotales.
Fuente: Gil B y Pérez L. (2015)

3.6. Análisis de la Composición Florística.

Se reconocieron 35 familias y 60 géneros representados en 67 especies (Anexo 8), incluyendo todas las formas de crecimiento donde predominan las Hierbas con 49,3%, es decir se hallaron 33 especies, seguido de los árboles que representan un 29,9% (20 spp.), seguido de las Lianas herbáceas con 9% (6 spp.), Arbustos 6% (4 spp), Cactus con 3% (2 spp.) y Epífita y Sufrútice Con 1,5% (una especie) Figura 39.

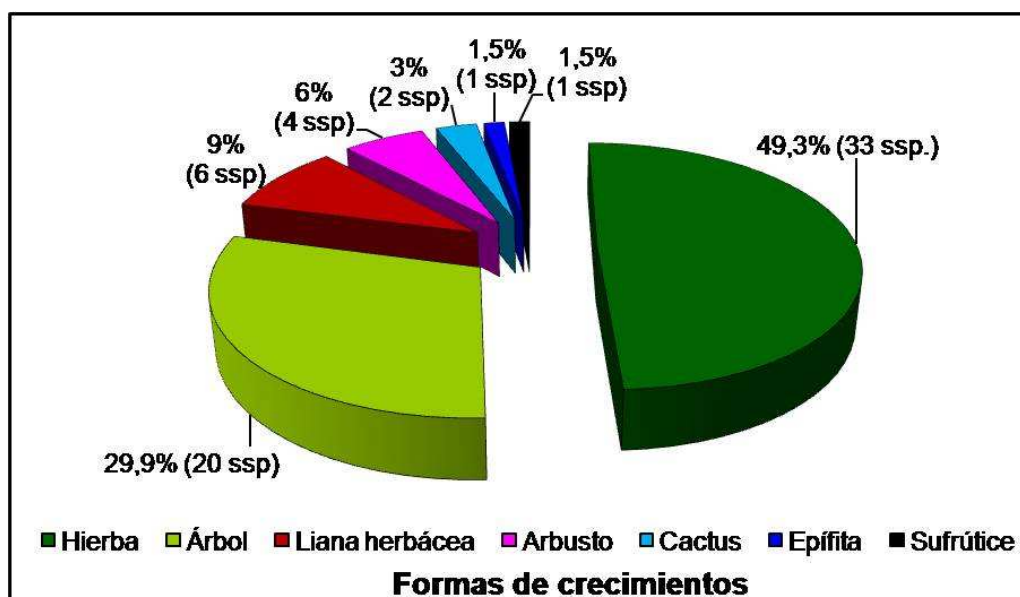


Figura 39. Formas de crecimiento presentes en el área de estudio.

Fuente: Gil B y Pérez L. (2015)

Las familias con mayor número de especies fueron las Poaceae (Graminae) con 11 especies, seguido de las Euphorbiaceae y Mimosaceae con 5 especies, Fabaceae con 4 especies. Considerando a las Leguminosae como a una sola familia, se encuentra que es la de mayor riqueza entre las leñosas (árboles, arbustos y lianas) con un total de 10 especies.

Este patrón de predominio de las especies gramíneas se ha reportado también para otros cultivos en Venezuela, tales como frutales, caña de azúcar y hortalizas (Medrano et al. 1999, Valle et al. 2000, Martínez y Alfonso 2003), por lo que la información presentada en este estudio, puede ser de utilidad para mejorar la planificación de métodos de control de las malezas en los diferentes cultivos.

Del total de las especies 30 especies son consideradas malezas, 12 especies son utilizadas como cultivos, 10 especies como frutales, 6 especies son consideradas propias de la vegetación original, 5 especies ornamentales, y 4 especies forrajeras que incluye plantas herbáceas como leñosas (Anexo 8).

3.7. Análisis faunístico

Los hábitats presentes en el área de estudio están influenciados por parámetros que determinan la zona de vida de un Bosque Muy Seco Tropical; siendo importante destacar que la densidad faunística del área se puede considerar baja por encontrarse en hábitats completamente intervenidos, para el uso de la tierra agroalimentaria, sin embargo las aves representan el grupo más variado de la fauna y existe una moderada diversidad de especies ubicadas sobre todo en los cultivos anuales con riego donde existe una fuente de agua y una cobertura vegetal que brindan mayor refugio.

En el área de estudio no se reportan especies de fauna endémicas que estén en peligro de extinción; sin embargo se hallaron especies de interés cinegético enmarcadas en el calendario del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo, Hábitat y Vivienda entre las que se destacan, el rabipelado (*Didelphis marsupialis*), la Iguana (*Iguana iguana*) y el periquito verde (*Forpus passerinus*).

En la tabla 6 se representa la fauna terrestre registrada a través de encuestas a los obreros de la granja y corroboradas en actividades de campo. En la Figura 43 se muestra la gran variedad de avifauna observada en campo, lo cual se consiguió una población de 10 individuos de Mochuelo del Hoyo (*Athene cunicularia*), hacia la zona Norte de la granja.

De acuerdo a los animales domésticos se observaron solo perros, mientras que los animales que corresponde al área de la agropecuaria solo se observaron Bovinos comprendido por 19 novillas y un toro de raza mestiza Carora, además de Caprinos (7 hembras 3 cabritonas y 5 machos), ambos para doble propósito: producción de carne y leche.

Tabla 6. Lista de las especies de fauna.

Phylum	Sub-phylum	Clase	Familia	Especie	Nombre Vulgar	Categoría Libro Rojo
Chordata	Vertebrata	Mammalia	Leporidae	<i>Sylvilagus</i> sp.	Conejo	LC
			Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro perruno	LC
			Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i> *	Rabipelado	LC
		Aves	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza real	LC
			Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaravan dara	LC
			Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zamuro	LC
			Columbidae	<i>Columbina squammata</i>	Palomita Maraquita	LC
			Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero	LC
			Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caricare	LC
			Icteridae	<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo Negro	LC
				<i>Icterus nigrogularis</i>	Gonzalito	LC
			Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Mochuelo del Hoyo	LC
			Psittacidae	<i>Forpus passerinus</i> *	Periquito Verde	LC
			Thraupidae	<i>Thraupis virens</i>	Azulejo	LC
		Reptilia	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> *	Iguana Verde	LC
			Viperidae	<i>Crotalus</i> sp.	Serpiente de Cascabel	LC
			Teiidae	<i>Ameiva</i> sp.	Lagartija	LC

(LC): Preocupación menor; (*): Interés cinegético y/o comercial.

Fuente: Gil B y Pérez L. y (2015)



Figura 40. Avifauna observada en la UESB: (a): Alcaravan dara (*Burhinus bistriatus*); (b): Caricare (*Caracara cheriway*); (c): Mochuelo del Hoyo (*Athene cunicularia*); (d): Gonzalito (*Icterus nigrogularis*); (e) Garza real (*Ardea alba*).

Fuente: Gil B y Pérez L. y (2015)

3.8. Uso del Espacio de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

En el estudio histórico del Espacio de la UESB se observa que el uso principal del emplazamiento ha sido agrícola (principalmente cultivos de limones, ciclo corto y tubérculo), en aproximadamente 34,4 ha, correspondiente al 57% del total del terreno. Mientras que el resto se desarrolla la vegetación propia de la zona (cujíes, uvedas, cardones entre otros) y se encuentran las infraestructuras humana.

Para el año 2001 (Figura 41), se observa una reducción significativa del área utilizada para las actividades agrícolas de 40% del total, es decir que de 34,4ha de área en cultivo se redujo a 10,2 ha. Esta reducción se debió a la imposibilidad de riego por el único pozo activo y la capacidad del sistema de bombeo, unido a la característica climática de la zona que conlleva a un déficit hídrico en 10 meses del año. Por la topografía y pendiente del área se observa el desarrollo de drenajes superficiales al norte de la UESB, en donde se desarrolla un cárcavamiento activo y pérdida de suelo cultivable, producto de la falta de vegetación por el abandono de áreas de cultivo hacia esa parte del ámbito de estudio.

En el año 2004 (Figura 42), se observa la afectación 31,41 ha por un incendio que termino con el sistema de riego que abastecía a las parcelas ubicadas hacia el norte de la granja. Este incendio impidió que se continuara la siembra hacia la parte norte y que la misma se concentrara al sur y en las cercanías del pozo activo. Esta particularidad provocó la reducción significativa de las zonas de cultivo a 1,92 ha que representa una baja del 81% en comparación con el año 2001.

Este incendio debió acontecer entre el 2001 y 2004. De acuerdo con un informante clave, los cultivos desarrollados en el área afectada correspondían a extensos limoneros que eran abastecidos de agua por un sistema de riego por goteo, que se extendía desde el jagüey, aprovechando la pendiente de la zona. En el 2004, ya se observa una recuperación parcial de la vegetación en el área afectada.

Desde esta fecha se ha observado una importante baja de las áreas de cultivos, el sistema de riego era vital para el desarrollo de la zona y el único pozo activo existente no es suficiente para el desarrollo total de la granja.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

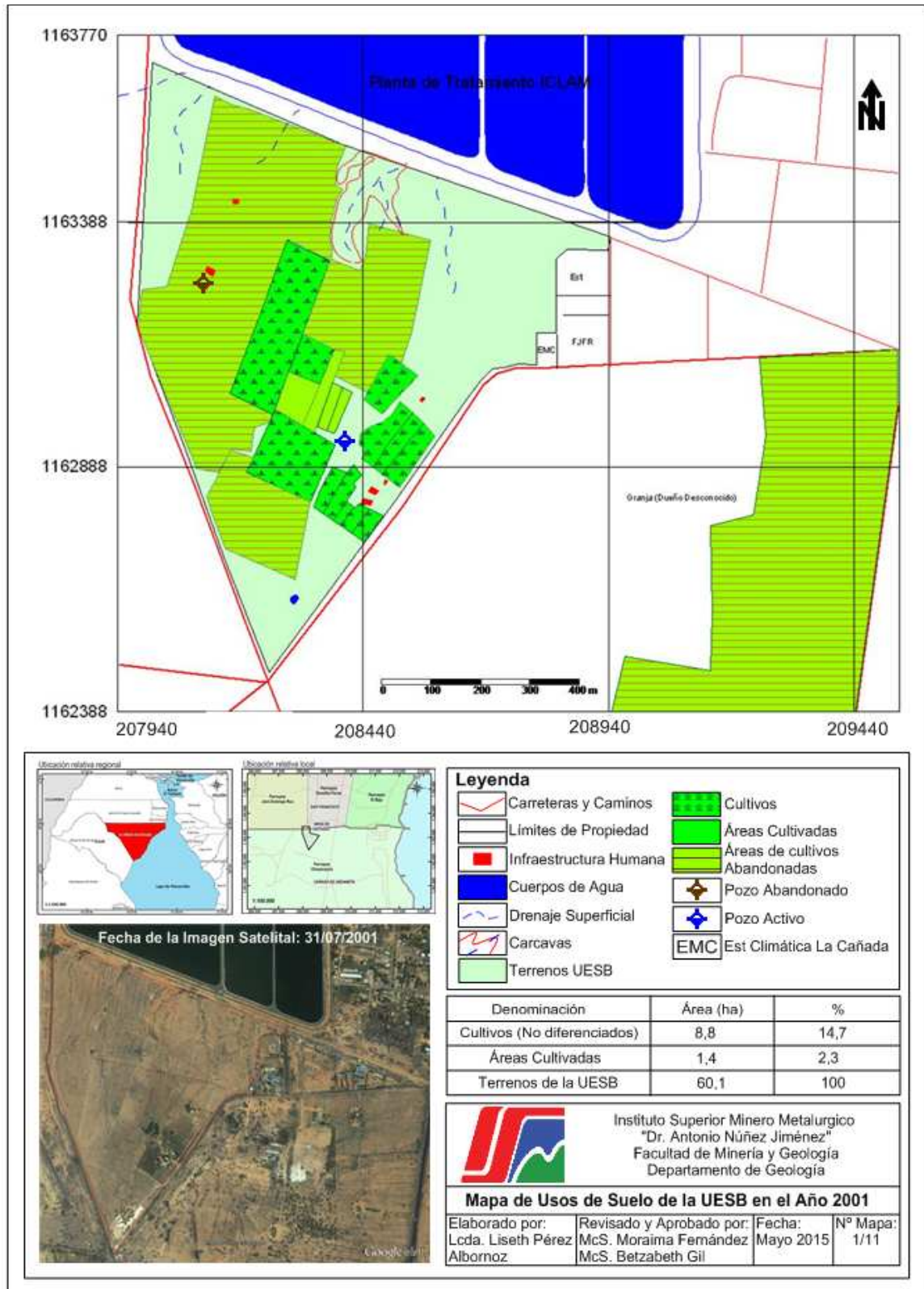


Figura 41. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2001.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

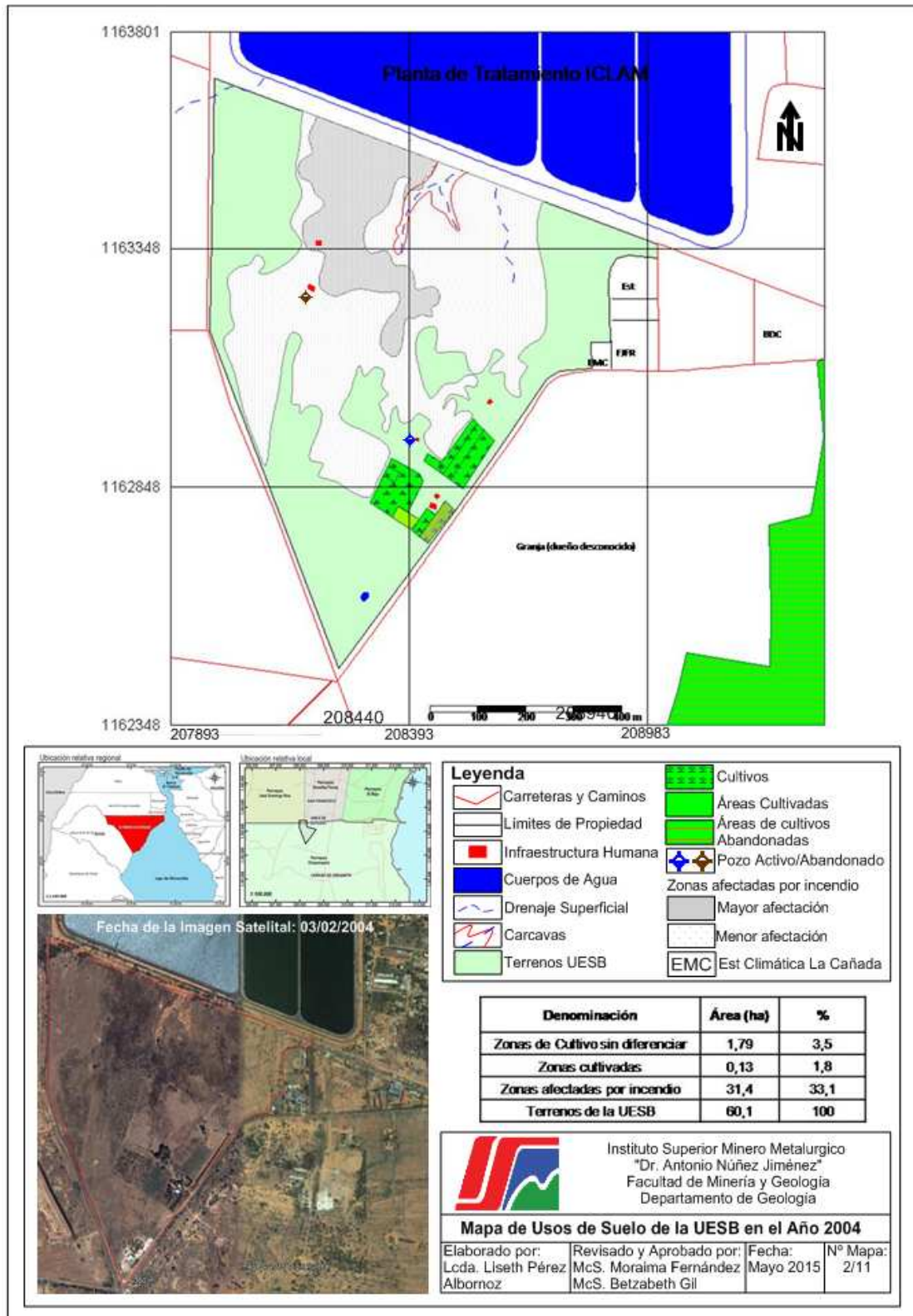


Figura 42. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2004.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

