



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ANALISIS ESPACIAL Y GESTION DEL TERRITORIO
TRABAJO DE GRADO

BASES PARA LA PROTECCIÓN DEL ECOSISTEMA XERÓFILO DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN

Tutor:

Dr. Roberto Rivera Lombardi

Autor:

Lic. Susana Suárez Ojea

Caracas, junio de 2022

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mi tutor, el Dr. Roberto Rivera, por sus orientaciones y confianza en mi trabajo; a todos mis forjadores, personas de gran sabiduría quienes sin reservas me han llevado al punto en el que me encuentro, perdonen que no los nombre para no extender demasiado este apartado; a José Manuel Vázquez, quien ha sido un soporte esencial e incondicional en los asuntos cartográficos y en el manejo de estas increíbles herramientas que son los sistemas de información geográfica; al gran inspirador de este tema, el Dr. José Ochoa, altamente comprometido en favor de la conservación ambiental de este país; a quien lee este apartado y más de mi tesis, por permitir a esta investigación aventurarse dentro de su propio repertorio de información. Por último y no menos importante, a mi esposo Douglas Ungredda, mis hijos y mis padres, por acompañarme incondicionalmente en esta invalorable experiencia.

RESUMEN

El ecosistema xerófilo se desarrolla en ambientes áridos y su conservación es relevante dada su importancia ecológica y los servicios ambientales y sociales que provee en condiciones climáticas extremas. Existe, sin embargo, una situación de fragilidad y vulnerabilidad de este tipo de ambientes, que se relaciona con las sequías periódicas y la creciente sobreexplotación de los recursos que ofrece. El alto nivel de modificación y disminución de las formaciones xerófilas es una situación actualmente reconocida a nivel mundial. En Venezuela, las formaciones de arbustales espinosos, típicas de estos ambientes áridos, se las considera bajo fuerte amenaza, especialmente en los estados Lara y Falcón. Esto ha llevado a determinar que este ecosistema es uno de los más amenazados del país, sin embargo, desde el punto de vista de su conservación, se señala que éste es uno de los ecosistemas con menor representación en el conjunto de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) de Venezuela. Esta investigación tuvo por objetivo proporcionar bases para la conservación del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná, a partir de una evaluación de la cobertura de arbustales espinosos, sus cambios temporales en el período 2003 – 2018 y su protección según el ordenamiento territorial. Se aplicaron enfoques propios del análisis espacial con apoyo de sensores remotos y sistemas de información geográfica. A partir de una imagen de satélite, Landsat 7 ETM+ del 13 de enero del año 2003 y una imagen de satélite Sentinel-2 MSI del 8 de octubre del año 2018, se realizó una clasificación supervisada de las coberturas vegetales y una interpretación visual del uso de la tierra. Se contrastaron ambos años para identificar los cambios de coberturas y se analizó el ordenamiento territorial. Se determinó que en el año 2003 los arbustales espinosos cubrían 174.673,56 ha equivalentes al 67,87% de la Península Paraguaná, mientras que en el año 2018 su superficie abarcó 169.180,15 ha, correspondientes al 65,72% de esta área. Esta disminución de cobertura afectó primordialmente a los arbustales espinosos densos, seguidos de los arbustales espinosos medios y en menor grado a los arbustales ralos; sin embargo, estos últimos fueron los más afectados en términos relativos debido a su menor extensión. El ecosistema xerófilo sufrió en el período estudiado una disminución del 3,14% de su superficie. La actividad agrícola fue la causa primordial de esa disminución, seguida del urbanismo. Por otra parte, apenas el 1,02% de este ecosistema se encuentra resguardado por las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) de la Península. Los hallazgos indican que el ecosistema xerófilo de Paraguaná no se encuentra en un proceso acelerado de disminución, sin embargo el ordenamiento territorial vigente contempla usos permitidos que pudieran ser una amenaza para éste, si se materializan. Se proponen algunos sectores de la Península para avanzar en el desarrollo de estrategias de conservación de este ecosistema y la aplicación de un enfoque ecosistémico en la planificación y gestión de estas áreas.

Palabras clave: Península de Paraguaná, ecosistema xerófilo, arbustales espinosos, usos de la tierra, cambios temporales, conservación, ordenamiento territorial, enfoque ecosistémico, sensores remotos, sistemas de información geográfica.



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Humanidades y Educación
Comisión de Estudios de Postgrado
Maestría en Análisis Espacial y Gestión del Territorio



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo de Grado presentado por: **Susana Mercedes Suárez Ojea, Cédula de identidad N° V-4.846.488**, bajo el título **“BASES PARA LA PROTECCIÓN DEL ECOSISTEMA XERÓFILO DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN”**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de Magíster Scientiarum en Análisis Espacial y Gestión del Territorio, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 30 de mayo de 2022 a las 02:00 PM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta **hizo bajo la modalidad online por medios telemáticos, síncronos**; mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado demostró la capacidad crítica y analítica de la autora para la realización de trabajos de investigación. Asimismo, el Trabajo de Grado es un aporte relevante, desde el punto de vista teórico y metodológico, pues presenta las bases ecológicas para la elaboración y actualización de los instrumentos legales de planificación territorial de la Península de Paraguaná, teniendo en vista la conservación y preservación adecuada del ecosistema xerófilo.



3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de EXCELENTE al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad en cuanto a su rigor teórico e innovación metodológica, basada en técnicas de procesamiento digital de información para el análisis del espacio geográfico, constituyendo un aporte significativo para la planificación de la conservación y la gestión territorial del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná. En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 30 días del mes de mayo del año 2022, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Actuó como Coordinador del jurado el Prof. Roberto Javier Rivera Lombardi.

Prof. Pedro Delfín
C.I. V 5.140.222
Escuela de Geografía - UCV



Prof. Edgard Yerena
C.I. V 5.531.169
Departamento de Estudios Ambientales-
USB



Roberto Rivera Lombardi /C.I. V-9.582.054
Instituto de Geografía y Desarrollo Regional - UCV
Tutor



RR/PD/EY. 30 de mayo de 2022



ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1
2	FUNDAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1	PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.3	OBJETIVOS	9
2.4	MARCO ESPACIAL.....	10
2.5	MARCO TEMPORAL.....	11
3	CARACTERÍSTICAS DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ	12
3.1	ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y FÍSICO-NATURALES	12
3.1.1	Características climáticas	12
3.1.2	Geología y geomorfología.....	16
3.1.3	Suelos y capacidad de uso.....	21
3.1.4	Hidrografía	22
3.1.5	Vegetación.....	23
3.1.6	Fauna silvestre.....	27
3.2	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	32
3.2.1	Distribución poblacional.....	32
3.2.2	Actividades económicas.....	35
4	MARCO REFERENCIAL	41
4.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	41
4.1.1	Distribución espacial del ecosistema xerófilo en Venezuela y la Península de Paraguaná.....	41
4.1.2	Protección del ecosistema xerófilo en Venezuela	47
4.2	MARCO TEÓRICO	52
4.2.1	Aspectos conceptuales sobre la vegetación xerófila	53

4.2.2	El análisis espacial, los sensores remotos y los sistemas de información geográfica (SIG) para la conservación de los ecosistemas	54
4.2.3	Principios físicos para la interpretación de la vegetación a partir de sensores remotos.....	56
4.2.4	El ordenamiento territorial y la conservación ambiental	65
4.3	MARCO LEGAL	75
5	MARCO METODOLÓGICO	94
5.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	94
5.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	94
5.3	ETAPAS Y PROCESO METODOLÓGICO	95
5.4	SENSORES DE PERCEPCIÓN REMOTA SELECCIONADOS: LANSDAT 7 TM+ Y SENTINEL 2 MSI	97
5.4.1	Resolución de los sistemas sensores	99
5.4.2	Landsat 7 ETM+.....	101
5.4.3	Sentinel-2 MSI	103
5.5	PRE-PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES SATELITALES	105
5.5.1	Corrección de las imágenes satelitales descargadas	105
5.5.2	Creación del mosaico de la imagen Sentinel-2 y recorte de imágenes	106
5.6	PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 7: CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS DEL AÑO 2003	106
5.6.1	Establecimiento de categorías para la clasificación supervisada	107
5.6.2	Combinación de bandas espectrales.....	109
5.6.3	Selección de las bandas con mayor variabilidad espectral.....	109
5.6.4	Clasificación supervisada.....	112
5.6.5	Post-procesamiento	116
5.6.6	Exactitud temática de la clasificación supervisada.....	116
5.6.7	Leyenda de las unidades de vegetación y uso de la tierra.....	117
5.6.8	Escala de levantamiento de la información geográfica	121
5.6.9	Conformación del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, año 2003	122
5.7	PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN SATELITAL SENTINEL-2: CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS TERRESTRES DEL AÑO 2018.....	123

5.8	EDICIÓN DE LA INFORMACIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA	123
5.9	CORRECCIONES TOPOLÓGICAS	127
5.10	CAMBIOS TEMPORALES	127
5.11	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE AFECTACIÓN POR PÉRDIDA DE LA COBERTURA DE ARBUSTALES XERÓFILOS.....	128
6	RESULTADOS	130
6.1	EXTENSIÓN Y PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y EL USO DE LA TIERRA DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, EN LOS AÑOS 2003 Y 2018	130
6.2	CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL Y USOS DE LA TIERRA (2003 – 2018).....	142
6.3	PROTECCION DEL ECOSISTEMA XERÓFILO EN LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ	152
7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	158
7.1	LA COBERTURA DEL ECOSISTEMA XERÓFILO Y SU AFECTACIÓN POR EL USO DE LA TIERRA DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ	158
7.2	CONSERVACIÓN DE LOS CACTUS COLUMNARES	166
7.3	ASIGNACIONES DE USO	167
7.4	ABRAE	172
8	CONCLUSIONES.....	176
9	RECOMENDACIONES.....	180
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precipitación de la Península de Paraguaná, período 1976 – 1999.....	12
Tabla 2. Fauna vulnerable y en condición de amenaza de la Península de Paraguaná.	30
Tabla 3. Población y densidad poblacional en los municipios de la península de Paraguaná, censos 2001 y 2011.	34
Tabla 4. Población censal y porcentaje por área urbano-rural según municipio de la Península de Paraguaná.....	35
Tabla 5. Producción agrícola vegetal en la ZIT Península de Paraguaná, año 2008. .	36
Tabla 6. Superficie dedicada a la agricultura y número de explotaciones por municipio, Península de Paraguaná, estado Falcón, año 2001.	37
Tabla 7. Población ganadera por municipio y tipo de ganado, península de Paraguaná, estado Falcón, año 2008.....	38
Tabla 8. Usos asignados en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.	87
Tabla 9. ABRAE propuestos en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.	89
Tabla 10. ABRAE para la conservación ambiental de la Península de Paraguaná.	90
Tabla 11. Características de Landsat 7 ETM+	102
Tabla 12. Características de Sentinel-2 MSI.....	104
Tabla 13. Clases para la clasificación supervisada de la imagen Landsat 7 de la Península de Paraguaná.	108
Tabla 14. Leyenda de las unidades correspondientes a las áreas naturales.	117
Tabla 15. Leyenda de las unidades de uso de la tierra.	119
Tabla 16. Superficies de vegetación y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2003.	131
Tabla 17. Superficies de vegetación y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2018.	133
Tabla 18. Variación de coberturas naturales y usos de la tierra en la Península de Paraguaná entre los años 2003 y 2018.....	143
Tabla 19. Cambios de la cobertura natural a otras coberturas y usos de la tierra en la Península de Paraguaná, entre 2003 y 2018.	146

Tabla 20. Resumen de las conversiones de arbustales espinosos de la Península de Paraguaná a usos de la tierra, entre los años 2003 y 2018.....	150
Tabla 21. Distribución de coberturas naturales y áreas antrópicas en las áreas protegidas de la Península de Paraguaná.	153
Tabla 22. Distribución de coberturas terrestres (ha) según las asignaciones de uso del PORU de la ZIT Península de Paraguaná.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización y división político-administrativa de la Península de Paraguaná.	11
Figura 2. Precipitación media mensual período 1976 – 1999, Península de Paraguaná.	13
Figura 3. Isolíneas de precipitación de la Península de Paraguaná, período 1976-1996.	15
Figura 4. Unidades geomorfológicas de la Península de Paraguaná.....	20
Figura 5. Hidrografía de la Península de Paraguaná.	25
Figura 6. Municipios y parroquias de la Península de Paraguaná.	33
Figura 7. Distribución de la vegetación xerófila en el país.....	43
Figura 8. Cobertura vegetal de la Península de Paraguaná, según el MINEC.....	44
Figura 9. Cobertura vegetal de la Península de Paraguaná, según Delfín <i>et al.</i> (2011).	45
Figura 10. Comunidades vegetales de la Península de Paraguaná, según Mogollón <i>et al.</i> (2016).	46
Figura 11. Las ABRAE con relación a la vegetación xerófila del país.....	48
Figura 12. Áreas protegidas en la Península de Paraguaná.....	49
Figura 13. Zonificación del PORU de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná, estado Falcón.	51
Figura 14. Principales bandas espectrales del espectro electromagnético.	57
Figura 15. Firmas espectrales de referencia de las principales coberturas terrestres..	60
Figura 16. Reflectancia espectral de una hoja verde.....	61

Figura 17. Firmas espectrales de la hoja como una función del contenido de humedad (MC), estimado como peso fresco sobre peso seco foliar.	63
Figura 18. Comparación de la firma espectral de la vegetación sana y senescente. ...	64
Figura 19. Usos asignados en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.....	87
Figura 20. Etapas y proceso metodológico para el manejo e interpretación de las imágenes de satélite.	98
Figura 21. Capas de información geográfica temática generadas en el SIG.....	99
Figura 22. Comparativa de bandas Satélites Landsat y Sentinel-2.	105
Figura 23. Dos escalas de visualización de la imagen Landsat 7 ETM+ del 13 de enero del 2003, combinación de bandas RGB (4,3,2), resolución espacial de 30 m.	110
Figura 24. Usos agrícola y urbano en la Península de Paraguaná, imagen Sentinel-2 del año 2018.....	125
Figura 25. Distribución espacial de las densidades de uso sobre una superficie de 1 km ²	138
Figura 26. Cambios de la cobertura vegetal por el uso agrícola.	149
Figura 27. Zonificación de las Reservas de Biosfera.	174

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2003.	135
Mapa 2. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2018.	136
Mapa 3. Cambios en la cobertura vegetal a usos de la tierra en la Península de Paraguaná, entre los años 2003 y 2018.	151
Mapa 4. ABRAE con objetivos de conservación de áreas naturales de la Península de Paraguaná.	154
Mapa 5. Zonificación del PORU de la Zona de Interés Turístico Península de Paraguaná y cobertura vegetal y uso de la tierra en el año 2018.	156

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Metadata de las imágenes de satélite Landsat 7 ETM+ y Sentinel 2 MSI.

Anexo B. Resultado del Análisis de Componentes Principales (ACP).

Anexo C. Evaluación de las firmas espectrales.

Anexo D. Matriz para el cálculo de los cambios temporales en el período 2003-2018.

INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

Los ambientes áridos cubren cerca de 6 billones de hectáreas (41,3%) de la superficie de las zonas terrestres del mundo y se encuentran habitados por más de 2 billones de personas distribuidas en todos los continentes, equivalentes a aproximadamente un tercio de la población mundial (Safriel *et al.* 2005, Davies *et al.* 2012). Lo común en estos ambientes son las condiciones restrictivas en la disponibilidad de agua, los extremos climáticos estacionales y las pautas de lluvia impredecibles. Por ello, se encuentra en estos ambientes una biodiversidad muy particular, con especies tolerantes y adaptadas a las condiciones climáticas extremas. Sin embargo, apenas un 9% de las tierras áridas del mundo reciben protección formal y su conocimiento y manejo responsable es un tema urgente en la agenda mundial actual. Hoy en día el resguardo de estas tierras es además considerado un factor fundamental en la lucha mundial contra la pobreza, el cambio climático y la desertificación (Davies *et al.*, 2012).

Si bien en la actualidad se acepta que los ecosistemas naturales ofrecen importantes beneficios para la sociedad humana en las tierras áridas, esta interpretación ha llegado en un momento en que estos ecosistemas se encuentran bajo una presión sin precedentes y cuando existe poco consenso sobre cómo se puede detener o aminorar la degradación ambiental en las mismas. Conforme las presiones del desarrollo agrícola conducen a una mayor fragmentación y degradación de los ecosistemas de las tierras áridas, las áreas protegidas se están convirtiendo en “islas” de hábitat natural, con crecientes amenazas a la biodiversidad y los servicios ambientales (Davies *et al.*, 2012). Venezuela no escapa a esta situación, lo cual hace imperativo abordar el tema de la conservación de los ambientes de zonas áridas del país.

Desde el punto de vista del paisaje, las zonas áridas y semiáridas de Venezuela se concentran en las subregiones Sistema de Colinas y Tierras Bajas Lara-Falcón, Depresión de Maracaibo, Cordillera de Los Andes, Cordilleras de la Costa Central y Oriental y la región de costas e islas (Matteucci, 1986, Oliveira-Miranda *et al.*, 2010). La cobertura de vegetación xerófila (arbustales espinosos), propia de los ecosistemas áridos o xerófilos, se ha estimado a nivel nacional en 20.300 km², lo que representa un 2% del territorio nacional. Los dos estados con mayor representación de este tipo de vegetación son Falcón y Lara, en orden decreciente (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

El ecosistema xerófilo es considerado como uno de los más amenazados del país. Falcón es el segundo estado en orden de importancia, después de Lara, con la mayor condición de amenaza de desaparición de este ecosistema; sin embargo, el porcentaje del mismo que se encuentra en áreas protegidas de conservación a nivel nacional corresponde a apenas el 5% de su superficie, con un 19% adicional en áreas protegidas de manejo (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

La presente investigación hace un aporte en el conocimiento de la cobertura del ecosistema xerófilo y sus cambios temporales en la Península de Paraguaná, estado Falcón, así como en la determinación de su grado de protección según el ordenamiento territorial, para sustentar argumentos y criterios que se agreguen a los esfuerzos de conservación en favor del ecosistema xerófilo del país.

Este documento consta de siete capítulos donde se presenta en primer lugar el fundamento de la investigación, con el problema, la justificación, los objetivos y el marco espacio-temporal de la misma. En los capítulos siguientes, se exponen los antecedentes históricos y el marco teórico, así como las características físicas, biológicas y socioeconómicas de la Península de Paraguaná. Luego el capítulo metodológico explica la estrategia y técnicas automatizadas y visuales con apoyo de las herramientas de sensores remotos y sistemas de información geográfica, aplicadas para obtener la información. A continuación se exponen los resultados y análisis de

las variables relativas a la cobertura de vegetación y uso de la tierra y su evaluación espacio-temporal en el período 2003 – 2018. Finalmente, se presentan las conclusiones y una sección final de recomendaciones que reúne los argumentos y criterios de la autora a tener en cuenta en aras de mejorar la conservación del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se expone el planteamiento y formulación del problema, la justificación, los objetivos y el marco espacial y temporal de esta investigación.

2.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las zonas áridas del mundo representan un 41,3% de la superficie terrestre del planeta y entrañan una gran importancia para el bienestar de millones de personas en la lucha contra la pobreza, así como para las acciones dirigidas a combatir la desertificación y el cambio climático (Davies *et al.*, 2012).

En Venezuela, las zonas áridas y semiáridas presentan una extensión más limitada, ya que abarcan menos del 4,5% del territorio a lo largo de la costa desde la Guajira hasta el Golfo de Cariaco, en la altiplanicie de Barquisimeto, en los Andes y en las islas del Caribe (Matteucci, 1986). En la Península de Paraguaná, la vegetación xerófila propia de estos ambientes conforma la cobertura natural predominante, la cual se extiende sobre la planicie y los sectores piedemontanos.

Los ambientes áridos se caracterizan por las altas temperaturas y una deficiencia hídrica marcada, extremos climáticos estacionales y pautas de lluvia impredecibles, que imponen importantes restricciones a las especies vegetales y animales que allí viven, así como para la población humana que los habita y que ha aprendido a utilizar los recursos que éstos ofrecen (Davis *et al.* 2012). Las condiciones extremas han sido factores claves para que las comunidades vegetales hayan adaptado su morfología y desarrollado mecanismos fisiológicos en respuesta a la sequía.

Asimismo, la sequía, la baja complejidad ambiental y la baja productividad primaria hacen que la fauna sea pobre en especies y en abundancia (Soriano y Ruiz, 2003). Este tipo de ambiente asociado a condiciones de aridez presenta una baja estabilidad

y capacidad de carga limitada por la simplicidad en su estructura y función (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010; Soriano y Ruiz, 2003).

Existe así una situación de fragilidad y vulnerabilidad de los ambientes áridos que se relaciona con las sequías periódicas y la creciente sobreexplotación de sus escasos recursos. Es así como las amenazas sobre este tipo de ecosistemas deben ser tomadas muy en cuenta si se aspira a resguardar sus características funcionales.

Las zonas áridas son en los últimos años motivo de gran preocupación por la pérdida de su biodiversidad y la degradación de sus tierras. Para los técnicos que trabajan para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la biodiversidad de las tierras áridas es una prioridad transversal en su trabajo sobre gestión de ecosistemas, gobernanza ambiental, alerta temprana, evaluación y más allá (Davis *et al.*, 2012).

El alto nivel de intervención en las formaciones xerófilas es una condición también actualmente reconocida en Venezuela. Las causas se relacionan en gran medida con la actividad agropecuaria, particularmente la cría de ganado caprino, la extracción de madera a partir de especies como el cardón, el cují, la vera, la mora y el dividive y los desarrollos urbanísticos poco planificados (Matteucci y Colma, 1997; Malagnoux *et al.*, 2007; Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

Las formaciones xerófilas se consideran bajo amenaza en todos los estados venezolanos donde están presentes. En particular, Oliveira-Miranda *et al.* (2010) reportan para el estado Falcón que durante el período 1988 - 2010 (32 años) la cobertura de 10.071 km² de arbustales espinosos se redujo a 8.422 km² es decir, un 16% (1.649 km² menos). Esta reducción se atribuyó especialmente a la transformación en áreas intervenidas por la expansión de las áreas urbanas y centros poblados, así como el desarrollo de las actividades agropecuarias y la minería. Adicionalmente, estos autores señalan que en el año 2010, alrededor del 90% de la superficie ocupada por este tipo de formación en este estado ya presentaba un nivel de modificación, con un 43% mostrando un nivel de intervención alto a muy alto. Estas circunstancias llevaron a considerar a estas formaciones vegetales del estado Falcón con un importante nivel de amenaza.

Sin embargo, la extensión del ecosistema xerófilo que se encuentra en áreas protegidas (parques nacionales, monumentos naturales, refugios de fauna silvestre y santuarios de fauna silvestre) representa apenas el 5% de su superficie en el país y un 19% adicional en áreas protegidas de manejo, por lo que el ecosistema xerófilo es una de las formaciones con menor representación en el conjunto de las áreas protegidas de Venezuela (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010; Soriano y Ruiz, 2003). La Península de Paraguaná no escapa de esta situación, ya que si bien contempla en su ordenamiento varias categorías de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) con objetivos estrictamente protectores, como son, el Parque Nacional Médanos de Coro, el Monumento Natural Cerro Santa Ana, el Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Laguna Boca de Caño, el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná” y el más reciente, el Monumento Natural “Montecano”, la mayor parte del ecosistema xerófilo está fuera de sus linderos y más bien se adentra en áreas previstas para el desarrollo rural, de acuerdo con la visión de ordenamiento para la Península según el Plan de Ordenación del Estado Falcón (Gobernación del Estado Falcón, 2019) y de la ABRAE Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (Presidencia de la República, 1974) y su instrumento de ejecución, el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2014).

Por consiguiente, partiendo de la premisa de que las formaciones xerófilas son de valor para la conservación de la biodiversidad de las zonas áridas del país y que son proveedoras de importantes servicios ecosistémicos, a la vez que es reconocida su condición amenazada, se encuentra que los objetivos de protección enmarcados dentro del ordenamiento territorial en el país y en particular de la Península de Paraguaná, no son suficientes para resguardar esta formación. Una razón de ello se encuentra en primer lugar, en la posible subvaloración del ecosistema xerófilo, quizás debido a que carece de la exuberancia de otras formaciones y no se han comprendido bien sus particularidades ecológicas, así como también porque en el ordenamiento de los espacios del país, dicho ecosistema ha quedado vulnerable en espacios vistos

posiblemente como marginales por las restricciones ambientales y dejados al libre uso por parte de la población. Estas consideraciones llevan a reflexionar sobre la visión de la planificación territorial para estos espacios del país. En tal sentido, Méndez Vergara (2000) enfatiza que en la planificación territorial, cualquier decisión de carácter económico que involucre la ocupación del territorio, la localización de actividades económicas, la estructuración del tejido social y el aprovechamiento de los recursos naturales, no debe admitir separación entre las consideraciones de carácter socio-económico y la base de sustentación ecológica.

La conservación de la biodiversidad guarda relación con las formas en que la población utiliza los espacios territoriales y el impacto que ello tiene sobre la cobertura natural y la funcionalidad de los ecosistemas. Las dinámicas de cambio de uso de la tierra son complejas y ocasionan cambios inesperados en la estructura y funcionalidad del ambiente y en consecuencia, ponen en riesgo la sostenibilidad de la gestión (Pinos Arévalo, 2016).

Estas consideraciones llevan a avizorar un conflicto potencial entre los intereses de desarrollo y los de conservación del ecosistema xerófilo, en el cual priven los objetivos de desarrollo que promuevan la intervención e incluso la conversión del ecosistema xerófilo a usos de la tierra.

Es así como la comprensión de los cambios espacio-temporales del uso de la tierra y su incidencia en estos ambientes naturales áridos es de interés en esta investigación, como parte de las bases de una planificación territorial que debería desarrollarse tomando muy en cuenta las características ecológicas particulares del medio y los impactos en ellos producto de las decisiones del desarrollo.

A partir de este planteamiento, se formula el siguiente problema de la investigación:

El desarrollo de bases para la protección del ecosistema xerófilo en el marco del ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná, requiere partir de un mayor conocimiento sobre su cobertura actual, los cambios temporales que la afectan y la visión actual de desarrollo y conservación de los espacios donde éste se encuentra.

2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El ecosistema xerófilo posee una cobertura escasa en el país y un grado de intervención y reemplazo que lo han colocado en una condición altamente amenazada en Venezuela; sin embargo, su protección mediante el ordenamiento territorial es un punto que ha de ser objeto de revisión.

Es necesario tener presente que se trata de un ecosistema que subsiste bajo condiciones restrictivas del medio, por lo que presenta una importancia ecológica significativa y en especial en la Península de Paraguaná, por ser el hábitat de poblaciones animales muy particulares y protegidas, como son algunos murciélagos frugívoros-nectarívoros.

Asimismo, este tipo de estudio se enmarca dentro de los objetivos de lucha contra la desertificación, que es un tema de alto interés teniendo en cuenta que el Estado venezolano firmó y adoptó en 1998 como ley el “Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África” (Presidencia de la República de Venezuela, 1998), lo que obliga a proteger los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas (MARN, 2000). Esta lucha forma parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en su Objetivo 15 (ONU, 2015):

“Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.”

En tal sentido, esta investigación busca hacer un aporte fundamental desde la perspectiva espacial a la información que existe escasamente en el país en cuanto a la cobertura y la comprensión de los actuales procesos de pérdida del ecosistema xerófilo y en propuestas que sean de utilidad para los profesionales dedicados a la planificación para la conservación, así como para los responsables de desarrollar políticas públicas de ordenamiento territorial para la Península de Paraguaná.

Asimismo, se espera que este trabajo sea una referencia para abordar trabajos en otras zonas áridas y semiáridas del país, donde se requiera igualmente desarrollar estrategias locales para la protección de este tipo de ecosistema.

Finalmente, se espera contribuir a una mejor percepción y valoración del ecosistema xerófilo y a entender que el mismo tiene un puesto irremplazable en el conjunto de los ecosistemas de este país.

Por sobre todo, esta investigación busca abrir un espacio para la reflexión crítica y discusión en torno a la valoración que como sociedad otorgamos a ciertas formaciones vegetales sobre otras y en cómo ello ha permeado en la interpretación, elaboración y aplicación del ordenamiento territorial en Venezuela.

2.3 OBJETIVOS

General

Proporcionar bases para la conservación del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná, a partir de la evaluación de la cobertura de los arbustales espinosos, sus cambios temporales en el período 2003 – 2018 y el grado de protección actual de dicho ecosistema en el ordenamiento territorial de la Península; esto con la finalidad de que sean considerada la protección de este ecosistema por los organismos oficiales responsables de la elaboración y actualización de las políticas públicas de ordenamiento territorial del estado Falcón.

Específicos

- Caracterizar la extensión y patrón de distribución del ecosistema xerófilo (arbustales espinosos) y el uso de la tierra en la Península de Paraguaná, en los años 2003 y 2018.
- Identificar los procesos de conversión de la cobertura de arbustales espinosos en otras coberturas o usos de la tierra, en el período 2003 - 2018.
- Determinar la protección existente de la cobertura de arbustales espinosos, con respecto al ordenamiento territorial vigente de la Península de Paraguaná.

- Aportar criterios orientados a mejorar la protección del ecosistema xerófilo en el marco del ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.

2.4 MARCO ESPACIAL

La Península de Paraguaná, se ubica en el noroccidente del territorio venezolano, en el extremo norte del estado Falcón. Constituye la parte más septentrional de la tierra firme venezolana en el Mar Caribe, la cual limita al norte y al este con el Mar Caribe, Aruba y Curazao, al oeste con el Golfo de Venezuela. Ésta se encuentra unida al resto del estado Falcón por una estrecha faja de dunas y salinas denominada Istmo de Los Médanos, de unos 33 km de longitud por unos 5 km de anchura y altitud media de alrededor de 6 m s.n.m. (MINTUR, 2008) (Figura 1).

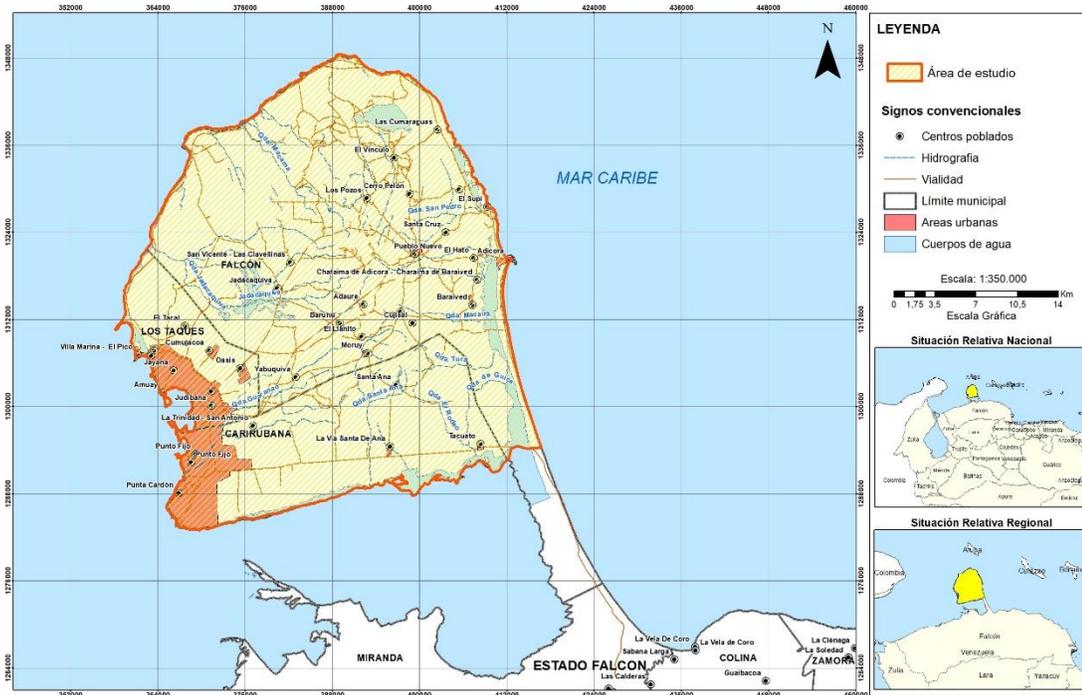
En lo político - administrativo, la Península de Paraguaná forma parte del estado Falcón y se encuentra conformada por el municipio Carirubana con capital en Punto Fijo, el municipio Los Taques con capital en Santa Cruz de Los Taques y el municipio Falcón con capital en Pueblo Nuevo (MINTUR, 2008).

La investigación abarcó como unidad espacial de análisis al territorio conformado por la Península de Paraguaná, con exclusión del istmo (Figura 1).

El límite sur del área de estudio en el istmo lo define la carretera intercomunal Coro-Tacuato (autopista Coro – Punto Fijo o troncal 4) - lindero norte del Parque Nacional Médanos de Coro. Este límite fue continuado hacia el este hasta el empalme con la carretera que conduce a la población de Adícora y la costa. En dirección suroeste se llevó el límite hacia el Golfete de Coro, en las coordenadas 412.271,40E y 1.292.717,40N (Proyección UTM), para luego continuar por la línea de costa de la Península (Figura 1).

La delimitación del área de estudio resultó en una superficie total de 257.355,59 ha.

Figura 1. Localización y división político-administrativa de la Península de Paraguaná.



Fuente: Elaboración propia a partir de MINEC (2019).

2.5 MARCO TEMPORAL

Esta investigación comprende un período de 15 años y 9 meses, definidos por las fechas de adquisición de las imágenes de satélite utilizadas para el análisis temporal de las coberturas naturales y antrópicas de la Península de Paraguaná. Una imagen Landsat 7 ETM+ del 13 de enero de 2003 y una Sentinel-2 MSI del 8 de octubre del 2018

CAPÍTULO III

3 CARACTERÍSTICAS DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ

En este capítulo se presenta un resumen de las características físico-naturales y socioeconómicas de la Península de Paraguaná.