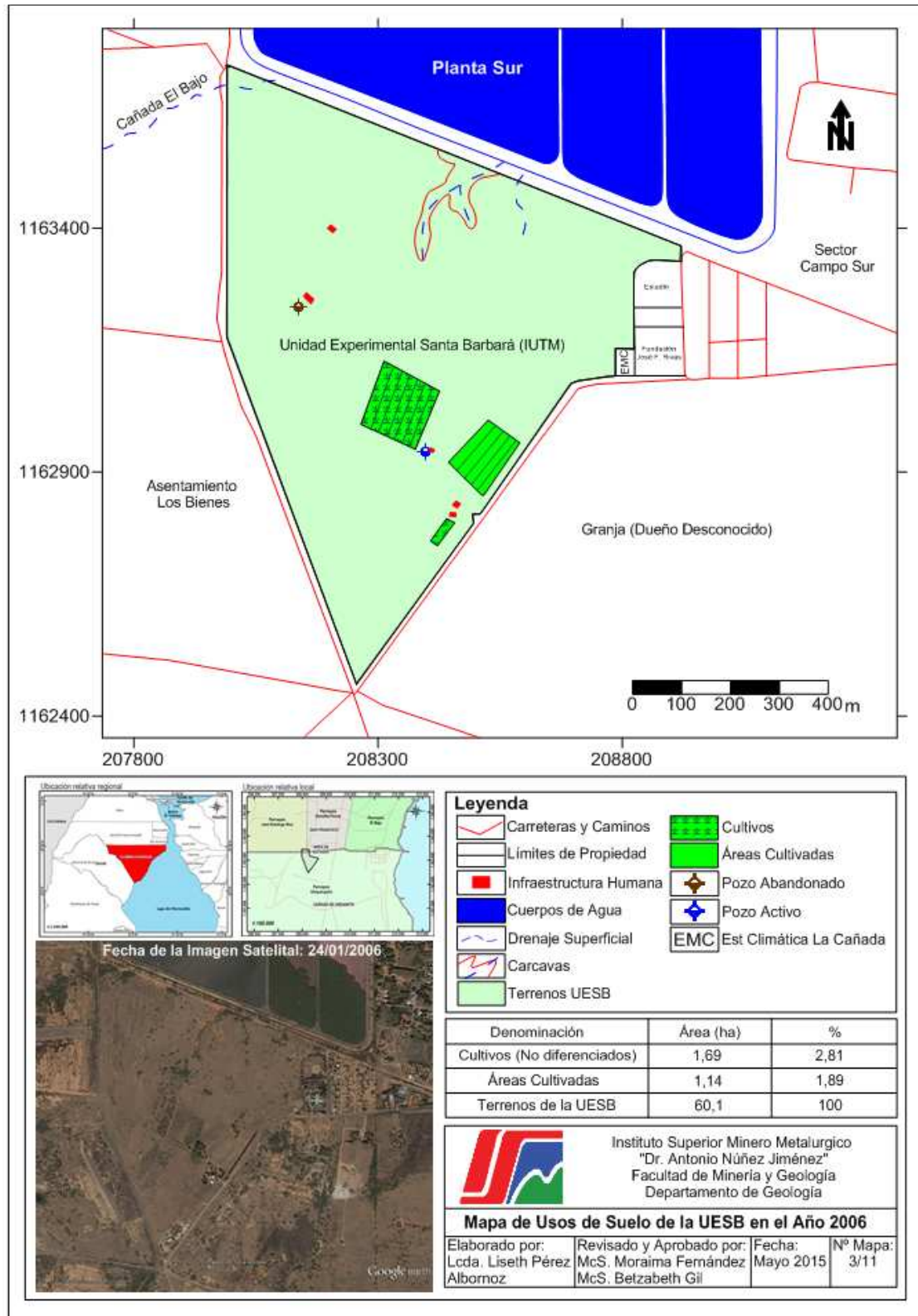


Figura 43. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2006.
Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el año 2006 (Figura 43), el área se observa recuperada en su totalidad y la vegetación típica comienza a extenderse a los espacios afectados. Las áreas de cultivo se encuentran ubicadas al norte del pozo y las cultivadas al sur del mismo, ambas comprenden un total de 2,83 ha. Esto representa un aumento del 47% del área cultivable tomando en cuenta el 2004 y de 27% en comparación con el 2001.

En los años sucesivos se observa una recuperación progresiva de las actividades agrícolas (Figura 44), teniéndose un incremento promedio de 2,95 ha. Así para el año 2007 (Figura 45), 2009 (Figura 46) y 2010 (Figura 47), las áreas de cultivos y cultivadas abarcaban 4,64 ha, 8,29 ha y 10,54 ha, respectivamente.

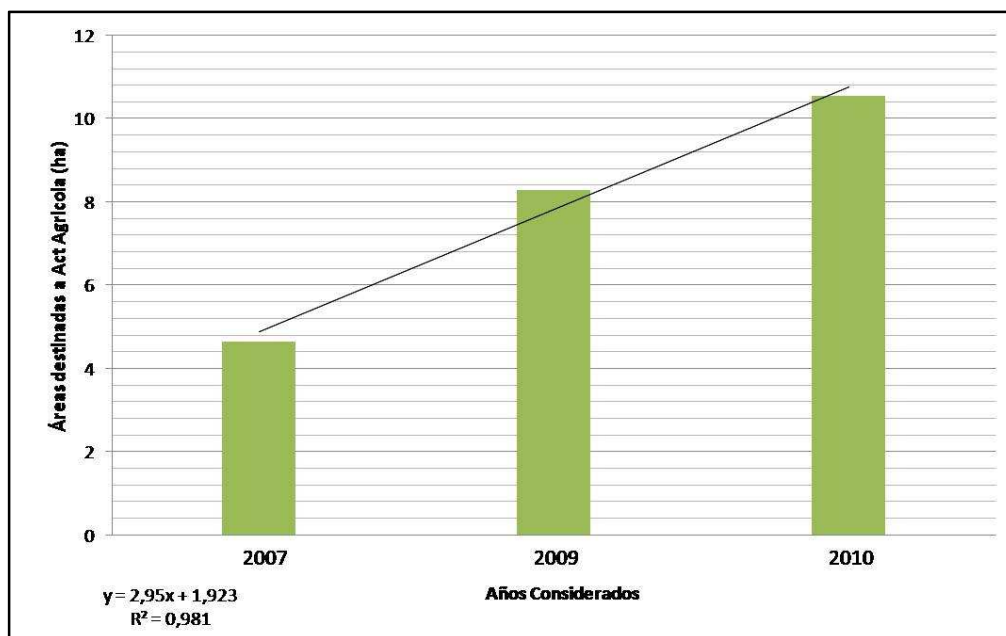


Figura 44. Recuperación progresiva de las áreas de cultivos períodos 2007, 2009 y 2010.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el año 2010, ya se había cedido un área de 21,04 ha a Radio Nacional Venezolana (RNV) para la ubicación de una antena, pero para esta fecha aún no se había delimitado. Por lo que se observa la remoción de terreno para la construcción de la base de esta estructura hacia el noreste del ámbito de estudio. También se observa en las adyacencias un proceso de invasión de áreas antes destinadas a la actividad agrícola hacia el Este para la conformación de barrios y al oeste para parcelamientos con destinos agrícolas.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

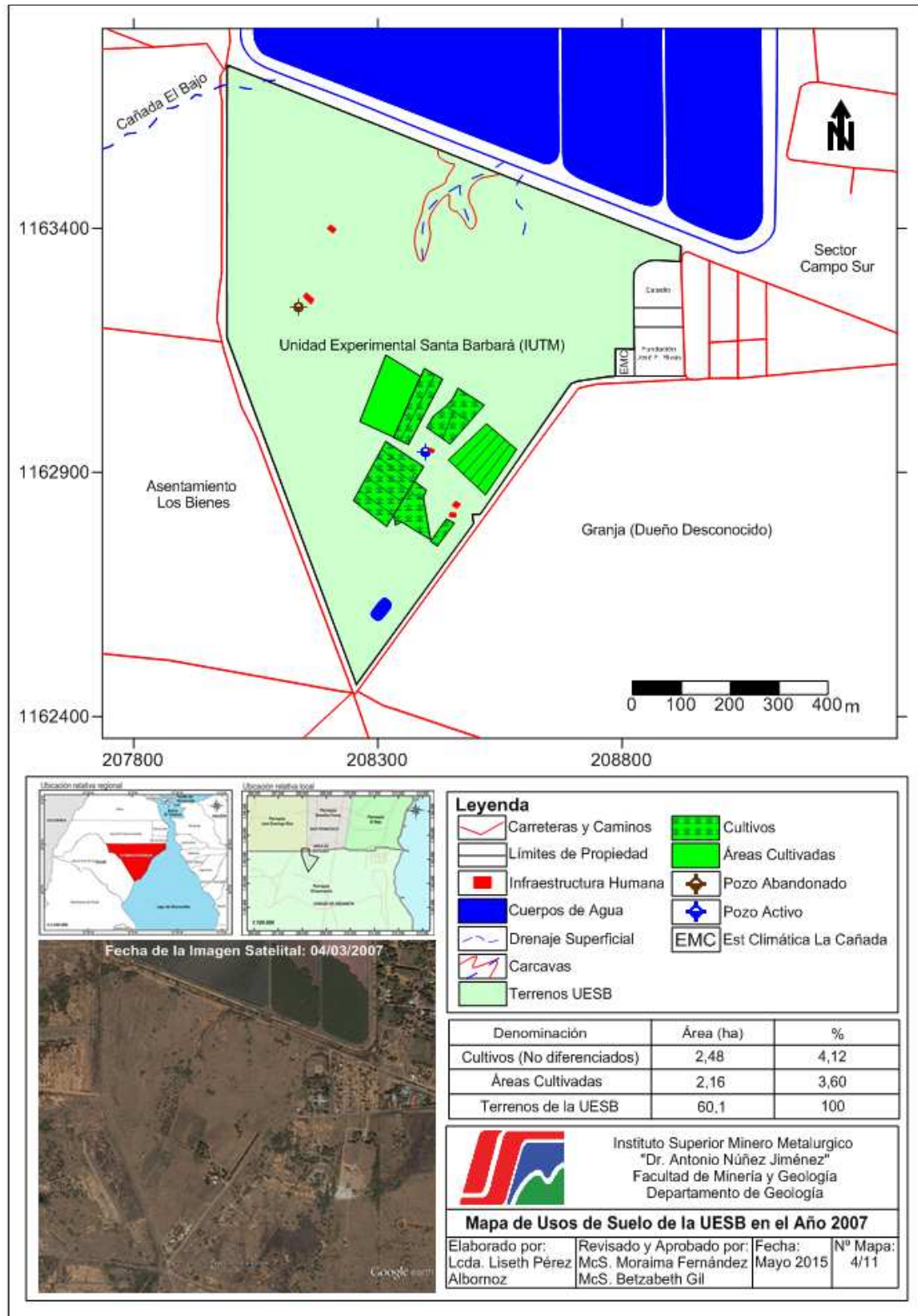


Figura 45. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2007.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”

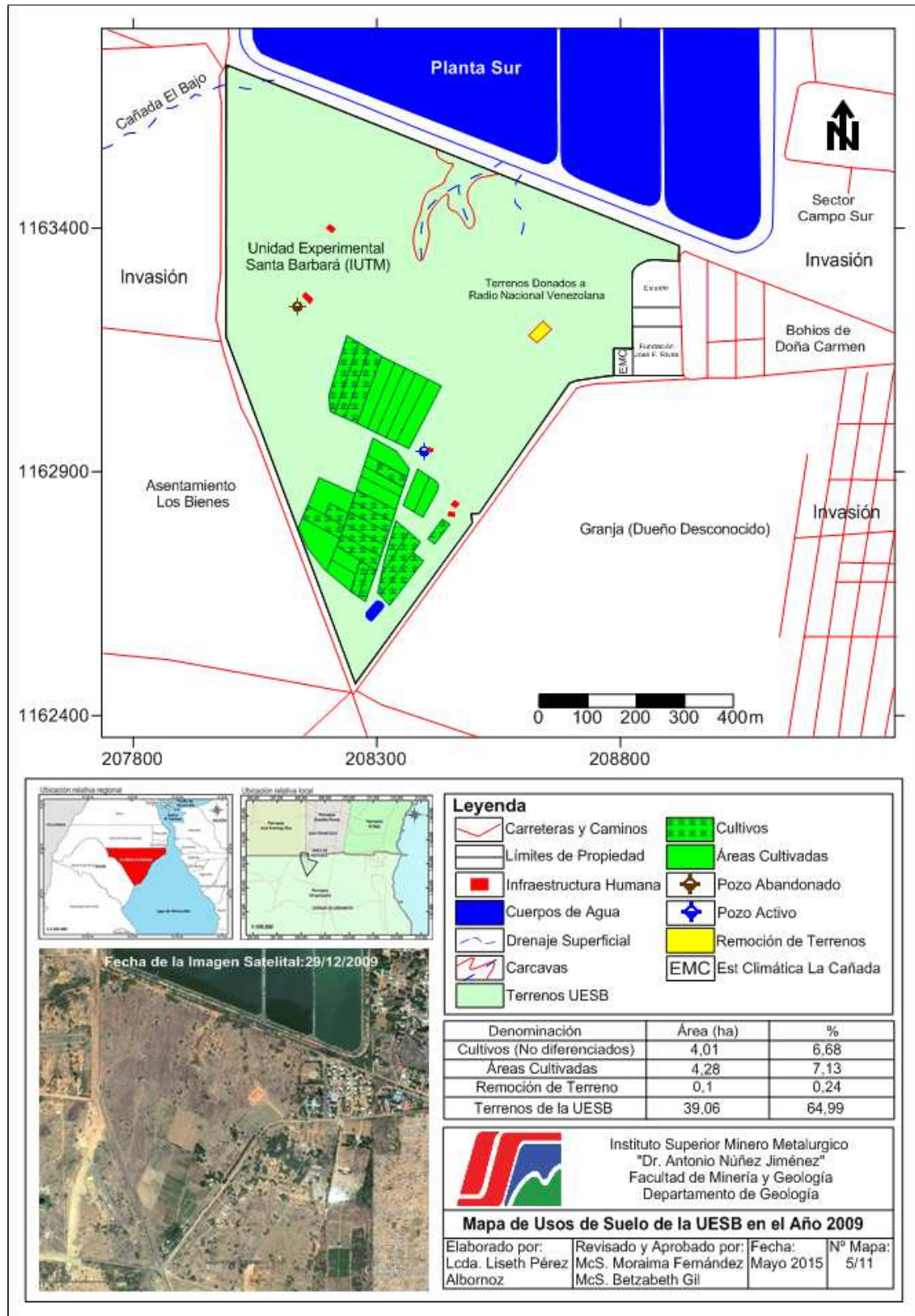


Figura 46. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2009.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

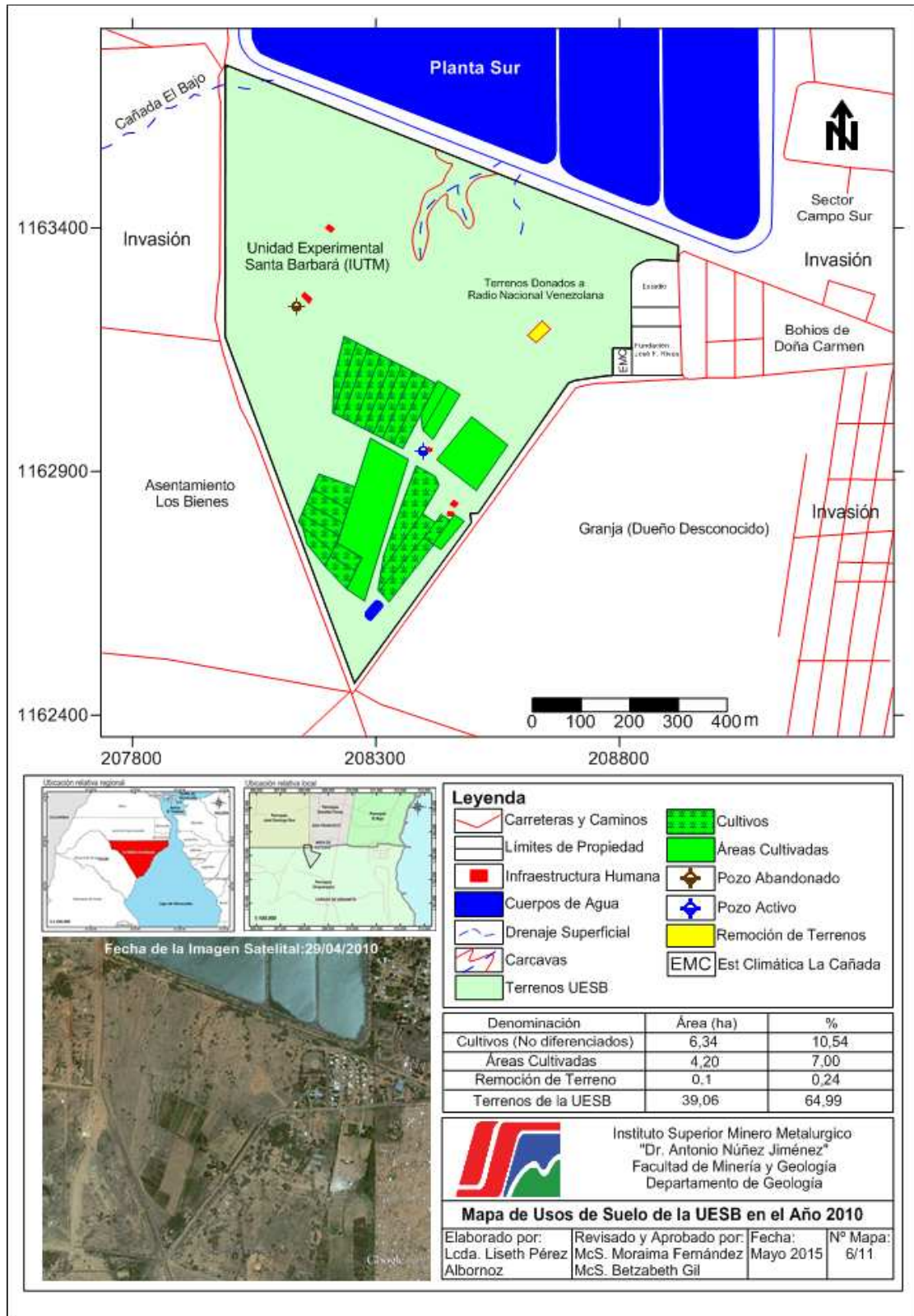


Figura 47. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el año 2011 (Figura 48) hacia el norte, en las cercanías de la Cañada El Bajo se observa el inicio de una de las actividades más degradante de la zona, como es la extracción de la capa vegetal y el argílico del área, aunque a nivel agrícola son zonas muy pobres para el establecimiento de cultivos, la afectación del área representa un grave problema porque representa una pérdida de valor paisajístico, además de incidir en la potenciación de los procesos erosivos en el ámbito de estudio. Lo más grave es su cercanía al cauce de la cañada El Bajo, esta afectación acarreará consecuencias a largo plazo al afectar su cuenca hidrológica. En este año, las áreas de cultivo y cultivadas se redujo a 9,7 ha representando una pérdida de 8% de las zonas de producción en comparación con el 2010.

En el año 2012 (Figura 49), se observa al norte y noreste una deforestación de 26 ha, y el aumento de la extracción de capa vegetal en dos zonas al norte de la UESB (área invadida); y, al este dentro de los terrenos cedidos a RNV, afectando un total de 2,62 ha. Asimismo se observa la presencia de vertederos no controlados (1,04 ha) al noreste en los terrenos de RNV. Las áreas de cultivos siguen reduciéndose y para esta fecha alcanza 5,88 ha (baja un 39% las áreas destinadas a cultivos). Por otro lado, se comienza a observar la ubicación de buses dañados del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo, uso que en la actualidad continua, se considera un daño al paisaje propio de la UESB.

En el año 2013 (Figura 50), la zona de extracción de capa vegetal y argílico, al norte de la UESB, se extiende hasta abarcar 3,98 ha; la otra área es abandonada y comienza a ser utilizada como vertedero no controlado; mientras que el vertedero antiguo fue abandonado y rellenado con otro material (No fue posible verificar el mismo). Las áreas de cultivos y cultivadas abarcaron 4,79 ha. Es importante recalcar, la importancia del cuidado de esta zona con estos tipos de usos inapropiados, porque los suelos son permeables y el área es afectada por la falla La Ensenada, es posible la contaminación de los acuíferos que abastecen a la comunidad.

En estos tres años, se observa una tendencia negativa de reducción de las áreas destinadas a las actividades agrícolas (Figura 51), teniéndose una disminución promedio de 2,86 ha por año.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

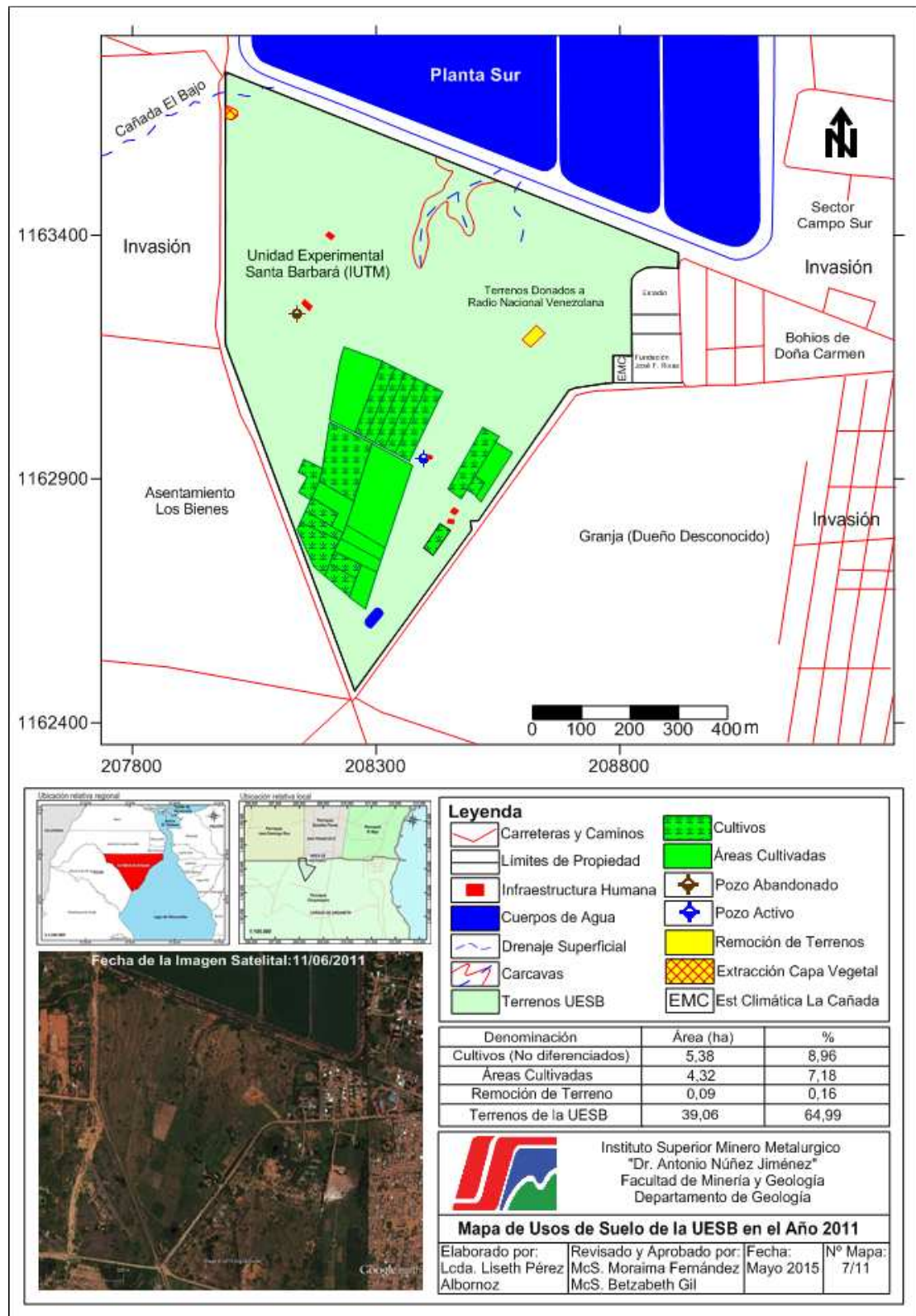


Figura 48. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2011.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

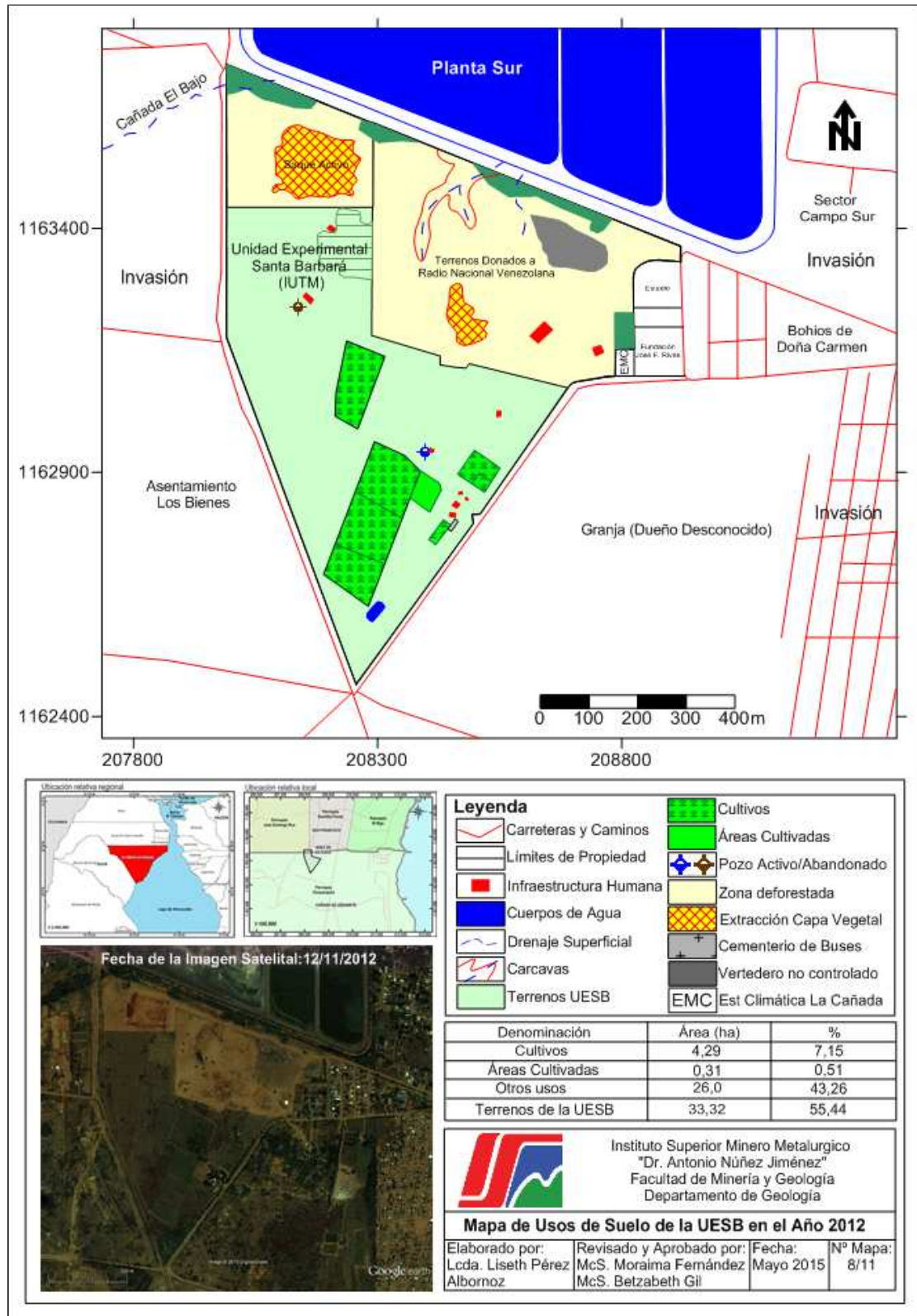


Figura 49. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2012.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