3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y FÍSICO-NATURALES

3.1.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, el espacio territorial de la Península de Paraguaná pertenece a una de las regiones más secas del país, la zona de vida denominada Monte Espinoso Tropical (me-T) (Ewel y Madriz 1968).

La precipitación promedio anual es de 341,1 mm, con registros en las estaciones Punto Fijo, Jadacaquiva, Pueblo Nuevo y Santa Ana de 243,1 mm, 337,1 mm, 355,2 mm y 428,9, respectivamente (Tabla 1). Punto Fijo y Santa Ana son las estaciones de registro que muestran las condiciones climáticas promedio más disímiles de la península (MINTUR, 2008).

Tabla 1. Precipitación de la Península de Paraguaná, período 1976 – 1999.

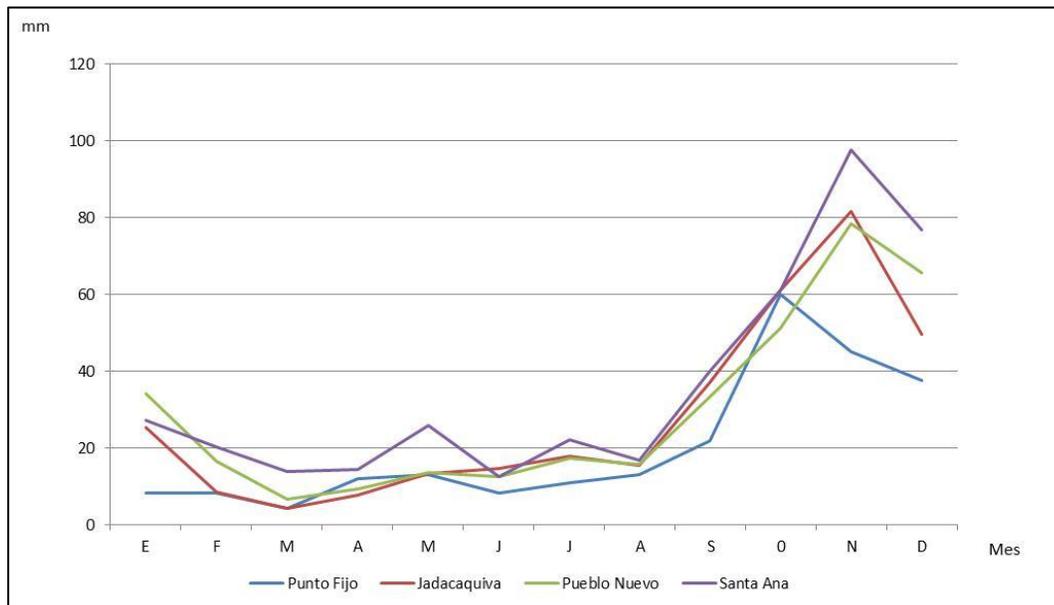
ESTACIÓN	mm/mes												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Punto Fijo	8,2	8,2	4,4	12	13,2	8,3	11	13,1	21,9	60,1	45,1	37,6	243,1
Jadacaquiva	25,5	8,6	4,3	7,9	13,3	14,8	17,9	15,5	37,1	61,1	81,5	49,5	337,1
Pueblo Nuevo	34,2	16,7	6,8	9,3	13,6	12,6	17,5	15,9	33,4	51,1	78,4	65,7	355,2
Santa Ana	27,2	20,2	13,9	14,4	25,9	12,7	22,2	16,9	40	61,1	97,7	76,9	428,9

Fuente: Datos del Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica, según MINTUR (2008).

El régimen de precipitación de la Península es unimodal con el período lluvioso comprendido entre los meses de octubre y diciembre, con máximo en el mes de noviembre, mientras que el período seco se presenta entre enero y agosto, con mínimo en el mes de marzo. Los valores de precipitación alcanzan hasta 97,7 mm durante el mes de noviembre, en la estación Santa Ana y 45,1 mm en Punto Fijo. A partir del mes de enero la curva desciende hasta un mínimo en el mes de marzo, con 13,9 mm en Santa Ana y 4,3 y 4,4 mm en Jadacaquiva y Punto Fijo, respectivamente.

Los valores bajos de precipitaciones continúan entre los meses de abril a septiembre (Tabla 1, Figura 2).

Figura 2. Precipitación media mensual período 1976 – 1999, Península de Paraguaná.



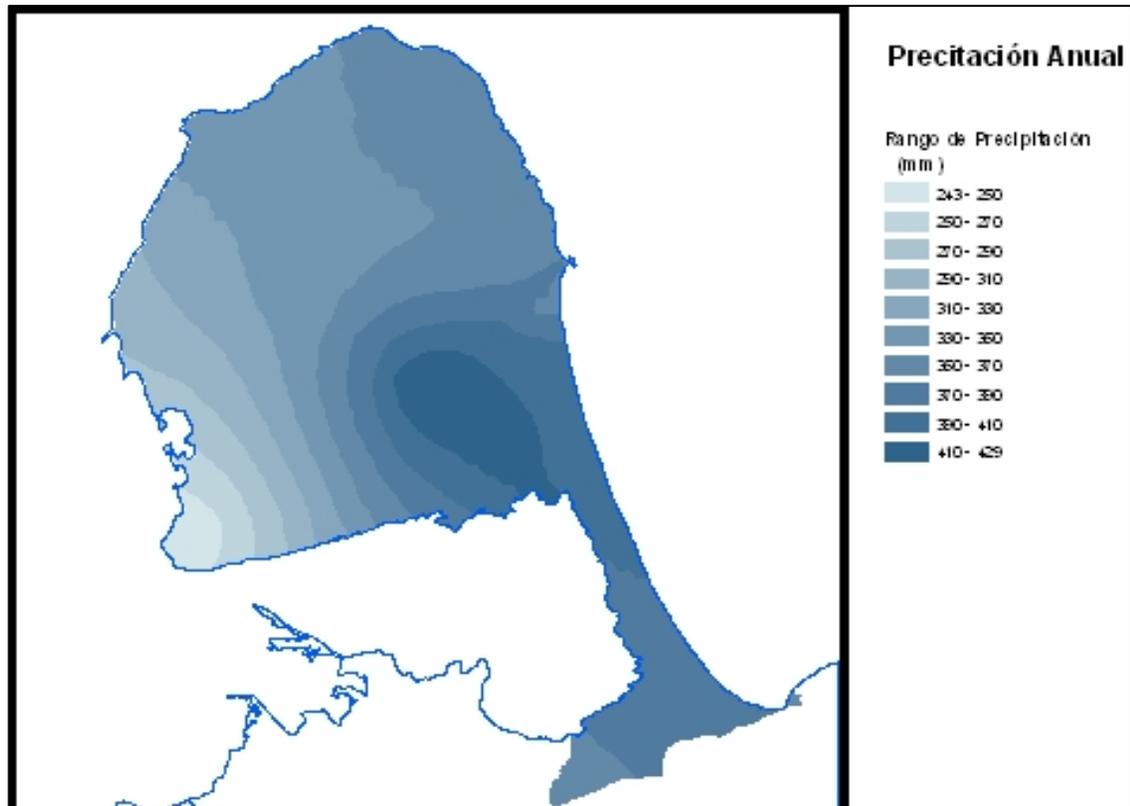
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de las precipitaciones en la Península de Paraguaná es resultado de la influencia de los vientos Alisios y de las características orográficas de la misma. El contacto de los vientos con las colinas y sector de montaña situados en el centro y sureste de la península (fila Monte Cano y Cerro Santa Ana), provoca la condensación y precipitación, lo cual resulta en la presencia de una condición de mayor húmeda hacia el centro y este de la Península (MINTUR, 2008).

Las isoyetas de la Figura 3 muestran un gradiente de precipitaciones promedio anuales en sentido este - suroeste, en el que la mayor pluviosidad se presenta hacia el centro-este de la Península con un valor máximo de 429 mm, que desciende en sentido este - oeste hasta un mínimo de 243 mm en el lado sur-occidental (MINTUR, 2008).

Este gradiente de humedad es fundamental para comprender el patrón general espacial de los tipos de vegetación natural de la Península que se explicará más adelante. Estas condiciones climáticas generan fuertes restricciones para sustentar actividades agrícolas permanentes, especialmente en el sector oeste de la Península (MARN, 1982).

Figura 3. Isolíneas de precipitación de la Península de Paraguaná, período 1976-1996.



Fuente: MINTUR (2008).

Con respecto a la temperatura, el valor promedio es de 27,1 °C con promedios mensuales superiores a 26 °C. Los meses de junio, julio, agosto y septiembre son los más cálidos, atenuados por los vientos alisios que soplan predominantemente de este a oeste durante todo el año, con una velocidad media anual de 37 Km/h (MINTUR, 2008).

La evapotranspiración media anual se encuentra entre 2.162 y 3.206 mm, superando hasta en 13 veces la precipitación media anual. El clima se caracteriza por presentar un déficit de humedad durante casi todo el año (9-12 meses), lo cual es responsable de un constante déficit de escurrimiento superficial en la península. Los meses de mayor evaporación son de marzo a agosto y el mínimo ocurre en los meses de noviembre a diciembre (MINTUR, 2008).

La insolación es casi uniforme durante los doce meses del año, presentando dos picos, de enero a marzo y de junio a septiembre con valores que van desde 8,2 a 9,4 horas de luz por día (MINTUR, 2008).

Para fines del reconocimiento del régimen climático de una región, existen varios métodos basados en índices. UNESCO (2010) considera dos de estos métodos (Índice de Aridez y Régimen de Aridez) para elaborar un atlas de zonas áridas de la región de América Latina y el Caribe. En lo que respecta a la presente investigación, se consideran ambos índices para reconocer la condición de aridez de la Península de Paraguaná. El Índice de Aridez es calculado como la relación entre la precipitación anual y la evapotranspiración de referencia anual. Se consideran en la categoría “hiperárido” a los valores menores de 0,05, en la categoría “árido” los valores entre 0,05 y 0,20 y en la categoría “semiárido” a aquellos que se encuentran entre 0,20 y 0,5. Considerando el gradiente de precipitaciones promedio anuales según las isoyetas de la Península de Paraguaná, cuyos valores varían entre 429 mm en el sureste y 243 mm en el suroeste, así como los valores de evapotranspiración media anual señalados entre 2.162 mm y 3.206 mm, se tiene un Índice de Aridez para esta zona entre 0,08 y 0,20, por lo cual califica en la categoría de clima árido, aunque en su límite superior pudiera calificar como un clima semiárido para las zonas de mayor humedad el este, así como hiperárido en el suroeste si se tiene en cuenta la condición de extrema sequía de esta área.

El segundo índice, denominado Régimen de Aridez, considera otro enfoque para calificar el grado de aridez, al tomar en cuenta el efecto de la estacionalidad en la repartición de la evapotranspiración y la precipitación mensual. Un clima árido en una región correspondería a aquel donde se presentan 9 a 10 meses secos, mientras que el semiárido abarcaría 7 a 8 meses secos y el hiperárido 11 a 12 meses. En Paraguaná, la mayor parte del año (9 meses) corresponde al período seco, con lo cual este índice la ubica dentro de la categoría árida.

3.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La estructura geológica de la península presenta forma de una meseta de capas casi horizontales, la cual culmina hacia la parte central en los núcleos de basamentos en las áreas del Cerro Santa Ana, donde se presentan afloramientos de rocas ígneas del Cenozoico (efusivas e intrusivas básicas), así como la Mesa de Cocodite, conformada a finales del Paleozoico o a comienzos del Mesozoico cuando se desarrolló una erosión y peniplanación del complejo basal ígneo-metamórfico el cual afloró, conocido como Granito de Paraguaná, así como en la parte suroriental de la

península, a lo largo de los cerros Arajó, Santa Ana, Capuana y El Rodeo (MINTUR, 2008).

Hacia la parte oriental de la mesa de Cocodite se ubican importantes depósitos de grafito que se asocian a procesos intrusivos de metareniscas y cuarcitas de la formación Pueblo Nuevo del Jurásico Superior, representada por una secuencia cataclásticamente deformada de rocas esquistosas y gneisoides, cuarzo-feldespáticas, muscovíticas y granatíferas. Por otra parte, más del 80% de la superficie de la península puede ser identificada como una planicie basculada de origen Cuaternario reciente. La misma se encuentra constituida en su mayor parte por aluviones y terrazas de origen marino que corresponden a las formaciones El Alto, Paraguaná y Cantaure (MINTUR, 2008).

En el Pleistoceno, la península constituía una isla, cuya insularidad desapareció durante el Holoceno, con la formación del istmo de los Médanos. Al final del mismo, la península emergió hasta alcanzar su forma actual (MINTUR, 2008).

La característica tectónica más resaltante de la Península de Paraguaná es la gran estabilidad estructural de sus sedimentos terciarios. En la sucesión terciaria de la península sólo se observan unos pocos pliegues suaves, mal definidos y orientados al azar (MINTUR, 2008).

Una particularidad a destacar es el hecho de que el escurrimiento e infiltración del agua en la planicie ha llevado a la disolución de las partículas de carbonato de calcio de las terrazas marinas por la acción del ácido carbónico, lo cual, unido a fenómenos de subsidencia o colapsamiento de las capas superficiales del sustrato, ha contribuido con la formación de un sistema de cavernas o cuevas calientes. Estas cavernas se caracterizan por presentar temperaturas relativamente elevadas (aprox. 37 °C) y humedades relativas elevadas, cercanas a 90%, condiciones éstas que hacen que constituyan refugios excepcionales para algunas especies de fauna (Delfín *et al.*, 2011).

Según los Sistemas Ambientales de Venezuela (MARN, 1982), la Península de Paraguaná se enmarca dentro de la región natural “Llanuras Costeras de Falcón”, en paisajes correspondientes a mesas y bajos de ablación. El espacio geográfico de la Península comprende básicamente a paisajes de litoral, planicie, montañas bajas (cerro Santa Ana) y colinas (fila Monte Cano).

La planicie representa a la unidad de paisaje predominante, la cual ocupa el 80% de la superficie total de la Península. Se trata de un paisaje de bajos de ablación que ha sido moldeado sobre un basamento geológico constituido por rocas sedimentarias, principalmente arcillas y calizas. Posee un relieve bajo cuya altitud generalmente no sobrepasa los 100 m y casi plano (1 a 2%), el sector oriental es más elevado que el occidental y se encuentra un relieve de cuevas como consecuencia de la erosión diferencial. Esto ha generado depresiones subsecuentes como las del centro y el oeste de la península en el sector de San Vicente-Las Clavelinas y al norte en El Vínculo, que se han constituido en unidades deposicionales en forma de glaciares de explayamiento, cuyo relieve plano exhibe pendientes promedio entre 0 y 4% y una morfodinámica general asociada a la erosión laminar y en cárcavas, como se puede observar al norte de la población de Jadacaquiva (MARN, 2018; MINTUR, 2008) (Figura 4).

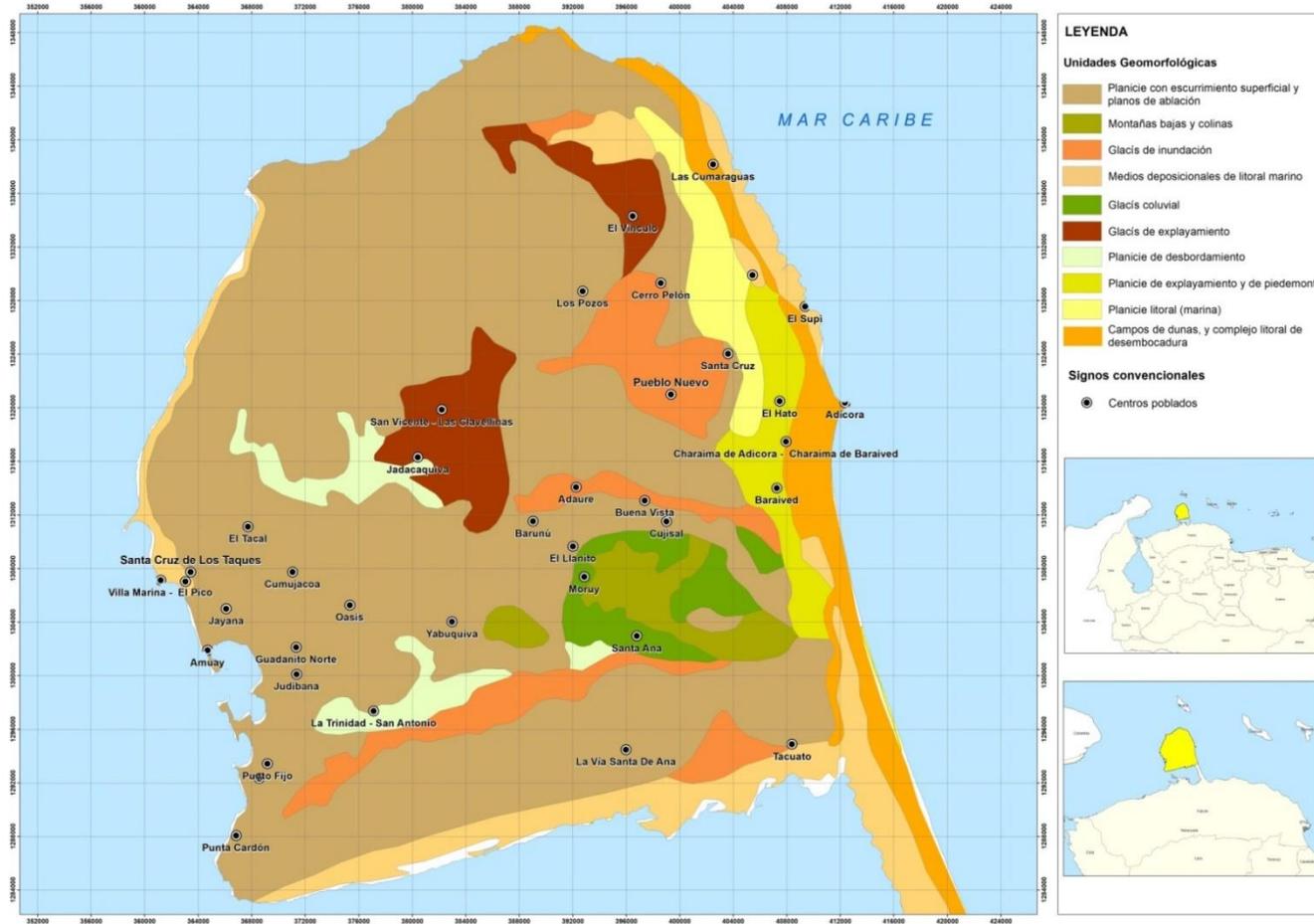
Se encuentran planicies de explayamiento en varias zonas, como son en el eje comprendido entre las poblaciones de Santa Rita y sur de Baraived, ubicándose inmediatamente detrás de las formas litorales recientes, así como al sureste de Santa Ana. Se encuentran además planicies de desborde al suroeste de la población de Jadacaquiva y al noreste de Punto Fijo y en las formas de acumulación de piedemonte, destaca el glaciar coluvial, ubicado al pie del cerro Santa Ana (MINTUR, 2008).

En la franja litoral está presente un paisaje de planicie y medios deposicionales recientes. La dinámica ha resultado en playas, cordones litorales y flechas vinculados a la corriente litoral marina y al relleno de planicie de marea en el tramo costero entre Santa Rita y Las Cumaraguas, conformado por una base geológica de material sedimentario arcilloso-arenoso, limo y material orgánico. Asimismo, la dinámica ha determinado en la costa oriental de la Península de Paraguaná la existencia de extensas zonas de medanales, así como salinetas y fangales (humedales). Adicionalmente, se destaca a la acumulación marina ubicada al este de Pueblo Nuevo y el Vínculo, donde la playa fue basculada y desnivelada en varios pisos escalonados por efecto de la tectónica de las fallas (MINTUR, 2008).

Con respecto al paisaje de montañas y colinas, éste se encuentra en las partes meridional y central de la Península de Paraguaná, el cual es de elevación baja y orientación este - oeste. El cerro Santa Ana, ubicado al sureste de la Península,

presenta la mayor elevación (830 msnm). El relieve del cerro Santa Ana es predominantemente escarpado con pendientes mayores del 30%. Al este de este cerro se encuentra la denominada fila de Tausabana. Asimismo, desde la población de El Vínculo hasta la población de Buena Vista, se extiende un paisaje acolinado con un relieve predominantemente quebrado y pendientes fuertes representado por la fila Monte Cano (455 msnm) y la montaña Buena Vista (460 msnm) (MINTUR, 2008).

Figura 4. Unidades geomorfológicas de la Península de Paraguaná.



Fuente: Sistemas Ambientales Venezolanos (MARN, 1982), escala de levantamiento cartográfico 1:250.000.

3.1.3 SUELOS Y CAPACIDAD DE USO

El área que corresponde al cerro Santa Ana y a la fila Tausabana, presenta suelos de tipo Entisol, principalmente en los subórdenes Orthents y Orthids, ya que la inclinación del terreno no permite el desarrollo de los mismos. Éstos son suelos líticos, muy poco profundos, con texturas medias y elevada susceptibilidad a la erosión. Dichas características incluyen a estos suelos en la clase VIII, los cuales se caracterizan por sus limitaciones muy severas o extremas, lo que los hacen inapropiados para fines agropecuarios y aun para propósitos de explotación racional del recurso maderero (MINTUR, 2008).

En el paisaje de planicie predominante en la Península de Paraguaná al sur, norte y oeste de la misma, donde las pendientes son bajas (1 al 2%) y los arbustales espinosos presentan las mayores extensiones, dominan suelos de los subórdenes Torriorthents, Camborthids y Calciorthids. Son litosuelos predominantemente de texturas medias, débilmente estructurados y muy poco profundos (0-25 cm), con bajo contenido de materia orgánica y fósforo, así como moderado contenido de potasio y altos niveles de calcio. Se genera en ellos un escurrimiento difuso y generalmente están afectados por la erosión laminar. Los suelos más profundos se encuentran en áreas donde la coluviación es importante, especialmente al pie de las pequeñas cuevas que se han originado por erosión geológica o diferencial. Estos suelos son clasificados como clase VI debido a las fuertes limitaciones de clima, por lo que presentan una baja potencialidad agrícola. Son tierras que pueden utilizarse básicamente para la explotación extensiva de ganado caprino u ovino (MARN, 1982; MINTUR, 2008).

Al noreste y sureste de Jadacaquiva (en la zona centro occidental de la Península), predomina el relieve de plano a cóncavo con pendientes menores de 1%. Los subórdenes presentes son el Camborthids y Torrerts. Un 50% de esta unidad está compuesta por suelos predominantemente medios con una estructura que varía de débil a moderada. El drenaje externo y el interno y la permeabilidad son moderadas. Son suelos con una moderada erosión de tipo laminar. El pH varía de ligeramente a moderadamente alcalino, los contenidos de materia orgánica son bajos, el fósforo es moderadamente alto, el potasio es bajo, los nitratos altos y el calcio muy alto. Una parte minoritaria (20%) tiene suelos predominantemente arcillosos, por lo que su permeabilidad es más lenta; presentan moderada erosión de tipo laminar. El resto de la unidad presenta suelos predominantemente arcillosos con estructura prismática y

grietas (suborden Torrerts), el drenaje externo es lento y su permeabilidad y drenaje interno va de lento a muy lento. Por lo general son fuertemente salinos y sódicos (MINTUR, 2008).

Los suelos del suborden Torrerts, tienen severas restricciones para uso agrícola, debido a los altos contenidos de sodio y sales, aunado a una textura arcillosa; son suelos que clasifican en la clase VIII. En cambio el resto de los suelos de la unidad se encuentran dentro de la clase VI; limitados por clima y erosión; algunos pueden llegar a clase II con mejoramiento, sin embargo están limitados debido a que presentarían problemas de fertilidad al ser usados intensivamente, además que las demandas de agua para riego son altas como consecuencia de las condiciones climáticas. Una parte minoritaria correspondiente a los Camborthids arcillosos, puede llegar a clase III pero limitados por la textura, lo que hace en este caso su mejoramiento poco factible; además su carácter arcilloso y su lenta permeabilidad requiere de un manejo especial del suelo y del riego (MINTUR, 2008).

En las depresiones de Pueblo Nuevo, Buena Vista y al oeste de Tacuato en zonas de relieve predominantemente plano a cóncavo y pendientes del 1%, se presentan los subórdenes Camborthids y Torriorthents. Una parte de los suelos tiene texturas predominantemente arcillosas, con permeabilidad y drenaje interno lento a muy lento. La profundidad efectiva está limitada por la salinidad, la cual es muy severa. El pH varía de neutro en la superficie a alcalino en profundidad y el contenido de materia orgánica es muy bajo. Otra parte de la unidad tiene suelos medios, con buenas características físicas, no salinos y pH neutro, ligeramente alcalino en profundidad. En ellos es posible obtener cosechas de cultivo de ciclo corto; sin embargo, se presentan moderados problemas de fertilidad debido a los bajos contenidos de fósforo y materia orgánica, entre otros componentes; dadas estas características es posible clasificar a estos suelos en la clase VI, que pueden llegar a ser de clase I, si se considera para su mejoramiento satisfacer las altas demandas de agua impuestas por las condiciones climáticas semiáridas de la zona (MINTUR, 2008).

3.1.4 HIDROGRAFÍA

Debido a la escasez de lluvias sobre la región peninsular y un régimen de precipitaciones esporádicas e inestables, los recursos hídricos son escasos en cuanto a los volúmenes escurridos superficialmente y a la disponibilidad de aguas subterráneas. Los drenajes naturales son de carácter intermitente y permanecen secos

la mayor parte del año, aunque durante las escasas lluvias en los últimos meses del año las quebradas pueden tener cierto caudal, particularmente en el mes de noviembre (MINTUR, 2008).

El sistema hidrográfico se distribuye cónsono con las características orográficas de la Península. Entre las quebradas con nacientes en el cerro Santa Ana, se pueden señalar las siguientes (Figura 5):

- ✓ Qda. Guaranao, la cual drena hacia la costa suroeste de la Península para finalmente desembocar en la laguna de Guaranao, en el sector urbano de Punto Fijo.
- ✓ Qdas. El Cayude y El Rodeo, que drenan hacia el golfete de Coro.
- ✓ Qda. Tura, la cual drena hacia el sector de salinetas en la costa sureste de la Península.

Entre los drenajes con nacientes en el sector colinoso de Monte Cano, se encuentran:

Qdas. Jadacaquiva y Macama, que drenan respectivamente, hacia la costa oeste y noroeste de la Península.

Qdas. San Pedro y Amparo, que drenan hacia el litoral nororiental de la Península y que alimentan respectivamente, las áreas lagunares cercanas a las poblaciones de El Supí y Adícora.

La escasa escorrentía ha llevado a la construcción de pequeños embalses en las quebradas que en período lluvioso presentan un mayor caudal (Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes, 2015)

3.1.5 VEGETACIÓN

Desde el punto de vista bioclimático, el área de la Península de Paraguaná se ubica en una de las zonas de vida de mayor aridez de Venezuela, el “Monte Espinoso Tropical”, excepto el Cerro Santa Ana, cuya zona de vida correspondería a un Bosque Muy Seco Tropical (Bms-T) (Ewel y Madriz, 1968).

La distribución geográfica general de las diferentes formaciones vegetales presentes en Paraguaná está condicionada a su ubicación con relación a los aportes húmedos movilizados por los vientos alisios y su interacción con los elementos topográficos de mayor elevación. La vegetación más exuberante y diversa (bosques nublado,

semideciduo y deciduo) coincide con el sector de las colinas de Monte Cano y el cerro Santa Ana, en la franja central – oriental de la Península. Este relieve actúa como una barrera recolectora de la humedad transportada desde el mar por los vientos alisios. Por el contrario, en la planicie hacia el oeste la vegetación dominante es de tipo xerofítico, poco diversa y rala, donde la sequía extrema se debe al paso de los vientos libres de humedad (Delfín *et al.*, 2011).

La vegetación en la planicie es de tipo xerofítico y presenta una amplia cobertura en la península que se extiende hasta los sectores piemontanos. Huber y Alarcón (1988) identifican a esta comunidad como arbustales xerófilos espinosos (cardonales y espinares). Los elementos arbóreos o arbustivos presentan una densidad muy variable, poseen copas extendidas y aplanadas, hojas pequeñas y coriáceas, tallos fuertemente armados (espinosos) y con clorofila, con alturas que no sobrepasan los 5 m. Las especies vegetales características incluyen a los cactus columnares cardón de dato (*Stenocercus griseus*) y lefaria (*Cereus repandus*), leguminosas como *Erythrina velutina*, *Cercidium praecox* y el cují (*Prosopis juliflora*): En el sotobosque predominan la tuna de cabra (*Opuntia wentiana*), el teco (*Bromelia humilis*) y arbustos como *Jatropha gossypifolia* (Matteucci, 1987; Huber y Alarcón, 1988; Martino, Arends y Aranguren (1998). Algunas de las especies herbáceas más frecuentes son: *Aristida venezuelae*, *A. setifolia*, *Sporobolus virginicus*, *S. dominguensis*, *Anthepora hermaphrodita*, *Eragrostis ciliaris* y *Dactyloctenium virginicum* (Delfín *et al.*, 2011)

En las costas, además de los arbustales xerófilos, están presentes los herbazales halófilos (plantas adaptadas a suelos salinos) y psamófilos, tales como *Atriplex petandra*, *Heterostachya ritteriana*, *Salicornia fruticosa* y *Batis maritima* y herbazales psamófilos (crecen sobre arena o dunas), como *Scaevola plumieri*, *Portulaca pilosa*, *Cakili lanceolata*, *Sporobolus virginicus* y *Euphorbia buxifolia* (Huber y Alarcón, 1988).

Los manglares están presentes en pequeñas áreas ubicadas al sur, noroeste y el litoral oriental, incluyendo las lagunas costeras. Se señala la presencia de los mangles rojo (*Rhizophora mangle*), negro (*Avicennia* sp.) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) (MINTUR, 2008).

El cerro Santa Ana posee varios pisos altitudinales. Los pisos medio y alto se encuentran protegidos bajo un ABRAE (Monumento Natural Cerro Santa Ana). Las características de cada piso se resumen a continuación. La “zona xerofítica”, se desarrolla en el piedemonte en una franja de 300 m, con presencia de un bosque de espinar, con especies como cardones (*Cereus* sp.) y tunas (*Euphorbia grandicornes*, *Opuntia wentiana*), cujíes (*Prosopis juliflora*), yabo (*Cercidium praecox*), guamaro (*Manihot* sp.) y una orquídea que crece en los cardonales, conocida como cambur de palo, del género *Schomburgkia*. La “zona tropófila”, se desarrolla en una franja de 250 m con un bosque decíduo montano y especies como barba de chuco (*Pitcairnia* sp.), guarura (*Cecropia* sp.), cadenillo (*Bauhinia* sp.) y aritivare de montaña (*Ipomoea* sp., entre otras. La “zona hidrofítica mesotérmica” comprende 150 m de una exuberante selva nublada o bosques ombrófilos submontanos siempreverdes según Huber y Alarcón (1988), en la que los árboles alcanzan entre 10 y 15 m, con especies de Bromeliáceas (*Commelina cayennensis*, *Bomarea caraccensis*), cordoncillo (*Piper* sp.), camare (*Coccoloba* sp.), copei (*Clusia* sp.), guayabo (*Myrcia* sp.), orumo (*Tabebuia rosea*) y cayude (*Annona glabra*), entre otras. Continúa una zona de 100 m de matorral antillano, que corresponde a un terreno muy inclinado, pantanoso y húmedo, con arbustos en alta densidad, alturas entre 1,50 y 2,50 m y presencia de helechos (*Cyathea arbórea*, *Polypodium*, *Blechnum*, *Oryopteris*, *Elaphoglossum*, *Alsophila oblonga*, *A. senilis*, *Hymenophyllum* sp., *Trichomanes* sp.), la planta carnívora *Utricularia alpina*, ciperáceas y palmeras. Finalmente, se encuentra una zona de 50 m de vegetación pseudoparamera constituida por plantas leñosas enanas, con especies como *Clusia* sp. y la ciperácea corta corta (*Scleria* sp.), así como una palmera de unos 50 cm de alto, endémica y muy amenazada en otros tiempos (*Geonoma paraguayensis*), porque se utilizaba para elaborar las famosas sillas de Moruy (MINTUR, 2008).

El área de Monte Cano conforma un sector de colinas donde usualmente ocurre la descarga de humedad en los cerros más altos (200 y 250 msnm). Presenta un terreno accidentado que genera un mosaico de vegetación, que comprende el bosque muy seco tropical, matorral espinoso tropical, espinares y cardonales (Inparques, 2020; Salas y Contreras, 2016).

La zona de Monte Cano alberga una gran diversidad de especies vegetales, muchas de ellas muy raras en Paraguaná, algunas se encuentran sólo en esta área y otras son muy

escasas en el Cerro Santa Ana, varias incluso en peligro de extinción en la Península. Monte Cano es el único sitio reportado en Venezuela para *Amaranthus polygonoides*, el único sitio en Falcón para la orquídea *Lophiaris lurida* y la trepadora *Cynanchum racemosum*, uno de los dos sitios en Venezuela para la hepática *Cronisia* y el único sitio en Paraguaná para la familia Nymphaeaceae (dos subespecies de lirios de agua). También se encuentran plantas suculentas reportadas como amenazadas, tal como la pitahaya (*Hylocereus monacanthus*) y varias especies de orquídeas y bromelias, así como árboles casi desaparecidos en la Península, entre ellos el Taque (*Geophraea spinosa*), de gran valor por el valor alimenticio de sus frutos en los períodos muy secos y otros usos, además de una especie de yuca (*Manihot carthagensis*) altamente resistente a la sequía y que fue sustento de los aborígenes caquetíos que habitaban la región. El bosque ribereño y de laderas colindantes con las quebradas, alberga especies como los árboles de los géneros *Crateva*, *Manihot*, *Pachira*, *Pseudobombax* y la especie *Bourreria succulenta*. Además hay una gran abundancia de epífitas, entre ellas la barba de palo (*Tillandsia usneoides*), la cual da una apariencia de cabellera gris sobre el dosel y ha dado origen a la denominación de fila Monte Cano (Inparques, 2020).

3.1.6 FAUNA SILVESTRE

La distribución geográfica de la fauna silvestre en Paraguaná se encuentra estrechamente vinculada con las características de la vegetación, de la cual dependen la disponibilidad y diversidad de refugios y alimento. En la franja costera, la fauna incluye a zorros, mapurites, murciélagos, una variedad de aves marinas (pelícano marrón, cotúa, gaviotas), lagartos y tortugas marinas. En los humedales costeros (lagunas y zonas anegadizas), se encuentra una variedad de aves como flamencos, corocoras, garzas, playeros, pelicanos y tijeretas de mar, además de diversas aves migratorias. En la planicie o bajo de ablación, donde la vegetación xerófila es dominante, los componentes de la fauna silvestre incluyen a comadreja, conejos de monte, murciélagos, iguanas, lagartijas, gavilanes y mochuelos, entre otros. En las zonas de montaña y colinas, representadas por el cerro Santa Ana y la fila Monte Cano, la fauna incluye a la comadreja común, el ratón mochilero, murciélagos, conejos y el venado matacán, así como una variedad de reptiles y aves como, el bobito copetón, el gavilán teje y las paraulatas (Delfín *et al.*, 2011).

La Península de Paraguaná muestra una condición de aislamiento desde el punto de vista biológico, lo que ha propiciado niveles relativamente bajos de diversidad biológica. En el caso de los murciélagos, hasta ahora sólo han sido registradas en Paraguaná ocho especies, lo que representa apenas un 5% de la diversidad conocida para este grupo de mamíferos en Venezuela (Delfín *et al.*, 2011).

Varias especies muestran restricciones de distribución y requerimientos ecológicos específicos que han ameritado especial atención (Tabla 2).

La presencia de importantes refugios de especies de murciélagos como las referidas en la Tabla 2, determinó el decreto del primer Santuario de Fauna Silvestre del país, el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná”, cuyo objetivo es proteger un sistema cavernario, las cuevas El Pico, Cacucque, Piedra Honda y El Guano, donde habitan colonias de *Leptonycteris curasoae*, *Glossophaga longirostris*, *Pteronotus parnellii*, *P. davyl*, *Mormoops megallophylla* y *Natalus stramineus* (Delfín *et al.*, 2011).

Los murciélagos *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* han desarrollado una estrecha relación coevolutiva con plantas suculentas, particularmente los cactus columnares, por lo cual prestan un servicio ecológico de suma relevancia al ser polinizadores y dispersores de las semillas de dichas plantas, lo que favorece la regeneración y mantenimiento del ecosistema xerófilo. Por otra parte, los murciélagos insectívoros como *Pteronotus paraguayensis* (en peligro de extinción), así como *Mormoops megallophylla* y *Rhogeessa minutilla* actúan como reguladores de las poblaciones de insectos plagas que afectan la agricultura local, lo que probablemente ha propiciado que Paraguaná sea considerada como una región libre de la mosca blanca de las frutas (*Anastrepha grandis*), situación que ha favorecido la obtención de los permisos necesarios para la comercialización en los mercados internacionales de algunos rubros, como el melón (Delfín *et al.*, 2011).

Es de destacar que el murciélago nectarívoro *Leptonycteris curasoae* está representado en Paraguaná por una población residente y una mayoría de individuos migratorios (principalmente hembras) que visitan la región entre mayo y agosto, coincidiendo con los picos de floración y fructificación de los cactus columnares. Un patrón diferente es mostrado por las aves migratorias, cuya llegada coincide en gran medida con el período octubre - enero (invierno del norte), entre las cuales predominan las especies acuáticas (Delfín *et al.*, 2011).

Tabla 2. Fauna vulnerable y en condición de amenaza de la Península de Paraguaná.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago cardonero	Nectarívoro y frugívoro. Principal agente polinizador y dispersor de las semillas de numerosas plantas típicas de ecosistemas xerofíticos (mayormente cactus columnares). Exclusivo de los ecosistemas xerofíticos de los Andes colombianos y venezolanos, la franja norte costera del país y algunas islas del Caribe. Hábitos cavernícolas. Migra hacia la península de Paraguaná en mayo-octubre (coincidiendo con la floración y fructificación de los cactus). Vulnerable.
<i>Pteronotus paraguayensis</i>	Murciélago bigotudo de Paraguaná	Insectívoro, su dieta está compuesta en 62% por insectos perjudiciales para la agricultura. Hábitos cavernícolas. Especie endémica de la Península de Paraguaná. Sus únicos refugios diurnos conocidos son tres cavernas protegidas por el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná”. En Peligro.
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago fantasma	Insectívoro. Hábitos cavernícolas. Exclusivo de los ecosistemas xerofíticos presentes en el norte de Sur América.
<i>Rhogeessa minutilla</i>	Murciélago	Insectívoro. Exclusivo de los ecosistemas xerofíticos del norte de Sur América.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS
	diminuto claro	
<i>Heteromys oasicus</i>	Ratón mochilero de Paraguaná	Especie endémica de la Península de Paraguaná. Habita bosques siempreverdes y semidecuidos en el cerro Santa Ana y en la fila Monte Cano. En Peligro.
<i>Lepidoblefaris montecanoensis</i>	Tuqueque de Monte Cano	Uno de los geckos más pequeños (mide menos de 6 cm), más amenazados y con menor distribución del mundo. Endémico de Monte Cano, habita ecosistemas relictos de bosques secos tropicales en la Reserva Biológica de Monte Cano (zona privada creada en 1986 y administrada por la Universidad Francisco de Miranda). En Peligro.
<i>Chromatopelma cyaneopubescens</i>	Tarántula azul de Paraguaná	Especie endémica de la Península de Paraguaná. Habita áreas con vegetación arbustiva y herbácea. Amenazada por el sobrepastoreo que está acabando con su hábitat, también las fumigaciones de terrenos de cultivo ha logrado la migración de la especie hacia la reserva biológica Montecano y el monumento natural cerro Santa Ana. En Peligro.

Fuente: Delfín *et al.* (2011), Rodríguez *et al.* (2015).

3.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Las características socioeconómicas de la Península de Paraguaná son el resultado tanto de la expansión de las actividades tradicionales agrícolas de base rural, así como por la incorporación de esquemas modernos de producción desarrollados en el eje Punto Fijo-Punta Cardón.

3.2.1 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL

La Península de Paraguaná está constituida por los municipios Carirubana, Los Taques y Falcón. Carirubana se encuentra conformada por cuatro parroquias, Los Taques por dos parroquias y Falcón por nueve parroquias (Figura 6).

El municipio Falcón, con una superficie de 1.577 km², representa el 63% de la península. Se divide en nueve parroquias: Pueblo Nuevo, Adícora, Baraived, Buena Vista, Jadacaquiva, Moruy, Adaure, El Hato y El Vínculo, con Pueblo Nuevo como la capital del municipio.

El municipio Carirubana presenta una superficie de 684 km², que representa el 27% de la Península y se divide en cuatro municipios: Carirubana, Norte, Santa Ana y Cardón, con la ciudad de Punto Fijo como capital de municipio.

El municipio Los Taques presenta una superficie de 231 km², que corresponde al 9% de la Península y se divide en dos municipios: Los Taques y Judibana, con la población de Santa Cruz de Los Taques como capital de municipio.

En la Tabla 3 se presenta la distribución de la población y la tasa de crecimiento a nivel de municipio de la Península para los dos últimos censos (2001 y 2011), en valores absolutos y relativos.

La población de la Península se ubicó en 272.990 habitantes en el año 2001, mientras que en el 2011 se censaron 327.238 habitantes, lo cual significa que la densidad de población subió de 109,5 hab/km² a 131,1 hab/km² en este período es decir, un 20%.

El municipio Carirubana ocupa el primer lugar en ambas fechas censales, donde se concentró poco más del 70% de la población peninsular en el año 2011. Le sigue en importancia el municipio Falcón con 14,1% y por último el municipio Los Taques con 12,7%.

Tabla 3. Población y densidad poblacional en los municipios de la península de Paraguaná, censos 2001 y 2011.

MUNICIPIO	SUP. (Km ²)	2001			2011			TASA DE CRECIMIENT O INTERCENSA L
		TOTAL	%	Dens. (Hab/Km ²)	TOTAL	%	Dens. (Hab/Km ²)	
CARIRUBANA	684	203.583	74,6	297,6	239.444	73,2	350,1	17,6
FALCÓN	1577	40.879	15,0	25,9	46.215	14,1	29,3	13,1
LOS TAQUES	231	28.528	10,5	123,5	41.579	12,7	180,0	45,7
PENÍNSULA DE PARAGUANÁ	2492	272.990	100, 0	109,5	327.238	100,0	131,1	19,9

Fuente: INE (2014).

Según los datos de densidad poblacional, Carirubana alcanzó 350,1 hab/km² en el año 2011, superando en dos veces al municipio Los Taques (180,0 hab/km²) y en 12 veces la densidad del municipio Falcón (29,3 hab/km²). Se destaca el hecho de que las ciudades de Punto Fijo y Coro corresponden a los dos centros urbanos principales del estado.

Estos datos reflejan los procesos que prevalecen de concentración urbana en la Península. Los datos disponibles del Censo 2011 demuestran que la distribución espacial de la población se caracteriza por presentar un alto porcentaje de población urbana, concentrada en los municipios Carirubana (96,6%) y Los Taques (89,7%), mientras que en el municipio Falcón la representación de la población rural es mucho mayor (76,0%) (Tabla 4).

Tabla 4. Población censal y porcentaje por área urbano-rural según municipio de la Península de Paraguaná.

Municipio	Población (hab.)			Porcentaje (%)	
	Total	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Carirubana	239.444	231.409	8.035	96,6	3,4
Falcón	46.215	11.096	35.119	24,0	76,0
Los Taques	41.579	37.293	4.283	89,7	10,3
Estado Falcón	902.847	672.093	230.754	74,4	25,6

Fuente: INE (2011; citado en Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes, 2015).

Sin embargo, cuando se examina la variación intercensal de la densidad poblacional, se encuentra que el municipio Los Taques es el que mayormente se comportó como un captador de población (45,7%), seguido lejanamente por Carirubana (17,6%) y Falcón (13,1%).

Lo antes expuesto muestra que la distribución de los habitantes de la Península de Paraguaná presenta un fuerte desequilibrio, ya que el 86% de la población se concentra en menos del 40% del territorio peninsular, básicamente en la costa suroeste de la Península donde hay una tendencia a la conurbación de las ciudades de Punto Fijo y Los Taques, mientras que la población rural se ubica principalmente en el municipio Falcón. Este fenómeno es el resultado de la concentración de oportunidades económicas en el eje Carirubana – Los Taques, estimulado por la presencia del Complejo Refinador Paraguaná, las actividades pesqueras del municipio Los Taques y otras actividades productivas, como la cría de caprinos (MINTUR, 2008).

3.2.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La Península de Paraguaná ha estado tradicionalmente centrada en las actividades agrícolas y pesqueras. Con el establecimiento del Complejo Refinador Paraguaná y el los importantes recursos turísticos que posee la Península, además de los incentivos fiscales para apalancar el desarrollo económico, esta zona del país se ha convertido en un área geográfica focal para el desarrollo a nivel regional y nacional.

Desde el punto de vista agrícola, se tiene que el patrón espacial de esta actividad que se observa en la Península se relaciona estrechamente con la disponibilidad de humedad y de suelos con la mejor capacidad agrológica, de ahí que tiende a concentrarse territorialmente en el sector oriental y central de la misma. El eje vial entre Pueblo Nuevo, Buena Vista, Moruy y Santa Ana, facilita la entrada de insumos y salida de los productos agrícolas.

En la Tabla 5 se indican varios rubros de importancia que se cultivan en la Península de Paraguaná. El melón y la patilla predominan en la producción agrícola vegetal de la Península de Paraguaná, con su mayor superficie en el municipio Falcón (346,45 ha). Estos cultivos anuales correspondientes a frutas, hortalizas y cereales ocupan una superficie de 872,05 ha, particularmente en los municipios Falcón y Carirubana. Otros rubros que también se cultivan en el área incluyen: cebolla, caraota, ají dulce, auyama, pepino, lechosa y algunos pastos como el sorgo (Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes, 2015; MINTUR, 2008).

Tabla 5. Producción agrícola vegetal en la ZIT Península de Paraguaná, año 2008.

MUNICIPIO	CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	PRODUCCIÓN (T)	RENDIMIENTO (Kg/ha)
Falcón / Carirubana / Los Taques	Melón	190,5	4.105	25.000
Falcón / Carirubana	Patilla	155,95	2.790	22.000
Falcón / Carirubana	Pimentón	47,1	720	16.000
Falcón / Carirubana	Tomate	46,5	647	17.000
Falcón	Maíz blanco	432	1.057	1.300
Falcón / Carirubana	Zábila	2.750	0,0	500-800 acibar/ha

Fuente: Datos del Ministerio de Agricultura y Tierras según Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes (2015).

La siembra de cultivos anuales mecanizados se enfrenta a dificultades debido a las bajas posibilidades de riego. Las explotaciones agrícolas de las áreas planas en los alrededores de Pueblo Nuevo y El Hato, aprovechables para el cultivo hortícola y de cucurbitáceas, se

adaptan a las condiciones de sequía, utilizando el agua proveniente de las precipitaciones. La captación de agua más importante es el embalse Cruz Verde, con una capacidad insuficiente para regar extensas superficies, lo que ha motivado el uso inadecuado de los pozos existentes, con el peligro de salinización de los suelos (INE, 2011).

Se destaca el cultivo del melón, para el cual se utiliza una tecnología avanzada (acolchado plástico, riego por goteo) con mano de obra especializada. Este rubro es distribuido tanto en mercados nacionales como internacionales (Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes, 2015; MINTUR, 2008).

El sistema de cultivos semipermanentes adaptados a zonas áridas está representado por la zábila, principalmente en los municipios Falcón y Carirubana, con una superficie de cultivo de 2.750 ha (Tabla 5). La Península de Paraguaná constituye el principal productor de este rubro en el estado Falcón (INE 2011).

Con respecto a la superficie total cultivada en la Península, Armas *et al.* (2003, citado en Delfín *et al.* 2011), señalan que según el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, para el año 2001 se había estimado la misma en 2.602 ha correspondientes a un 14% de ésta, la mayor parte (13,2%) concentrada en el municipio Falcón (Tabla 6).

Tabla 6. Superficie dedicada a la agricultura y número de explotaciones por municipio, Península de Paraguaná, estado Falcón, año 2001.

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL (ha)	SUPERFICIE CULTIVADA (ha)	PORCENTAJE (%)
Carirubana	2.465,84	1.278,80	6,9
Falcón	15.526,05	2.463,00	13,2
Los Taques	603,20	109,40	0,6
Total	18.595,08	2.601,80	14,0

Fuente: Armas *et al.* (2003, citado en Delfín *et al.*, 2011).

La cría de ganado se desarrolla fundamentalmente en forma extensiva, la cual se ubica principalmente en el municipio Falcón. La actividad está concentrada en la cría de caprinos, con una existencia aproximada de 160.648 animales, en su mayoría (78,8%) en este municipio (Tabla 7). Existen además algunas granjas de engorde de pollos y de huevos.

Tabla 7. Población ganadera por municipio y tipo de ganado, península de Paraguaná, estado Falcón, año 2008.

MUNICIPIO	CAPRINO	OVINO	BOVINO
Falcón	126.615	35.365	2.921
Carirubana	21.790	5.771	392
Los Taques	12.243	1.047	123
Total	160.648	42.183	3.436

Fuente: Datos del Ministerio de Agricultura y Tierras según Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes (2015).

Desde el punto de vista forestal, el potencial maderable del monte espinoso (arbustal espinoso) es considerado prácticamente nulo, esto debido al crecimiento lento de las especies (Ministerio de Agricultura y Tierras (Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes, 2015).

La actividad pesquera se desarrolla con mayor intensidad en la costa occidental, donde existe una mayor abundancia del recurso, particularmente especies de gran importancia comercial como el camarón, cuya producción en un 50% se destina a los mercados de exportación. La pesca artesanal se realiza fundamentalmente en la costa oriental de la Península. Existen varios puertos base como son: Las Piedras, Punta Cardón, Tacuato y Carirubana (municipio Carirubana), Villa Marina y Amuay (municipio Los Taques) y Adícora, El Supí, La Macolla y Puerto Escondido (municipio Falcón). En esta costa se ubica la infraestructura de apoyo a la pesca industrial de la península en los sectores de Las Piedras, Los Taques, Punta Cardón, Carirubana, Amuay, Villa Marina, El Pico y La Macolla (Gobernación Bolivariana del Estado Falcón-Universidad de Los Andes, 2015; MINTUR, 2008).

También se encuentra un uso acuícola, el cual se ha venido desarrollando en la parroquia El Vínculo, específicamente entre la ensenada de Yaima y Punta Tumatey, con la instalación de laboratorios marinos para la producción de larvas de camarón (MINTUR, 2008).

El uso minero está fundamentalmente referido a la extracción de minerales no metálicos como: sal, caliche, arena y arcillas, estos últimos insumos básicos para la industria de la

construcción. Actualmente sólo está siendo explotada la sal, específicamente en Las Cumaraguas, pero existe una gran cantidad de sitios con potencial productivo como son: Bajarigua, El Pico, El Infierno y Jacuque, entre otros. También está el caliche (producto de la meteorización de la caliza, útil en la industria de la construcción), cuya extracción se ha ubicado hacia el este de la poligonal del Área Metropolitana Punto Fijo - Los Taques, en el sector denominado Cumajacoa y el sector El Cardón - El Cayude, así como algunos saques dispersos permitidos para la construcción de la carretera perimetral. El resto de los minerales existentes requieren estudios para determinar sus reservas, tal es el caso de las arcillas rojas en San José de Cocodite, El Amparo y las cercanías de Moruy y Pueblo Nuevo, las calizas en Santa Ana y norte de Pueblo Nuevo, las rocas y minerales como el granito, pizarras y grafito localizado en Pueblo Nuevo y Cocodite; y amianto-abesto en El Rodeo. Adicionalmente, cabe destacar que existen evidencias de minerales metálicos como cobalto, níquel, platino, cromo y cromita en el cerro Arajó y en la fila de Tausabana y en el Cerro de Santa Ana, aunque se carece de estudios que comprueben su existencia (MINTUR, 2008).

El uso industrial se encuentra localizado principalmente en el área urbana de Punto Fijo-Los Taques, en el extremo suroeste de la península. Se refiere fundamentalmente al área ocupada por las refinerías de Amuay y Cardón, que conforman el Centro Refinador Paraguaná, además de las industrias procesadoras de productos del mar y astilleros. A ello se han venido sumando otras actividades económicas conforme se ha venido expandiendo el desarrollo de dicho eje urbano.

El área ha sido favorecida por el Estado venezolano con incentivos económicos mediante dos tipos de Regímenes Especiales Territoriales aduaneros y tributarios cuya finalidad es crear condiciones que favorezcan la inversión en un territorio determinado y así propiciar su activación económica. Según figura en el portal del SENIAT, uno de ellos ha sido a través de la declaratoria de la “Zona Franca Industrial, Comercial y de Servicios de Paraguaná”, con ubicación en el municipio Carirubana. Primero se creó como zona franca industrial, mediante Decreto N° 1.307 de fecha 6 de junio de 1973 y publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 30.125 de fecha 11 de junio de 1973 y luego fue ampliada a zona comercial y de servicios, mediante Decreto N° 1.807, de fecha 23 de abril

de 1997, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.145 Extraordinario, de fecha 30 de abril 1997.

Asimismo, se creó la “Zona Libre para el Fomento de la Inversión Turística de la Península de Paraguaná”, mediante la Ley de Creación y Régimen de la Zona Libre para el Fomento de la Inversión Turística de la Península de Paraguaná, Estado Falcón, de fecha 06 de agosto de 1998, publicada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.517, de fecha 14 de agosto de 1998, esto para el fomento de la prestación de servicios en la actividad turística y comercial conexas al turismo. Su ámbito abarca el territorio de los municipios Carirubana, Falcón y Los Taques. A los efectos del funcionamiento de dicho régimen, se creó la Corporación para la Zona Libre para el Fomento de la Inversión Turística de la Península de Paraguaná (CORPOTULIPA).

Respecto a la actividad turística, la Península de Paraguaná es altamente reconocida por su gran valor en recursos escénicos y de playa. Entre las playas más conocidas se encuentran Adícora, Buchuaco, El Supí, Tiraya, Piedras Negras y Puerto Escondido, todas en la costa oriental. Sin embargo, hoy en día se reconoce una oferta más amplia de recursos turísticos, la cual se encuentra fundamentada e integrada a la planificación del territorio establecida en el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2014).

CAPÍTULO IV

4 MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se exponen los antecedentes, el marco teórico y las bases legales que dan soporte a la investigación.

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se presenta información sobre investigaciones que han tenido lugar para comprender la distribución del ecosistema xerófilo en el país, su ecología e importancia, su condición de ecosistema amenazado y la protección actual en el marco del ordenamiento territorial del país.

4.1.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ECOSISTEMA XERÓFILO EN VENEZUELA Y LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ

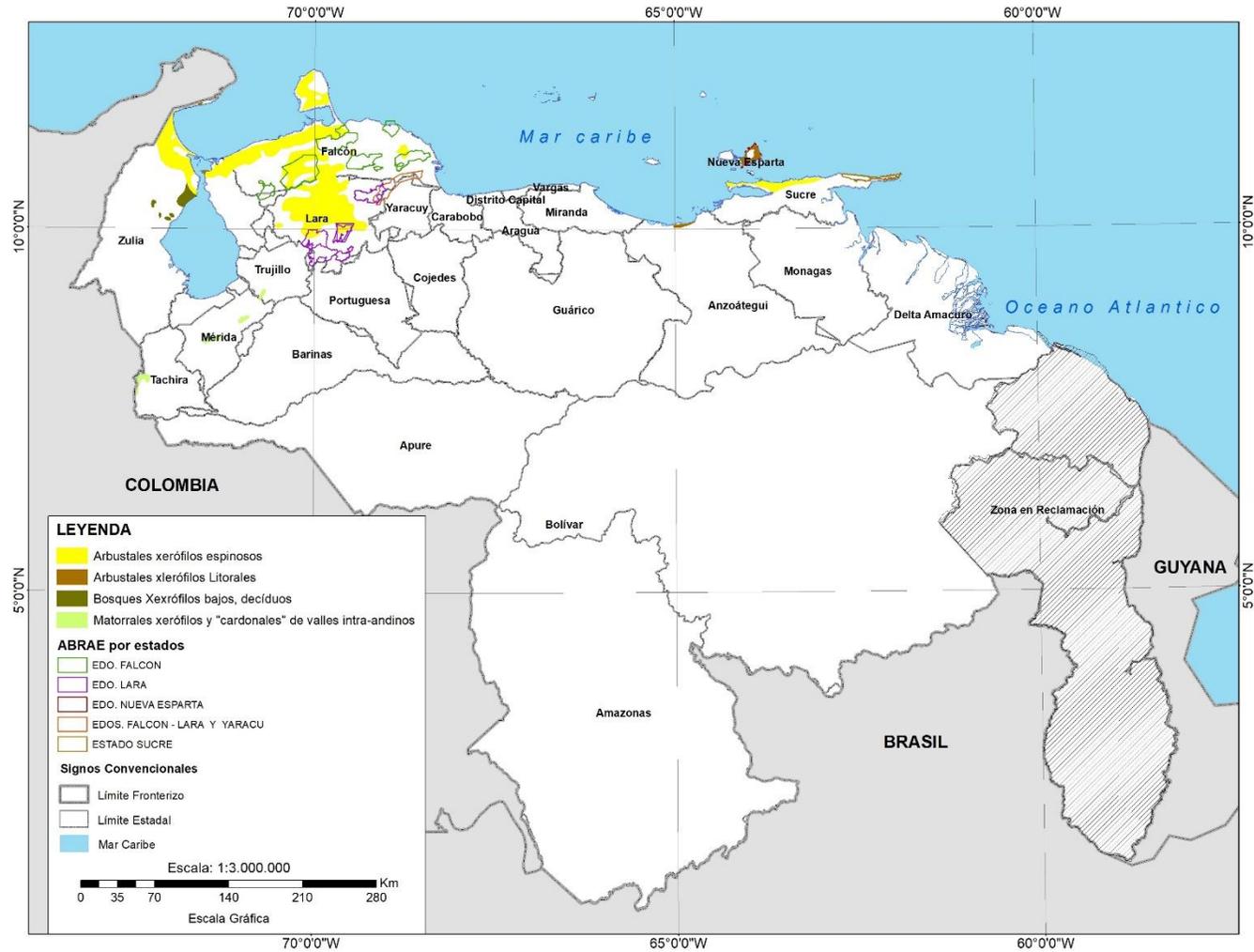
Desde el punto de vista bioclimático, el ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná corresponde con una de las zonas de vida de mayor aridez de Venezuela, el “Monte Espinoso Tropical”, excepto en el Cerro Santa Ana, que correspondería al Bosque Muy Seco Tropical (Bms-T) (Ewel y Madriz, 1968).

Los ambientes áridos y semiáridos de Venezuela se encuentran por debajo de los 500 m s.n.m., presentan una precipitación media anual inferior a los 800 mm y comprenden una superficie de 41.023 km², equivalente al 5% del territorio nacional (Matteucci, 1986). Aún más restringida es la cifra según Oliveira-Miranda *et. al.* (2010), quien estimó una cobertura de la vegetación xerófila (referida como arbustales espinosos) de 20.297 km², equivalente a un 2% del territorio nacional y de los cuales 8.422 km² (41,5%) corresponde al estado Falcón.

Soriano y Ruiz (2003) señalan que en Venezuela, las asociaciones vegetales que constituyen los ecosistemas xerófilos están determinadas por las condiciones físicas del ambiente, especialmente por el déficit hídrico, aunado a la permeabilidad del sustrato, la baja capacidad de retención y el desarrollo incipiente del perfil de los suelos.

La distribución de las formaciones vegetales xerófilas se encuentra bastante fragmentada en el país, tal como se puede observar en la Figura 7.

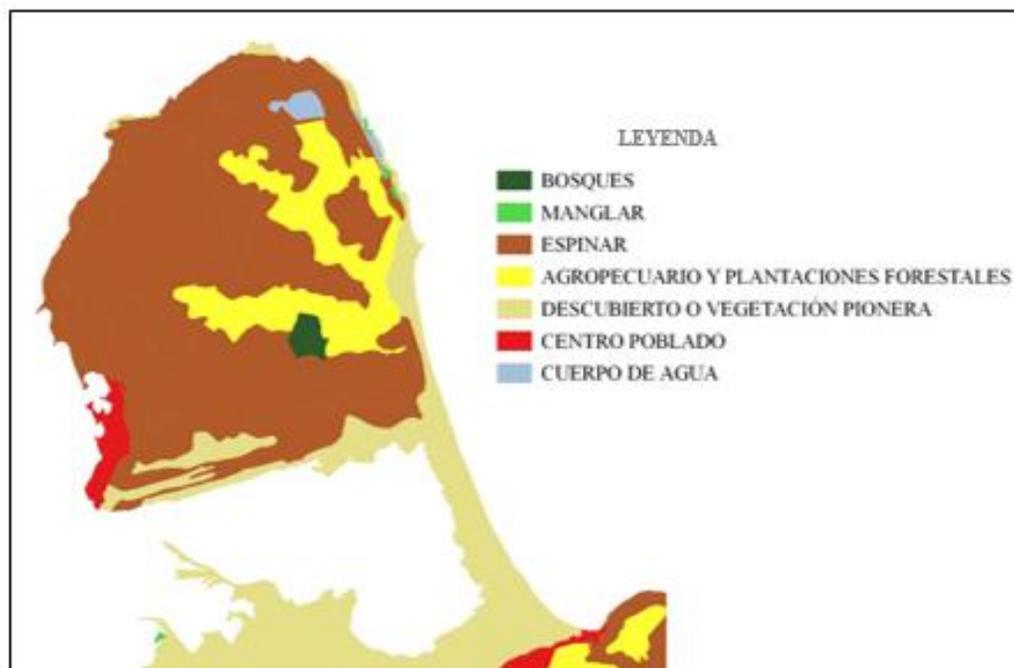
Figura 7. Distribución de la vegetación xerófila en el país.



Fuente: Elaboración propia a partir de Huber y Alarcón (1988).

En la Península de Paraguaná, existe un amplio predominio del espinar, según se puede apreciar en la Figura 8. A esta escala se muestran algunos sectores menores cubiertos por formaciones boscosas, como es el caso del bosque del Cerro Santa Ana, así como por manglares en áreas costeras. También son notorios los espacios de suelo descubierto o con vegetación pionera, que se extienden al sur y este, así como en el istmo.

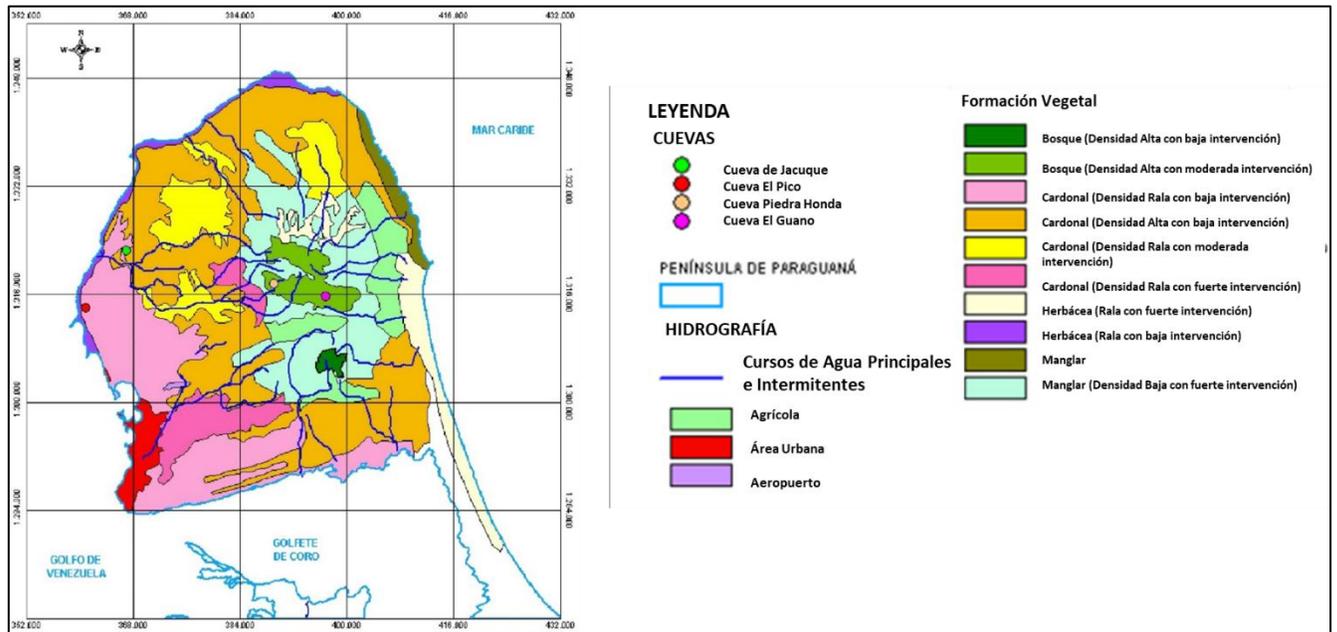
Figura 8. Cobertura vegetal de la Península de Paraguaná, según el MINEC.



Fuente: Elaborado propia a partir de la información a escala 1:250.000 digitalizada del MINEC.

Delfín *et. al.* (2011) realizaron una representación de la cobertura vegetal de la Península, en la que las formaciones xerófilas estarían referidas a los matorrales espinosos y cardonales, diferenciados estos últimos según sus densidades de cobertura y grados de intervención (Figura 9). Los cardonales de menor densidad están básicamente distribuidos hacia el oeste y suroeste, en correspondencia con el sector más seco de la Península. Según estos autores, los cardonales cubren una extensión estimada en 174.134 ha (65% del territorio), seguida del matorral (40.514 ha, 15,1%), herbazales (19.460 ha, 7,2%), bosques semidecuidos a siempreverdes (9.478 ha, 3,5%) y manglares (extensión no reportada).

Figura 9. Cobertura vegetal de la Península de Paraguaná, según Delfín *et al.* (2011).