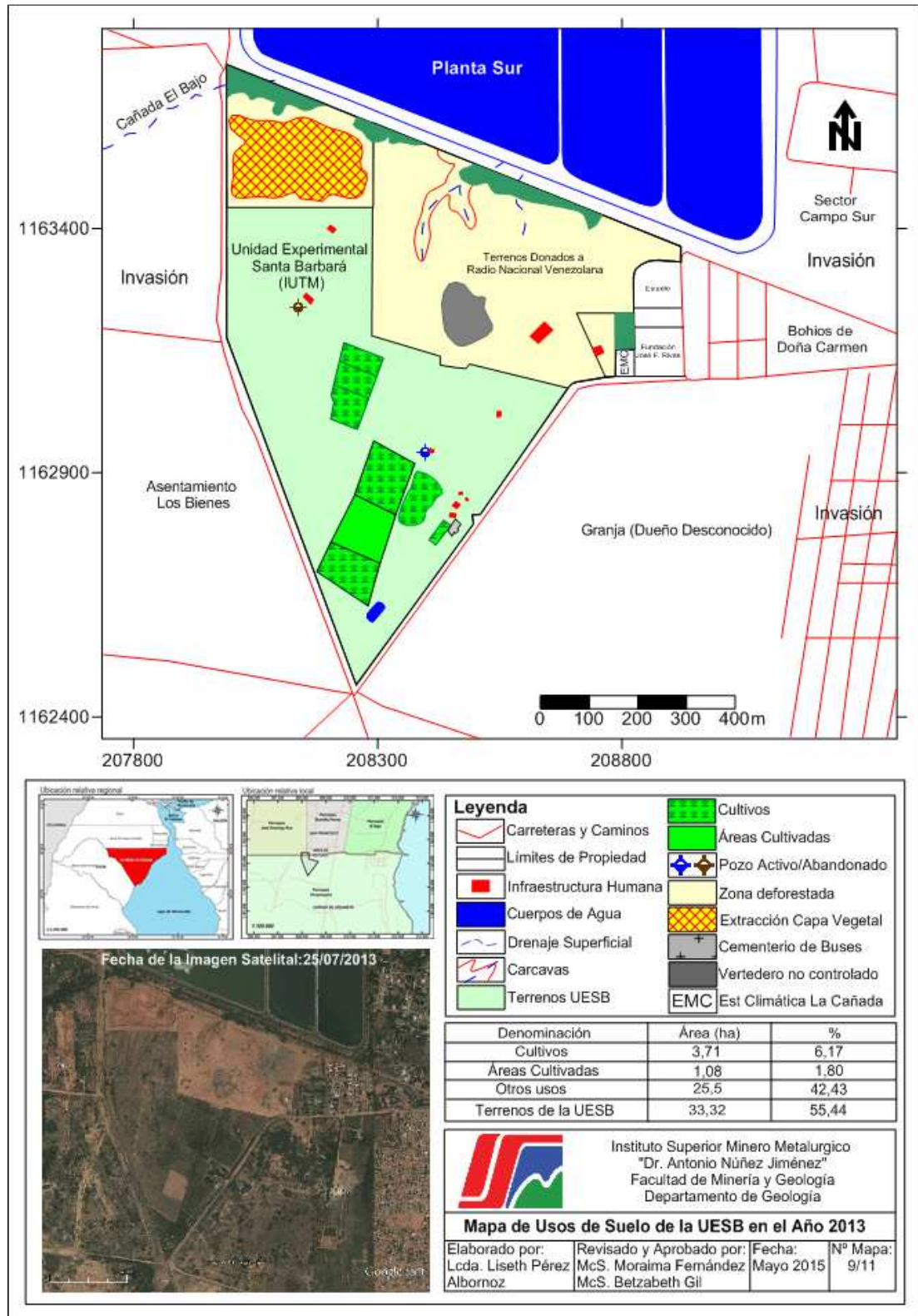


Figura 50. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2013.
Fuente: Elaboración propia, 2015.

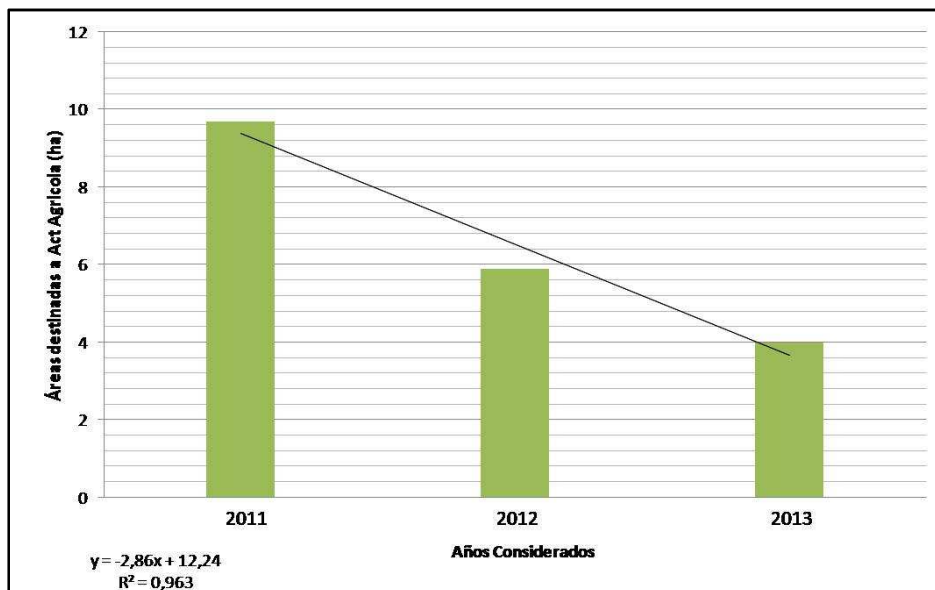


Figura 51. Recuperación progresiva de las áreas de cultivos períodos 2007, 2009 y 2010.
Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el año 2014 (Figura 52) y enero de 2015 (Figura 53), se mantienen prácticamente las mismas áreas destinadas a actividades agrícolas (4,37 y 4,63 ha, respectivamente). Las otras actividades continúan en un proceso acelerado de afectación al área. La antigua zona de extracción ubicada al norte ahora es utilizada como vertedero no controlado y los desechos sólidos abarcaban 2,09 ha.

Cabe destacar que para el 2014, se inicia una nueva zona de extracción (0,8 ha) de la capa vegetal y argílico al noroeste de los terrenos cedidos a RNV, en el límite noreste de la UESB. En enero del 2015, ya se había extendido hasta abarcar 1,36 ha. La acumulación de desechos sólidos en el saque inactivo ya abarca 3,9 ha en este mismo período y continúa en expansión.

En algunas de las visitas al área se observó pequeñas quemaduras de estos desechos sólidos ocurridas de la autocombustión de los mismos ante las altas temperaturas y las bajas precipitaciones propias del clima de la zona.

A forma de conclusión el área está bajo una fuerte presión ambiental ante los diferentes usos inapropiados que han tenido lugar y que ha repercutido en las actividades agrícolas.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

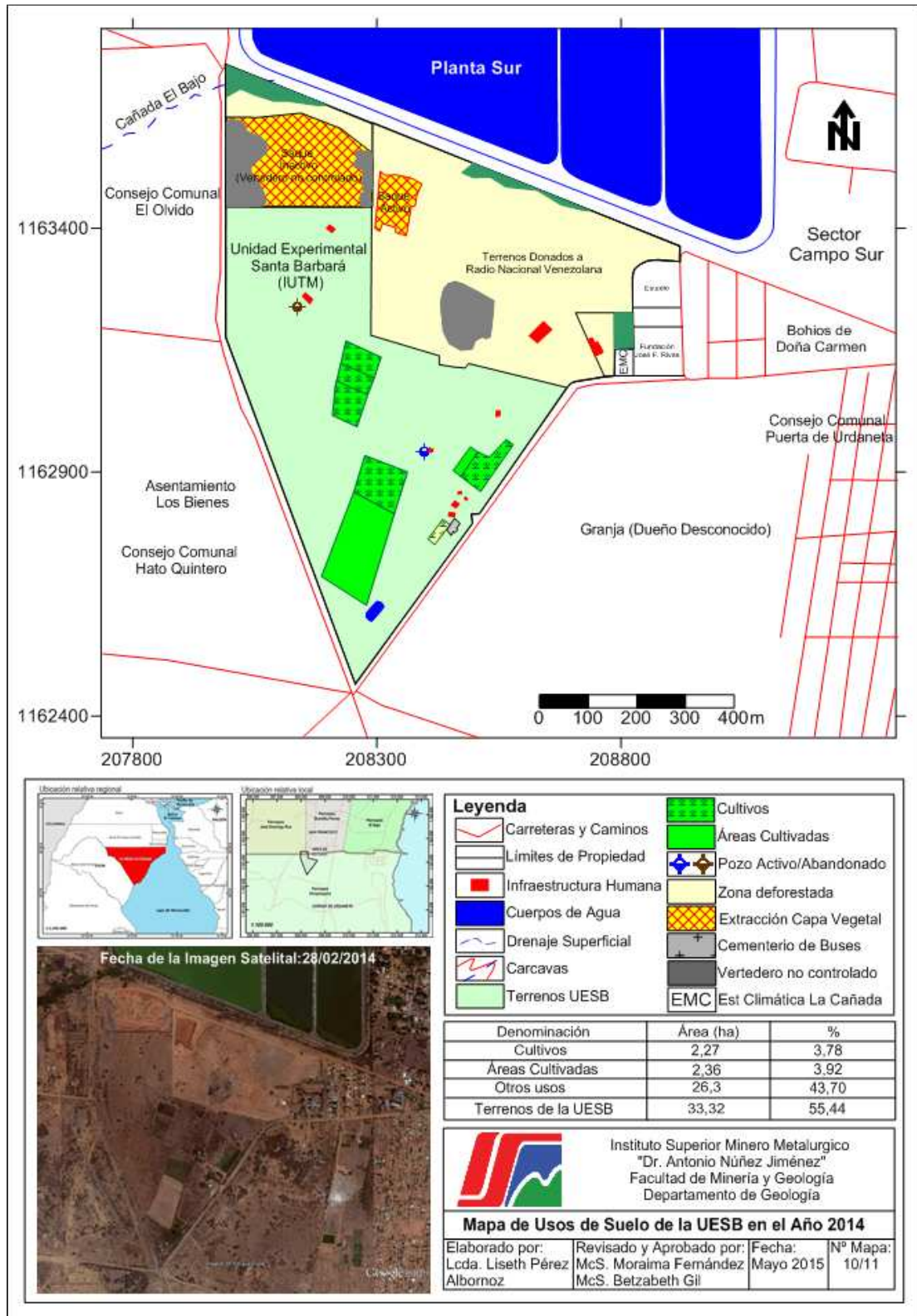


Figura 52. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

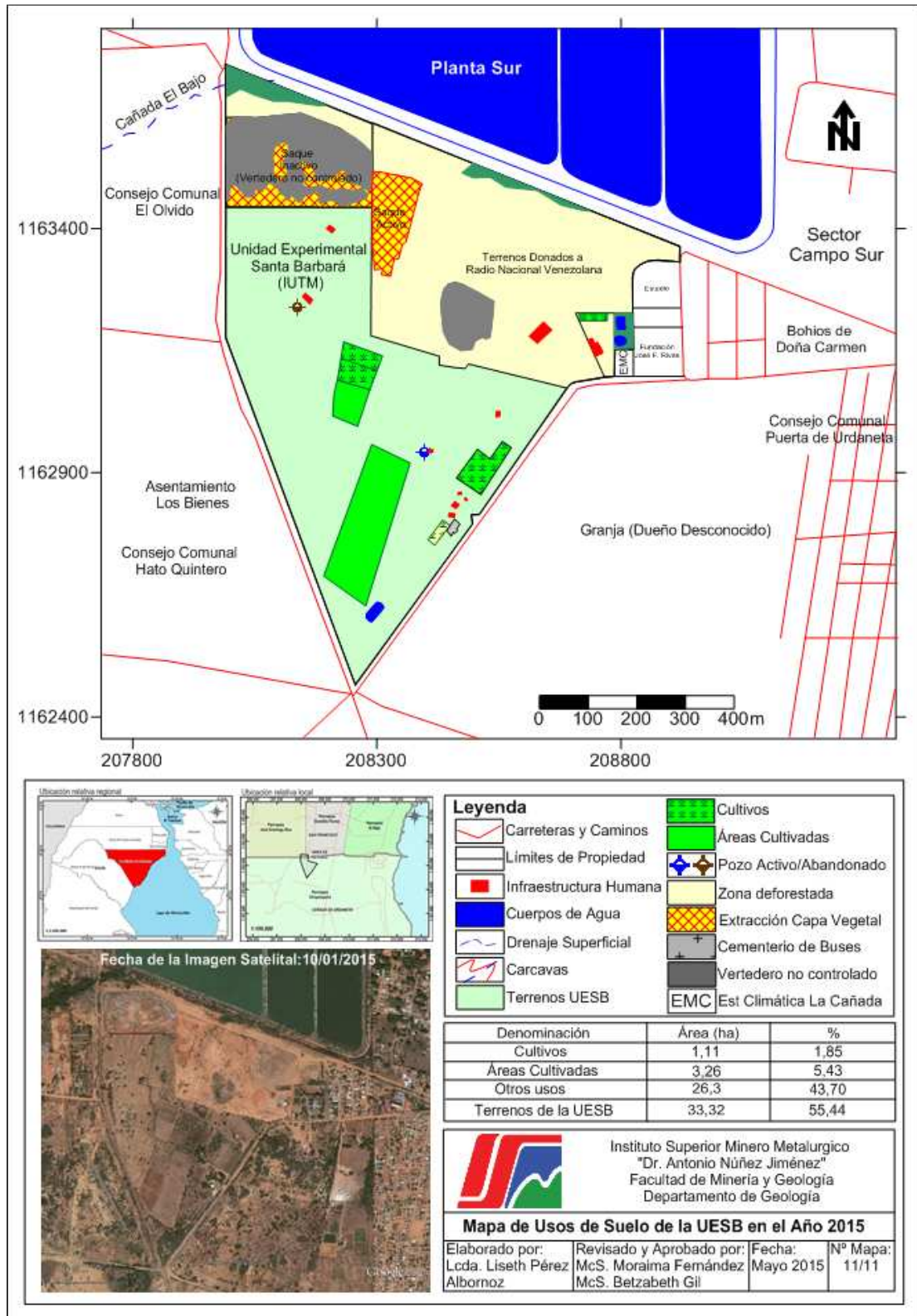


Figura 53. Mapa del Uso Espacial de la UESB en el año 2015.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.9. Problemática Ambiental en el Ámbito de Estudio

Del análisis del uso del espacio realizado en el ámbito de estudio se pudo observar una serie de acciones que tienen incidencias negativas sobre el ambiente y que pueden causar efectos no previstos (Tabla 7). Estas acciones se describen a continuación:

Tabla 7. Problemática Ambiental del Ámbito de Estudio

Acción	Componente Ambiental Impactado	Efectos
Deforestación	Suelo	Aumento de la erosión y pérdida de capa vegetal
Extracción y remoción de Capa Vegetal y Argílico	Suelo y paisaje	Cambio de la geomorfología y potenciación de los procesos erosivos. Pérdida de belleza escénica
Vertedero no Controlados	Suelo, agua, aire y paisaje	Contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas. Pérdida de belleza escénica y del valor de los terrenos y de los productos agrícolas que se desarrollan en la comunidad.
Ubicación de buses en mal estado	Paisaje	Pérdida de belleza escénica de la UESB.