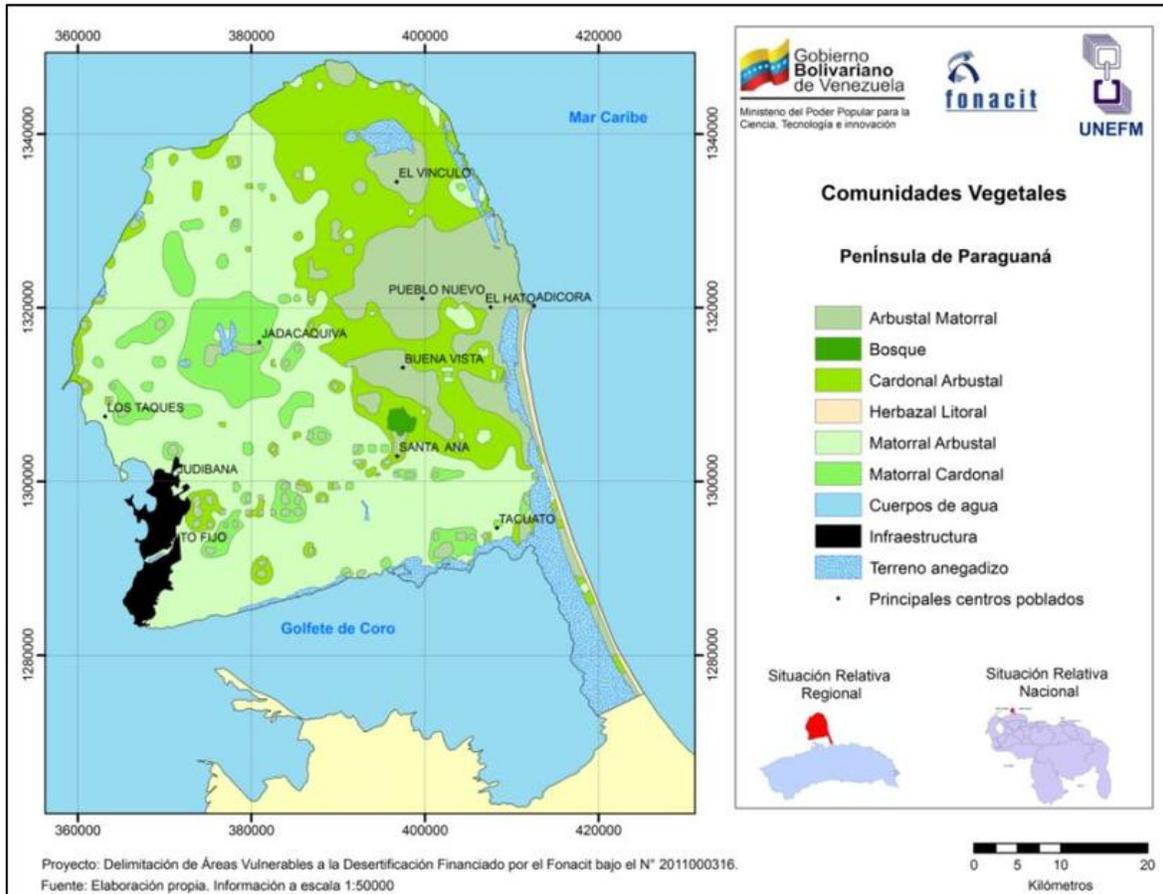
Fuente: Delfín *et al.* (2011).

Mogollón *et al.* (2016) presentan también una distribución de las comunidades vegetales de Paraguaná, acorde con su objetivo de diferenciar áreas vulnerables a la desertificación. Las unidades fueron diferenciadas atendiendo a criterios tanto fisonómicos como de dominancia de especies y puede asumirse, de acuerdo a ello, que la formación xerófila abarca las unidades de cardonal arbustal, matorral arbustal, matorral cardonal y arbustal matorral (Figura 10).

De lo antes expuesto, se destaca que la Península de Paraguaná es un área geográfica que presenta un amplio predominio del ecosistema xerófilo, con lo cual la hace de interés considerando la condición de amenaza del ecosistema en el país.

Como se señaló anteriormente, este ecosistema ha sido motivo de gran preocupación por los procesos de pérdida e intervención a que ha estado sometido. Según Oliveira-Miranda *et al.* (2010), la extensión estimada de la formación de arbustal espinoso a nivel nacional en el año 2010 mostró una reducción de 19% con respecto al año 1988 es decir, en un lapso de 32 años. Sin embargo, los estados Lara y Falcón es donde se ha presentado la reducción más notable.

Figura 10. Comunidades vegetales de la Península de Paraguaná, según Mogollón *et al.* (2016).



Fuente: Mogollón *et al.* (2016).

En el estado Lara, de 6.636 km² de arbustales que existían en 1988, la superficie disminuyó a 4.223 km², lo cual representa una reducción de 2.413 km², equivalentes al 36,4% de la extensión original. Para el estado Falcón, se señala que de 10.071 km² en 1988 la formación se redujo a 8.422 km² en 2010 es decir, una reducción de 1.649 km², equivalentes al 16,4% de la extensión original (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

Zager y Carrasquel (2010) desarrollaron un estudio temporal con apoyo de imágenes de satélite entre 1991 y 2001 en un área de aproximadamente 10.000 km² en la zona centro-norte del estado Falcón (excluyendo a la Península de Paraguaná), correspondiente al 40% de la superficie del estado. Los resultados llevaron a la conclusión de que los cardonales y espinares habían disminuido en 276 km² (16,58%) en el lapso de 10 años. Durante este período las áreas intervenidas y urbanas se duplicaron, pasando de 425 km² a 850 km² de

extensión, como indicativo de la alta presión antrópica a la que ha estado sometida la cobertura xerófila del área. A partir de esta información, los autores proyectaron las tasas de cambio de cobertura estimadas considerando una ventana de 50 años (partiendo del año 2001), con lo cual se predijo que en este lapso desaparecerían más del 80% de los cardonales y espinares remanentes.

La tasa de cambio es tan elevada en el estado Lara, que el ecosistema califica en la categoría “En Peligro Crítico”, mientras que en el estado Falcón este ecosistema es considerado “En Peligro”. Conceptualmente, un ecosistema se encuentra “En Peligro” si ha experimentado una pérdida muy severa de su función ecológica o una eliminación total de su cobertura sobre una proporción significativa de su distribución (extensión > 50%) y con amenazas actuando en el presente o en el pasado reciente o que se espera actúen en el futuro (luego de 50 años aproximadamente) (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010). Sin embargo, los autores alertan acerca de las pérdidas de función, las cuales pueden ser difíciles de detectar además de la detección de las disminuciones en la extensión del ecosistema.

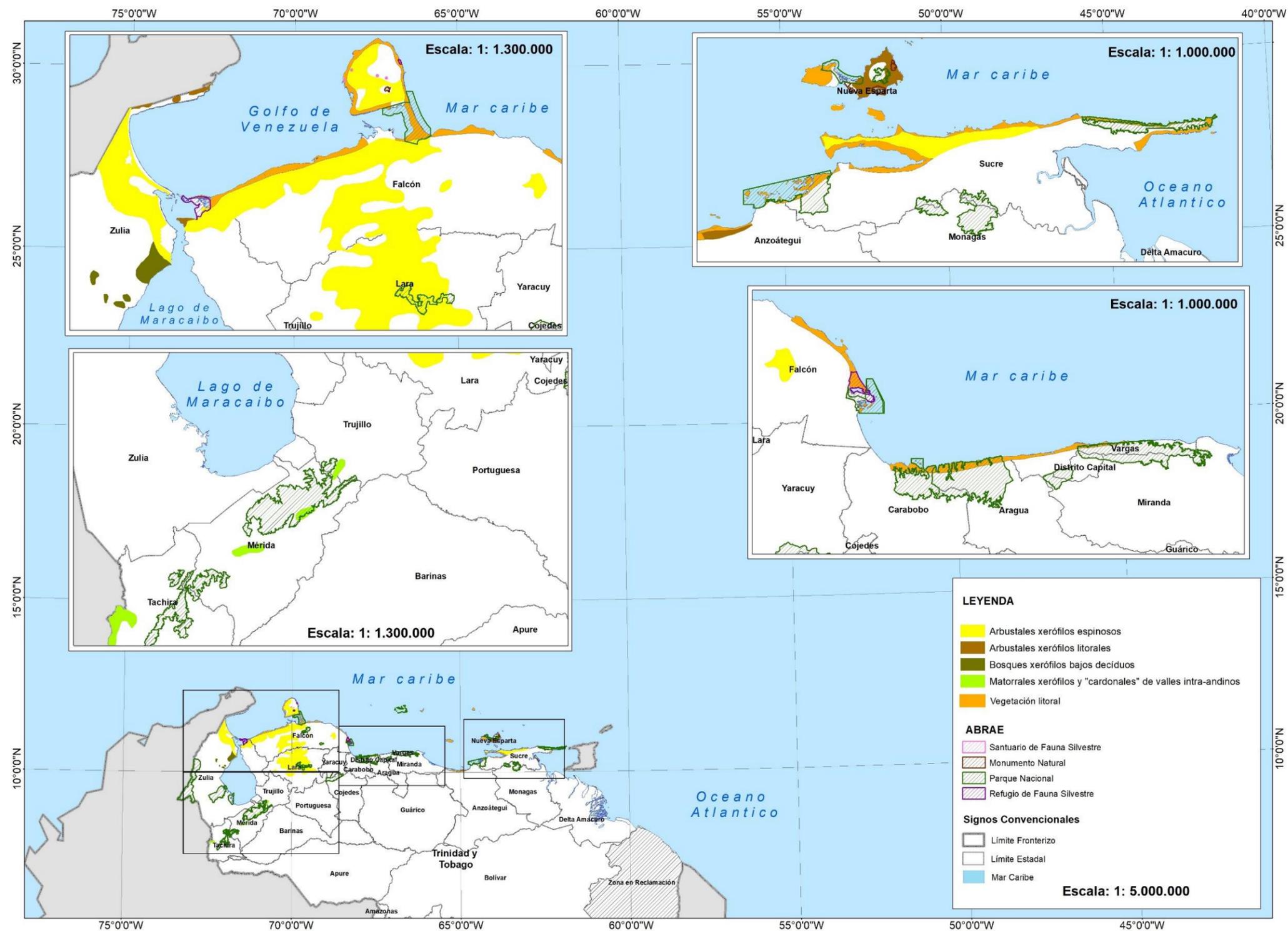
4.1.2 PROTECCIÓN DEL ECOSISTEMA XERÓFILO EN VENEZUELA

Tal como se ha venido señalando, los arbustales espinosos corresponden a uno de los ecosistemas menos protegidos del país. En la actualidad el porcentaje de esa formación que se encuentra en áreas protegidas, como son los parques nacionales, monumentos naturales, refugios de fauna silvestre y santuarios de fauna silvestre, corresponde a un 5%, con un 19% adicional en áreas protegidas de manejo (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

Espacialmente, esta situación puede ser observada en la Figura 11, donde se puede notar la limitada protección de las ABRAE en las áreas de distribución de este ecosistema en el país.

Con respecto a las ABRAE de la Península de Paraguaná, la Figura 12 muestra las áreas protegidas que forman parte integral de su ordenamiento territorial: el Parque Nacional Médanos de Coro, el Monumento Natural Cerro Santa Ana, el Monumento Natural “Montecano”, el Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Laguna de Boca de Caño y el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná”.

Figura 11. Las ABRAE con relación a la vegetación xerófila del país.



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa de Vegetación de Venezuela Huber y Alarcón (1988) y MINEC (2019).

Figura 12. Áreas protegidas en la Península de Paraguaná.



Fuente: Elaboración propia a partir de las ABRAE digitalizadas por el MINEC (2019) e imagen de satélite obtenida de Google Earth.

Adicionalmente, a este conjunto de ABRAE se agrega la denominada “Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná” (Congreso de la República, 1974), que a los efectos de esta investigación se denominará en lo sucesivo ZIT Península de Paraguaná.

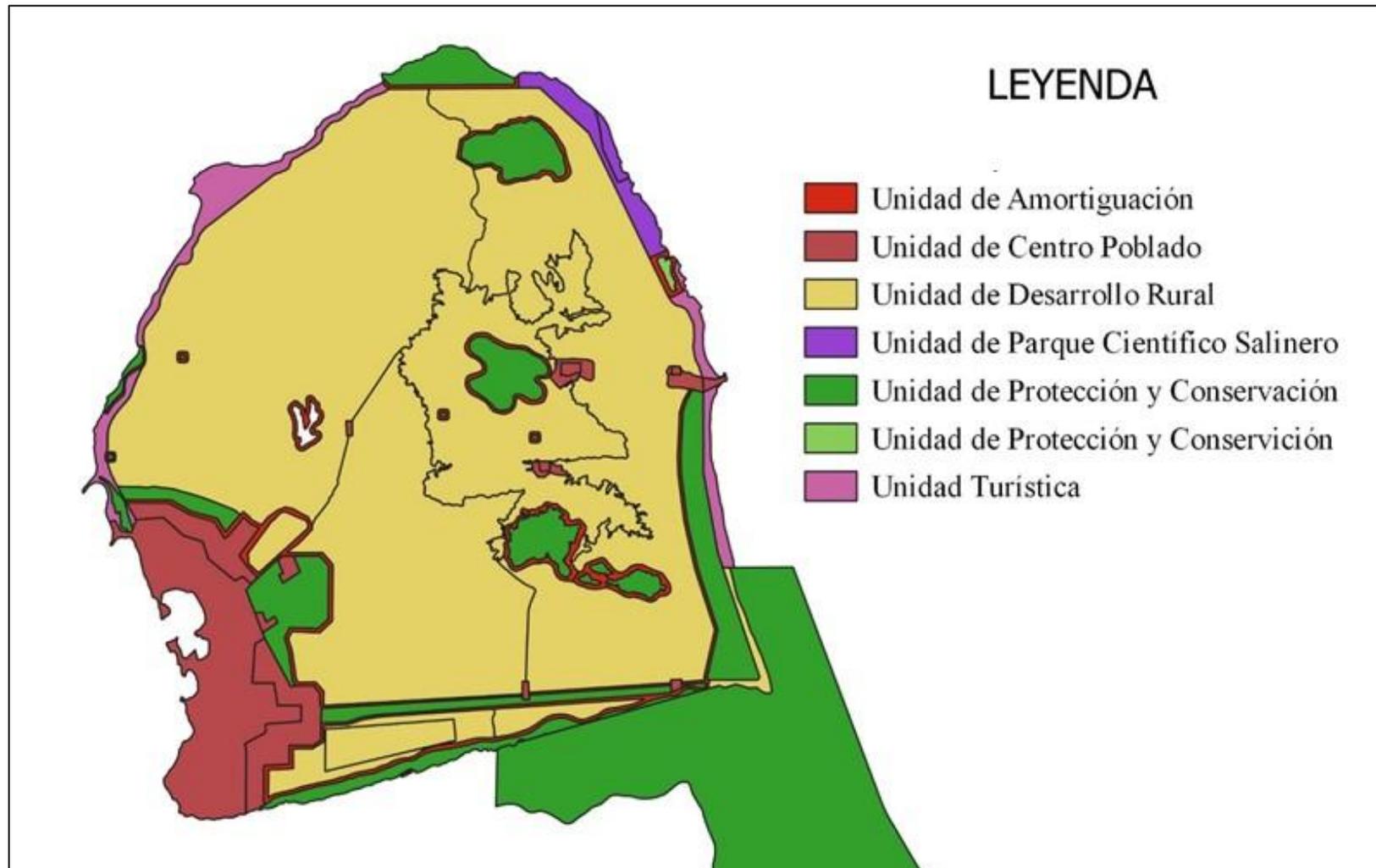
Esta ABRAE cuenta con un Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) desde el año 2014, que define el ordenamiento de la Península y que según su Artículo 3º :

...tendrá como finalidad el desarrollo sostenible de la zona sobre la base de la equidad social, la conservación del ambiente basado en el respeto de sus recursos y valores naturales y la eficacia económica como actividad generadora de ingresos y empleos dignos y calificados, así como la rentabilidad como actividad económica que permite el aumento de los beneficios a la comunidad en general.”

El PORU del ABRAE ZIT Península de Paraguaná resulta de gran interés en la presente investigación, por cuanto establece la zonificación de usos que afecta, entre otros, a los espacios ocupados por la vegetación xerófila de la Península (Figura 13).

Según se observa en la Figura 13, la Unidad de Protección y Conservación (UPC) del PORU de la ZIT Península de Paraguaná comprende a las áreas actualmente protegidas de la Península, con la salvedad del Monumento Natural “Montecano” que fue promulgado posteriormente, [en el año 2019](#). Estas UPC se encuentran rodeadas por la denominada Unidad de Amortiguación (UA), la cual es definida como una franja de ancho variable considerada a partir de la poligonal de cada ABRAE y que actúa como resguardo de las áreas ecológicamente frágiles con el objeto de minimizar impactos negativos, riesgos o daños ambientales a las áreas protegidas y ecológicamente más frágiles. Las UA son áreas de transición que permiten usos compatibles y poco intensivos para resguardar la integridad ambiental de estos espacios.

Figura 13. Zonificación del PORU de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná, estado Falcón.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información digitalizada suministrada por el MINEC (2019).

Por otra parte, se hace evidente que una gran extensión de la Península corresponde con la Unidad de Desarrollo Rural (UDR), cuyo objetivo de manejo es desarrollar el espacio rural, aunque afirma que sería promoviendo el uso racional de los recursos naturales no renovables y aplicando medidas de control ambiental, con el fin de corregir, mitigar y prevenir los impactos negativos sobre ese territorio. Los usos permitidos son: agrícola, forestal, residencial, protección-conservación, educativo, minero, turístico, recreacional, comercial, industrial y de equipamiento y servicio.

De tal manera que una buena extensión de la vegetación xerófila de la Península se encuentra bajo la UDR, que es la de mayor extensión de la ZIT. Esto otorga una condición de vulnerabilidad a estas formaciones vegetales ante posibles amenazas que pudieran surgir de los programas de desarrollo que se propongan en el marco de esta zonificación.

Se destaca, además, la localización de las cuatro cuevas protegidas por el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná”, ya que se encuentran inmersas en la matriz del territorio destinada a la misma unidad de desarrollo rural (UDR). Sin embargo, es en su entorno donde precisamente se encuentran los cardonales, que son el recurso de alimentación de los cuales dependen murciélagos que habitan las cuevas. Por ello, lo restringido de los linderos de cada cueva no toma en cuenta en amplitud a las fuentes de alimentación de estos animales. Éste es un caso en el que el hábitat de las especies amenazadas no se encuentra en su totalidad bajo el reguardo del área protegida, lo que pone en riesgo los propios objetivos de la ABRAE.

4.2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan algunos conceptos sobre el ecosistema xerófilo que fundamentan la terminología utilizada en esta investigación, así como aspectos de ordenamiento y conservación ambiental y algunas particularidades que resaltan la importancia del ecosistema en términos de los servicios ambientales que provee.

4.2.1 ASPECTOS CONCEPTUALES SOBRE LA VEGETACIÓN XERÓFILA

El término xerófilo hace referencia a la categoría climática caracterizada por un régimen climático árido a semi-árido, con una pronunciada deficiencia de agua de lluvia en el suelo durante la mayor parte del año (Huber y Alarcón, 1988).

Las formaciones vegetales áridas han sido llamadas de diferentes formas, según el sistema de clasificación utilizado (Ewel y Madriz, 1968; Matteucci, 1986; Vareschi, 1992; Veillón 1994; Huber y Alarcón, 1988; entre otros). De acuerdo con Soriano y Ruiz (2003), estos estudios han seguido en su mayoría la clasificación bioclimática de Holdridge (1957), sin tener en cuenta que existe una gran variación local en la fisonomía de esta vegetación debido a las diferencias en topografía, suelo, humedad, exposición y actividad humana.

Por ende, el término “vegetación xerófila” hace referencia a las comunidades vegetales que se desarrollan bajo estas condiciones ambientales, en las que el común denominador es la escasez de agua, lo que constituye un factor restrictivo para muchos de los procesos vitales y una presión selectiva para el establecimiento y sobrevivencia de la mayoría de las especies que lo habitan. La característica resaltante de sus componentes bióticos es la abundancia de plantas espinosas y suculentas, como los cujíes, tunas y cactus (Soriano y Ruiz, 2003).

Huber y Alarcón (1988) utilizan criterios florístico-fisonómicos y las clasifican bajo las denominaciones de cardonales, arbustales y matorrales xerófilos. La definición adoptada por Oliveira-Miranda *et al.* (2010) de los arbustales espinosos, fue tomada de Huber y Alarcón (1988) según la cual, éstos son comunidades vegetales cuya composición florística está conformada por cactáceas, arbustos y arbolitos bajos (entre 3 a 8 m de alto), la mayoría provistos con espinas.

Según Oliveira-Miranda *et al.* (2010) los arbustales espinosos a lo largo de su distribución en Venezuela, se encuentran en un gradiente que abarca desde áreas dominadas estrictamente por cactáceas, que reciben el nombre de cardonal, hasta otras donde predominan especies de leguminosas con espinas (e.g. *Prosopis* sp.) señaladas como espinar; aunque la condición más frecuente es una mezcla de espinares y cardonales, que pueden tener zonas con suelos relativamente desprovistos de vegetación.

En la presente investigación se aplica el término “arbustales espinosos” para referirse en general a la vegetación xerófila de la Península de Paraguaná, en concordancia con la denominación antes referida adoptada para este tipo de ecosistema según Oliveira-Miranda *et al.* (2010) y en el entendido de que dicho término representa una globalidad que abarca una gama de variantes estructurales y florísticas en respuesta a las variables físicas e influencia antrópica.

4.2.2 EL ANÁLISIS ESPACIAL, LOS SENSORES REMOTOS Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Según Anselin (1989), el análisis espacial es el estudio cuantitativo de aquellos fenómenos que se manifiestan en el espacio. Olaya (2014) señala que los datos espaciales contienen mucha más información de la que a primera vista muestran y que se relaciona con la posición, la superficie, la distancia y la interacción de los objetos o fenómenos en el espacio geográfico. Para que estos conceptos cobren sentido, se necesita que toda la información esté referenciada espacialmente.

O'Sullivan y Unwin (2010), señalan que definir de forma concisa el término “análisis espacial” no resulta sencillo, ya que éste se aplica en varios contextos, pero es posible reconocer al menos cuatro áreas: a) la manipulación de datos espaciales que generalmente se realiza en un sistema de información geográfica (SIG), el cual posibilita trabajar con las relaciones espaciales de las entidades contenidas en cada capa temática de la base de datos geográfica, b) el análisis exploratorio de datos espaciales, a menudo cuando se tiene un conjunto de datos grande y complejo, c) el análisis estadístico espacial, el cual emplea métodos estadísticos para examinar los datos espaciales y determinar si éstos pueden ser representados mediante un modelo estadístico, y d) el modelaje espacial, en el cual se construyen modelos para predecir resultados espaciales. En la práctica, es a menudo difícil distinguir entre estos enfoques y se involucra a todos ellos.

Entonces, siendo que todo objeto tiene una posición en el espacio, se puede entender que el análisis espacial resulta transversal a múltiples disciplinas en la investigación básica y aplicada. El abordaje en particular de los estudios para la conservación de la biodiversidad posee una componente espacial muy marcada. Para la conservación de especies,

comunidades y ecosistemas es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el territorio. Las fuerzas que promueven los cambios de coberturas naturales se identifican a escala de paisaje y revelan mucha información que puede ser valiosa para fundamentar políticas de planificación del territorio.

A su vez, este enfoque se ha ido haciendo cada vez más favorable, gracias al desarrollo de herramientas que permiten la captación y el manejo de un elevado volumen de información georreferenciada. Los sistemas de información geográfica (SIG) y los sensores remotos (teledetección espacial) se han convertido desde la década de 1980 en tecnologías por excelencia para la obtención y manejo de la información geográfica. Los datos georreferenciados pasan al marco de un SIG, donde se incorporan igualmente a un marco de análisis en el que, además, se contempla otra serie de operaciones. De esa manera, dentro de ese marco se da una formalización de los métodos de análisis espacial, fundamentada sobre todo en la naturaleza numérica y cuantitativa con la que se maneja todo dato espacial (Olaya, 2014).

En particular, la información espectral de los objetos como la vegetación que se obtiene de las imágenes satelitales, da la capacidad para convertir la señal producida por la radiación a determinadas longitudes de onda, en data que permite describirla. De forma similar, la diferenciación de otros elementos del terreno a partir de la energías reflejada o emitida por éstos y captadas por los sensores remotos, es una propiedad que facilita identificar patrones y abordar análisis asociados al uso de la tierra. Los SIG, cuya principal característica es su capacidad de manejar información geográfica, se han convertido en un instrumento cada vez más relevante para la toma de decisiones (Moreira Muñoz, 1996).

Según señala Castaño-Villa (2005), en las últimas décadas los criterios para determinar las áreas que deben ser protegidas han evolucionado y avanzado no sólo de la mano de la biología de la conservación, sino también de las herramientas tecnológicas de la teledetección espacial y los SIG.

Los estudios de los ecosistemas de zonas áridas en específico, han encontrado un fuerte soporte en el análisis espacial fundamentado en la teledetección espacial y los SIG con miras a su manejo y conservación. La preocupación con estos ecosistemas y su degradación es creciente, más aún al tomar en cuenta los servicios ecosistémicos que son afectados y los

procesos en avance de la desertificación, lo cual se potencia ante el planteamiento de escenarios promovidos por el cambio climático.

Existe una amplia literatura respecto al uso de las técnicas de clasificación digital en estudios de cobertura vegetal natural y estudios ecológicos; algunos de ellos son los trabajos de Arango Gutiérrez *et al.* (2005), Cartaya *et al.* (2015), Nagendra y Gadgil (1999) y Vega Guzmán *et al.* (2008). En Venezuela se puede citar como ejemplo, el trabajo de Chacón-Moreno *et al.* (2013) para el desarrollo de una propuesta metodológica de clasificación de la cobertura de la tierra bajo un enfoque ecológico estructurada en tres niveles o escalas espaciales: ecorregiones, paisajes ecológicos y ecosistemas, para la cual utilizó una clasificación supervisada de imágenes de satélite. Asimismo, Mogollón *et al.* (2016) lo aplicó en el marco de la identificación de áreas vulnerables a la desertificación en la Península de Paraguaná, que implicó un procesamiento digital supervisado de una imagen Landsat 8/OLI del año 2013.

En particular para las zonas áridas, existe también una variedad de trabajos que han surgido para abordar el estudio de las comunidades naturales utilizando estas herramientas tecnológicas, entre los cuales se pueden mencionar a Buzzi *et al.* (2017), con una propuesta basada en índices espectrales para predecir la variabilidad de atributos estructurales y funcionales en zonas áridas, Iglesias *et al.* (2010), referente a la dinámica estacional e interanual del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en bosques nativos de zonas áridas de Argentina, Martínez Utrera (2014), sobre el seguimiento y análisis de tendencias temporales del funcionamiento ecosistémico de dos áreas de Marruecos mediante técnicas de teledetección espacial, Martínez *et al.* (2001) con una propuesta metodológica de detección de cambios en zonas susceptibles de procesos de degradación y Oliveira-Miranda *et al.* (2010) sobre un análisis espacial e identificación de áreas vulnerables a la desertificación en Venezuela mediante modelaje en SIG.

4.2.3 PRINCIPIOS FÍSICOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LA VEGETACIÓN A PARTIR DE SENSORES REMOTOS

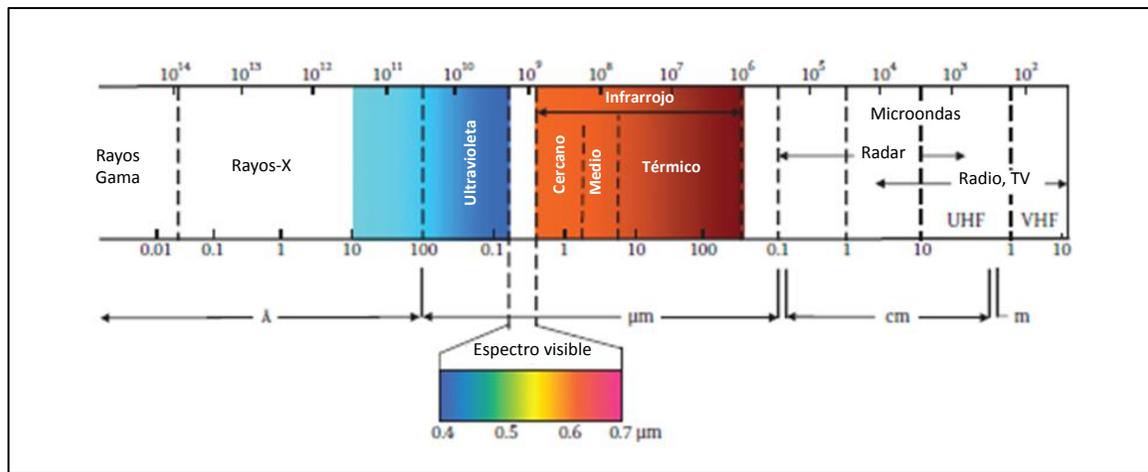
El análisis mediante sensores remotos de las coberturas vegetales se sustenta en principios físicos de la teledetección utilizando imágenes de satélite. A continuación se resumen los principios básicos.

Espectro electromagnético:

La percepción remota tiene unas fuertes bases físicas, que se sustentan en señales electromagnéticas provenientes de objetos terrestres con diferentes propiedades físicas y químicas (Chuvieco, 2016).

Las radiaciones electromagnéticas varían desde longitudes de onda muy cortas hasta muy largas, las cuales suelen ser organizadas en el denominado espectro electromagnético (Figura 14).

Figura 14. Principales bandas espectrales del espectro electromagnético.



Fuente: Chuvieco (2016).

Las longitudes de onda corta son las de mayor energía, tal es el caso de los rayos gamma y los rayos x, comúnmente utilizadas en la observación astronómica y aplicaciones médicas, respectivamente. Las longitudes de onda más largas son utilizadas en telecomunicaciones, radio y televisión.

Según Chuvieco (2016), las regiones espectrales más comúnmente utilizadas en la observación terrestre con sensores remotos, son las siguientes:

1. La región del espectro visible (región VIS) ($0.4 - 0.7$ μm), las cuales son percibidas por el ojo humano. Esta región puede ser subdividida en los tres colores primarios: azul ($0.4 - 0.5$ μm), verde ($0.5 - 0.6$ μm) y rojo ($0.6 - 0.7$ μm).

2. La región del infrarrojo cercano (región IRC) ($0.7 - 1.2 \mu\text{m}$), la cual no es captada por el ojo humano. Esta región es de especial interés debido a su utilidad para determinar el estado de salud de las plantas.
3. La región del infrarrojo medio (región IRM) ($1.2 - 8 \mu\text{m}$), la cual proporciona las mejores estimaciones del contenido de humedad en el suelo y la vegetación, particularmente en el intervalo de $1.2 - 2.5 \mu\text{m}$. El intervalo de $3 - 5 \mu\text{m}$ es particularmente útil para detectar fuentes de elevada temperatura, tales como volcanes o incendios forestales.
4. La región del infrarrojo térmico (región IRT) ($8 - 14 \mu\text{m}$), corresponde a la energía emitida por la superficie terrestre, comúnmente utilizada para cartografiar temperaturas superficiales, detectar evapotranspiración de la vegetación, propiedades del hielo y las nubes, emisión de calor urbano y discriminación de rocas.
5. La región de las microondas (región MO), abarca radiaciones superiores a 1 cm , que es con la cual trabajan las imágenes de radar, las cuales tienen la ventaja de una baja absorción atmosférica, pueden atravesar el dosel de los árboles y son muy útiles en análisis de la humedad del suelo y la rugosidad superficial.

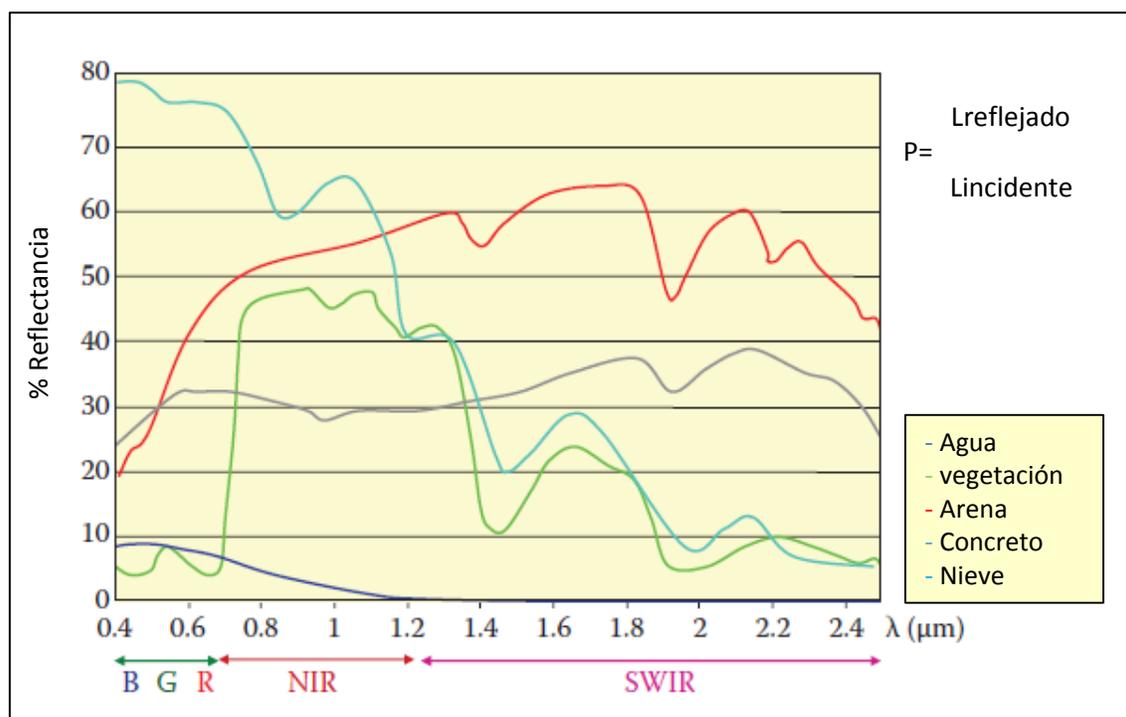
De tal manera que la radiancia captada por un sensor varía con las propiedades físicas y químicas de los objetos presentes en la superficie terrestre y por ende, según los tipos de cobertura terrestre (Chuvienco, 2016). Por consiguiente, es de interés conocer el comportamiento de los componentes de la superficie terrestre en las diferentes regiones espectrales (firmas espectrales).

Firmas espectrales:

La radiación solar que alcanza la superficie de la tierra interactúa con las diferentes coberturas terrestres (suelo, agua, vegetación, asfalto, etc.). Una parte de la radiación incidente es reflejada, otra es transmitida o absorbida por los elementos terrestres. Estas magnitudes no son constantes, es decir, las proporciones de la energía incidente que son reflejadas, absorbidas y transmitidas están en función de las características únicas de la superficie terrestre y esas proporciones varían según la región del espectro electromagnético utilizada para la observación terrestre. El comportamiento reflectante de

un objeto en las diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético se denomina comúnmente como la “firma de reflectancia espectral” o “firma espectral”, la cual es muy útil para seleccionar las bandas óptimas o combinaciones de bandas para discriminar propiedades superficiales (Chuvienco (2016)). La Figura 15 muestra varias firmas espectrales de referencia para las coberturas terrestres.