Fuente: Elaboración Propia, 2015.



Figura 54. Área deforestada, se observa suelo desnudo y vegetación dispersa.

Fuente: Pérez L. 2015.

3.9.1. Deforestación

Esta acción se observa desde la imagen satelital analizada del año 2012 y abarcó un total de 26 ha. Es importante destacar que después de dos años y medio, el ecosistema

aún no se ha podido recuperar y el área se observa con poca vegetación típica del área muy dispersa con suelos desnudos (Figura 54). No se pudo cotejar esta información con datas de inventario de biodiversidad, pero se cree que esto representó una importante afectación para la flora y la fauna del lugar. Así como también para los habitantes de las zonas en afecciones pulmonares y respiratorias por el levantamiento de polvo por los vientos que afectan el lugar, la población infantil ha sido la que mayor riesgo a la salud ha enfrentado en la comunidad, de acuerdo con entrevistas realizadas a la representante del Consejo Comunal El Olvido.

3.9.2. Extracción y remoción de capa vegetal y argílico

Esta actividad se desarrolla desde el 2011 y ha afectado un área aproximada de 6,91 ha, al momento del estudio y continúa en expansión en los terrenos cedidos a RNV (Figura 55). Estos suelos son pobres en materia orgánica y deficiente en nutriente, se considera un ecosistema frágil de intervención delicada por lo que los usos registrados en los últimos cuatro años han representando una amenaza continua a la degradación física y química de los suelos.



Figura 55. Saque Activo en la zona de estudio
Fuente: Pérez L. 2015.

Cabe destacar, que las actividades agrícolas desarrolladas desde los años 70 en la zona, han sido desarrolladas con métodos tradicionales sin el empleo extensivo de agroquímicos, por lo que representaba un riesgo bajo al ecosistema, pero desde los inicios de la extracción de la capa vegetal y argílico en el área, la degradación ha

aumentado de forma acelerada e incidido sobre la producción agrícola de la zona. Esta acción ha desencadenado los procesos erosivos en el área de estudio provocando la aparición de carcavamientos al norte de la UESB (Figura 56).



Figura 56. Carcavamientos al norte de la zona de estudio
Fuente: Pérez L. 2015.

Para finalizar se puede resaltar la importancia de los procesos erosivos al norte de la UESB, donde la fracción fina ha sido barrida por los vientos, ante la presencia de suelos desnudos con vegetación muy dispersa.

3.9.3. Vertederos no Controlados

Los vertederos se desarrollan en las áreas abandonadas de extracción de capa vegetal y argílico (Figura 57). Se observa al norte en antiguos terrenos de la UESB y en los terrenos cedidos a RNV. También se observan en las orillas de los caminos hacia el ámbito de estudio. Es importante destacar que en estas áreas se dispone cualquier tipo de desecho por lo que se estima que los lixiviados que allí se generan deben ser altamente contaminantes para los suelos y las aguas (superficiales y subterráneas).

Otro daño asociado a esta actividad, es la pérdida de belleza escénica, del valor de los terrenos y de las cosechas producidas en el área, además de las implicaciones de salud de los habitantes de la zona y de los consumidores finales de los productos agrícola del área. Se estima conveniente un estudio de la contaminación de estos vertederos no controlados y su incidencia en la calidad de las aguas subterráneas (fuente de suministro de agua de la comunidad) y de los rubros agrícolas; así como de los potenciales riesgo para la salud humana local y regional.



Figura 57. Vertedero no controlado al norte de la zona de estudio
Fuente: Pérez L. 2015.

3.9.4. Ubicación de buses en mal estado en la UESB

En la entrada de la UESB se ha establecido un estacionamiento improvisado para buses en mal estado y desincorporado del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Este es el uso más reciente y su impacto es sobre todo visual (Figura 58).



Figura 58. Buses en mal estado estacionados a la entrada de la UESB
Fuente: Pérez L. 2015.

3.10. Caracterización e Importancia del daño en la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables de la UESB.

El daño ambiental observado, se caracterizó tomando en cuenta su significancia e irreparabilidad. En la primera se consideró cinco factores: grado de perturbación, duración, extensión, vulnerabilidad y pérdida de valor social. El daño se estimó de significancia crítica (Tabla 8).

Los valores y criterios considerados para la estimación de la irreparabilidad se estableció por cada receptor (Subsistema afectado) y luego se promedió (Tabla 9), dando como resultado un daño reparable (Tabla 10). Aunque el daño al subsistema suelo es irreparable desde un punto de vista geológico, y al ser este recurso de gran valor al igual que el agua, para el desarrollo de las actividades propias de la zona, la importancia del daño es muy grave siendo necesario la atención inmediata por los entes correspondientes en materia ambiental.

Tabla 8. Estimación de la Significancia del daño en la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables

Factor	Criterio	Valoración	Puntuación
Grado de perturbación	Se registran cambios en el relieve y geomorfología del área afectada.	Muy Alta	9
Duración	Si el tiempo total es o estará entre 1 año y 10 años	Alta	7
Extensión	Dentro de un rango de 10 y 100 km ²	Alta	7
Vulnerabilidad	Al menos uno de los ecosistemas involucrados puede ser categorizado como “Vulnerable”	Alta	7
Pérdida de Valor Social	afecta entre 50% y 75% de la población presente en el área de influencia del daño	Alta	7
Suma de los Factores GP+Du+Ex+Vu+VS			37
Componente		Cualificación Significancia	Puntaje
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables		Crítica (39 pto)	9

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 9. Estimación de la Irreparabilidad e Importancia del daño en la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)

Sub Componente	Irreparabilidad	Puntuación
Suelo	Muy Alta	10
Agua	Alta	8
Aire	Media	6
Biodiversidad	Media	6
Paisaje	Alta	7
Promedio		7

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Significancia de la Afectación	Crítica	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	Alta	8	8	16	24	32	40	48	56	54	72	80
		7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	Media	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
		5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Baja	4	4	8	12	16	20	24	27	32	36	40
		3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	No Significativa	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
		1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Magnitud del Daño Sign*Irrep	Cualificación Daño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	entre 50 y 100	Muy Grave	Reparable								Irreparable	
entre 21 y 49	Grave	Irreparabilidad										
entre 5 y 20	Leve											
entre 1 y 4	Irrelevante											

Importancia del Daño = Significancia * Irreparabilidad

B&RNR	Cualificación del daño
Importancia del Daño=9*7= 63	Muy Grave

Figura 59. Importancia del Daño Ambiental Observado

Fuente: Modificado de GreenlabUC, 2012.

3.11. Alternativas de solución

Las alternativas de solución planteadas en este trabajo, se describen a continuación:

3.11.1. Estrategia para el control y solución de los problemas de erosión del suelo

Para controlar el desarrollo de cárcavamiento y pérdida del suelo al norte de la UESB se debe conseguir la estabilidad del talud sur (Zona Crítica en el desarrollo de cárcavas) del antiguo área de Saque actualmente utilizada como vertedero no controlado.

Estrategia de acción: Diseño de un proyecto para la estabilidad del Talud Sur del área de saque al Norte de la UESB dirigido por los PNF Obras Civiles, Geociencias, Agroalimentaria y Materiales Industriales. La elaboración del presupuesto y demás aspectos administrativo del proyecto: PNF en Contaduría y Administración

3.11.2. Estrategia para la rehabilitación de las áreas utilizadas como vertederos no controlados

Para controlar los efectos negativos de los vertederos no controlados al norte y este de la UESB, se debe diseñar un proyecto para su rehabilitación, previo estudio de sus lixiviados y la peligrosidad a la población humana y animal que se abastece de las aguas de los acuíferos presentes en el área.

Estrategias de acción:

Diseño de un proyecto para la evaluación de la contaminación de los acuíferos del área dirigido por el PNF en Geociencias.

Búsqueda de Alianzas estratégicas con Planimara e ICLAM para obtener la información necesaria en la evaluación de los acuíferos.

Diseño de un plan para el cierre y rehabilitación de las áreas utilizadas como vertederos, evaluado desde un punto de vista medioambiental, técnico y económico, deben involucrarse todos los PNF del IUTM.

3.11.3. Estrategias para evitar las actividades de extracción de Capa Vegetal y argílico al E de la UESB

Establecer una agenda de reuniones con los representantes de Radio Nacional Venezolana (RNV) y directivos de FUNDAIUTM para la evaluación de esta problemática con objeto de detener las actividades de extracción de capa vegetal y argílico en los terrenos donados a RNV.

Formular la denuncia ante los entes competentes en materia ambiental (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y de Agricultura, Alcaldía de La Cañada de Urdaneta, Gobernación del Estado Zulia), con objeto de detener la extensión de la extracción de material que afecta la producción de la zona y la soberanía agroalimentaria.

Otras Acciones:

Involucrar a la masa estudiantil, mediante charlas, en la problemática ambiental existente en la Unidad Experimental Santa Barbará, para generar una sensibilización en torno a este espacio cedido en comodato al IUTM, para fines de investigación y desarrollo de práctica del PNF en agroalimentaria.

Establecer en las instalaciones de la UESB, una extensión de sus programas curriculares y cursos, dirigidos a las comunidades aledañas, en aras de fortalecer su relación con la misma, y de esta forma convertirlos en aliados.

Reubicación del cementerio de buses ubicado en la entrada de la granja, que le quita belleza escénica a la misma.

CONCLUSIONES

La Unidad Experimental Santa Barbará, se encuentra emplazada en la Cuenca de la Cañada El Bajo, dentro de la planicie de Maracaibo, siendo su pendiente inferior al 1%. Sus suelos son arenosos, muy permeables y bajo en nutrientes formados a partir de la descomposición de la Formación El Milagro del Pleistoceno. El clima es semiárido con bajas precipitaciones, altas temperaturas y alta evaporación, siendo indispensable el empleo de riego para las actividades agrícolas que en ella se desarrollan. Se encuentra además dentro de la zona sísmica 3, presentando un riesgo moderado.

En el análisis de la composición florística se reconocieron 35 familias y 60 géneros representados en 67 especies. En cuanto a la fauna, en el área de estudio no se reportan especies de fauna endémicas que estén en peligro de extinción; sin embargo se hallaron especies de interés cinegético. La densidad faunística del área se considera baja por encontrarse en hábitats completamente intervenidos, siendo su zona de vida de un Bosque Muy Seco Tropical.

El uso predominante en la UESB es notoriamente agrícola, sin embargo desde finales del 2011 principios de 2012, se evidencia otros usos inapropiados del suelo como es la extracción de capa vegetal y argílico al norte del área, esta extracción tuvo un período corto de ejecución, y en la actualidad está siendo utilizado como vertedero no controlado. En el año 2014 se traslada esta actividad altamente degradante al Noreste del área y en la actualidad se encuentra activa.

Por los usos inapropiados de los terrenos de la UESB, se evidencia un fuerte impacto ambiental que ocasiona daños a la biodiversidad y a los recursos naturales (suelo, agua, y paisaje), que se estima crítica y reparable, con una importancia alta de intervención, al tener una magnitud del daño de 63 y una cualificación de muy grave.

Se establecieron tres estrategias generales para actuar sobre la problemática que contempla nueve acciones concretas y que pretenden mejorar la situación del ámbito de estudio.

RECOMENDACIONES

Cartografiar las distintas zonas rurales con problemática ambiental de extracción de capa vegetal y vertederos no controlados, empezando por la zona protectora de Maracaibo.

Establecer una línea de investigación abocados a las granjas administradas por el IUTM y dirigida a todos los Programa Nacional de Formación y de Avanzada desarrolladas por esta casa de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta C. y Fernández O. (1997). Teoría de Sistemas, Región y Problemática Ambiental. EdiLUZ. Maracaibo, Venezuela. 130 pp.
- Albornoz-Galindo L. (2004). Caracterización físico-ambiental de la hacienda Cata, municipio Ocumare de la Costa de Oro, estado Aragua. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Series de Informe Técnico. Maracay- Venezuela. 41 pp.
- Arango A. (2006). Caracterización Geológico-Ambiental de la Cuenca del Río Chichimequillas, Estado de Querétaro. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Bol-e, Vol. 2, No. 3. 142 pp.
- Asociación de Desarrollo Comunitario en el Quindío (ADECOQUIN) y Fundación Ecológica Reserva “Las Mellizas” (s.f.). Manual de Caracterización de Áreas Silvestres. Disponible en: <http://www.adecoquin.org/files/publicaciones/20100515111638.pdf>
- Ayala R. (2009). Análisis Tectonoestratigráfico y de Procedencia en la Subcuenca de Cesar: Relación con los Sistemas Petroleros. Tesis de Maestría. Universidad Simón Bolívar. Decanato de Estudios de Postgrado. Maestría en Ciencias de la Tierra. 273 pp.
- Benavides, J. (2015). Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Costa Rica. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". Consultada en: <http://www.fao.org/Ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/bnvdes23.htm>.
- Briceño C., Machado M., Moreno M.; y, Rodríguez A. (2015). Caracterización sedimentológica del área destinada para la construcción de una Piscina para el cultivo de Cachama, en la Unidad Experimental Santa Barbará. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Departamento de Geología e Hidrocarburos. Proyecto socio comunitario del PNFG.
- COPLANARH (1975) Inventario Nacional de Tierras Regiones: Costa Noroccidental Centro Occidental y Central. Publicación de la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Caracas, Venezuela.
- Cuenca, L. (1995). Fertilidad de los suelos de la planicie de Maracaibo. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivv.
- Decarli, F. (2009). Aguas Subterráneas en Venezuela. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Gerencia de Redes Hidrometeorológicas. Coordinación de Hidrología Subterránea. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/resumen.pdf>.
- Delgado, H. y Ramírez, L. (2008). Desarrollo sostenible de la Ganadería de Doble Propósito. Árboles y arbustos forrajeros como alternativa alimenticia para la ganadería bovina. Capítulo XXXII. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_32.pdf.

- Depaola G. (2013). Efecto de los acondicionadores sobre la retención de agua en un suelo de la planicie de Maracaibo bajo cultivo de pimentón (*Capsicum annum* L.). Trabajo de Maestría. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay- Venezuela. 60 pp.
- Duran L. (2011). Las políticas hídricas en Venezuela en la gestión del agua subterránea. Revista Voces: Tecnología y pensamiento. Volumen 5, Nº 1 - 2. Enero - Diciembre 2011, UTP Mérida. Pp 93- 106.
- Evaluación Ambiental y Argongra (2006). Estudio de caracterización del suelo Plan de sectorización “Las Laderas-Peñas Blancas” Guadarrama (Madrid). Fase de avance. Tomo 318, Folio 38, Sección 8, Hoja GU-3238. Disponible en: <http://www.guadarrama.es/PGOU/CD%20PLAN%20GENERAL/SECTORIZACION/PlanSectorizasladeras/suelos/estudiosuelos.pdf>.
- Ewel, J. Madríz, A. (1968). Zonas de vida de Venezuela. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Caracas – Venezuela.
- Fajardo, L. (2007). Bases ecológicas para la restauración de bosques secos tropicales de la Península de Macanao. Isla de Margarita. Tesis Doctoral. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC. 183 pp.
- FAO (2009). Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales – Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/ap152s/ap152s.pdf>.
- González de Juana, Iturralde de Arozena y Picard Cadillat (1980). Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas. Tomo I. Facultad de Ingeniería. Universidad central de Venezuela. Ediciones Foninves. Caracas, Venezuela.
- González M., Audemard F. y Malave G. (s.f.). Principales avances en la caracterización sismogénica y la evaluación de eventuales deformaciones permanentes de origen cosísmico, asociadas con la falla Pueblo Viejo dentro del bloque triangular de Maracaibo del Occidente Sur caribeño. Disponible en: http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/eventos/2013/cf/siisg/memorias/documentos/2_2Caracterizacion_sismogenica.pdf.
- GreenlabUC (2012). Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado. Informe Final. Disponible en: <http://www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2012/05/Metodolog%C3%ADa-para-la-Determinaci%C3%B3n-y-Characterizaci%C3%B3n-del-Da%C3%B1o-Ambiental-.pdf>.
- Guerrero M. (2009). Evaluación Geológica del Yacimiento VLA-006 del Miembro Santa Barbará de la Formación La Rosa (Mioceno), Orientada a Nuevas Oportunidades de Desarrollo en el Área 6/9/21 del Bloque I, Lago de Maracaibo. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Geológica. Trabajo de Grado. Mérida, Venezuela.
- Hokche, O., Berry, P. y Huber, O. (2008). Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela. “Dr Tobias Lasser. Caracas, Venezuela. 859 pp.

- Huber, O. y Alarcón, C. (1988). Mapa de la vegetación de Venezuela a escala 1:200.00. MARNR – IGSV.
- Instituto Colombiano de Geología y Minería (s.f). Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Tipo Flujo en la Cuenca del Río Combeima – Ibagué – Tolima. Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental. Gobierno de Colombia. 47 pp.
- Instituto de Sistemas Ambientales- Alcaldía de Maracaibo (1995). Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL). Maracaibo, Venezuela.
- Jiménez L., Noguera N., Peters W., Moreno J. y Larreal M. (1995). Caracterización Física, Química, Mineralógica y Micromorfológica de Horizontes Argílicos en la Altiplanicie de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Vol. 12, Nº 1. pp. 47 - 57
- Larreal M., Jaimes E. y Pineda N. (2014). Homogeneidad físico-química de tres series de suelo localizadas en la altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Disponible en: <http://postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2014/agro9.pdf>.
- Larreal M., Jiménez L., Polo V. y Noguera N. (2012). Definición de la serie de suelos San Francisco, en el sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo. Variabilidad de la morfología del suelo. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Vol. 29. Nº 1. Pp. 37-55.
- Larreal, M. (2005). Definición y establecimiento de la serie San Francisco en la altiplanicie de Maracaibo, sector semiárido. La Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela.
- Larreal M., Polo V., Jiménez L.; Mármol L., y Noguera N. (2013). Variabilidad de algunas propiedades físicas de los suelos para la definición de la serie “Maracaibo”, sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola. Vol. 13, Nº 1. Pp. 93-103.
- Linares, O. (1998): Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas. 691 pp.
- Llamoza, S., Duno, M., Mier, W., Riina, R., Stauffer, F., Aymard, G. y Huber, O. (2003). Libro rojo de la Flora Venezolana. PROVITA – Fundación Polar. FIBV. Conservación internacional.
- Martínez F., Roux J., Castillo J.F., Bastardo M. y Carrasquel M. (2010). Relación de la Deformación Extensional y Contractiva en la Región Centro-Sur de la Cuenca de Maracaibo: Implicancias para el Desarrollo de Potenciales Trampas Petrolíferas. INTERCIENCIA, Vol. 35 Nº 12. Pp. 883- 890.

- Martínez, M. y P. Alfonso. (2003). Especies de malezas más importantes en siembras hortícolas del Valle de Quibor, Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*. Vol. 15, Nº 2. Pp 91–96.
- Medina E. y Barboza F. (2006). Lagunas costeras del lago de Maracaibo: distribución, estatus y perspectivas de conservación. *Sociedad Venezolana de Ecología. Revista ECOTROPICOS* 19(2). Pp. 128-139.
- Medrano, C., Figueroa V., Gutiérrez W., Villalobos Y., Amaya L. y Semprún E. (1999). Estudio de las malezas asociadas a plantaciones frutales en la planicie de Maracaibo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. Vol. 16, Nº 6. Pp 583–596.
- Noguera N., Peters W., Jiménez L., y Moreno J. (1994). Centro de información y referencia de suelos para la Cuenca del Lago de Maracaibo. Caracterización química y mineralógica de los suelos de la colección. *Revista UCV*. Vol 2, Nº 2. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/1039
- Paredes, J.R; S.W. Buol. (1981). Soils in an aridic, ustic, udic, climosequence in the Maracaibo Lake basin, Venezuela. *Soil Science Society of America Journal*, 45:385-391.
- PDVSA, Intevep (1997). *Léxico Estratigráfico de Venezuela*. Disponible en: <http://www.pdv.com/lexico/lexicoh.htm>.
- Pereyra B., Moscardi C. y Muñiz V. (2009). Caracterización de la línea de base ambiental con la aplicación de herramientas geomáticas SIG. *Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial* 1(2009): 165–167.
- Phelps, Jr W. y R. Meyer de Schauensee. (1979). *Una Guía de las Aves de Venezuela*. Editorial ExLibris., Caracas. 2 da ed. 484 pp.
- Pietrangeli, M. (2006). Inventario florístico y caracterización fisonómica-estructural de los bosques y vegetación riparina buffer asociada, presentes en los alrededores de los embalses Socuy y Tulé, Edo. Zulia. Informe avance 2do año proyecto financiado con fondos nacional de ciencias, tecnología e innovación (Fonacit S1-2001001069).
- Planimara (2007). Proyecto Perforación de Pozo Parcelamiento Hato Quintero ubicado en el Municipio La Cañada del estado Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Rico A. y Del Castillo H. (1976). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestre: Carreteras, Ferrocarriles y Autopista*. Volumen I. Editorial Limusa. Mexico DF
- Soto J., Díaz J. y Ramírez M. (2014). Diagnostico florístico y fitosanitario de las especies arbóreas presentes en la parroquia Francisco Eugenio Bustamante, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. Vol. 31, Nº 3. Pp. 341-361.

The Plant List (2010). Versión 1. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/1/>

Ujueta-Lozano G. (2007). Tectónica de Bloques, delimitados por lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el Norte y Nordeste de Colombia y en el Noroccidente de Venezuela. *Geología Colombiana*, Bogotá. Vol. 32, pp.3-20.

Ujueta-Lozano G. (1993). Lineamientos de Dirección Noroeste-Sureste en los Andes venezolanos. *Geología Colombiana*, Bogotá. Vol. 18. pp. 75 – 93.

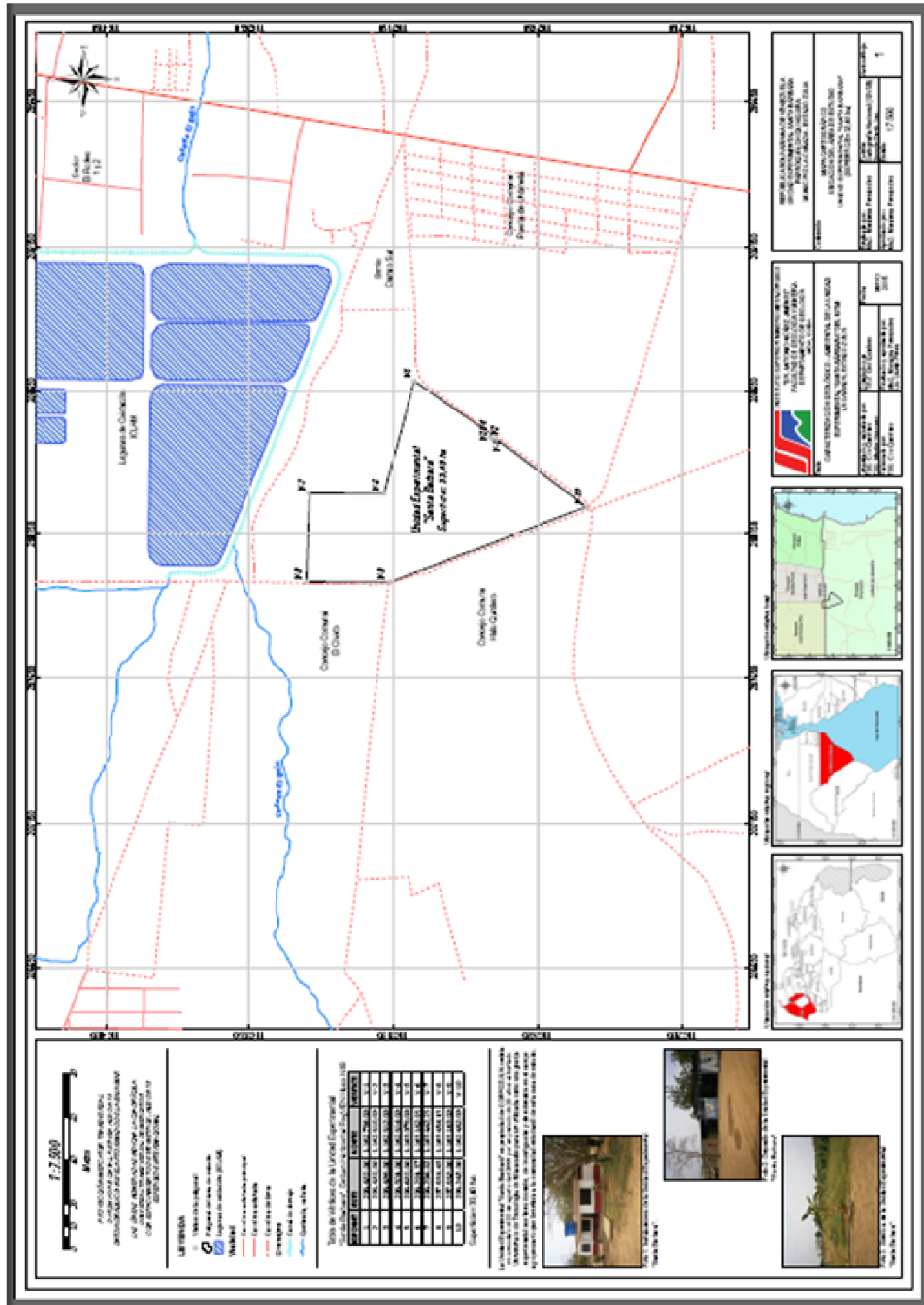
Valle A., Borges F., y Rincones C. (2000). Principales malezas en cultivos de caña de azúcar en el municipio Unión del estado Falcón, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. Vol. 17, N° 1. Pp 51–62.

Wilhelmus, P. y Villalobos, I. (1984). Características físicas, químicas y mineralógicas de los suelos de la altiplanicie de Maracaibo. Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. LUZ. Proyecto CONDES-LUZ 03-75.

XII Congreso Chileno de Ingeniería (1997). Rehabilitacion de areas utilizadas como rellenos sanitarios. Experiencias y proposiciones. Sanitaria y Ambiental Copiapó. Chile, Disponible en: http://icc.ucv.cl/geotecnia/05_publicaciones/public_prop/rehabilitación_de_areas_utilizadas_comors.pdf. Fecha de Consulta: 10 de Mayo de 2015.

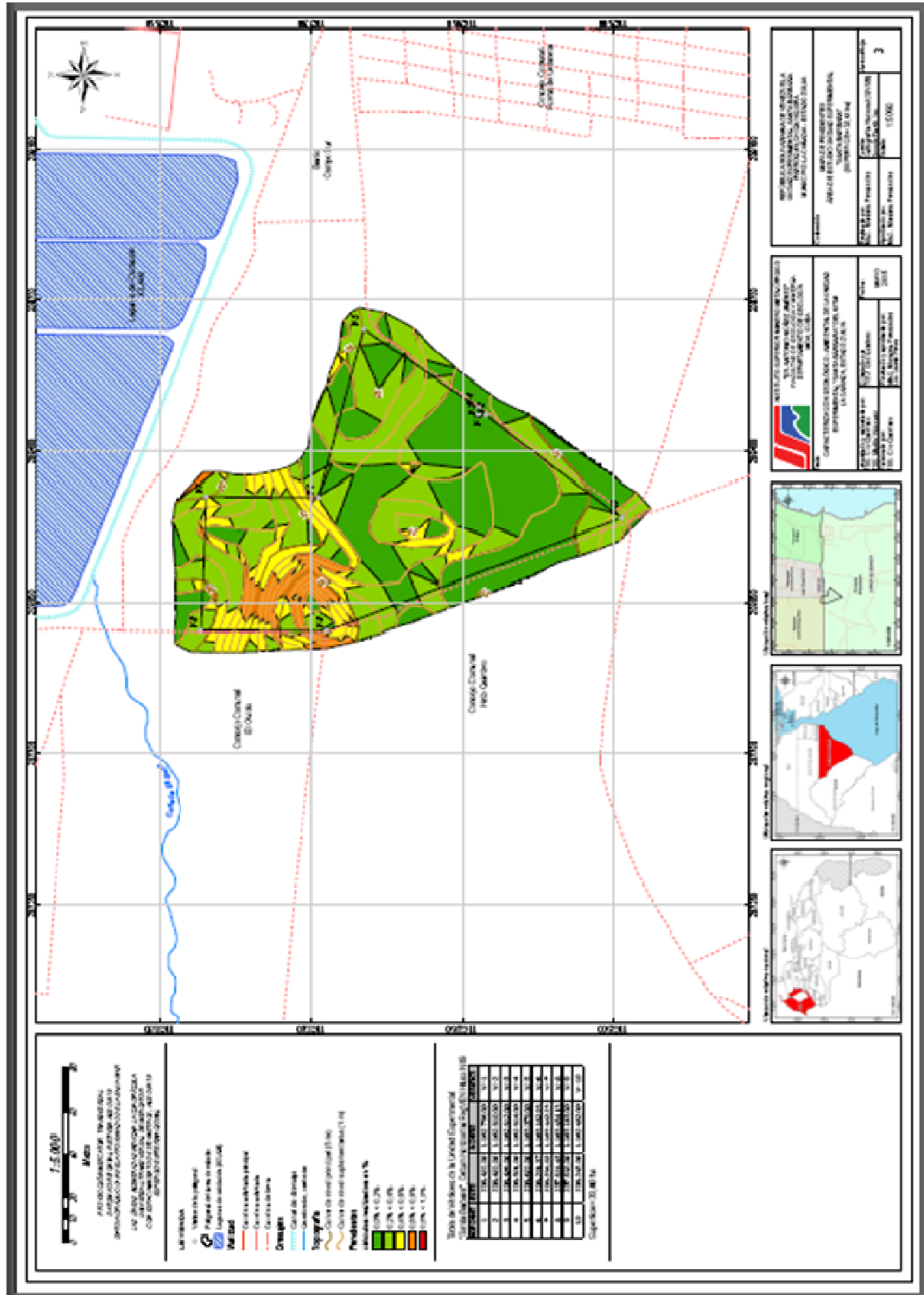
ANEXOS

Anexo 1. Mapa Cartográfico. Ubicación del área de estudio: Unidad Experimental "Santa Barbará"