Figura 15. Firmas espectrales de referencia de las principales coberturas terrestres.



Fuente: Chuvieco (2016).

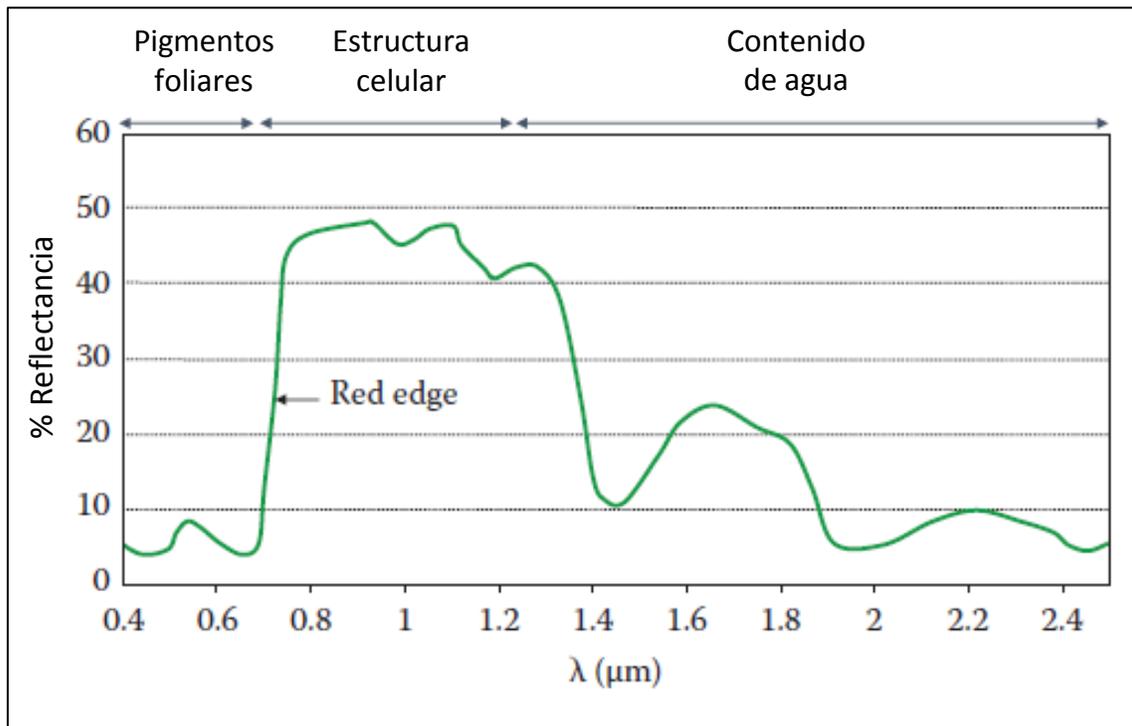
Según Chuvieco (2016), el comportamiento espectral de la vegetación es el resultado de múltiples factores. La condición fisiológica de la planta (vigor, fisiología, estrés) guarda relación con la disponibilidad de nutrientes, agua y luz, lo cual incide en los pigmentos, la lignina y las interacciones bioquímicas en las que interviene el agua. También influyen la morfología de la hoja (área, ángulo, grosor) y otras propiedades estructurales a nivel del dosel, tales como la altura de la planta, diámetro de la copa y cobertura, entre otros, además de la asociación con otras especies de arbustos, árboles y hierbas. La firma espectral de una hoja o planta es además afectada por su edad, estrés nutricional y salud (vigor, enfermedad, etc.).

Otro aspecto importante se refiere a los efectos de reflectancia del material del suelo, rocas, materia orgánica, agua y nieve subyacentes, sobre las propiedades ópticas que contribuyen a la señal de las áreas de vegetación, además de otros que pueden afectar la captación de la misma por parte del sensor, como el ángulo de iluminación solar y ángulo de toma, topografía y efectos atmosféricos. Respecto a la composición espectral de la energía reflejada y emitida por el suelo, ésta es dependiente, principalmente, de los constituyentes

minerales y orgánicos, de sus propiedades de dispersión óptica (tamaño de partícula, aspecto, rugosidad) y del contenido de humedad (Chuvieco, 2016).

Según Chuvieco (2016), existen sin embargo unas propiedades básicas de la vegetación en el espectro solar (regiones del VIS, IRC e IRM), se tiene que las propiedades reflectantes de una hoja se relacionan, principalmente, con los niveles de los pigmentos fotosintéticos, las características estructurales de la hoja y el contenido de agua (Figura 16).

Figura 16. Reflectancia espectral de una hoja verde.



Fuente: Chuvieco (2016).

La baja reflectancia en la región del visible (0.4 – 0.7 μm) se debe a los efectos de absorción de los pigmentos de las hojas, principalmente clorofilas a y b, carotenoides y xantofilas, con la clorofila siendo la mayor responsable de la absorción de la energía (60% – 75%). Todos estos pigmentos absorben en la región del azul, mientras que la clorofila también absorbe en la región del rojo del espectro electromagnético, a los fines de desarrollar la función fotosintética. Entre la región del azul y el rojo hay una región espectral de menor absorción, que resulta en un pico de reflectancia en la región del verde

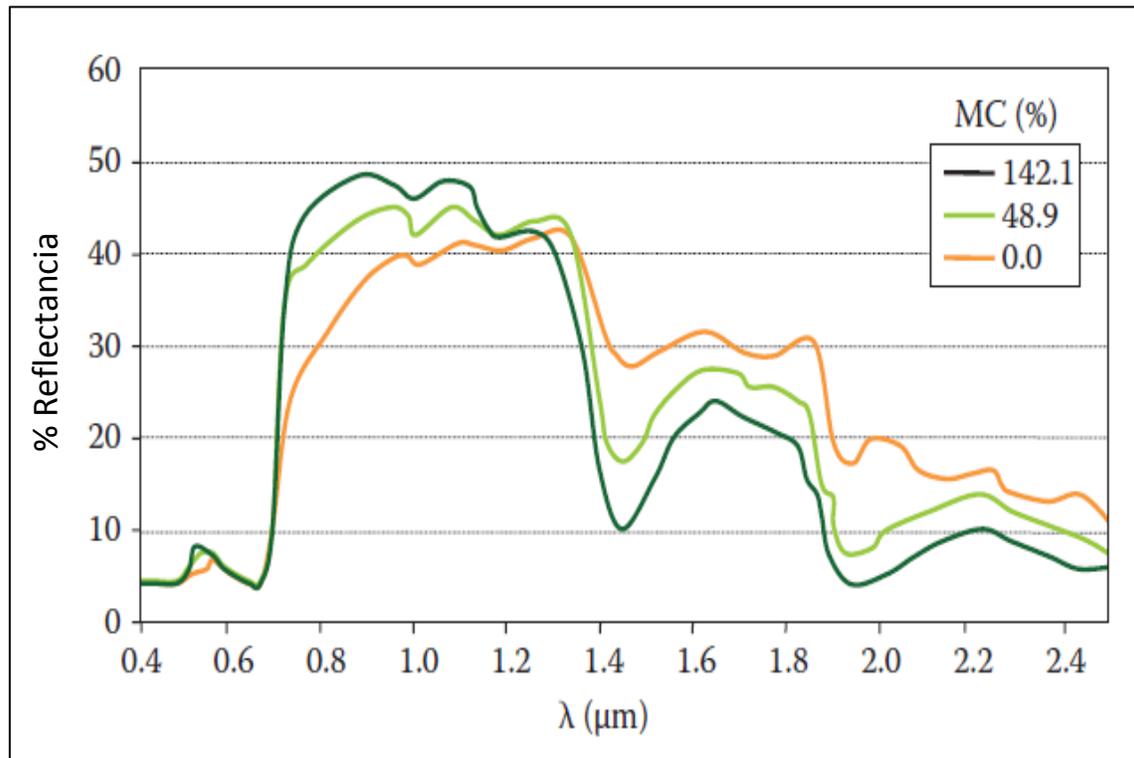
a $0.55 \mu\text{m}$, el cual es responsable del color verde de las hojas sanas, percibido por el ojo humano Chuvieco (2016).

Ya en el límite entre la región del rojo y el infrarrojo cercano (aprox. $0.74 - 0.78 \mu\text{m}$) tanto los pigmentos como la celulosa son transparentes a las longitudes de onda del infrarrojo cercano y presentan una alta reflectancia que puede alcanzar el 50%. La región entre 0.7 y $1.1 \mu\text{m}$ es llamada la meseta del infrarrojo cercano, donde la reflectancia es muy elevada, excepto en dos bandas de absorción por el agua (0.96 y $1.1 \mu\text{m}$), lo cual depende de la estructura celular interna de la hoja. Como resultado de la sensibilidad al infrarrojo cercano, esta región del espectro es muy útil para evaluar la vegetación. De lo dicho anteriormente, se comprende que las diferencias en las concentraciones de los pigmentos son responsables por los cambios en la reflectancia (“color”) de la vegetación en la porción visible del espectro.

En la transición entre el infrarrojo cercano y el medio ($1.1 - 1.3 \mu\text{m}$), la reflectancia comienza a disminuir drásticamente para alcanzar una región de baja reflectancia ($1.3 - 2.5 \mu\text{m}$), ya que ocurre una fuerte absorción por la hoja. La reflectancia en esta región, generalmente aumenta conforme disminuye el contenido de agua en la hoja; sin embargo, el agua absorbe tan fuertemente la radiación en las bandas $1.45 \mu\text{m}$ y $1.97 \mu\text{m}$, que estas longitudes de onda no deben ser utilizadas en percepción remota de la vegetación, debido a que la mayor parte de la radiación solar es absorbida por la atmósfera antes de alcanzar la superficie terrestre (Figura 17).

Es así como a pesar de la influencia de la complejidad estructural, hay aspectos comunes en la mayoría de los espectros de vegetación. Se afirma, en general, que mientras mayor sea el contraste entre la banda del rojo y la del infrarrojo cercano, mayor es el vigor de la vegetación. De hecho, este comportamiento espectral teórico de la vegetación en las regiones del rojo y el infrarrojo cercano es la base de los índices de vegetación, los cuales están contruidos a partir de combinaciones de estas dos bandas de las imágenes multiespectrales y permiten así resaltar la señal para facilitar la discriminación y extracción de información útil de la vegetación.

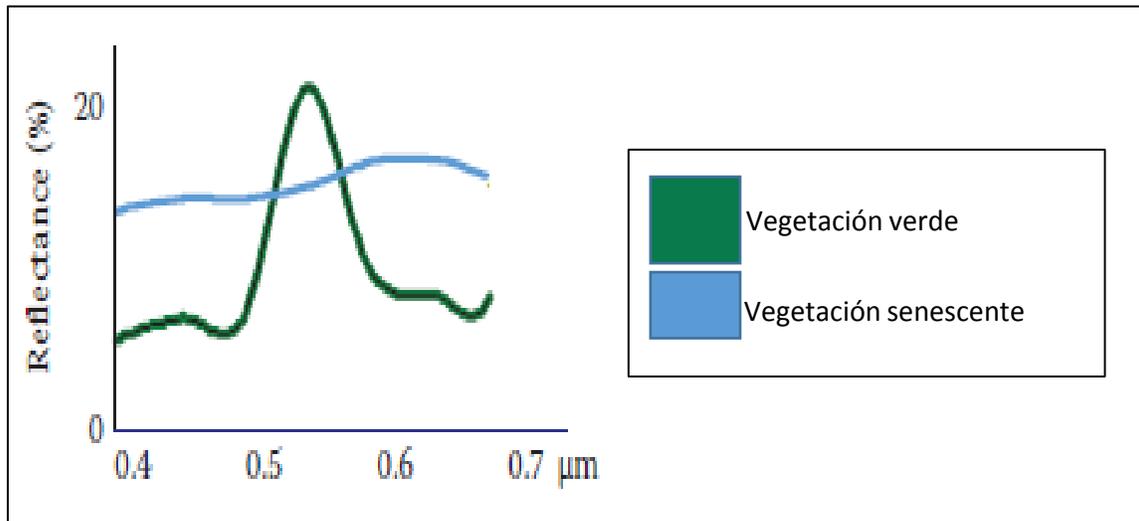
Figura 17. Firmas espectrales de la hoja como una función del contenido de humedad (MC), estimado como peso fresco sobre peso seco foliar.



Fuente: Chuvieco (2016).

Cualquier fuente de estrés de la vegetación causará un cambio en su comportamiento espectral. Las plantas senescentes o estresadas disminuyen su actividad fotosintética, debido a que disminuyen los niveles de clorofila (pero aumenta la influencia de los carotenos) y por ende la absorción de radiación, resultando en una mayor reflectancia en la región del rojo, lo que combinado con la reflectancia en la región del verde, resulta en una respuesta espectral hacia el color amarillo (verde + rojo = amarillo), cuando es observado por el ojo humano, asociado a condiciones senescentes. Se observa, además, una leve disminución de la respuesta espectral de la vegetación sana en la región del azul, debido a que los carotenos continúan absorbiendo en la misma. El estrés hídrico también puede reducir la reflectancia de la vegetación en el infrarrojo cercano, debido al deterioro de la estructura celular de las hojas. La firma espectral de la vegetación senescente en la región del visible con frecuencia es más plana y menos cromática (Figura 17).

Figura 18. Comparación de la firma espectral de la vegetación sana y senescente.



Fuente: Chuvieco (2016).

De lo expuesto anteriormente se deriva la noción de que en el período seco la condición decidua mejora la capacidad de discriminación entre la vegetación decidua y siempreverde, característica ésta que es ratificada por Nagendra y Gadgil (1999). Esta característica espectral es de interés para los fines de esta investigación, teniendo en cuenta que la imagen de satélite Landsat utilizada para discriminar los tipos de vegetación corresponde al mes de enero (período seco) del año 2003.

Por otra parte, también se señala una dificultad para la detección espectral inherente a la vegetación decidua. Esto se atribuye a que las plantas en los ambientes áridos y semi-áridos poseen una serie de adaptaciones para hacer frente a la falta de agua y altas temperaturas, que a menudo disminuyen la cantidad de luz que les llega o que es absorbida y por lo tanto disminuye la luz que reflejan, lo cual las puede hacer difíciles de detectar, a menos que se observen en los períodos de mayor humedad, cuando se despliegan adaptaciones para maximizar la productividad de las plantas (Muñoz Aguayo, 2013).

Se deduce que la identificación de las comunidades vegetales, particularmente las asociadas a ambientes áridos y semiáridos, se debería facilitar si se analiza y contrasta la información espectral en ambos períodos del año, el seco y el lluvioso.

4.2.4 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

El abordaje del ecosistema xerófilo como elemento de un territorio que amerita atención, exige conocer las formas de interacción hombre-naturaleza que lo afectan y los posibles conflictos que de ello se derivan, en procura de una fórmula eficaz para armonizar el desarrollo con su conservación. Ello lleva a enmarcar a esta investigación en el ámbito del análisis espacial y la protección de áreas en el marco del ordenamiento territorial.

En la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (LOOT) (Congreso Nacional de la República de Venezuela, 1983), se define a la ordenación del territorio como:

“...la regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población, la optimización de la explotación y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente, como objetivos fundamentales del desarrollo integral” (artículo 2°).

Según Méndez Vergara (1992), la ordenación del territorio como proceso planificado y política del Estado venezolano, es consustancial con el proceso de planificación del desarrollo económico y social. Tiene su razón de ser en la optimización de la estructura socio territorial, de manera de crear condiciones favorables a la recepción del gasto público y de la inversión privada, intentando armonizar y compatibilizarla ocupación y uso del territorio, la localización de actividades productivas y las exigencias del desarrollo económico y social con el manejo de los recursos naturales.

Ahora bien, en un territorio existe una diversidad de áreas naturales que, dependiendo de sus características particulares, pueden o no ser objeto de conformación de un área protegida, de acuerdo con los criterios y mecanismos establecidos para ello en el país o países donde se localizan. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (Naciones Unidas, 1992) en su artículo 2, un área protegida es *“un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”*.

Asimismo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN por sus siglas en español) define a un área protegida como (Dudley, 2008):

"Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados."

Para la UICN, sólo pueden considerarse como áreas protegidas aquellas áreas en las que el principal objetivo es la conservación de la naturaleza (Dudley, 2008). El 14,7% de la superficie de la Tierra y el 14,2% de sus aguas territoriales se encuentran protegidos. Las áreas protegidas han sido y siguen siendo el enfoque primordial para la conservación ambiental en el mundo, sin embargo, siguen excluidas importantes zonas de biodiversidad (ONU Ambiente y IUCN, 2016; UNEP-WCMC y IUCN, 2016). Cerca del 9% de las tierras áridas reciben protección formal, aunque estas áreas protegidas no son representativas de todos los subtipos de las tierras áridas (Davies *et al.*, 2012).

La estrategia principal en Venezuela para abordar la protección de espacios del territorio y sus recursos naturales, es a través de las denominadas Áreas Bajo Régimen de Administración Especial, según lo establece la LOOT (Congreso Nacional de la República de Venezuela, 1983). Estas áreas constituyen porciones del territorio nacional que, por mandato de dicha ley, pasan a formar parte de la organización político-administrativa del territorio, como áreas que se superponen a regiones administrativas, estados y municipios, cuya gestión compete a un organismo público particular de jerarquía nacional, asignado según la materia que le compete (Salas Bourgoín y Sulbarán Zambrano, 2011).

El Plan Nacional de Ordenación del Territorio (PNOT) (Presidencia de la República de Venezuela, 1998b), surgido como el instrumento primordial de la LOOT en lo que concierne a la política pública de ordenación del espacio venezolano, en su artículo 26, establece el objeto de las ABRAE:

"Garantizar la protección del ambiente y su diversidad biológica, contribuir al aprovechamiento de sus recursos naturales y de sus características geográficas dentro de los límites propios del desarrollo sostenible, contribuir a la seguridad y defensa nacional, conservar el patrimonio histórico, cultural y arqueológico y servir

como espacios de investigación y recreación, de acuerdo a la categoría y las características específicas de cada una de ellas...”

Asimismo, según se señala en el mismo artículo, en el anexo H de la Ley se indican cuáles son las ABRAE con mayores restricciones de uso, a saber: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna Silvestre, Reservas de Fauna, Santuarios de Fauna Silvestre, Reservas de Biosfera, Reservas Forestales, Zonas Protectoras, Reservas Nacionales Hidráulicas, Áreas de Protección de Obras Públicas, Áreas Críticas con Prioridad de Tratamiento, Áreas de Protección y Recuperación Ambiental, Zonas de Reserva para la Construcción de Presas y Embalses, Áreas Boscosas Bajo Protección, Zonas de Aprovechamiento Agrícola Especial y Áreas Rurales de Desarrollo Integral.

Es así como Venezuela cuenta hoy en día con un importante y complejo conjunto de ABRAE tanto en su extensión como en la diversidad de las categorías de manejo, las cuales abarcan más de la mitad del territorio (Aguilera *et al.*, 2003). Así mismo, mediante reglamentos se determinan las actividades que pueden ser realizadas en estas áreas sometidas a un régimen de manejo especial.

En Venezuela, en un proceso de revisión de la situación organizativa, funcional y administrativa de las ABRAE iniciado a partir de 1983 (Gondelles, 1992), surgieron los términos “áreas protegidas” o “sistema de áreas protegidas” para referirse a estas figuras legales o a grupos de ellas, lo cual no culminó en una propuesta definitiva incorporada al marco jurídico venezolano, aun cuando se siguen utilizando. Yerena *et al.* (2018) recuerda que para Venezuela, tanto la definición de Áreas Protegidas (AP) como las metas establecidas en los protocolos de la CBD, son vinculantes. Según Naveda y Yerena (2010), si bien el término “área protegida” no es recogido en la LOOT, su concepto está incorporado en algunas de las categorías de “áreas bajo régimen de administración especial” que ella reconoce.

De tal manera que en la práctica, existen autores que utilizan el término “áreas protegidas” o “sistema de áreas protegidas” para referirse a las ABRAE en general, a pesar de que en un sondeo puede observarse diferencias entre éstos en cuanto a las categorías de manejo a las que se refieren, como por ejemplo en Bevilacqua (2003), Oliveira-Miranda *et al.* (2010) y Naveda y Yerena (2010). En el conjunto de ABRAE establecidas en la LOOT (Venezuela,

1983), existen tanto figuras eminentemente protectoras, donde los usos humanos extractivos están prohibidos o limitados, como áreas que se preservan con la finalidad de mantener sus condiciones privilegiadas para el uso agrícola o como reservorio de agua, flora o fauna (Bevilacqua, 2003; Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

La presente investigación utiliza los conceptos aplicados por Oliveira-Miranda *et al.* (2010), en el marco del establecimiento del riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres del país, según el cual, el término “áreas protegidas” se refiere al conjunto de ABRAE y su diferenciación en dos categorías principales: a) Áreas de protección con fines prioritarios de conservación de la biodiversidad, que abarcan a los parques nacionales, monumentos naturales, refugios de fauna silvestre, santuarios de fauna silvestre y reservas de biósfera, y b) Áreas de protección con fines de uso potencial, que serían, las reservas de fauna silvestre, zonas protectoras, áreas rurales de desarrollo integral, zonas de reserva para la construcción de presas y embalses, zonas de aprovechamiento agrícola, reservas nacionales hidráulicas, reservas forestales, áreas de protección y recuperación ambiental, áreas de protección de obras públicas, áreas críticas con prioridad de tratamiento y áreas boscosas.

Ahora bien, en Venezuela los criterios para la planificación de ABRAE han tenido una evolución en su enfoque que es pertinente mencionar. Las primeras áreas delimitadas para su protección y manejo, creadas hasta finales de la década de los sesenta, no contemplaban mayor discriminación entre los objetivos de conservación y de manejo. A mediados de los años setenta, se incorpora la visión de sobrevivencia de plantas, animales y sus hábitats, así como de ecosistemas únicos en su género, raros o amenazados, el avance en la definición técnica de parque nacional y otras áreas afines, así como propuestas de categorías de manejo sugeridas por UICN. Más recientemente, se ha reconocido la importancia de garantizar la viabilidad ecológica y los flujos genéticos en las áreas protegidas para cumplir con el paradigma moderno de la conservación de la naturaleza: la conservación de la diversidad biológica. Los planificadores nacionales han venido incorporando la planificación sistémica en la gestión de las áreas protegidas, especialmente en las categorías de parques nacionales y monumentos naturales, en atención a las tendencias mundiales, sobre la planificación de las áreas protegidas con visión de sistema (Miller, 1996 y Davey, 1998, citados en Bevilacqua, 2003).

Por otra parte, si bien las áreas protegidas continúan siendo el principal mecanismo implementado a nivel mundial y nacional para avanzar en la conservación ambiental, han surgido cuestionamientos acerca de su efectividad, al no haber dado una respuesta suficiente al aumento de las actividades extractivas de recursos naturales y la ocupación de los territorios abarcados por éstas (Bevilacqua, 2003; Dudley, 2008; Gondelles, 1992; Medina, 2011; Palomo *et al.*, 2014; Wiens, 2008), tales como:

Déficits de representación: Especies o ecosistemas no suficientemente representados por las áreas protegidas.

Déficits ecológicos: No incluyen lugares o fenómenos clave para la conservación de una especie o ecosistema durante su ciclo vital; no se toman en cuenta fenómenos naturales a mayores escalas.

Sesgo en la localización: Áreas protegidas designadas con base en criterios tales como las barreras administrativas o las decisiones políticas. No son resultado de una planificación estratégica del paisaje y terminan excluyendo una parte del área que se requiere para mantener los procesos ecológicos y las poblaciones de los organismos.

Aislamiento: La respuesta ante el declive de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas, es usualmente el aumento del número y tamaño de las áreas protegidas, en lugar de manejar las fuerzas que impulsan los cambios y las demandas de servicios ecosistémicos. Seguir aumentando el número y extensión de áreas protegidas no asegura a mediano y largo plazo la conservación de la biodiversidad de los fragmentos aislados de ecosistemas protegidos en un entorno altamente degradado que limita los flujos genéticos, agua y nutrientes hacia y desde el área protegida. La realidad es que la protección ambiental cohabita en un espacio (sistema abierto) que también debe proveer bienes y servicios al colectivo. Bengtsson *et al.* (2003, citado en Toledo 2005) señala que la visión del área protegida como una unidad aislada limita su manejo al no considerar las dinámicas ecosistémicas o paisajísticas de las áreas que las rodean.

Carencia de soporte social: Se señala que existe una desconexión entre las áreas protegidas y la sociedad, esto bajo la creencia de que dichas áreas deben ser resguardadas de la amenaza humana; sin embargo, la creación de áreas protegidas genera un impacto social en

las poblaciones locales, lo cual disminuye su apoyo hacia las mismas. Son vistas como decisiones impuestas a las poblaciones, con prohibición de muchas actividades para ellas.

Déficits de gestión: No se logran los objetivos de protección sin contar con una capacidad institucional efectiva y que disponga del soporte legal necesario. Las áreas protegidas representan un verdadero reto para su manejo y ocurren fallas en sus objetivos debido a una gestión insuficiente o incompetente. Se ha argumentado que las áreas protegidas se han constituido en enclaves institucionales y jurídicos aislados, a veces en conflicto, con consecuencias limitativas en la capacidad operativa de las instituciones que las administran.

Rigidez de las figuras: Las áreas protegidas no responden al dinamismo global que el mundo está enfrentando hoy en día, como es el caso del cambio climático. Éstas no incorporan procesos a gran escala y de larga duración, de modo que las áreas naturales se comportan como zonas estáticas, mientras que se prevé que las especies se desplazarán fuera de los límites de las áreas protegidas como consecuencia de los cambios, lo que pone en evidencia la dificultad de tener límites administrativos rígidos.

Ante el creciente deterioro ecológico y la complejidad de las relaciones entre sistemas ecológicos y sociales, hoy en día se entiende que las áreas protegidas son necesarias pero no suficientes en el cumplimiento de los objetivos de protección (Davies *et al.*, 2012, Palomo *et al.*, 2014). En la visión reciente, se busca una mayor integración de las áreas protegidas dentro del planeamiento territorial y su abordaje mediante una visión holística del territorio que incluye lo social, con enfoque de un sistema complejo adaptativo de planificación y gestión socio-ecológica basado en valores intrínsecos de los ecosistemas y los servicios de asociados a la biodiversidad, tanto protegidos como no protegidos del territorio, en el entendido de que son ellos los que propician el bienestar humano (Barborak *et al.*, 2015).

Por otra parte, se hace evidente que ha habido una subvaloración del ecosistema xerófilo en Venezuela y ha quedado dicho ecosistema expuesto a actividades no planificadas o a decisiones económicas cuyo impacto no se analiza en su total magnitud. Estas consideraciones llevan a reflexionar sobre la visión del ordenamiento territorial en estos espacios del país. En tal sentido, Méndez Vergara (2000) resalta que la planificación territorial no debe admitir separación entre las consideraciones de carácter socio-económico

y las geobiofísicas, pues cualquier decisión de carácter económico que involucre la ocupación del territorio, la localización de actividades económicas, la estructuración del tejido social y el aprovechamiento de los recursos naturales, tiene que tomar en consideración la base de sustentación ecológica y el impacto que produce sobre el medio natural y sobre el espacio social construido.

IUCN (2020) da un alerta en este sentido, al señalar que el tener áreas protegidas no garantiza su funcionalidad ecosistémica, ni que se encuentre representada la diversidad ecológica de un país; asimismo, destaca las dificultades desde la etapa de planificación, al señalar que ésta se trata de una herramienta que ha sido subutilizada y que no siempre ha estado soportada por un sistema legal sólido o no siempre ha sido implementada apropiadamente.

La ordenación del territorio en que se sustenta el desarrollo de nuestro país como proceso planificado, lleva implícito el concepto de desarrollo armónico, geográficamente equilibrado y desconcentrado, de manera de hacer más eficiente la oferta territorial a la recepción del gasto del Estado y de la inversión privada. Si se analizan los alcances del proceso en Venezuela, pareciera que la ordenación del territorio ha sido más relevante por lo que se propone –relativo a los usos del territorio, a la localización de actividades económicas e infraestructuras– que por lo que se evita en relación con los efectos que provoca la misma localización de actividades económicas y sociales sobre la base de sustentación ecológica (Méndez Vergara, 2000). En otras palabras, el manejo de los recursos naturales se concibe como una dimensión de lo territorial en cuanto a que poseen valor de uso. Sin embargo, tal como señala dicho autor, éste no encadena las acciones de intervención de carácter socio-territorial a las condiciones y características de los ecosistemas ni a los impactos que generan sobre el medio natural las decisiones de carácter económico que involucran la ocupación del territorio.

Por su puesto, la planificación es un proceso complejo en varias fases, que esencialmente parte de la necesidad de diagnósticos, para desarrollar una prospectiva, la definición de objetivos y la selección y evaluación de instrumentos para alcanzar lo deseable. El término diagnóstico, describe la fase en la que se juzga la bondad del estado actual de la materia

planificada, en relación a otro estado deseable, se precisan las causas de esa situación y se prevé su evolución si todo continúa igual (Castellanos, 2010).

La visión ecosistémica ha cobrado relevancia para desarrollar iniciativas de conservación de la biodiversidad y el desarrollo de nuevas estrategias que necesitan ser adaptadas a los cambios naturales y a los inducidos en el clima (Castaño-Villa, Medina, 2011). Según señala Shepherd (2006), ningún aspecto de un ecosistema puede verse aisladamente por mucho tiempo.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) ha asumido el denominado “Enfoque Ecosistémico” (EE) como marco conceptual para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, sin que ello signifique dejar de lado la planificación basada en especies (Gracco y Guerrero, 2004; Shepherd, 2006).

El EE se trata de un nuevo paradigma resultado de la necesidad de vincular mejor a la biodiversidad con el desarrollo y puede utilizarse para buscar un balance apropiado entre éstos y el uso de la diversidad biológica en áreas donde hay múltiples usuarios de los recursos, por lo que debe aplicarse de manera flexible para abordar el manejo en diferentes contextos sociales, económicos, ambientales y culturales (Andrade Pérez, 2007; Gracco y Guerrero, 2004).

El marco conceptual del EE establece doce principios para la acción (Andrade Pérez, 2007), a saber:

- 1) Los objetivos de manejo de los recursos de tierra, agua y los seres vivos, son materia de decisión social.
- 2) La gestión debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo.
- 3) Tener en cuenta los efectos actuales o posibles de las actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.
- 4) Dados los posibles beneficios de su gestión, es necesario comprender y gestionar los ecosistemas en un contexto económico.
- 5) La conservación de la estructura y función de los ecosistemas debe ser un objetivo prioritario.

- 6) Los ecosistemas se deben manejar dentro de los límites de su funcionamiento.
- 7) El enfoque ecosistémico debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas.
- 8) Deben establecerse objetivos a largo plazo en la gestión de ecosistemas.
- 9) Debe reconocerse que el cambio es inevitable.
- 10) Se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su integración.
- 11) Deben tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales.
- 12) Deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes.

Para aplicar el EE, no es necesariamente una condición que el área esté legalmente protegida y es además común que los principios del EE sean aplicados en forma implícita y parcial con diferentes grados de intensidad. En todo caso, un requerimiento que se ha derivado de la experiencia es que el EE debe materializarse con indicadores para lograr una adecuada aplicación de sus principios (Andrade Pérez, 2007).

Existen varios ejemplos donde el EE está en proceso de implementación o validación, tales como: Corredor de Conservación Chocó Manabí (Colombia-Ecuador), Bosque Seco Chiquitano (Bolivia-Paraguay), Corredor de Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque (Colombia), Proyecto Páramo Andino (Venezuela-Colombia-Ecuador-Perú) y Sistema de Humedales Paraguay-Paraná (Paraguay-Brasil-Uruguay-Argentina) (Andrade Pérez, 2007).

Por otra parte, hay muchos puntos de vista y metodologías para identificar áreas naturales prioritarias para la conservación de ecosistemas (Chávez González, 2014). El enfoque metodológico denominado “planificación sistemática de la conservación” (Margules y Pressey, 2000; Groves *et al.*, 2002; Crowling y Pressey, 2003) es claro al exponer un proceso metodológico estructurado para definir áreas de conservación, en el que se busca responder las siguientes preguntas: ¿Qué hay que conservar?, ¿Dónde hay que conservar?, ¿Cuál es el estado de lo que hay que conservar?, ¿Qué de eso, debe ser priorizado en

términos de conservación? y ¿Cómo hay que conservar? Las fases en este proceso serían las siguientes, según Margules y Pressey (2000):

1. **Recopilar los datos de biodiversidad en la región sometida a planificación**, lo cual amerita revisar los datos existentes y decidir qué conjuntos de datos son suficientemente consistentes para servir como referencia de la biodiversidad de la región a planificar o, si el tiempo lo permite, recopilar nuevos datos para aumentar o reemplazar algunos conjuntos de datos.
2. **Identificar los objetos de conservación** para la conservación regional con criterios cuantitativos sobre especies, tipos de vegetación u otras características y, a pesar de la subjetividad inevitable en su formulación, establecer también de forma explícita el valor de tales objetos. Establecer además criterios cuantitativos de tamaño mínimo, conectividad u otros de diseño y otros cualitativos o de preferencias (por ejemplo, las nuevas áreas de conservación deben tener en la medida de lo posible, una perturbación previa mínima respecto al pastoreo o la tala).
3. **Revisar las áreas de conservación existentes**, lo que amerita medir el grado en que las áreas de conservación han logrado los objetivos cuantitativos de representación y diseño. Identificar, asimismo, la inminencia de una amenaza a las características sub-representadas, tales como especies o tipos de vegetación, y las amenazas planteadas a áreas que serán importantes para asegurar objetivos de diseño satisfactorios.
4. **Seleccionar áreas adicionales para conservación**, considerando en ello como "limitaciones" o puntos focales para el diseño de un sistema ampliado a las áreas de conservación ya establecidas e identificar conjuntos preliminares de nuevas áreas de conservación para su consideración como adiciones a las establecidas. Ello incluye metodologías de apoyo a la toma de decisiones que permitan a las partes interesadas diseñar sistemas expandidos que logren las metas de conservación regional y sujetas a las restricciones tales como áreas protegidas existentes, presupuestos y límites en los costos de oportunidad factibles para otros usos de la tierra (punto claramente de encuentro con el proceso general de planificación y ordenación del territorio).
5. **Implementar acciones para conservación**, lo que amerita decidir la forma de manejo más apropiada o factible que se aplicará a áreas individuales y decidir sobre el

momento relativo de la gestión de la conservación cuando los recursos son insuficientes para implementar todo el sistema en el corto plazo.