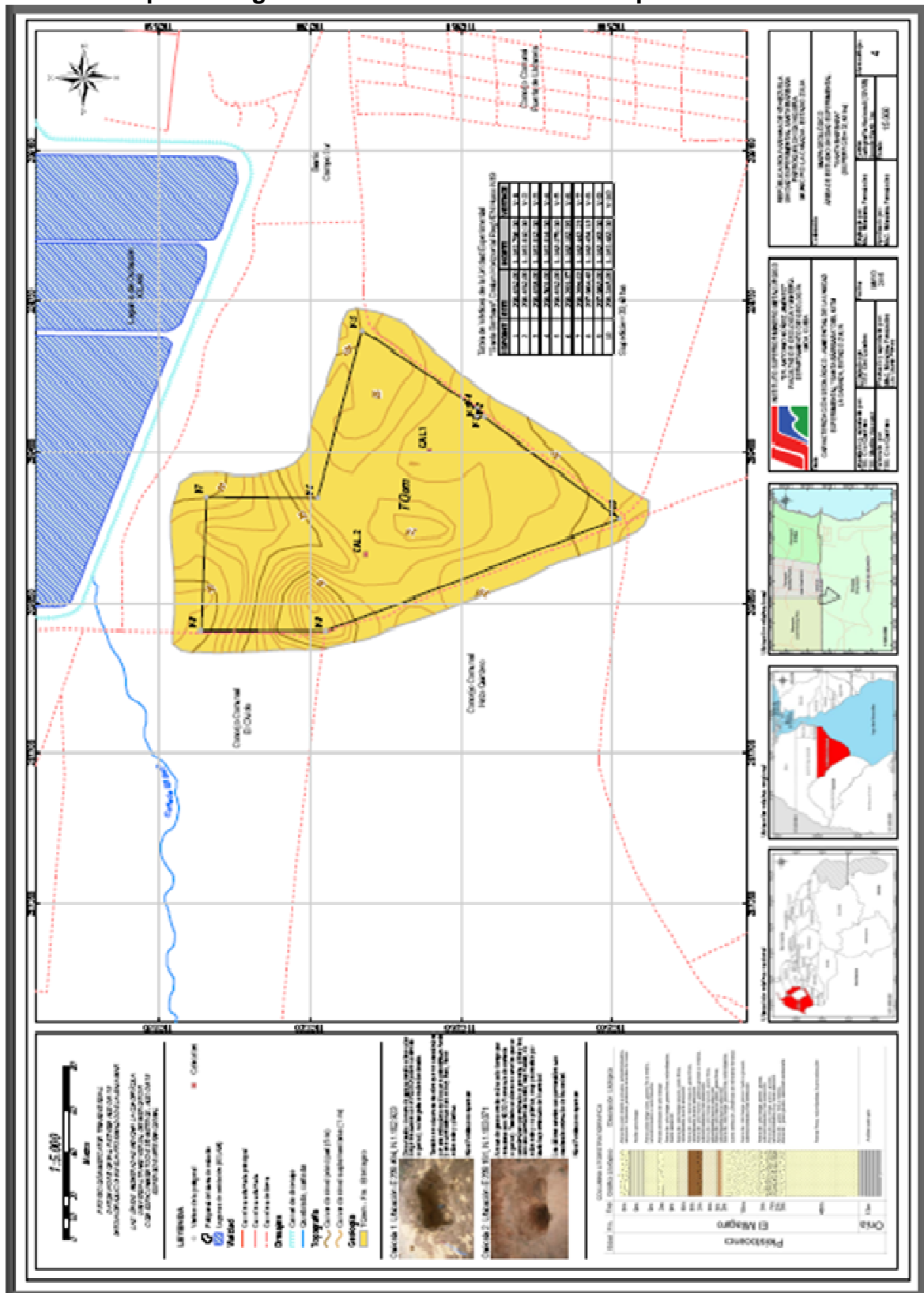




Anexo 3. Mapa de pendientes. Área de estudio: Unidad Experimental "Santa Bárbara"



Anexo 4. Mapa Geológico. Área de estudio: Unidad Experimental "Santa Barbará"

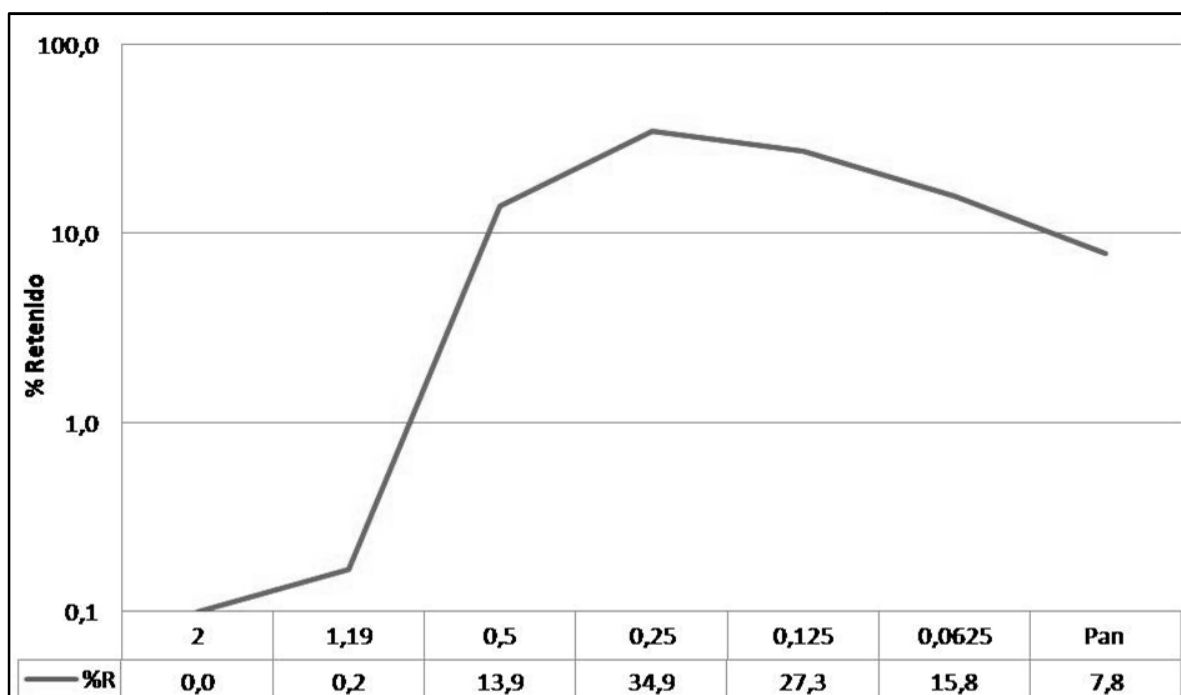


Anexo 5. Análisis de Muestras de Suelo Recolectadas por Calicatas

5.1. Análisis Granulométrico M1A

Tamiz	Diámetro (mm)	PTV (g)	PTV+MR (g)	MR	%R	%A	Leyenda
10	2	392,3	392,3	0	0	0	MR= Material Retenido PTV= Peso Tamiz Vacio R= Retenido A=Acumulado
16	1,19	459,7	460,2	0,5	0,17	0,17	
35	0,5	292,7	334,4	41,7	13,93	14,1	
60	0,25	393,9	498,4	104,5	34,9	49	
120	0,125	263	344,6	81,6	27,26	76,3	
230	0,0625	256,1	303,3	47,2	15,77	92	
Pan	Pan	437,9	461,4	23,5	7,85	99,9	
Peso Inicial= 299,4			Total	299	99,87		

Gráfico del Análisis Granulométrico



Descripción Macroscópica de la Muestra:

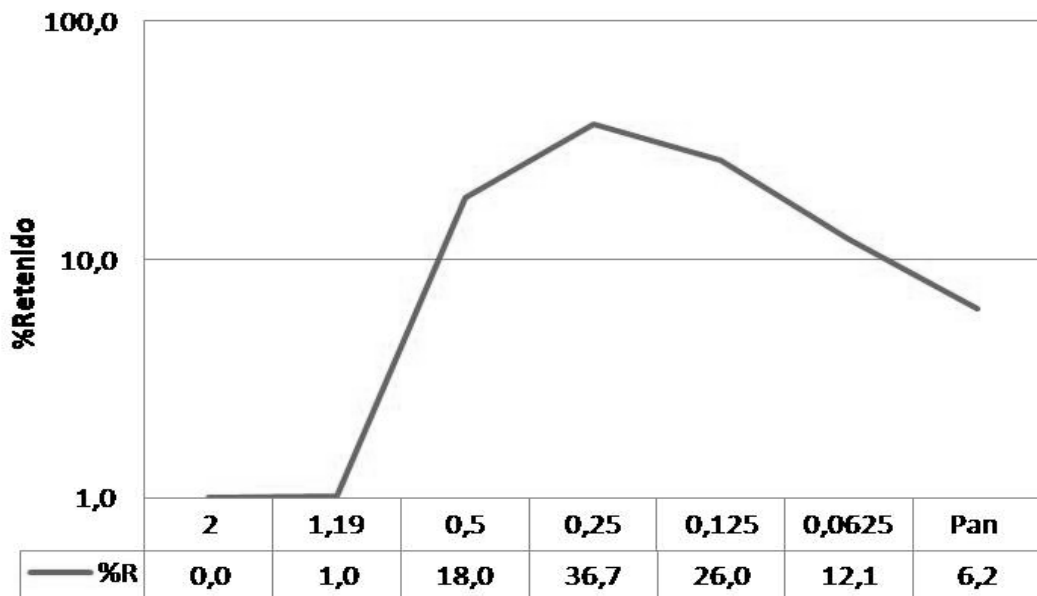
Arenas de grano fino a muy fino, subredondeado a redondeado, baja esfericidad, buena selección. Presenta un 95% de Cuarzo y 5% de minerales arcillosos y pesados.

5.2. Análisis Granulométrico M1B

Tamiz	Diámetro (mm)	PTV (g)	PTV+MR (g)	MR	%R	%A	Leyenda
10	2	390,9	390,9	0	0,0	0	MR= Material Retenido PTV= Peso Tamiz Vacio R= Retenido A=Acumulado
16	1,19	459,7	464,3	4,6	1,0	1,017	
35	0,5	292,7	374,3	81,6	18,0	19,05	
60	0,25	393,9	559,8	165,9	36,7	55,73	
120	0,125	263	380,4	117,4	26,0	81,68	
230	0,0625	256,1	310,9	54,8	12,1	93,79	
	Pan	442,7	470,8	28,1	6,2	100	
Total				452,4	100,0		

Peso Inicial= 452,4

Gráfico del Análisis Granulométrico



Descripción Macroscópica de la Muestra:

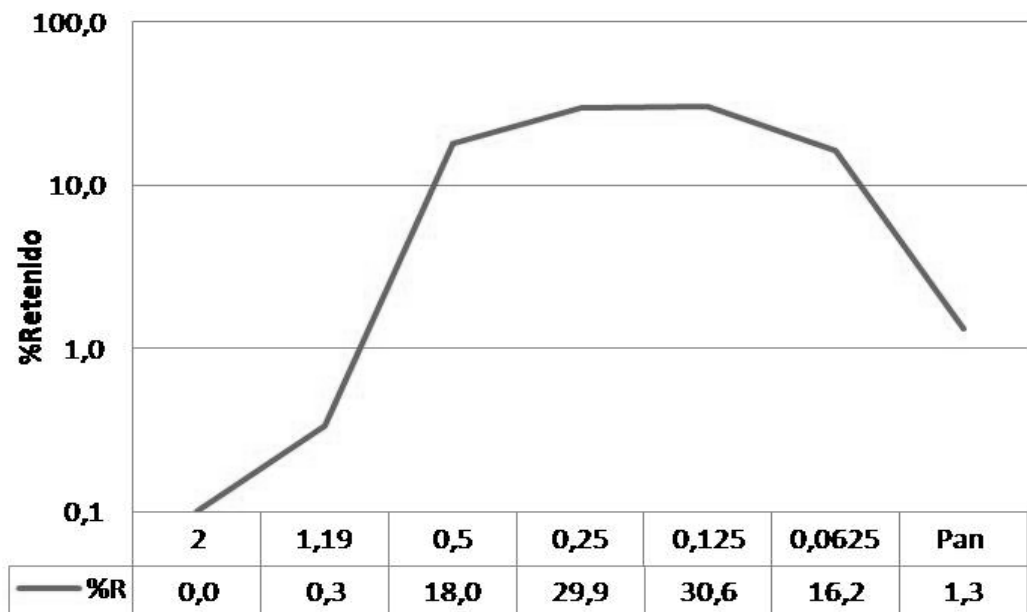
Arenas de grano fino a muy fino, redondeado a muy redondeado, baja esfericidad, buena selección. Presenta un 91% de Cuarzo y 9% de minerales arcillosos y pesados.

5.3. Análisis Granulométrico M2A

Tamiz	Diámetro (mm)	PTV (g)	PTV+MR (g)	MR	%R	%A	Leyenda
10	2	390,9	390,9	0	0,0	0,0	MR= Material Retenido PTV= Peso Tamiz Vacio R= Retenido A=Acumulado
16	1,19	459,7	461	1,3	0,3	0,3	
35	0,5	292,7	362,9	70,2	18,0	18,3	
60	0,25	393,9	510,7	116,8	29,9	48,2	
120	0,125	263	382,6	119,6	30,6	78,8	
230	0,0625	256,1	319,5	63,4	16,2	95,0	
	Pan	442,7	447,9	5,2	1,3	96,3	
				Total	376,5	96,3	

Peso Inicial= 390,9

Gráfico del Análisis Granulométrico



Descripción Macroscópica de la Muestra:

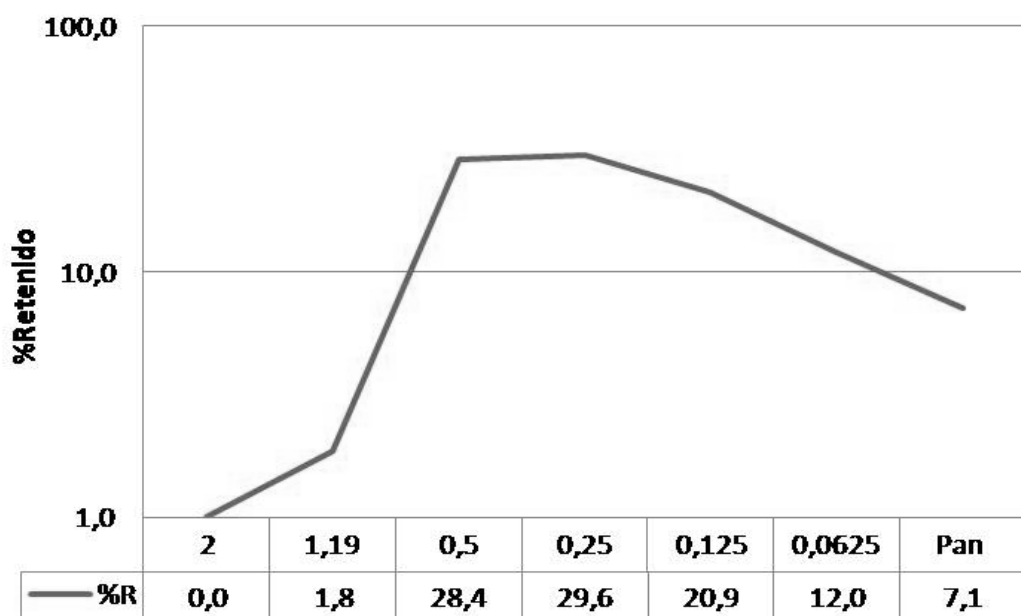
Arenas de grano muy fino a fino, redondeado a muy redondeado, alta esfericidad, buena selección. Presenta un 97% de Cuarzo y 3% de minerales arcillosos y pesados.