6. **Mantener los valores requeridos de las áreas de conservación**, incluyendo establecer metas de conservación a nivel de áreas de conservación individuales, implementar acciones de gestión y zonificación en y alrededor de cada área para lograr las metas y monitorear los indicadores clave que reflejarán el éxito de las acciones de gestión o zonificaciones en el logro de las metas y modificar la gestión según sea necesario.

Es oportuno señalar que tomando como referencia las fases de planificación antes referidas para abordar la identificación de áreas para la conservación, se tiene que los alcances de la presente investigación se enmarcarían entre los puntos 1 al 4 del proceso de planificación para la conservación.

4.3 MARCO LEGAL

Venezuela cuenta con un marco normativo extenso en materia ambiental. Éste parte de la Carta Magna como norma suprema de la República, la cual fundamenta las políticas del Estado venezolano en la materia.

- **CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (2009)**

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela, 2009), es la norma suprema y fundamento del ordenamiento jurídico de la Nación. En su Artículo 15 expone la necesidad de establecer una política integral en el espacio geográfico fronterizo venezolano (como es el caso de la Península de Paraguaná), según lo señalado a continuación:

“El Estado tiene la responsabilidad de establecer una política integral en los espacios fronterizos terrestres, insulares y marítimos, preservando la integridad territorial, la soberanía, la seguridad, la defensa, la identidad nacional, la diversidad y el ambiente, de acuerdo con el desarrollo cultural, económico, social y la integración. Atendiendo la naturaleza propia de cada región fronteriza a través de

asignaciones económicas especiales, una Ley Orgánica de Fronteras determinará las obligaciones y objetivos de esta responsabilidad”.

En el Capítulo IX, artículo 127, se establecen los Derechos Ambientales de forma expresa, haciendo referencia particular a la obligación fundamental de proteger y mantener el ambiente:

“Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

Asimismo, el Artículo 128 señala al proceso de ordenación del territorio como mecanismo para alcanzar el desarrollo sustentable:

“El Estado desarrollará una política de Ordenación del Territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento”.

○ **CONVENIOS INTERNACIONALES Y LEYES APROBATORIAS**

Dentro de los distintos instrumentos que integran el marco jurídico ambiental venezolano se encuentran los Convenios Internacionales, los cuales en muchos casos se han convertido en Leyes Aprobatorias de la República, siendo especialmente relevante para este estudio el siguiente:

➤ **Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África (1998).**

Venezuela es signataria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (Presidencia de la República de Venezuela, 1998a). En el marco de este Convenio se busca establecer un mecanismo eficaz de colaboración internacional para evitar el aumento gradual de la desertificación existente en los países que afrontan grandes sequías, es decir, proteger las zonas áridas, semiáridas y secas del proceso irreversible de desertificación.

Ello obliga a la Nación a proteger sus ecosistemas de zonas áridas. En tal sentido, el área de la Península de Paraguaná es relevante a los fines de honrar el compromiso adquirido por el país en el marco de este Convenio.

Esta lucha forma parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que en su Objetivo 15 (ONU, 2015) establece lo siguiente:

“Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.”

Otros convenios de interés por su enfoque dirigido a proteger y conservar en su ambiente natural a las especies de flora y fauna, así como a los ecosistemas raros o vulnerables, son los siguientes:

- Ley Aprobatoria sobre la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas de los Países de América - Convenio de Washington (Presidencia de la República de Venezuela, 1941).
- Ley Aprobatoria sobre el Convenio Internacional de la Diversidad Biológica (Presidencia de la República de Venezuela, 1994).
- Ley Aprobatoria del Protocolo relativo a las Áreas Flora y Fauna Silvestre Especialmente Protegidas en la Región del Gran Caribe SPAW (Presidencia de la República de Venezuela, 1996).

➤ LEYES ORGÁNICAS

A los efectos de este estudio, son relevantes los siguientes instrumentos legales en materia de ordenación del territorio del país y otros que se mencionarán relativos a la conservación de los recursos naturales:

Ley Orgánica del Ambiente (2006)

La Ley Orgánica del Ambiente (LOA) (Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela, 2006) fue promulgada con el objeto de establecer dentro de la política del desarrollo integral del Estado, los principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, en beneficio de la calidad de la vida. Esta Ley establece en su artículo 2º que *“se declara de utilidad pública la conservación, la defensa y el mejoramiento del ambiente”*, mientras que en su artículo 3º, Ordinales 1º, 2º y 3º, establece que los elementos antes mencionados comprenden:

1. *“La ordenación territorial, y la planificación de los procesos de urbanización, industrialización, poblamiento y desconcentración económica, en función de los valores del ambiente;*
2. *El aprovechamiento racional, de los suelos, aguas, flora, fauna, fuentes energéticas y demás recursos naturales, continentales y marinos, en función de los valores del ambiente”;*
3. *La creación, protección, conservación y mejoramiento de parques nacionales, reservas forestales, monumentos naturales, zonas protectoras, reservas de regiones hidráulicas; refugios, santuarios y reservas de fauna silvestre, parques de recreación a campo abierto o de uso intensivo, áreas verdes en centros urbanos o de cualesquiera otros espacios sujetos a un régimen especial en beneficio del equilibrio ecológico y del bienestar colectivo”.*

• **Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983)**

La Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (LOOT) (Congreso Nacional de la República de Venezuela, 1983), tiene como objeto establecer las disposiciones que regirán el proceso de ordenación del territorio, en concordancia con la Estrategia de

Desarrollo Económico y Social de la Nación. En su artículo 2º define a la Ordenación del Territorio, en los siguientes términos:

“A los efectos de esta Ley, se entiende por ordenación del territorio la regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población, la organización de la explotación y uso de los recursos naturales y protección y valoración del medio ambiente, como objetivos fundamentales del desarrollo integral”.

En el artículo 3º señala los elementos que comprenden la ordenación del territorio, resaltando los Ordinales 1º y 9º:

“1. La definición de los mejores usos de los espacios de acuerdo a sus capacidades, condiciones específicas y limitaciones ecológicas.

9. La protección del ambiente, y la conservación y racional aprovechamiento de las aguas, los suelos, el subsuelo, los recursos forestales y demás recursos naturales renovables y no renovables en función de la ordenación del territorio”.

Asimismo, en su artículo 5º establece los instrumentos básicos de la ordenación del territorio:

“Son instrumentos básicos de la ordenación del territorio, el Plan Nacional de Ordenación del Territorio, y los siguientes planes en los cuales éste se desagrega:

- a. Los Planes Regionales de Ordenación del Territorio.*
- b. Los Planes Nacionales de Aprovechamiento de los Recursos Naturales y los demás Planes Sectoriales.*
- c. Los Planes de Ordenación Urbanística.*
- d. Los Planes de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial.*
- e. Los demás Planes de la Ordenación del Territorio que demande el proceso de desarrollo integral del país”.*

En el Artículo 15 define qué se entenderá por Áreas Bajo Régimen de Administración Especial; además, identifica en este mismo artículo el conjunto de categorías de áreas protegidas existentes hasta la fecha dentro de la legislación nacional:

“Constituyen áreas bajo régimen de administración especial, las áreas del territorio nacional que se encuentran sometidas a un régimen especial de manejo conforme a leyes especiales, las cuales, en particular, son las siguientes:

- 1) Parques Nacionales.*
- 2) Zonas Protectoras.*
- 3) Reservas Forestales.*
- 4) Áreas Especiales de Seguridad y Defensa.*
- 5) Reservas de Fauna Silvestre.*
- 6) Refugios de Fauna Silvestre.*
- 7) Santuarios de Fauna Silvestre.*
- 8) Monumentos Naturales.*
- 9) Zonas de Interés Turístico.*
- 10) Áreas sometidas a un régimen de administración especial consagradas en los Tratados Internacionales”.*

En el Artículo 16 complementa con varias categorías adicionales, para áreas que se sometan a un régimen especial de manejo:

- 1) Áreas de Manejo Integral de Recursos Naturales.*
- 2) Zonas de reserva para la construcción de Presas y Embalses.*
- 3) Costas Marinas de Aguas Profundas.*
- 4) Hábitats Acuáticos Especiales para Explotación o Uso Intensivo Controlado.*
- 5) Áreas Terrestres y Marítimas con Alto Potencial Energético y Minero.*
- 6) Zonas de Aprovechamiento Agrícola.*
- 7) Planicies inundables.*
- 8) Áreas Rurales de Desarrollo integrado.*
- 9) Áreas de Protección y Recuperación Ambiental.*
- 10) Sitios de Patrimonio Histórico-Cultural o Arqueológicos.*
- 11) Reservas Nacionales Hidráulicas.*

- 12) *Áreas de Protección de Obras Públicas.*
- 13) *Áreas Críticas con Prioridad de Tratamiento.*
- 14) *Áreas Boscosas bajo protección.*
- 15) *Reservas de Biósfera.*
- 16) *Áreas de Fronteras.*

Así, la LOOT establece un total de 26 figuras de ABRAE para el territorio nacional.

- **Ley Orgánica de Fronteras (2015)**

La Ley Orgánica de Fronteras (Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela, 2015), tiene por objeto regular los términos de aplicación de la política integral del Estado en los espacios fronterizos terrestres, insulares, acuáticos y aéreos de la República Bolivariana de Venezuela, preservando, garantizando, defendiendo y ejerciendo, la soberanía, la seguridad, la defensa, el desarrollo integral, la integridad territorial, la identidad nacional, la diversidad y el ambiente, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las leyes.

La Península de Paraguaná corresponde a un espacio de frontera, a los efectos de lo que dicha Ley manifiesta en su artículo 3º: “...*los espacios fronterizos son las áreas terrestres, insulares, acuáticas y aéreas de la República Bolivariana de Venezuela que generan límite internacional, conforme a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y los tratados de delimitación válidamente suscritos y ratificados por la República Bolivariana de Venezuela.*”

Esta ley, en su artículo 5º, considera el aspecto ambiental como parte del desarrollo integral territorial, según se expresa en lo siguiente:

“La política integral fronteriza deberá promover y facilitar el desarrollo integral de los espacios fronterizos en lo económico, social, político, cultural, geográfico, ambiental, militar y la integración, atendiendo a la naturaleza propia de cada región.”

Asimismo, en su artículo 18 referido a la protección del ambiente, señala:

“El Estado, a través del órgano con competencia en materia ambiental, con la participación de los órganos de seguridad ciudadana y la Fuerza Armada Nacional Bolivariana, instrumentará soluciones y reforzará el control de los espacios fronterizos

con la finalidad de preservar el ambiente y erradicar la minería ilegal, la afectación a las cuencas hidrográficas, a la biodiversidad y cualquier otro delito de índole ambiental.”

➤ **LEYES ORDINARIAS**

Las Leyes Ordinarias son instrumentos jurídicos que se desarrollan dentro del marco normativo general de la República y desarrollan principios ya establecidos en las Leyes Orgánicas, siendo particularmente relevante para el caso de este estudio, la señalada a continuación:

- **Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (2008)**

La Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (LGDB) (Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela, 2008), tiene como objeto establecer las disposiciones para la gestión de la diversidad biológica en sus diversos componentes, comprendiendo los genomas naturales o manipulados, material genético y sus derivados, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas presentes en el territorio nacional, para alcanzar el mayor bienestar colectivo en el marco del desarrollo sustentable. En su artículo 2º establece lo que comprende la gestión de la diversidad biológica, resaltando los siguientes numerales:

- “1) La conservación de todos sus componentes a fin de preservar o restablecer los equilibrios ecológicos que permitan al hombre y demás seres vivos convivir en armonía con su ambiente.*
- 6) La compatibilización entre las actividades antrópicas y el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que se deriven de la diversidad biológica.*
- 7) La prevención, seguimiento, evaluación, mitigación, corrección y reparación de las alteraciones a la diversidad biológica causadas, directa o indirectamente, por actividades humanas o eventos naturales extremos.”*

En el artículo 66 deja ver su visión sobre la conservación de la diversidad biológica:

“La Autoridad Nacional Ambiental desarrollará una política con visión ecosistémica, orientada hacia la conservación de la diversidad biológica y sus componentes, que incorpore a los demás órganos y entes del Estado en su implementación.”

En el artículo 68 manifiesta como prioridad nacional la conservación *in situ*:

“La conservación in situ de la diversidad biológica y sus componentes, es una prioridad del Estado con especial énfasis en la protección de ecosistemas y hábitats naturales, la rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados; así como la protección y recuperación de especies endémicas, raras, únicas, vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción.”

Adicionalmente, existe una serie de planes de ordenación del territorio, iniciando con el instrumento jerárquicamente principal de referencia para este estudio:

➤ PLANES

- **Plan Nacional de Ordenación del Territorio (1998)**

El Plan Nacional de Ordenación del Territorio (PNOT) (Presidencia de la República de Venezuela, 1998b) es el instrumento básico de la política pública de ordenación del territorio venezolano y su objetivo es orientar la localización de la población, de las actividades económicas y la infraestructura física, armonizando criterios de crecimiento económico, desarrollo social, seguridad y defensa y conservación del ambiente, basado en el conocimiento de las potencialidades y restricciones específicas de cada ámbito geográfico.

En sus artículos 24 y 25 señala como objeto lo siguiente:

“Garantizar la permanencia de hábitats para el recurso fauna silvestre en particular y de espacios requerido para la conservación de la biodiversidad en general, por su valor ecológico, histórico-cultural y paisajístico y el aprovechamiento sostenible de la fauna silvestre, como contribución importante al desarrollo económico y social.”

Entre las directrices del artículo 25, se señala la siguiente:

“2.- Declarar Áreas Bajo Régimen de Administración Especial aquellos espacios que garanticen una muestra representativa de los ecosistemas presentes en cada región, sus hábitats y especies relevantes, destinadas a la conservación y manejo de la fauna silvestre y acuática.”

Los artículos 26 y 27 están referidos específicamente a las ABRAE como mecanismos para garantizar la protección del ambiente y su diversidad biológica y contribuir al aprovechamiento de sus recursos naturales y de sus características geográficas dentro de los límites propios del desarrollo sostenible.

- **Plan de Ordenación del Territorio del Estado Falcón (2019)**

El Plan de Ordenación del Territorio del Estado Falcón (POTEF) (Gobernación del Estado Falcón, 2019) fue emitido con la finalidad de instrumentar la planificación y gestión para la organización eficiente del territorio de ese estado y preservar la continuidad del potencial natural.

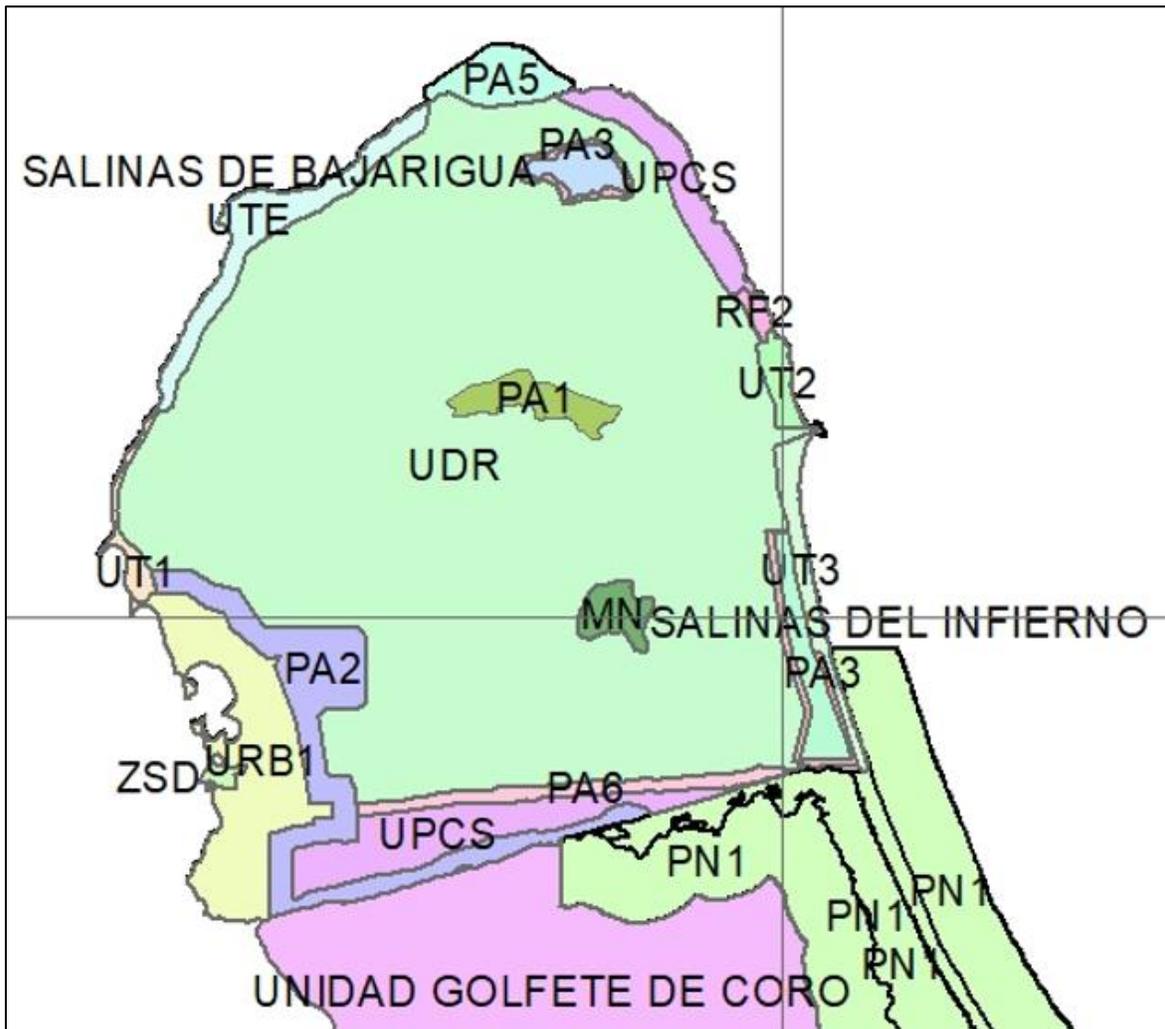
En el POTEF, no hay menciones específicas respecto a la protección de la vegetación xerófila y su protección en la Península de Paraguaná, salvo lo que razonablemente corresponda a la conservación general de los recursos naturales, las ABRAE y algunas propuestas de programas y líneas de investigación que guardarían relación.

En el Artículo 23 “Del Uso Turístico”, se señala que ésta se trata de una asignación de uso para aquellos espacios del estado Falcón donde existe la potencialidad de desarrollarlo en distintas modalidades, como actividad socio productiva estratégica para el desarrollo del estado, agregando *....razón por la cual se han decretado como “Zonas de Interés Turístico (ZIT)” cuyas condiciones de desarrollo y actividades permitidas han sido establecidas por el organismo administrador de los servicios necesarios para un desarrollo turístico sustentable.....* (MINTUR, en el caso de la Península de Paraguaná).

Queda establecida así la asignación ZIT Península de Paraguaná (Zona de Interés Turístico Península de Paraguaná), con una identificación de unidades: Turística (UT-1, UT-2, UT-3), Unidad Turística Especial (UTE), Unidad de Parque Científico Salinero (UPCS) y Unidad de Desarrollo Rural (UDR) (Figura 19). Los usos asignados de estas unidades se señalan en la Tabla 8.

Falta en esta lista el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná” decretado en el año 2008 (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2018) y el Monumento Natural “Montecano” fue finalmente decretado en el año 2019 (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2019).

Figura 19. Usos asignados en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.



Fuente: Gobernación del Estado Falcón (2019).

Adicionalmente, en el POTEF se plantean dos programas y líneas de investigación de interés respecto a las áreas donde se encuentra el ecosistema xerófilo, aun cuando éste no es mencionado:

- Estudio sobre grados y cobertura de erosión de los suelos en el estado Falcón.
- Programa de lucha contra la desertificación y la sequía, destinado a prevenir, detener y recuperar áreas degradadas y susceptibles de desertificación. Este programa es relevante con respecto al ecosistema xerófilo y es un justificativo para

redoblar los esfuerzos en función de la conservación de este ecosistema de la Península de Paraguaná.

Tabla 8. Usos asignados en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.

UNIDAD	USO ASIGNADO
UT	Turístico, recreacional y comercial. Uso residencial.
UTE	Agroturístico, ecoturístico productivo; agrícola de cultivos de zonas áridas y de ciclo corto; ganadería semi-intensiva y extensiva de caprinos y ovinos; ganadería semi-intensiva y extensiva de vacunos; recreacional, comercial y residencial.
UDR	Agrícola de cultivos de zonas áridas y de ciclo corto. Agro turístico. Instalación de zocriaderos. Recreacional e industrial asociados al agro. Residencial.
UPCS	Explotación de salinas. Laboratorios para el cultivo de larvas de camarón y otras especies marinas. Educación e investigación científica. Turístico recreacional de bajo impacto. Pesca artesanal. Residencial.
URB (Área Metropolitana Punto Fijo-Los Taques)	Urbano residencial. Industrial. Recreacional. Comercial.
RF (Refugio de fauna)	Conservacionista.
PN (Parque Nacional)	
MN (Monumento natural)	
PA (Propuestas de ABRAE)	

Fuente: Gobernación del Estado Falcón (2019).

En la Tabla 9 se señalan los ABRAE propuestos en el POTEF.

Tabla 9. ABRAE propuestos en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná.

UNIDAD	JUSTIFICACIÓN
Cerro Monte Cano fue decretado monumento natural posteriormente.	Afloramiento de rocas ígneas, relictos de bosque semi-árido tropical, especies endémicas en condiciones prístinas, zona de recarga de acuíferos, yacimientos paleontológicos, sistema de cuevas amenazado por la actividad minera y agrícola incontrolada.
Zona Protectora del Eje Punta Cardón – Punto Fijo – Los Taques	Control del crecimiento urbanístico, preservar áreas de esparcimiento y expansión urbana.
Zona protectora de salinas, en un ancho de 250 m.	Áreas frágiles que circundan y afectan directamente las condiciones de los yacimientos de sal.
Refugio de Fauna Cabo San Román	Desove de la tortuga marina, en peligro de extinción. Presencia de fauna autóctona. Sitio más septentrional del país, ecosistemas frágiles (arrecifes de coral y praderas de <i>Thalassia</i>), bellezas escénicas.
Área de Protección de Obras Públicas , en una distancia de 200 m, a ambas márgenes del eje vial Tacuato-Punto Fijo	Evitar usos no conformes con los fines y objeto de la obra.

Fuente: Gobernación del Estado Falcón (2019).

➤ ABRAE EN LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ

Tal como se ha venido exponiendo, la Península de Paraguaná tiene como parte de su ordenamiento territorial una serie de ABRAE para la conservación ambiental (Tabla 10).

La mayoría de las ABRAE de la Península corresponden a áreas protegidas que permiten solamente los usos y actividades compatibles con la conservación del patrimonio natural. Por otra parte, tanto la ZIT Península de Paraguaná (Presidencia de la República de Venezuela, 1974b), como el Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Laguna de Boca de Caño (Presidencia de la República de Venezuela, 1989a), tienen objetivos tanto de protección como de un aprovechamiento controlado de los recursos.

En particular el decreto del PORU de la ZIT Península de Paraguaná (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2014) establece en su artículo 3º lo siguiente:

Tabla 10. ABRAE para la conservación ambiental de la Península de Paraguaná.

Figura y Nombre	Superficie (ha)	Creación		Objetivos/Característica	Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU)		Institución Administradora
		N° y Fecha de Gaceta	N° y Fecha de Decreto		N° y Fecha de Gaceta	N° y fecha de Decreto	
Monumento Natural Cerro Santa Ana	1.900	29.832 16/06/1972	1.005 14/06/1972	Protección de la belleza escénica y condiciones geológicas excepcionales.	4.913-E 26/05/1995	677 10/05/1995	INPARQUES
Parque Nacional Médanos de Coro	91.280	30.325 08/02/1974	1.592 06/02/1974	Protección del ecosistema particular y belleza escénica.	4.904-E 26/05/1995	667 10/05/1995	INPARQUES
Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná	289.434	30.516 03/10/1974	456 01/10/1974	Fomento de la actividad turística de la Península. Promueve un aprovechamiento turístico y recreacional racional y armónico. Fines protectores bajo usos normados.	40.422 29/05/2014	990 20/05/2014	MINTUR
Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Laguna de Boca de Caño	453	4.106-E 09/06/1989	273 07/06/1989	Protección y reproducción de animales de silvestres. Albergue de avifauna nativa y migratoria. Especies de ictiofauna de interés comercial. Manejo de poblaciones de ictiofauna para garantizar la producción continua con fines de aprovechamiento.	37.463 12/06/2002	1.789 22/05/2002	MINEC
Santuario de Fauna “Cuevas de	72,24 (18,06 ha)	38.946 05/06/2008	6.138 03/06/2008	Protección de la integridad y funcionalidad ecológica del sistema	No elaborado	No elaborado	MINEC

Figura y Nombre	Superficie (ha)	Creación		Objetivos/Característica	Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU)		Institución Administradora
		N° y Fecha de Gaceta	N° y Fecha de Decreto		N° y Fecha de Gaceta	N° y fecha de Decreto	
Paraguaná”	cada cueva)			cavernario de Paraguaná y su fauna asociada, con énfasis en las colonias de murciélagos insectívoros y nectarívoros, residentes y migratorios, que allí habitan.			
Monumento Natural “Montecano”	2.559	41.617 22/04/2019	3.825 22/04/2019	Protección de los valores geográficos, geológicos, escénicos, ecológicos excepcionales y únicos, así como nacientes de importantes cursos de agua.	No elaborado	No elaborado	INPARQUES

Fuente: Elaboración propia con base en Gobernación del Estado Falcón (2019).

“La administración y manejo de la Zona de Interés Turístico Península de Paraguaná, estará a cargo del Ministerio de Poder Popular con competencia en Turismo,.... Y tendrá como finalidad, el desarrollo sostenible de la zona, sobre la base de la equidad social, la conservación del ambiente basado en el respeto de sus recursos y valores naturales y la eficacia económica como actividad generadora de ingresos y empleos dignos y calificados, así como....”

Asimismo, en el artículo 4º señala el objeto del Plan, con alcances en toda la Península:

“El presente Plan de Ordenamiento tiene por objeto orientar el desarrollo mediante el aprovechamiento integral de los recursos y potencialidades territoriales de la Zona de Interés Turístico Península de Paraguaná, mediante el reordenamiento de los espacios y sus patrones de poblamiento, la consolidación y diversificación de la actividad económica en armonía con el ambiente, la vocación específica del territorio y sus ventajas comparativas, definiendo mecanismos para su administración y manejo, conforme a la finalidad para la que fue creada.”

Mediante su artículo 9º, se establecen ocho (08) unidades de ordenamiento, a saber:

- “1. Unidad de Manejo Integral de Costa (UMIC)*
- 2. Unidad de Protección y Conservación (UPC)*
- 3. Unidad de Recuperación Ambiental (URA)*
- 4. Unidad de Amortiguación (UA)*
- 5. Unidad Turística (UT)*
- 6. Unidad de Centros Poblados (UCP)*
- 7. Unidad de Parque Científico Salinero (UPCS)*
- 8. Unidad de Desarrollo Rural (UDR)”*

Es importante destacar que en este artículo se señala que las unidades de ordenamiento definidas tienen un carácter referencial, por lo que sin perjuicio del Plan y su correspondiente Reglamento de Uso, podrán ser objeto de reglamentos especiales cuando las condiciones físico naturales o de carácter estratégico, así lo ameriten. Esta acotación es relevante ya que se manifiesta una flexibilidad que es importante para afrontar la conservación del ecosistema xerófilo a la luz de nueva información y nuevas estrategias.

Con relación a los programas previstos, en el artículo 20 se señala el ecosistema árido en el numeral 4 como parte del Programa de Conservación, Educación Ambiental y Saneamiento Ambiental, al indicar:

“4. Conservación y Valoración de las Zonas Áridas, dirigido a crear conciencia en la comunidad local acerca de la necesidad de conocer y conservar el hábitat de las especies animales y vegetales propias de las zonas áridas, promoviendo actividades de investigación, monitoreo ecológico y educación ambiental para asegurar la permanencia de los procesos productivos y conformar una identidad patrimonial.”

Existe además una iniciativa local de carácter comunero que busca promover la conservación de un sector de la fila de Monte Cano, en las cercanías del pueblo de San José de Cocodite. El área seleccionada ha sido denominada Reserva Biológica de Monte Cano y su resguardo está amparado por un comodato firmado entre la asociación de vecinos y la Universidad Experimental Francisco de Miranda. Esta iniciativa, aunque no tiene un carácter oficial ni un basamento legal dentro del marco jurídico que ampara las ABRAE, ha favorecido acciones de resguardo de los sectores circundantes a la Cueva de Piedra Honda protegida por el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná”.

CAPÍTULO V

5 MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se exponen los procedimientos metodológicos seguidos para dar cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación.

5.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, cuya finalidad es proporcionar bases ambientales para la protección del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná, se enmarca dentro de los estudios *ex post facto* para el análisis de una realidad que responde a fenómenos que ocurrieron en el área de estudio, con un diseño de tipo descriptivo donde los datos primarios fueron obtenidos de imágenes de satélite para determinar la distribución espacial de la vegetación y el uso de la tierra de la Península.

Asimismo, tiene un enfoque evolutivo y de tipo explicativo, al abordar una dimensión temporal de los cambios de las variables estudiadas a partir de la comparación de dos imágenes de satélite con 15 años de diferencia (2003-2018) y determinar los factores causales de dichos cambios en el período considerado.

5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La investigación se basó en el uso de imágenes de satélite como medio para la obtención de los datos primarios acerca de la cobertura terrestre del área de estudio.

Los criterios de selección de las imágenes de satélite se fundamentaron en la disponibilidad de imágenes de resolución espacial adecuada, temporalidad y calidad visual:

a) Resolución espacial: considerando la superficie amplia a abarcar (nivel de paisaje), se dio preferencia a un sensor cuya resolución espacial fuera suficiente para observar coberturas naturales y patrones de uso de la tierra en amplias superficies y a nivel de grandes categorías (escalas de interpretación 1:40.000 a 1:60.000). En tal sentido, una resolución espacial de la imagen de 20 ó 30 m fue considerada adecuada para estos fines

b) Temporalidad: consiste en la disponibilidad de imágenes que comprendan el período de estudio (2003-2018).

c) Porcentaje y distribución de la cobertura de nubes: la nubosidad es un factor muy limitante en la disponibilidad de imágenes del área de estudio, así la orografía de la Península crea condiciones particulares en las que las elevaciones (cerro Santa Ana y fila de Monte Cano) determinan la concentración de humedad y nubosidad en el sector este de la misma. Ello resultó en una preferencia de imágenes con mínima interferencia de nubes en los sectores norte, oeste y sur de la Península donde, precisamente, hay un predominio de cobertura natural, en contraste con el sector este, donde el uso antrópico las ha reemplazado extensivamente.

A tal efecto, las imágenes seleccionadas descargadas del portal USGS Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos fueron las siguientes (ver metadata en el Anexo A):

- Una imagen del satélite Landsat 7 sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) de fecha 13 de enero de 2003, la cual comprende toda el área de estudio (USGS, 2018a).
- Tres imágenes del satélite Sentinel-2 de fecha 8 de octubre de 2018 de la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés) que en su conjunto cubren el área de estudio (USGS, 2018b).

Esto determinó que el lapso entre ambas imágenes fuera de 15 años y 9 meses.

A partir de dicha información primaria se derivaron los datos secundarios de la investigación con apoyo de un sistema de información geográfica.

Es importante señalar que la información sobre unidades de cobertura terrestre que presentaron confusiones en su interpretación fue validada con imágenes satelitales de mayor resolución espacial, como aquellas disponibles en la plataforma Google Earth Pro. Además, se consultaron fuentes secundarias documentales (investigaciones, trabajos de tesis, informes técnicos y cartografía a varias escalas), así como a personalidades y expertos en la conservación del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná.

5.3 ETAPAS Y PROCESO METODOLÓGICO

Esta investigación se basó en la medición de los cambios de la cobertura vegetal y en el uso de la tierra entre los años 2003 y 2015.

Metodológicamente el trabajo se sustentó en técnicas de análisis espacial sobre la base de la interpretación de imágenes satelitales y el uso de herramientas de geoprocésamiento de datos espaciales disponibles en los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Existe una abundante literatura para estas técnicas; así pues, esta investigación utilizó a Chuvieco (2008) como texto base para la metodología de teledetección y a Olaya (2014), en lo que respecta a las herramientas propias de los SIG.

En esta investigación se adoptó un método mixto para el levantamiento de la información geográfica, basado en la clasificación supervisada (automática) de la vegetación y en la interpretación visual de áreas bajo uso antrópico para obtener las clases de uso de la tierra. Ello obedeció a la aplicación de una estrategia con las siguientes ventajas:

- a) Maximizar la diferenciación de clases de cobertura vegetal aprovechando las diferencias en sus respuestas espectrales.
- b) Evitar la confusión de la respuesta espectral de la vegetación con respuestas espectrales asociadas a zonas bajo uso antrópico.
- c) Evitar la proliferación excesiva de clases generadas automáticamente en la clasificación supervisada.
- d) Obviar las dificultades derivadas de utilizar la clasificación supervisada multitemporalmente, la cual requiere el uso de imágenes satelitales de un mismo sensor y de fechas de adquisición similares en el año para evitar las posibles variaciones fenológicas de la vegetación y su respuesta espectral.
- e) Aprovechar al máximo la potencialidad de la interpretación visual en zonas bajo uso antrópico.
- f) Lograr con la interpretación visual, un control de la detección de los cambios temporales del uso de la tierra.
- g) Complementar visualmente las áreas con cobertura de nubes y sombras, frecuentes en los sectores central y este de la Península, justamente donde se encuentra la mayor extensión de áreas de uso agrícola.

Las Figuras 20 y 21 muestran, respectivamente, las etapas y proceso metodológico aplicados, así como las capas temáticas principales generadas en el SIG.

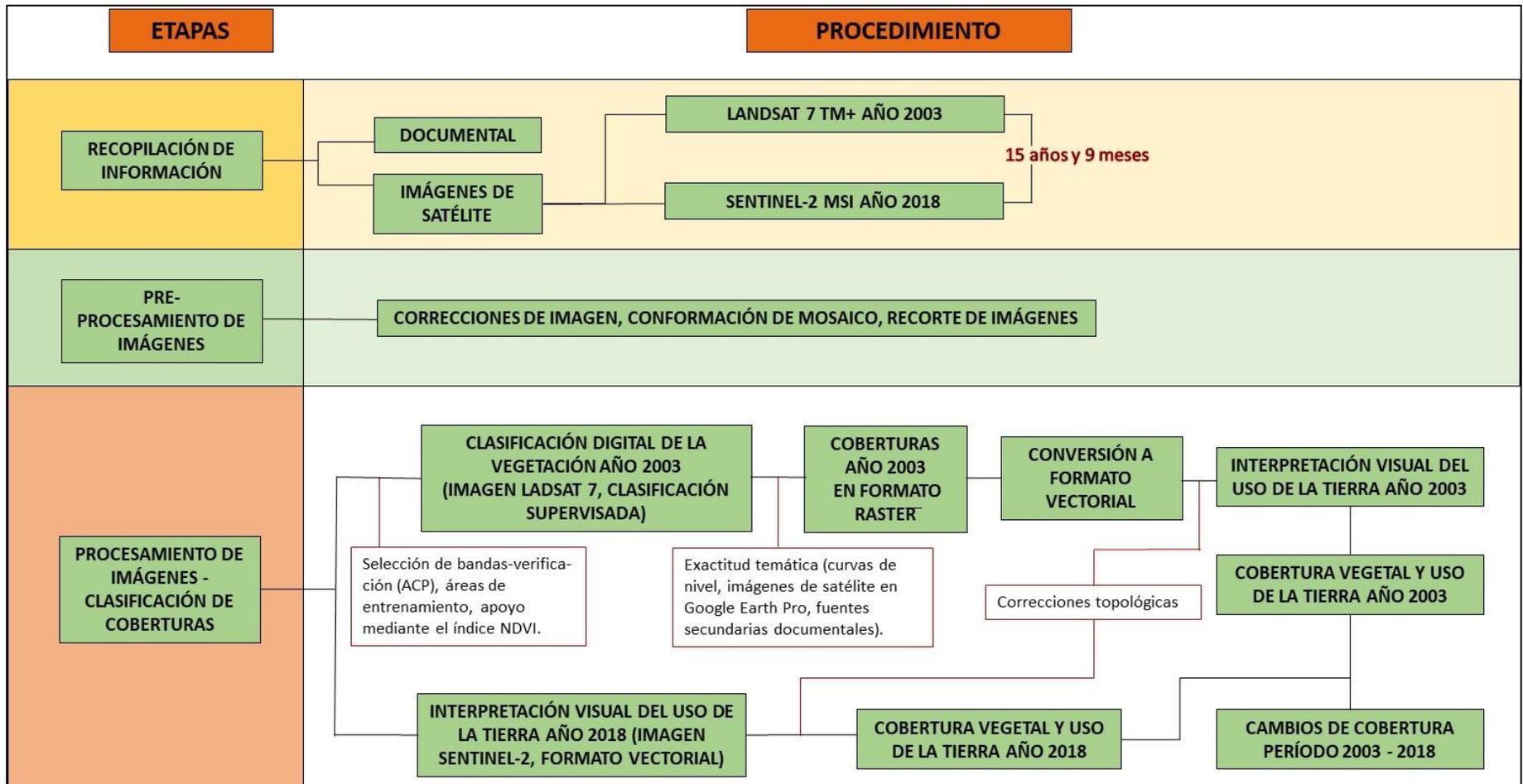
Otro aspecto a destacar, es el hecho de que la utilización en este estudio de imágenes satelitales de diferentes sensores y fechas fue decisivo en el diseño de la metodología propuesta para determinar los cambios temporales del uso de la tierra. La imagen Landsat 7 corresponde al período seco del año 2003, mientras que la imagen Sentinel corresponde al período lluvioso del año 2018. Idealmente, una comparación por procesos automatizados debería realizarse sobre imágenes de épocas muy similares, que recojan condiciones fenológicas parecidas de la vegetación, porque de lo contrario, el sistema las interpretará como cambios que no son atribuibles a modificaciones del uso de la tierra. Esta dificultad puede, sin embargo, ser subsanada por métodos alternos, tales como el análisis de componentes principales o las comparaciones con base en el índice de vegetación NDVI (Chuvieco, 2016).

Es de destacar que la interpretación visual ofrece una serie de ventajas que son importantes para áreas de estudio con cierta complejidad, como la de la Península de Paraguaná. Según Chuvieco (2016), el análisis visual se basa en propiedades cualitativas de los elementos de la imagen, sencillas de percibir por quien desarrolla un análisis de los niveles digitales (brillo y tonalidades de la imagen) y propiedades espaciales (forma, tamaño, textura, contexto), además de reforzarse con el criterio del investigador.

5.4 SENSORES DE PERCEPCIÓN REMOTA SELECCIONADOS: LANDSAT 7 TM+ Y SENTINEL 2 MSI

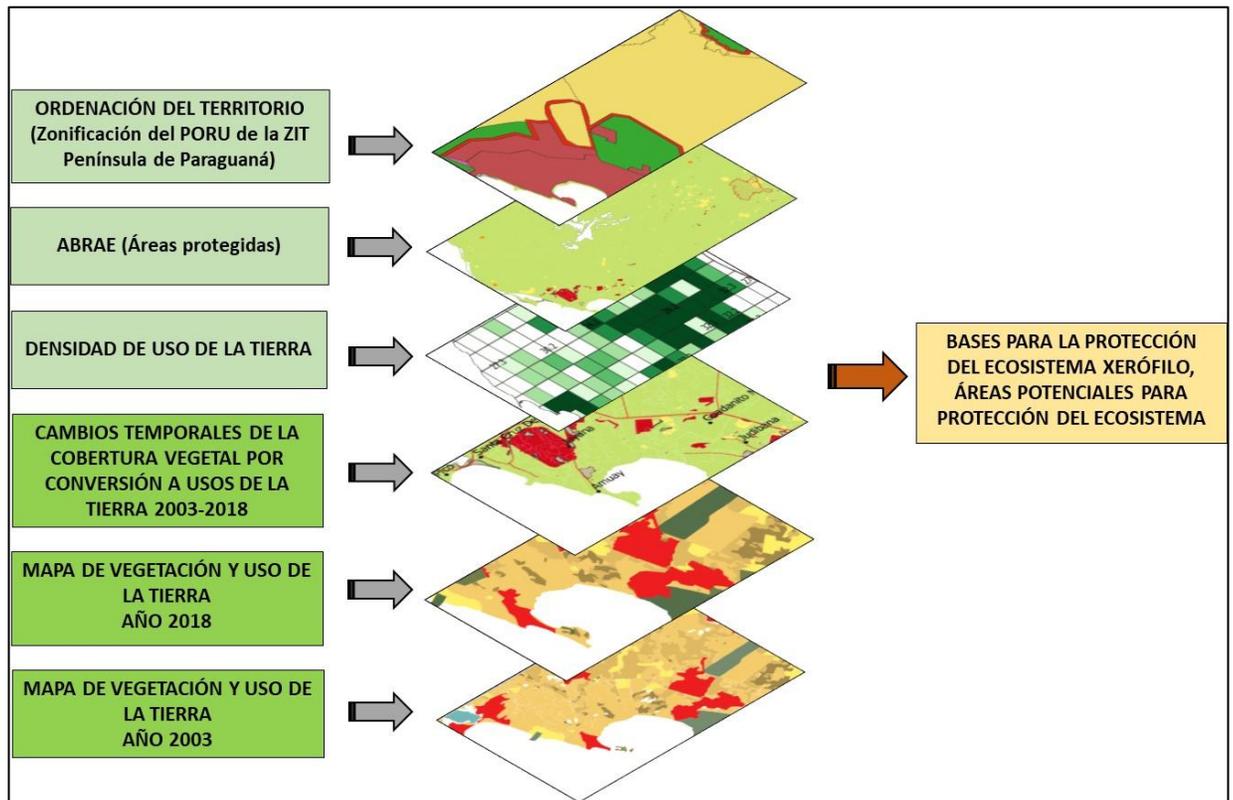
Antes de describir los sistemas sensores a bordo de los satélites considerados en la presente investigación, se señalarán a continuación los aspectos que afectan la calidad de un sistema sensor, en términos de su resolución. De ello se derivaron los criterios para la toma de decisiones acerca de la selección de los satélites que fueron utilizados en la presente investigación.

Figura 20. Etapas y proceso metodológico para el manejo e interpretación de las imágenes de satélite.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Capas de información geográfica temática generadas en el SIG.



Fuente: Elaboración propia.

5.4.1 RESOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS SENSORES

a) Resolución espacial:

La resolución espacial identifica el objeto más pequeño que puede ser identificado en una imagen. En formato digital, la resolución espacial es comúnmente expresada como la longitud (en centímetros, metros o kilómetros) de las unidades espaciales mínimas de la imagen, denominadas celdas (o “píxeles”, término anglosajón comúnmente utilizado en teledetección espacial). Usualmente se presenta por un valor único correspondiente a la longitud de un lado del cuadrado correspondiente a dicho píxel. La resolución espacial de una imagen es una indicación del tamaño del píxel expresada en términos de dimensiones sobre el terreno.

La resolución espacial de los sensores electrónicos ópticos depende de la altura orbital, número de detectores, tamaño focal y configuración del sistema sensor. Mientras menor es la altura, mayor es el ángulo de apertura y más detallada la resolución. Ésta juega un papel fundamental en la interpretación de la imagen debido a que afecta el nivel de detalle alcanzado. El intérprete puede sólo identificar objetos

varias veces mayores que el tamaño del pixel, a pesar que puede haber buena detección si existe un alto contraste radiométrico entre el objeto y su entorno.

Los sensores orbitales de observación terrestre cubren un amplio intervalo de resoluciones espaciales, 0,5 – 4,0 m de tamaño del pixel en los de más alta resolución, 20 – 50 m en los de media resolución, 200 – 1.000 m en los que se orientan a aplicaciones globales y 10 – 50 km en los de muy baja resolución para aplicaciones atmosféricas. La resolución espacial de 30 m del sensor Landsat 7 ETM+ para la imagen del año 2003 en sus bandas multispectrales, significa que el pixel representa un área de 30 m x 30 m sobre el terreno.

La selección de la resolución espacial más conveniente está muy relacionada con la escala del problema particular en estudio y obviamente facilita una interpretación precisa en el análisis visual.

b) Resolución espectral:

La resolución espectral está referida al número y ancho espectral de las bandas del sensor. En términos generales, un sensor proporciona una mayor capacidad de discriminación conforme tenga más bandas e idealmente dichas bandas deben ser lo suficientemente estrechas como para detectar características espectrales específicas de los objetos. Los sensores digitales generalmente son multispectrales.

La selección del número de bandas, ancho e intervalo espectral medidos por el sensor están relacionados con los objetivos del estudio.

c) Resolución radiométrica:

La resolución radiométrica se relaciona con la sensibilidad del sensor, es decir, su capacidad para discriminar pequeñas variaciones en la radiancia espectral registrada. En el caso de los sensores fotográficos, esta resolución se relaciona con los tonos de grises. En el caso de los sensores ópticos electrónicos, la resolución radiométrica se expresa comúnmente como el intervalo de valores utilizado para codificar la radiancia (niveles digitales) es decir, el número de bits utilizado para almacenar la señal de entrada. Un sistema sensor de 8 bits puede discriminar 256 diferentes niveles digitales por pixel ($2^8=256$ niveles digitales).

La resolución radiométrica es más crítica en el análisis digital que en el visual, ya que el número de niveles digitales que el ojo humano puede discernir no excede de 64. Cuando la interpretación es digital, el computador tiene la capacidad de utilizar todo

el intervalo de niveles digitales disponible, una alta resolución radimétrica es útil para discriminar objetos con firmas espectrales similares.

d) Resolución temporal:

La resolución espacial se refiere a la frecuencia de observación del sensor sobre una misma área de la superficie terrestre, lo cual es una función de las características orbitales del satélite, así como de la cobertura del sensor sobre el terreno. La misma guarda relación con los objetivos que se buscan. Los sensores con una alta resolución temporal presentan una baja resolución espacial, ya que deben cubrir una mayor área en cada adquisición, o sea, un mayor campo de visión (FOV) en el terreno.

La cobertura de nubes es señalada como un importante impedimento en el logro de la resolución temporal esperada y que afecta la continuidad del archivo histórico de las imágenes.

A continuación se detallan las características de los sensores utilizados en la presente investigación.

5.4.2 LANDSAT 7 ETM+

Los dos últimos satélites puestos en órbita son Landsat 7 enviado al espacio el 15 de abril de 1999, el cual aún se encuentra activo, y Landsat 8 que fue puesto en operación en el año 2013. Su operación es administrada por la NASA (National Space and Space Administration) y la producción y comercialización de imágenes depende de la USGS (United States Geological Survey).

El sensor ETM+ de Landsat 7 registra la radiación en 8 bandas espectrales, tres de ellas en el rango del visible, dos en el infrarrojo cercano, dos en el infrarrojo medio y una banda pancromática. Los datos del satélite Landsat 7 ETM+ han sido útiles para la generación de imágenes multiespectrales frecuentes y son usados ampliamente para diversos estudios ambientales.

La Tabla 11 resume varias características de este satélite, así como algunas aplicaciones de sus bandas.

Tabla 11. Características de Landsat 7 ETM+

CARACTERÍSTICAS	LANDSAT-7		
Altitud de órbita	705 km		
Órbita	Casi polar, sol-sincrónica		
Campo de visión (FOV)	185 km		
Resolución radiométrica	8 bits		
Resolución temporal	16 días		
Resolución espectral	Presenta 8 bandas en total: Tres en el espectro visible (B1, B2 y B3), una en el infrarrojo cercano (B4), dos en el infrarrojo medio (B5 y B7), una en el infrarrojo térmico (B6) y una banda pancromática (B8).		
Resolución espacial	30 m (VIC, IRC e IRM), 60 m (IRT) y 15 m (Pan)		
Bandas Espectrales	Longitud de Onda (nm)	Resolución espacial (m)	Aplicaciones
1 – AZUL (VIS)	0,45 – 0,52	30	Diseñado para la penetración de cuerpos de agua, lo que la hace útil para la cartografía de aguas costeras. También útil en la discriminación de suelo / vegetación, cartografiado de formaciones boscosas, así como para el uso del suelo.
2 – VERDE (VIS)	0,53 – 0,60	30	Diseñado para medir el pico de reflectancia de la vegetación y evaluar el vigor de la misma. También útil para el uso del suelo.
3 – ROJO (VIS)	0,63 – 0,69	30	Diseñado para detectar la absorción de clorofila, ayuda en la diferenciación de especies, así como en el uso del suelo.
4 – INFRARROJO CERCANO (IRC)	0,77 – 0,90	30	Útil para determinar tipos de vegetación, vigor y biomasa, delimitación de cuerpos de agua y contenido de humedad en

CARACTERÍSTICAS	LANDSAT-7		
			el suelo.
5-INFRARROJO MEDIO (IRM 1)	1,55 – 1,75	30	Indicativo del contenido de humedad de la vegetación y del suelo. También útil para la diferenciación entre la nieve y las nubes.
6 – INFRARROJO TÉRMICO (IRT)	10,40 – 12,50	60/30	Útil en el análisis de estrés de la vegetación, discriminación de la humedad del suelo y cartografiado térmico.
7 – INFRARROJO MEDIO (IRM 2)	2,09 – 2,35	30	Útil para la discriminación de tipos de minerales y rocas. También sensible al contenido de humedad de la vegetación.
8- PANCROMÁTICA	0,52 – 0,90	15	Proporciona una mayor definición de la imagen. Útil en la identificación de infraestructura, centros poblados y vías.

Fuente: ESA European Space Agency. (2015).

5.4.3 SENTINEL-2 MSI

Sentinel es un proyecto multi-satélite de la Agencia Espacial Europea (ESA) en el marco del programa espacial Copérnico. Sentinel-2 proporciona imágenes ópticas terrestres para servicios terrestres, por ejemplo, monitoreo de la vegetación y actividad agrícola, la cobertura terrestre, el agua y las zonas costeras. El primer satélite Sentinel-2A fue lanzado el 23 de junio de 2015. El segundo, Sentinel-2B, fue lanzado el 7 de marzo de 2017. Se trata de una misión de dos satélites, en la que ambos son iguales y operan simultáneamente, con un desfase de 180° entre ellos, con lo cual es posible duplicar la resolución temporal de los productos satelitales a cada 5 días (Copernicus, 2018).

El sensor es denominado Instrumento Multiespectral (Multi Spectral Instrument o MSI por sus siglas en inglés) y registra un total de 13 bandas (ESA, 2015).

La Tabla 12 resume varias características de este satélite, así como algunas aplicaciones de sus bandas.

Tabla 12. Características de Sentinel-2 MSI.

CARACTERÍSTICAS	SENTINEL-2		
Altitud de órbita	786 km		
Órbita	Sol-sincrónica		
Campo de visión (FOV)	290 km		
Resolución radiométrica	12 bits		
Resolución temporal	5 días		
Resolución espectral	Presenta 13 bandas en total: Tres de 10 m en el espectro visible (B2, B3 y B4), una de 10 en el infrarrojo cercano (B8), seis de 20 m en el infrarrojo cercano (B5, B6, B7, 8a, 11 y 12), una de 60 m en el espectro visible (B1) y dos de 60 m en el infrarrojo cercano (B9 y B10).		
Resolución espacial	4 bandas de 10 m en el visible e infrarrojo (B2, B3, B4 y B8), 6 bandas de 20 m en el rojo e infrarrojo (B5, B6, B7, B8a, B11, B12) y 3 bandas de 60 m de corrección atmosférica (B1, B9, B10).		
Bandas Espectrales	Longitud de Onda Central (nm)	Ancho de banda (nm)	Resolución espacial (m)
1 – AZUL (VIS) [*]	443	20	60
2 – AZUL (VIS) * [*]	490	65	10
3 – VERDE (VIS) *	560	35	10
4 – ROJO (VIS) *	665	30	10
5 – INFRARROJO CERCANO (IRC) *	705	15	20
6 - INFRARROJO CERCANO (IRC) *	740	15	20
7 - INFRARROJO CERCANO (IRC) *	783	20	20
8 - INFRARROJO CERCANO (IRC) [*]	842	115	10
8a - INFRARROJO CERCANO (IRC) [*]	865	20	20
9 – INFRARROJO CERCANO (IRC) [*]	945	20	60
10- INFRARROJO CERCANO (IRC) [*]	1375	30	60
11- INFRARROJO CERCANO (IRC)	1610	90	20
12- INFRARROJO CERCANO (IRC) [*]	2190	180	20

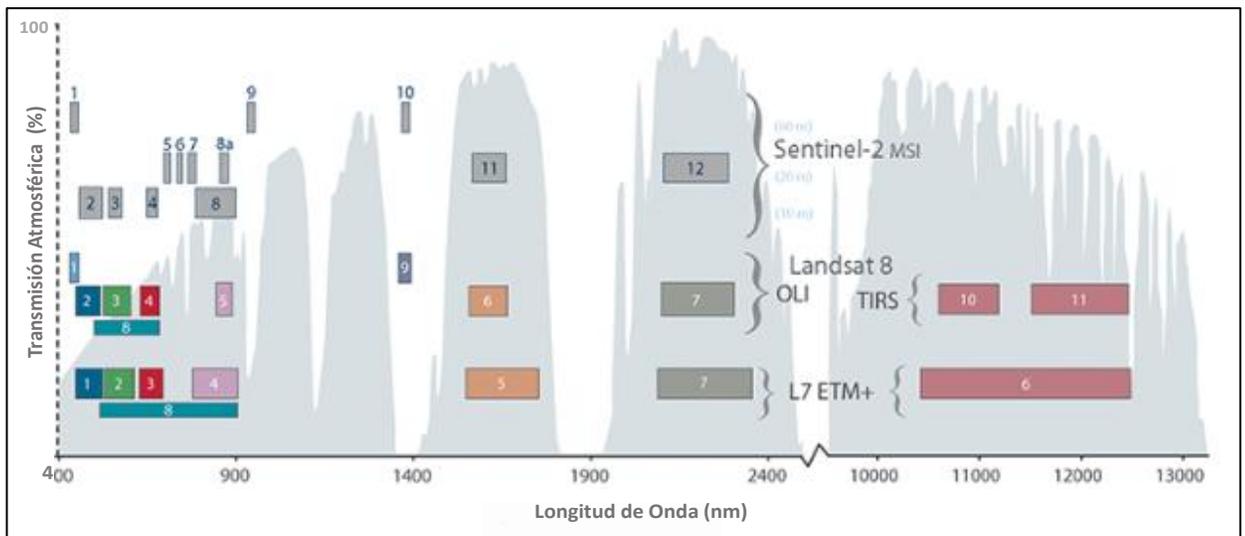
* Bandas que contribuyen principalmente a los objetivos de clasificación de coberturas terrestres, evaluación de la condición de la vegetación, diferenciación de nieve / hielo / nubes y discriminación de minerales.

[*] Bandas utilizadas única o secundariamente para calibración o corrección de aerosoles, vapor de agua o detección de cirros.

Fuente: Lillesand *et al.* (2015).

La Figura 22 muestra la correspondencia entre las bandas de Landsat 7 y 8 con las de Sentinel-2.

Figura 22. Comparativa de bandas Satélites Landsat y Sentinel-2.



Fuente: USGS (2020).

5.5 PRE-PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES SATELITALES

El pre-procesamiento de las imágenes de satélite señalado en esta sección está referido a su preparación para minimizar las distorsiones que incidan en la georreferenciación y las respuestas espectrales de las mismas, además de otras tareas (ensamblaje y recorte de la imagen).

5.5.1 CORRECCIÓN DE LAS IMÁGENES SATELITALES DESCARGADAS

Existe una variabilidad en la respuesta espectral de las imágenes satelitales, en parte causada por las condiciones del sensor, así como por el ángulo de iluminación solar y las condiciones atmosféricas del lugar de adquisición de las imágenes. De tal manera que se hace necesario hacer correcciones de las mismas para minimizar la influencia de estos factores.

La imagen Landsat 7 ETM+ del año 2003 fue descargada en un nivel 2 de corrección (Level-2), es decir, corregida radiométrica, geométrica y atmosféricamente a nivel de reflectancia de superficie (USGS, 2018a) (ver la metadata en el Anexo A).

Las imágenes del Sentinel-2 están disponibles en un nivel de procesamiento 1C (ver la metadata en el Anexo A), por lo que se proveen en Reflectancia Tópe de la Atmósfera (TOA) (ESA, 2015) que debe ser corregida a reflectancia de superficie

(corrección atmosférica). A este fin, se efectuó un procesamiento de las imágenes Sentinel-2 (USGS, 2018b) con apoyo del sistema de información geográfica QGIS, módulo Semi-Automatic Classification Plugin y aplicando el método DOS1 (Dark Object Subtraction) (Congedo, 2018, p. 132).

5.5.2 CREACIÓN DEL MOSAICO DE LA IMAGEN SENTINEL-2 Y RECORTE DE IMÁGENES

Con apoyo del programa QGIS, se procedió al ensamblaje (mosaico) de las tres imágenes Sentinel-2.

A fin de eliminar información espectral innecesaria que pudiera incidir en las estadísticas de las bandas, se procedió a recortar ambos productos orbitales, la imagen Landsat 7 y el mosaico de Sentinel-2, utilizando como archivo vectorial de corte a la línea de costa de la Península de Paraguaná obtenida de la imagen Sentinel-2 del año 2018.

5.6 PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 7: CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS DEL AÑO 2003

La clasificación de coberturas de la tierra ha sido llevada a cabo tradicionalmente a través de la interpretación visual de imágenes satelitales, o fotografías aéreas y más recientemente, mediante técnicas de clasificación digital como un conjunto de métodos automáticos. Cada enfoque presenta sus ventajas; el análisis visual es una herramienta poderosa para incorporar una amplia diversidad de criterios de interpretación, mientras que las técnicas de clasificación digital proporcionan herramientas más robustas y espacialmente consistentes para generar mapas temáticos en menor tiempo, particularmente cuando se trabaja con extensas áreas (Chuvieco, 2016).

En esta etapa de la investigación se realizó una clasificación de las imágenes mediante un enfoque combinado. El enfoque digital fue realizado sobre la imagen Landsat TM+ del año 2003 aplicando técnicas de clasificación supervisada para obtener la base de información de las coberturas naturales, mientras que se aplicó una interpretación visual en lo que respecta a las coberturas antrópicas de ambas imágenes (Landsat 7 y Sentinel-2).

En el enfoque digital, el objetivo es obtener un mapa temático a partir de la información contenida en la imagen de satélite. La clasificación en ese caso es el proceso de agrupar los píxeles en un número finito de clases individuales o de categorías de datos con base en sus niveles digitales. Si un píxel satisface un conjunto dado de criterios, entonces éste se asigna a la clase correspondiente a ese criterio. Esto implica establecer una correspondencia entre clases informacionales (coberturas) y clases espectrales (grupos de píxeles con características espectrales homogéneas) (Chuvieco, 2016).

Existen dos técnicas básicas de clasificación, la supervisada y la no supervisada. En la clasificación supervisada, hay una influencia del operador en el proceso de clasificación, que se sustenta en un conocimiento previo del área de estudio, ya sea como producto de un trabajo de campo o por otras fuentes, esto a fin de identificar en la imagen suficientes áreas representativas de cada una de las clases o categorías de interés. En la técnica no supervisada se realiza una búsqueda automática para hallar los clusters de valores homogéneos en la imagen para identificar entidades, luego de lo cual el usuario debe hallar las correspondencias entre los grupos espectrales y las categorías (Chuvieco, 2016). Este proceso en cualquiera de las dos técnicas se puede hacer con una sola banda o utilizando la combinación de tres bandas simultáneamente de diferentes regiones del espectro electromagnético. El producto final es un mapa con la cantidad de clases que se desee.

En el presente estudio, se seleccionó el método de clasificación supervisada para generar la cartografía sobre la vegetación natural de la Península de Paraguaná.

5.6.1 ESTABLECIMIENTO DE CATEGORÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

La primera y más importante fase de la clasificación digital supervisada es la caracterización apropiada de las diferentes categorías que serán discriminadas (Chuvieco, 2016).

En el caso de la presente investigación, la clasificación de la vegetación se hizo a nivel de grandes unidades basada en Mogollón *et al.* (2016) y Delfín *et al.* (2011).

Las pruebas preliminares de la diferenciación de la vegetación a partir de la respuesta espectral en esta investigación llevaron a concluir que ciertas coberturas vegetales como las del herbazal costero y el manglar, así como las correspondientes a algunos tipos de bosque (semideciduo-deciduo, semideciduo, deciduo), no podrían ser

reconocidas claramente, ya sea porque la firma espectral se confunde con la de otras unidades o porque hay una obstaculización por nubes. Según Chuvieco (2016), si la dimensión espectral no proporciona una discriminación clara de categorías, puede utilizarse información auxiliar, tal como la elevación, aspecto, mapas de suelos u otro criterio.

Mogollón *et al.* (2016) efectuaron una clasificación supervisada a partir de una imagen Landsat 8 del año 2013 para analizar la vegetación desde el punto de vista de su vulnerabilidad a la desertificación y para ello, consideró cinco categorías (cerrada, abierta, esparcida, no vegetada y áreas cultivadas). La densidad de cobertura fue igualmente, un atributo seleccionado en esta investigación para diferenciar los tipos de arbustal espinoso a partir de su respuesta espectral. Según Soriano y Ruiz (2003), los arbustales espinosos presentan variaciones en su fisonomía que responden al balance hídrico particular a que están sometidos, lo cual se manifiesta en el grado de apertura del dosel y la importancia relativa de las cactáceas columnares. De tal manera que desde el punto de vista ecológico, la información que genera esta diferenciación es de interés por ser un reflejo de las condiciones ambientales naturales (aunque pueden resultar también de disturbios antrópicos) que inciden en las características fisonómicas y florísticas de la vegetación, así como en su biomasa y ecología.

En la Tabla 13 se señalan las siete clases que finalmente fueron utilizadas para realizar la clasificación supervisada de la cobertura vegetal.

Tabla 13. Clases para la clasificación supervisada de la imagen Landsat 7 de la Península de Paraguaná.

CATEGORÍA DE COBERTURA	CLASE DE COBERTURA NATURAL
Áreas naturales	Bosque
	Arbustal denso
	Arbustal medio
	Arbustal ralo
	Suelo desprovisto de vegetación
	Cuerpos de agua y áreas anegadizas
Áreas no clasificadas	Nubes y sombras

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las clases de uso de la tierra, se optó por no utilizar la técnica de clasificación supervisada para el mapeo de las mismas, ya que las áreas bajo cultivo en la imagen del 2003 presentaron una cobertura de nubes importante que hizo inviable su consideración en el grupo de firmas espectrales. La vía metodológica para resolver esto fue mediante el uso de la técnica de interpretación visual con apoyo de otras fuentes de información, según se explicará posteriormente.

5.6.2 COMBINACIÓN DE BANDAS ESPECTRALES

Partiendo del conocimiento del intervalo espectral en el que operan las bandas de Landsat 7 ETM+ y el comportamiento reflectivo que tienen los elementos del terreno objeto de estudio en las diferentes regiones del espectro electromagnético, se seleccionó la combinación conformada por una banda de la región verde del espectro (0,52 – 0,60 μm , banda 2), otra de la región del rojo (0,63 – 0,69 μm , banda 3) y una tercera banda en el infrarrojo cercano (0,77 – 0,90 μm , banda 4). Estas bandas fueron combinadas como 4,3,2 (RGB, por sus siglas en inglés de red, green, blue o en español, rojo, verde, azul) también denominado “falso color”, ya que es la que ofreció las mayores posibilidades de discriminación visual de la cobertura terrestre sobre la imagen satelital. Esta combinación de bandas es ampliamente utilizada para la interpretación de las coberturas terrestres y en estudios que requieran una discriminación visual de tipos de vegetación, considerando que el ojo humano tiene la capacidad de discriminar un mayor número de tonos de grises en la región roja del espectro electromagnético, que en cualquier otra región espectral (Chuvienco, 2016).

La información espectral de este juego de bandas 4,3,2 (RGB) fue utilizada en la clasificación supervisada de la vegetación (Tabla 13), una vez se establecieron las áreas de entrenamiento. En la Figura 23 se muestran dos escalas de visualización de la imagen Landsat TM+ de la Península de Paraguaná en esta combinación de bandas.

5.6.3 SELECCIÓN DE LAS BANDAS CON MAYOR VARIABILIDAD ESPECTRAL

Es frecuente que diferentes bandas del espectro del visible se encuentren altamente correlacionadas, o que presenten una información espectral similar, debido a que la reflectancia de las coberturas terrestres tiene respuestas similares en diferentes regiones del espectro. Las técnicas basadas en el procesamiento complejo de características estadísticas de datos multibanda pueden ser usadas para reducir la redundancia de estos datos y correlación entre bandas (Posada *et al.*, 2012).

Figura 23. Dos escalas de visualización de la imagen Landsat 7 ETM+ del 13 de enero del 2003, combinación de bandas RGB (4,3,2), resolución espacial de 30 m.



Fuente: Elaboración propia.

La selección óptima de las bandas espectrales para realizar las clasificaciones de la cobertura terrestre ha sido extensivamente discutida en la literatura y es que la consideración simultánea de todas las bandas en el análisis de imágenes de satélites multiespectrales, representa un incremento en el volumen de datos a procesar mucho mayor que la ganancia real de información que se consigue, ya que hay una elevada correlación espectral entre ellas (Carreira y Niell, 1995; Chuvieco, 2016; Lu y Weng, 2007). Estando varias bandas disponibles, sólo algunas serán de interés para una aplicación particular, puesto que la información acerca de la cobertura terrestre presentada en algunas de ellas podría ser muy similar.

Adicional a la percepción visual, la cual es de naturaleza subjetiva, existen técnicas estadísticas para maximizar la información no redundante que puede ser aportada por las bandas de un sensor (Chuvieco, 2016). El Análisis de Componentes Principales (ACP), es una técnica de análisis estadístico multivariado que permite revelar los componentes principales que absorben la mayor parte de la varianza (Carreira y Niell, 1995; Chuvieco, 2016). El ACP es un tipo de clasificación no supervisada realizada sobre una matriz de correlación de las bandas, con el fin de determinar aquellas que aportan la mayor cantidad de información, a partir de los valores del autovector que compone al primer componente principal, lo cual reduce las variables de entrada en la clasificación digital y el tiempo de procesamiento. Una de sus aplicaciones está precisamente en definir las áreas de entrenamiento en las clasificaciones supervisadas (Posada *et al.*, 2012).