5.4. Análisis Granulométrico M2B

Tamiz	Diámetro (mm)	PTV (g)	PTV+MR (g)	MR	%R	%A	Leyenda
10	2	390,9	390,9	0	0,0	0,0	MR= Material Retenido PTV= Peso Tamiz Vacio R= Retenido A=Acumulado
16	1,19	459,7	464,1	4,4	1,8	1,8	
35	0,5	292,7	360,3	67,6	28,4	30,3	
60	0,25	393,9	464,3	70,4	29,6	59,9	
120	0,125	263	312,7	49,7	20,9	80,7	
230	0,0625	256,1	284,6	28,5	12,0	92,7	
	Pan	442,7	459,6	16,9	7,1	99,8	
				Total	237,5	99,8	

Peso Inicial= 237,9

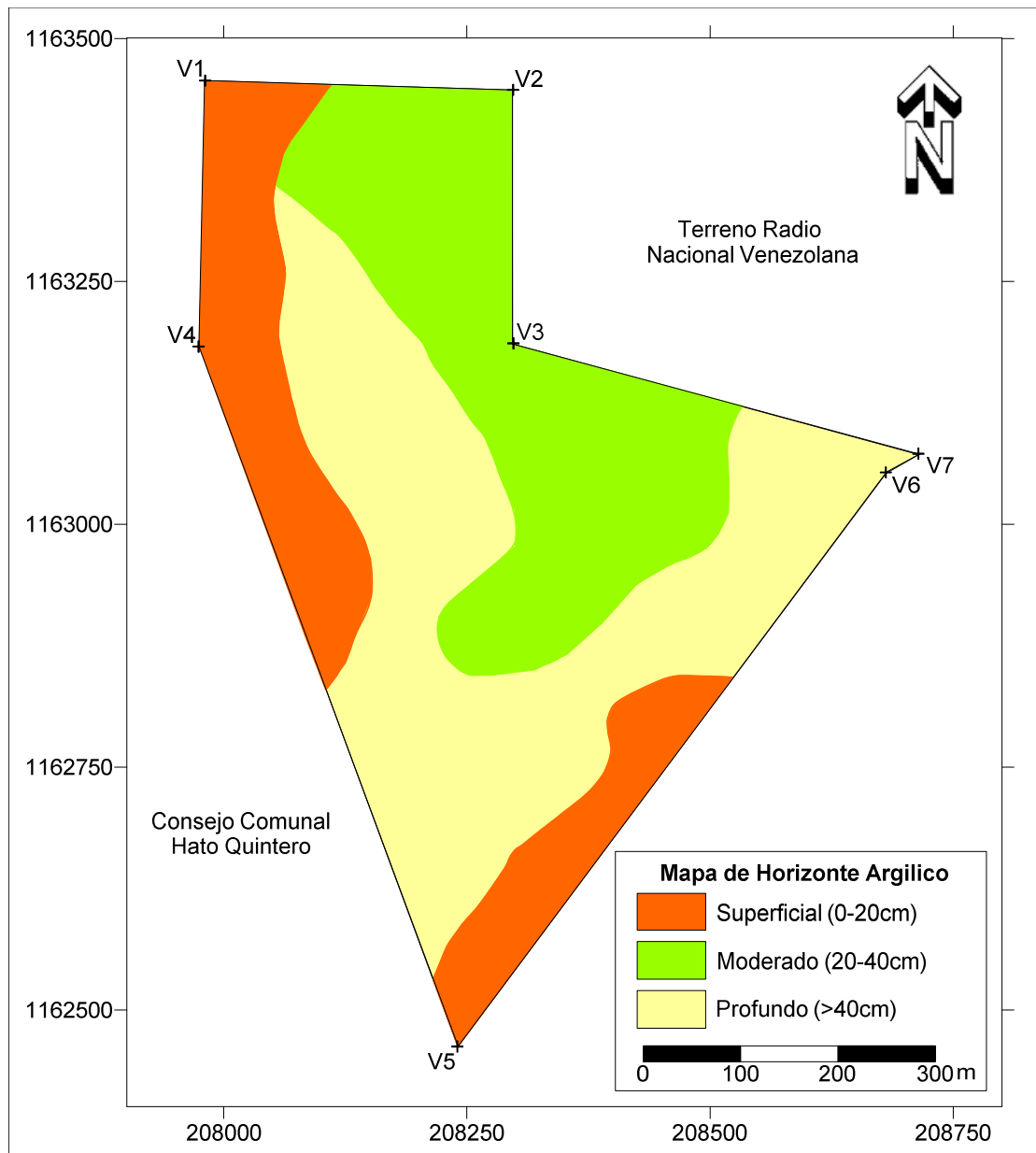
Gráfico del Análisis Granulométrico



Descripción Macroscópica de la Muestra:

Arenas de grano muy fino a fino, redondeado a muy redondeado, alta esfericidad, buena selección. Presenta un 92% de Cuarzo y 8% de minerales arcillosos y pesados.

Anexo 6. Mapa de Horizonte Argílico en la UESB



Fuente: Modificado del mapa proporcionado por FUNDAITUM (sf).

Anexo 7. Composición Florística de la Unidad Experimental “Santa Bárbara”.

Nombre científico	Nombre común	Habito	Tipo de ambiente
Amaranthaceae			
<i>Achyranthes aspera</i> L.	Rabo de alacrán	Hierba	8
Amaryllidaceae			
<i>Allium fistulosum</i> L.	Cebolla	Hierba	7
Anacardiaceae			
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Merey	Árbol	9
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Árbol	9
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	Árbol	9
Apiaceae			
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	Hierba	7
Arecaceae			
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Árbol	9
Asclepiadaceae			
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. f.	Algodón de seda	Arbusto	2, 3
Asteraceae			
<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.		Hierba	4, 5, 7
Bignoniaceae			
<i>Crescentia cujete</i> L.	Taparo	Árbol	8
Cactaceae			
<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	Tuna blanca	Cactus	1
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.		Cactus	1
Caesalpiniaceae			
<i>Cassia fistula</i> L.	Lluvia de oro	Árbol	12
Caricaceae			
<i>Carica papaya</i> L.	Lechosa	Árbol	7
Convolvulaceae			
<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	Campanilla	Liana herbácea	3, 12
Curcubitaceae			
<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai var. spp.	Patilla	Liana herbácea	7
<i>Cucumis melo</i> L. var. spp.	Melón	Liana herbácea	7
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Auyama	Liana herbácea	7
Cyperaceae			
<i>Cyperus laxus</i> Lam.		Hierba	7
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Corrocillo	Hierba	7
Euphorbiaceae			
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Pringamoza	Hierba	2

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

Nombre científico	Nombre común	Habito	Tipo de ambiente
<i>Euphorbia dioica</i> Hieron.		Hierba	7
<i>Euphorbia hirta</i> L.		Hierba	7
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Tua-tua	Sufrútice	3, 4
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca	Arbusto	7
Fabaceae			
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Matarratón	Árbol	8
<i>Phyllanthus niruri</i> L.		Hierba	7
<i>Stylosanthes hamata</i> (L.) Taub.		Hierba rastrera	7
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Frijol	Liana herbácea	7
Loranthaceae			
<i>Struthanthus</i> sp.	Guatepajarito	Epífita	1
Malvaceae			
<i>Sida aggregata</i> C.Presl	Escoba	Hierba	4, 7
<i>Sida salviifolia</i> C.Presl		Hierba	4
Martyniaceae			
<i>Craniolaria annua</i> L.		Hierba	12
Meliaceae			
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Neem	Árbol	2, 3, 4, 6, 8, 10, 12
Mimosaceae			
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Cuji negro	Árbol	1, 2, 3
<i>Acacia tortuosa</i> (L.) Willd.	Ubeda	Árbol	1, 2, 3, 6
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Lara	Árbol	6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	Árbol	7
<i>Prosopis juliflora</i> Sw.	Cuji yaque	Árbol	1, 2, 3
Musaceae			
<i>Musa</i> sp.	Topocho	Hierba	7
Nyctaginaceae			
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Tostón rosado	Hierba	7
Passifloraceae			
<i>Passiflora foetida</i> L.	Parchita de montaña	Liana herbácea	4, 7
Poaceae			
<i>Aristida pittieri</i> Henrard		Hierba	3, 4
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Cadillo bobo	Hierba	3, 6, 7
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Cadillo bravo	Hierba	3, 11
<i>Chloris ciliata</i> Sw.	Pata de gallina	Hierba	3, 6, 7
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd	Tres dedo	Hierba	3, 7
<i>Digitaria</i> cf. <i>fuscescens</i> (J.Presl) Henrard		Hierba	3, 7

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

Nombre científico	Nombre común	Habito	Tipo de ambiente
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Paja rosada	Hierba	3, 7
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simón & W.L.	Pasto guinea	Hierba	7
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Pasto elefante morado	Hierba	7
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) C.L.Hitchc.		Hierba	3
<i>Zea mays</i>	Maíz	Hierba	7
Polygonaceae			
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uvero	Árbol	12
Portulacaceae			
<i>Portulaca pilosa</i> L.		Hierba	7
Rhamnaceae			
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Manzanita	Árbol	6, 12
Rubiaceae			
<i>Ixora coccinea</i> L.	Ixora	Arbusto	12
Rutaceae			
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limon	Árbol	9
<i>Citrus cf. sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	Árbol	9
Sapindaceae			
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamón	Árbol	9
Sapotaceae			
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	Níspero	Árbol	9
Solanaceae			
<i>Capsicum annuum</i> L.	Ají dulce	Hierba	7
<i>Solanum melongena</i> L.	Berenjena	Arbusto	7
Sterculiaceae			
<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	Bretónica blanca	Hierba	7
<i>Melochia pyramidata</i> L.		Hierba	7
<i>Waltheria indica</i> L.		Hierba	2, 3, 4
Zygophyllaceae			
<i>Tribulus cistoides</i> L.		Hierba rastrera	7

Tipo de ambientes: 1. Arbustales bajos, medio densos a densos; 2. Asoc. Arbustales bajos, medio densos a ralos, con Pastizales sin riego y suelos desnudos; 3. Asoc. Pastizales sin riego con Arbustales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos; 4. Herbazales secundarios bajos a ralos con suelos desnudos (Conucos abandonados); 5. Herbazales bajos, ralos dispersos con suelos desnudos; 6. Cultivos perennes con riego; 7. Cultivos anuales con riego; 8. Árboles ornamentales; 9. Frutales cultivados.

Anexo 8. Lista de los diferentes usos de las especies vegetales halladas en la Unidad Experimental granja “Santa Bárbara”.

Nombre científico	Malezas	Cultivos	Frutales	Especies naturales	Ornamentales	Especies forrajeras
Amaranthaceae						
<i>Achyranthes aspera</i> L.	1					
Amaryllidaceae						
<i>Allium fistulosum</i> L.		1				
Anacardiaceae						
<i>Anacardium occidentale</i> L.			1			
<i>Mangifera indica</i> L.			1			
<i>Spondias purpurea</i> L.			1			
Apiaceae						
<i>Coriandrum sativum</i> L.		1				
Arecaceae						
<i>Cocos nucifera</i> L.			1			
Asclepiadaceae						
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. f.	1					
Asteraceae						
<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	1					
Bignoniaceae						
<i>Crescentia cujete</i> L.			1			
Cactaceae						
<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck				1		
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.				1		
Caesalpiniaceae						
<i>Cassia fistula</i> L.					1	
Caricaceae						
<i>Carica papaya</i> L.		1				
Convolvulaceae						
<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	1					
Curcubitaceae						
<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai var. spp.		1				
<i>Cucumis melo</i> L. var. spp.		1				
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne		1				
Cyperaceae						
<i>Cyperus laxus</i> Lam.	1					
<i>Cyperus rotundus</i> L.	1					
Euphorbiaceae						

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

Nombre científico	Malezas	Cultivos	Frutales	Especies naturales	Ornamentales	Especies forrajeras
<i>Cnidioscolus urens</i> (L.) Arthur	1					
<i>Euphorbia dioica</i> Hieron.	1					
<i>Euphorbia hirta</i> L.	1					
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	1					
<i>Manihot esculenta</i> Crantz		1				
Fabaceae						
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.					1	
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	1					
<i>Stylosanthes hamata</i> (L.) Taub.	1					
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.		1				
Loranthaceae						
<i>Struthanthus</i> sp.				1		
Malvaceae						
<i>Sida aggregata</i> C.Presl	1					
<i>Sida salviifolia</i> C.Presl	1					
Martyniaceae						
<i>Craniolaria annua</i> L.	1					
Meliaceae						
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.					1	
Mimosaceae						
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.				1		
<i>Acacia tortuosa</i> (L.) Willd.				1		
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.						1
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit						1
<i>Prosopis juliflora</i> Sw.				1		
Musaceae						
<i>Musa</i> sp.		1				
Nyctaginaceae						
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	1					
Passifloraceae						
<i>Passiflora foetida</i> L.	1					
Poaceae						
<i>Aristida pittieri</i> Henrard	1					
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	1					
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	1					
<i>Chloris ciliata</i> Sw.	1					
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd	1					
<i>Digitaria</i> cf. <i>fuscescens</i> (J.Presl) Henrard	1					

Caracterización Geológico-Ambiental de la Unidad Experimental “Santa Barbará”

Nombre científico	Malezas	Cultivos	Frutales	Especies naturales	Ornamentales	Especies forrajeras
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	1					
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simón & W.L.						1
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher						1
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) C.L.Hitchc.	1					
<i>Zea mays</i>		1				
Polygonaceae						
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.					1	
Portulacaceae						
<i>Portulaca pilosa</i> L.	1					
Rhamnaceae						
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.			1			
Rubiaceae						
<i>Ixora coccinea</i> L.					1	
Rutaceae						
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck			1			
<i>Citrus cf. sinensis</i> (L.) Osbeck			1			
Sapindaceae						
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.			1			
Sapotaceae						
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen			1			
Solanaceae						
<i>Capsicum annuum</i> L.		1				
<i>Solanum melongena</i> L.		1				
Sterculiaceae						
<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	1					
<i>Melochia pyramidata</i> L.	1					
<i>Waltheria indica</i> L.	1					
Zygophyllaceae						
<i>Tribulus cistoides</i> L.	1					
Total de especies	30	12	10	6	5	4