En esta investigación no se utilizó esta herramienta de selección inicialmente, sino que se partió de una evaluación visual para identificar las bandas espectrales del satélite Landsat ETM+ del año 2003 a ser utilizadas en la clasificación supervisada y a través de un ACP, se efectuó una verificación de las mismas con el apoyo del programa SAGA (acrónimo inglés de System for Automated Geoscientific Analyses). Para ello, se seleccionó el número de componentes considerando el total de variables (bandas) de entrada, es decir, seis (6), para observar cómo los datos van conservando parte de la variabilidad. Las nuevas variables se ordenan según su correlación con todas las variables originales, es decir, el primer componente (autovector) es el que tiene mayor varianza de las variables originales y por consiguiente, el responsable de la mayor variabilidad de la información espectral (mayor cantidad de elementos a

discriminar), mientras que el resto de componentes va individualizando a ciertos elementos.

En el caso de la imagen Landsat TM+ en consideración, el primer autovector es el que revela las bandas que aportan la mayor cantidad de información, que en este caso fueron las bandas 4 (0.423548), 3 (0.419233) y 5 (0.416959) o la 2 (0.416278), ya que la diferencia entre las bandas 5 y 2 es a nivel de la tercera cifra significativa (ver Anexo B sobre PCA Eigen Vectors). Esto llevó a concluir que la combinación 2,3,4 utilizada para la clasificación supervisada de la imagen del año 2003 fue una opción adecuada para reunir la variabilidad de la información espectral necesaria en la clasificación.

5.6.4 CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

En esta fase se generó la información temática respecto a los tipos de vegetación y su distribución en la Península de Paraguaná, mediante el método de clasificación supervisada de la imagen Landsat 7 ETM+ del año 2003.

El proceso se efectuó haciendo uso de las herramientas de análisis espacial del programa Erdas Imagine 2015.

a) Definición de las firmas espectrales (Áreas de Entrenamiento)

La clasificación supervisada amerita una fase de “entrenamiento” basada en el rango de niveles digitales (ND) en cada banda que caracteriza a cada categoría o clase de cobertura (Freire *et al.*, 2019). El objetivo es caracterizar apropiadamente la variabilidad de la cobertura vegetal, basados en una muestra representativa de píxeles de cada clase o tipo de formación vegetal, que luego serán extensibles en la clasificación supervisada a toda el área de estudio. En otras palabras, se busca obtener el mejor intervalo de niveles digitales que identifica a cada categoría de vegetación, en todas las bandas que serán utilizadas en la clasificación supervisada.

Para generar las áreas de entrenamiento ROI (por sus siglas en inglés), se trabajó sobre la imagen Landsat TM+ del año 2003 y la combinación de bandas 4,3,2 (RGB).

Para la identificación de las áreas de entrenamiento se utilizó, además, la información aportada por el índice de vegetación por diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) (ver sección a continuación) para obtener la mejor localización de las áreas de entrenamiento, así como la verificación sobre imágenes satelitales disponibles en

la plataforma Google Earth Pro y la información sobre la cobertura vegetal de Paraguaná suministrada por Mogollón *et al.* (2010).

b) Índice NDVI como apoyo para la localización de las áreas de entrenamiento

Una característica del comportamiento espectral de la vegetación, es su elevado contraste entre la región del rojo del espectro electromagnético (0,6 – 0,7 μm) y la región del infrarrojo cercano IRC (0,7 – 1,3 μm). En general, se afirma que mientras mayor sea el contraste entre estas dos regiones, mayor es el vigor de la vegetación. Este comportamiento espectral teórico es la base para el desarrollo de los índices de vegetación, los cuales son construidos a partir de la combinación de estas dos bandas de las imágenes multiespectrales, ya que facilitan la discriminación y obtención de información sobre las características de la vegetación (Chuvieco, 2016).

El NDVI (4.3), es uno de los índices más ampliamente utilizados en los estudios de vegetación. Se trata de un índice particularmente sensible a la escasez de vegetación o vegetación esparcida (Chuvieco, 2016). Esto lo hace conveniente para ambientes áridos y semiáridos como los del área de estudio.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{VIR}}{\text{NIR} + \text{VIR}} \quad (4.3)$$

Los valores de NDVI oscilan entre -1 y +1, sólo los valores positivos corresponden a zonas con vegetación. A medida que el valor asciende, se interpreta como un incremento del vigor de la vegetación. De acuerdo con Muñoz Aguayo (2013), los valores muy bajos de NDVI, en el orden de 0,1 corresponden a áreas rocosas, arenosas o nevadas; valores de 0,2 a 0,3 son áreas con arbustos o pastos naturales y a partir de 0,3 están los niveles asociados a praderas, cultivos, bosques, etc.

El cálculo del NDVI fue utilizado en esta investigación de forma auxiliar durante el proceso de identificación de áreas espectralmente homogéneas de arbustales xerófilos y suelos desprovistos de vegetación.

c) Evaluación de las firmas espectrales

Luego de creadas las firmas, las mismas fueron evaluadas mediante las siguientes técnicas (ver Anexo C):

- La matriz de evaluación de la separabilidad (Separability CellArray) basada en la distancia euclidiana entre las medias.

- La matriz de errores (matriz de contingencia) usando el algoritmo de probabilidad máxima cuyo resultado permite ver el porcentaje de píxeles asignados a cada clase.
- Las estadísticas descriptivas de las firmas (valores mínimo, máximo, media y desviación estándar)

La matriz de evaluación de la separabilidad, muestra que la menor separabilidad promedio estuvo entre los arbustales denso y medio y en segundo lugar entre los arbustales medio y ralo. Sin embargo, el resultado a partir de la matriz de contingencia refleja un mínimo de confusión espectral entre firmas espectrales (píxeles erróneamente asignados), por cuanto el porcentaje de asignación de píxeles a cada clase estuvo por encima del 98%.

Con base en los datos de las estadísticas descriptivas de las firmas, adicionalmente se analizó la variabilidad relativa de las mismas mediante el cálculo del coeficiente de variación de Pearson (4.4):

$$CV\% = \frac{\text{Desv. estándar}}{\text{Media}} * 100 \quad (4.4)$$

El CV muestra la heterogeneidad de los valores de la variable, la cual es menor cuando este valor disminuye. Así para el conjunto de datos de cada firma representativa de un tipo de vegetación se obtuvo un CV menor de 18%, lo cual se consideró un indicador de una relativamente buena homogeneidad o cercanía a la media de los valores espectrales de los píxeles que tipificaron cada firma espectral, que acarrea menores errores de asignación durante la clasificación supervisada. No fue así en el caso del agua y de las nubes y sombras, para los cuales se obtuvieron dispersiones de hasta 138,0% en la banda 3 (agua) y 102,1% para la banda 1 (nubes y sombras) (ver Anexo C).

De lo hasta ahora expuesto, se concluyó que partiendo del conjunto de bandas seleccionadas (4,3,2) y los patrones espectrales sobre la vegetación tipificados, se obtendría un resultado adecuado de la clasificación supervisada de la cobertura natural.

d) Ejecución de la clasificación supervisada

La clasificación supervisada fue realizada sobre la imagen Landsat 7 ETM+ del año 2003 con el apoyo del programa Erdas y la combinación de bandas 2,3,4.

El proceso de clasificación supervisada asigna a una determinada clase el conjunto de valores “típicos” de las variables estudiadas (los que han sido definidos previamente por sus firmas espectrales características). La clasificación se realizó tomando como regla paramétrica el clasificador “Maximum Likelihood” (Clasificación por Máxima Verosimilitud), cuyo algoritmo estadístico está entre los más habituales en el análisis espacial en SIG (Olaya, 2014). El clasificador de máxima verosimilitud utiliza un modelo probabilístico, comúnmente la distribución gaussiana para formular sus reglas de decisión en la categorización de los píxeles.

El resultado de la clasificación supervisada de la imagen Landsat 7 ETM+ del año 2003 fue una imagen temática que muestra las clases de vegetación establecidas según las firmas espectrales y su patrón de distribución en la Península de Paraguaná.

5.6.5 POST-PROCESAMIENTO

En la imagen clasificada quedan unidades que corresponden a clases con área muy pequeña dentro de otras clases que representan una mayor. Para disminuir este efecto, se aplicó un filtraje con la finalidad de que las clases predominantes absorbieran estos píxeles. Se trata de un mejoramiento espacial que involucra la transformación de los valores de píxeles individuales con base a vecinos (ventanas de 3x3, 5x5 o 7x7 píxeles). Esto modifica la distribución de la frecuencia espacial de los píxeles clasificados en la imagen resultante (Posada *et al.*, 2012).

De las tres alternativas de filtros o ventanas posibles (3x3, 5x5 y 7x7), se seleccionó a la alternativa intermedia (5x5) al observarse una eliminación razonable de píxeles aislados.

5.6.6 EXACTITUD TEMÁTICA DE LA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

La verificación de la exactitud temática o validación, es una fase de interés luego de realizada la clasificación supervisada. El objetivo es comparar ciertos píxeles de la imagen temática generada, con píxeles de referencia sobre los cuales se conoce su clase real. Según Chuvieco (2016), la clase real proviene de la recopilación en

campo de la información verdadera o, alternativamente, puede obtenerse a partir de otras fuentes, como son las fotografías aéreas o imágenes de alta resolución espacial (Chuvieco, 2016).

En la presente investigación, ante la imposibilidad de realizar labores de campo, la verificación se ejecutó con el apoyo de información auxiliar (curvas de nivel, imágenes de satélites de alta resolución disponibles en Google Earth Pro). Además, se consultaron fuentes secundarias documentales, así como personal del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) y expertos en la conservación del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná, como el Dr. José Ochoa.

5.6.7 LEYENDA DE LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA

Las leyendas utilizadas para la cobertura vegetal y los usos de la tierra se indican, respectivamente, en las Tablas 14 y 15.

Tabla 14. Leyenda de las unidades correspondientes a las áreas naturales.

CATEGORÍA DE COBERTURA	CLASE DE COBERTURA NATURAL	DESCRIPCIÓN
Áreas naturales	Bosque nublado	Comunidad arbórea que forma por lo menos un estrato de copas (dosel) más o menos continua, alturas entre 10 y 15 m, en vertientes montañosas envueltas en nieblas o nubes durante la mayor parte del año y con alta presencia de epífitas. En algunas clasificaciones equivale a bosques montanos.
	Bosque semideciduo	Comunidad arbórea en la cual entre 25% y 75% de los individuos de las especies dominantes pierde el follaje durante la época de sequía. Desde el punto de vista altitudinal, pueden ser basimontanos y montanos.
	Bosque deciduo	Comunidad arbórea en la cual al menos 75% de los individuos arbóreos pierden su follaje durante la época de sequía. Se ubican principalmente en tierras bajas, sin embargo, en algunas zonas colinosas pueden alcanzar 500 a 600 m de elevación.
	Bosque semideciduo-deciduo	Cobertura arbórea en áreas colinosas de topografía accidentada y complejidad microclimática, donde dependiendo de la humedad, se propicia el desarrollo del bosque semideciduo o deciduo.
	Arbustal denso	Comunidades vegetales cuya composición florística está conformada por arbustos y arbolitos bajos (usualmente <5 m de alto), la mayoría provistos con espinas, y cactáceas. Las densidades de cobertura varían dependiendo de las limitantes físico-naturales y los efectos de la
	Arbustal medio	
	Arbustal ralo	

CATEGORÍA DE COBERTURA	CLASE DE COBERTURA NATURAL	DESCRIPCIÓN
		intervención antrópica (nota del investigador).
	Manglar	Comunidades arbóreas que van de 3 a 30 m de alto, restringidas principalmente a zonas costeras y estuarios, y a áreas bajo efecto de las mareas cuando están presentes en ríos.
	Herbazal litoral	Cobertura herbácea baja, que varía desde abierta hasta densa. En algunos casos está presente en depresiones salinas de la costa (herbazal litoral halófito) y en otros, cubre dunas arenosas de las playas, normalmente no inundadas por el agua marina (herbazal litoral psamófilo).
	Suelo desprovisto de vegetación	Áreas naturales carentes de vegetación o donde la cobertura vegetal es muy escasa y dispersa. Incluyen las playas, dunas y otras zonas. Pudieran tener influencia antrópica, pero fundamentalmente se las considera de origen natural.
	Cuerpos de agua y áreas anegadizas	Áreas expuestas a una cubierta de agua permanente o temporalmente.

Fuente: Elaboración propia con base en Huber y Alarcón (1988), Huber y Oliveira-Miranda (2010).

Tabla 15. Leyenda de las unidades de uso de la tierra.

PRINCIPALES CATEGORÍAS	CLASES DE USO DE LA TIERRA	SUBCLASES	SIGLAS	DESCRIPCIÓN
Parcelas agrícolas	Uso agrícola, pecuario, pesca y acuicultura		A1	Comprenden los espacios sujetos a un uso agrícola (parcelas de cultivos, potreros) o con instalaciones de producción agrícola (galpones avícolas, instalaciones de cultivo y cría de camarones, etc.).
			R1	La cobertura vegetal cubre hasta el 25% de la parcela agrícola. Estas áreas se sumaron a los cálculos del arbustal espinoso ralo.
			R2	La cobertura vegetal cubre entre 25% y 50% de la parcela agrícola. Estas áreas se sumaron a los cálculos del arbustal espinoso ralo.
			R3	La cobertura vegetal cubre entre 50% y 75% de la parcela agrícola. Estas áreas se sumaron a los cálculos del arbustal espinoso medio.
			R4	La cobertura vegetal cubre casi la totalidad de la parcela. En este caso, prácticamente el espacio agrícola se encuentra integrado al paisaje natural vegetal agrícola. Estas áreas se sumaron a los cálculos del arbustal espinoso denso.

PRINCIPALES CATEGORÍAS	CLASES DE USO DE LA TIERRA	SUBCLASES	SIGLAS	DESCRIPCIÓN
Áreas antropizadas mixtas	Áreas conformadas por espacios agrícolas, donde pueden estar presentes caseríos y vialidad rural		A2	Son áreas afectadas por pérdida de la cobertura vegetal natural que se localizan en las inmediaciones de espacios agrícolas conformando agrupaciones de pequeñas parcelas, caseríos y vialidad rural, no discriminables a la escala de interpretación (1:40.000).
Áreas urbanas y población dispersa (incluye áreas turístico-recreacionales)	Uso urbano, población dispersa y uso turístico-recreacional		U	Comprenden los espacios ocupados por la población urbana y rural (asentamientos dispersos), así como por desarrollos habitacionales destinados al uso turístico-recreacional y áreas de servicios relacionados con la actividad urbana (estaciones de almacenamiento y bombeo de agua para las comunidades aledañas, áreas de almacenamiento, aduanales-navieros, cementerio, entre otros).
Infraestructura de servicios e instalaciones petroleras	Infraestructura de servicios y otras	Aeropuerto, puerto	Ae	Comprenden espacios ocupados por infraestructura de servicios, tales como: aeropuerto, puerto de Guaranao y parque eólico.
		Parque eólico	Pe	
		Instalaciones petroleras	Ip	Abarcan las áreas ocupadas por instalaciones petroleras.
		Instalaciones militares	Im	Comprende infraestructura militar
		Vertedero	V	Espacio utilizado para la disposición final a cielo abierto de desechos sólidos de la Península
	Otras industrias	Otras instalaciones industriales	I	Comprende espacios bajo uso industrial o servicios, aparte del uso petrolero, fuera de las perimetrales urbanas y de los asentamientos rurales.

Fuente: Elaboración propia.

5.6.8 ESCALA DE LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La resolución espacial de una imagen de satélite determina qué aspectos se pueden detectar o interpretar.

El análisis visual (interpretación de imágenes) se basa en una equivalencia entre la resolución espacial de la imagen y la escala de interpretación de la información geográfica. Una vez determinada la escala de interpretación según la regla de Tobler (1987) (ecuación 4.1), el análisis visual de la imagen requiere que la escala geográfica sea duplicada en el monitor del computador con la finalidad de establecer correctamente los límites de los objetos espaciales. Cabe resaltar que este procedimiento no significa un aumento en la resolución espacial de los objetos, sino un recurso para aumentar visualmente su tamaño.

De tal manera que partiendo de la resolución espacial de la imagen de satélite, se establece una escala geográfica equivalente según la fórmula:

$$\text{Escala de interpretación} = \text{Resolución espacial de la imagen (m)} \times 2 \times 1000 \quad (4.1)$$

Esta característica situó a la escala de interpretación de la imagen Landsat en 1:60.000 y la del Sentinel-2 en 1:20.000 según la ecuación 4.2:

$$\text{Escala cartográfica equivalente (Landsat 7)} = 30 \times 2 \times 1000 = 60.000 \quad (4.2)$$

Un aumento de la escala geográfica al doble, para una mejor discriminación visual de los objetos en el terreno, implica poder visualizar una unidad compuesta de 4 píxeles de Landsat 7, es decir, un recuadro de 120 m x 120 m, equivalentes a 14.400 m² (1,44 ha), la cual constituyó la unidad mínima cartografiable para este estudio.

La resolución espacial utilizada para la interpretación con el Sentinel-2 fue de 20 m y la escala de interpretación fue de 1:40.000.

Una ventaja de la mayor resolución espacial de las bandas espectrales del Sentinel-2 (20 m), es que permitió refinar el delineado de las unidades de uso de la tierra obtenido de la imagen Landsat, durante la interpretación visual.

5.6.9 CONFORMACIÓN DEL MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA, AÑO 2003

Esta fase del trabajo se desarrolló mediante análisis visual y modalidad vectorial, en contraposición al procedimiento automatizado realizado en la clasificación de la vegetación del área de estudio. Ello requirió la digitalización del mapa raster de cobertura vegetal del año 2003 producto de la clasificación supervisada.

La etapa vectorial se abordó con apoyo del programa ArcGIS 10.3 debido a la variedad de herramientas que ofrece, en particular en lo que respecta a las comprobaciones topológicas de las diferentes categorías (polígonos) de uso de la tierra.

La conformación del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2003 se realizó tomando como base el resultado de la clasificación supervisada de la vegetación realizada sobre la imagen Landsat 7 ETM+ y su posterior completación a partir de la interpretación visual de las unidades de uso de la tierra existentes en ese año.

A este fin, el resultado de la clasificación supervisada fue transformado en formato vectorial, teniendo en vista la realización de la interpretación visual y delimitación vectorial de las unidades de uso de la tierra. Con apoyo de la aplicación ArcMap (extensión de ArcGIS 10.3) se efectuó la intersección de ambas capas de información, dando como resultado una única capa vectorial con los polígonos tanto de cobertura vegetal como de uso de la tierra.

Las unidades de uso de la tierra se delimitaron a partir de la interpretación visual (digitalización) de la imagen Landsat 7 ETM+ del año 2003 bandas RGB (4,3,2), con apoyo del programa QGIS.

Se realizaron además verificaciones con el apoyo de imágenes de alta resolución espacial cercanas a la fecha de adquisición de la imagen Landsat (enero 2003) disponibles en la plataforma Google Earth Pro.

5.7 PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN SATELITAL SENTINEL-2: CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS TERRESTRES DEL AÑO 2018

Las coberturas de uso de la tierra del año 2018 se establecieron mediante la interpretación visual a escala 1:40.000 de la imagen Sentinel-2, sobre la cual se colocó la capa de vegetación y uso de la tierra del año 2003 para delimitar sobre esta capa los cambios detectados en las diferentes unidades de uso, procedimiento éste que se efectuó en ambiente QGIS.

La combinación de bandas espectrales utilizada para realizar esta labor en la imagen Sentinel-2 fue 11,8,2 (RGB), la cual es especialmente recomendada para la discriminación del uso agrícola (GIS Geography, 2019) (Figura 24).

El procedimiento visual consistió en realizar una revisión y ajuste en los casos en que se observó nueva información relacionada con una modificación del tamaño, forma y tipo de cobertura terrestre en los polígonos de las clases temáticas. En tal sentido, la resolución espacial de 20 m en las bandas utilizadas de la imagen Sentinel del 2018 respecto a los 30 m de la imagen Landsat del 2003, así como su menor cobertura de nubes, permitió verificar y refinar en varios casos la delimitación de los usos de la tierra realizada para el año 2003.

Una vez obtenida la nueva capa vectorial de uso de la tierra correspondiente al año 2018, se realizó una suplantación de dicha información en la capa de vegetación y uso de la tierra del año 2003 a través de una intersección geométrica de capas vectoriales para generar el mapa de vegetación y uso de la tierra del año 2018.

Este proceso fue realizado en el software ArcGIS, luego de lo cual se requirió una nueva verificación topológica en la capa integrada de vegetación y uso de la tierra del año 2018.

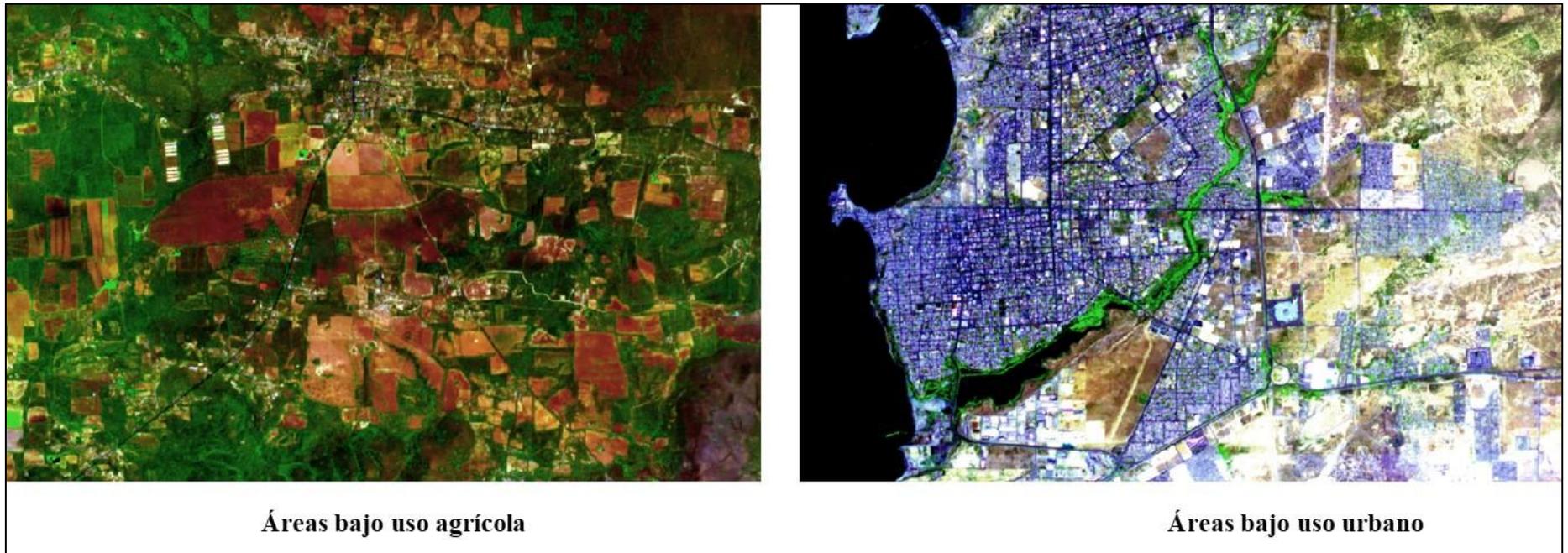
5.8 EDICIÓN DE LA INFORMACIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

La cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2003 fue editada para incorporación de información complementaria. Esto, con la finalidad de ajustar los límites de las clases temáticas e incorporación de información faltante, en los siguientes casos:

- a) Bosque deciduo del cerro Santa Ana._ No pudo ser diferenciado adecuadamente en la clasificación supervisada debido a la presencia de nubes, por lo que se utilizó información

complementaria. La delimitación se basó en la correspondencia de este bosque con el piso altitudinal ubicado a los 400 m s.n.m. o zona tropófila (Mogollón *et al.*, 2016) y sobre una franja altitudinal estimada de 50 m para esta unidad vegetal. Esta actividad se efectuó con base en las curvas de nivel generadas a partir de un modelo digital de elevación global (ASTER GDEM V2 World elevation data)..

Figura 24. Usos agrícola y urbano en la Península de Paraguaná, imagen Sentinel-2 del año 2018.



Fuente: Composición de las bandas 11,8,2 (RGB) de la imagen Sentinel-2 del 8 de octubre de 2018, escala de interpretación 1:40.000.

- b) Bosque deciduo-semideciduo del área de Montecano.- Con dificultades para diferenciarlos espectralmente de otras clases de cobertura vegetal debido a su distribución altamente compleja, por lo cual la delimitación se realizó con apoyo de imágenes de la plataforma Google Earth Pro.
- c) Manglar.- Dado lo cambiante de sus límites durante su dinámica diaria de mareas, se acudió a las imágenes de alta resolución proporcionadas por Google Earth Pro para su delimitación.
- d) Herbazal.- Se trata de una estrecha franja costera que a la escala de interpretación utilizada, resultó conveniente delimitarla visualmente con apoyo de las imágenes disponibles en el Google Earth e información publicada por Mogollón *et al.* (2016).
- e) Sectores afectados por nubes y sombras.- Se efectuó una verificación y asignación de clases a partir de las imágenes satelitales del año 2003 disponibles en Google Earth Pro.
- f) Salinas de Bajarigua.- Su delimitación se efectuó con apoyo de la plataforma Google Maps y la aplicación Wikimapia.
- g) Áreas industriales y de servicios.- Algunas áreas, como el Puerto de Guaranao y las Zona Franca, así como los límites de áreas petroleras, fueron incorporadas al mapa con apoyo de las imágenes de Google Maps y la aplicación Wikimapia.
- h) Áreas inundables y lagunas.- Corresponde a una capa de información vectorial contentiva de la distribución de áreas inundables y lagunas de la Península de Paraguaná. Si bien este tipo de áreas presenta una respuesta espectral asociada al agua, se optó por manejar esta información en una capa de información independiente a partir de información auxiliar obtenida del SIGOT (MINAMB, 2018) y cartografía del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (MINTUR, 2009a). Esta información fue posteriormente incorporada a la capa de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2003 mediante un procedimiento de intercepción geométrica de capas vectoriales.
- i) Cursos de agua.- Esta capa de información fue generada a partir de cartografía del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés

Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (MINTUR, 2009a) y la capa de cubrimiento hidrográfico de Venezuela obtenida del portal SIGOT (MINAMB, 2018), con corrección empleando imágenes satelitales de Google Earth Pro.

- j) Vialidad.- Esta información fue conformada a partir de la capa vial de la base de imágenes Open Street Map suministrada por Esri, la cartografía del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (MINTUR, 2009a) e imágenes Google Earth Pro de los años 2003 y 2018.
- k) Centros poblados.- Esta información fue tomada del portal SIGOT (MINAMB, 2018), de imágenes satelitales que confirmaban la ubicación de los centros poblados y de fuentes alternas, como wikimapia.
- l) Límites municipales.-Esta capa fue obtenida del portal SIGOT (MINAMB, 2018).

5.9 CORRECCIONES TOPOLÓGICAS

Esta etapa de correcciones fue necesaria para generar la información temática sin errores topológicos y generar luego la cuantificación de áreas.

Las correcciones topológicas fueron efectuadas mediante el comprobador de topología del programa ArcGIS. Este aspecto es una característica fuerte en ArcGIS, ya que dicho programa cuenta con una amplia variedad de herramientas de topología y comprobaciones complejas. Esta actividad fue realizada en dos momentos: primero, al finalizar la interpretación visual del uso de la tierra y segundo, una vez realizada la integración de esta capa de información con la capa de cobertura vegetal.

5.10 CAMBIOS TEMPORALES

La cuantificación de cambios en la cobertura y uso de la tierra a través de técnicas de percepción remota, junto con las herramientas de análisis espacial que ofrecen los SIG, es una forma muy eficaz para analizar las transformaciones de un territorio en el tiempo. Esta utilidad de los GIS SIG permite identificar aquellas unidades que han tenido alguna variación temporal en alguno de sus atributos (Chuvieco, 2016).

En la presente investigación se cuantificaron los cambios ocurridos en la vegetación y uso de la tierra de la Península de Paraguaná en el período 2003 - 2018, utilizando para ello técnicas de modelaje espacial (intersección de mapas) para la detección de cambios terrestres entre ambos años. El procedimiento partió de la asignación de una codificación a las unidades de vegetación y uso de cada año y la conformación de una matriz de doble entrada (columnas el año 2003 x filas el año 2018) (ver Anexo D).

Esta codificación fue llevada a las clases de vegetación y usos de la tierra correspondientes a cada año, de forma que al realizar la intersección entre las mismas unidades de cada año formularan un código conjunto.

A continuación, se utilizó la herramienta “calculadora de campo” del programa ArcGIS para determinar la magnitud de la variación de la superficie de cada clase temática y el tipo de cambio ocurrido. La “calculadora de campo” permitió actualizar por lotes, de manera fácil, muchos registros de la tabla de atributos al mismo tiempo. Esta herramienta funciona con campos de cadena de caracteres, número y fecha y calcula automáticamente registros seleccionados si la capa de información o la tabla tiene un conjunto de selección.

De esta manera, se reconocieron los polígonos que no sufrieron cambios (celdas en diagonal de la matriz) y aquellos que sí registraron variación (celdas restantes). Posteriormente, se utilizó la “calculadora de campo” para determinar la magnitud de la variación de la superficie de cada clase temática y el tipo de cambio ocurrido en valores absolutos y relativos.

Finalmente, se generó una imagen con el programa ArcMap para identificar espacialmente los cambios ocurridos entre los años 2003 y 2018 en la Península de Paraguaná.

5.11 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE AFECTACIÓN POR PÉRDIDA DE LA COBERTURA DE ARBUSTALES XERÓFILOS

Para la determinación de los niveles de afectación por suplantación de la cobertura de los arbustales xerófilos por otros usos de la tierra, se generó una zonificación del área de la Península de Paraguaná en términos de la densidad de uso de la tierra.

Para el cálculo del indicador de la densidad de uso de la tierra, se utilizó la capa de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2018. Sobre esta capa de información se

sobrepuso una cuadrícula conformada por unidades de 1 km x 1 km (1 km²) que cubriera el área de estudio. Luego, se procedió con la intersección de ambas capas, alcanzándose como resultado unidades espaciales (cuadrículas) de 4 km² en las cuales los diferentes tipos de uso de la tierra fueron agregados por cada unidad de cuadrícula, a fin de obtener el área total de uso de la tierra para cada unidad espacial.

Posteriormente, en esta última capa vectorial se creó un campo de “densidad de uso”, en el cual se calculó la densidad de uso a partir de dividir en cada unidad de la cuadrícula el área total de uso de la tierra entre el área constante de la unidad de la cuadrícula (4 km²), según la siguiente fórmula:

$$DU_{ij} = \frac{\text{Área total de uso de la tierra en una unidad de la cuadrícula}}{\text{Área de la unidad de la cuadrícula}}$$

Donde DU_{ij} es la densidad de uso de la tierra en la unidad de cuadrícula según la fila i y la columna j .

Los valores posibles de densidad de uso de la tierra se encuentran entre 0 (cobertura total de vegetación natural) y 1 (pérdida total de la cobertura natural). El resultado fue una capa vectorial cuyos valores fueron categorizados en tres niveles de densidad de uso: elevado, medio y bajo.

Una vez obtenido el mapa con los niveles de afectación por uso, se procedió a identificar espacialmente las áreas de interés para la propuesta de acciones de protección del ecosistema xerófilo, considerando aquellas áreas con las menores densidades de uso (menos afectadas por pérdidas de su cobertura) o con niveles intermedios de afectación y que todavía presentan una cobertura de arbustales relativamente amplia.

CAPÍTULO VI

6 RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los resultados de la investigación en lo que respecta a la determinación de la extensión y distribución espacial de la cobertura vegetal y el uso de la tierra de la Península de Paraguaná en los años 2003 y 2018, los cambios ocurridos en este lapso y el ordenamiento territorial vigente en el espacio territorial en consideración.

6.1 EXTENSIÓN Y PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y EL USO DE LA TIERRA DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, EN LOS AÑOS 2003 Y 2018

En la presente investigación se planteó como primer objetivo específico caracterizar la extensión y patrón de distribución de la cobertura vegetal, particularmente de las formaciones xerófilas conformadas por los arbustales espinosos, así como del uso de la tierra en la Península de Paraguaná, en los años 2003 y 2018.

En la Tabla 16, se presentan los resultados obtenidos respecto a las superficies absolutas y relativas de las formaciones vegetales, las categorías de uso de la tierra y otras coberturas presentes en el área de estudio para el año 2003.

De acuerdo con estos resultados, en el año 2003 existía en la Península de Paraguaná una extensión de coberturas naturales vegetales que alcanzaba 180.468,44 ha, equivalente al 70,12% de la misma. De este total, las comunidades xerófilas abarcaban la mayor parte de la superficie peninsular con 174.673,56 ha, equivalente al 67,87% de Paraguaná, en su mayoría conformadas por arbustales espinosos densos (37,71%), seguido de arbustales medios (17,23%) y en menor grado de los de cobertura rala (12,93%). Las comunidades boscosas (nublado, semideciduo, deciduo, semideciduo-deciduo y manglar) y el herbazal litoral en su conjunto representaron en ese año 5.794,88 ha, equivalentes a apenas el 2,25% del área en estudio y el 3,21% de la vegetación natural.

Tabla 16. Superficies de vegetación y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2003.

Cobertura vegetal y uso de la tierra	2003	
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque nublado	78,28	0,03
Bosque semideciduo	1.900,83	0,74
Bosque deciduo	581,62	0,23
Bosque deciduo - semideciduo	1.791,52	0,70
Arbustal espinoso denso	97.055,26	37,71
Arbustal espinoso medio	44.335,58	17,23
Arbustal espinoso ralo	33.282,72	12,93
Herbazal litoral	1.105,18	0,43
Manglar	337,45	0,13
Subtotal cobertura vegetal natural	180.468,44	70,12
Parcelas agrícolas	27.208,38	10,56
Áreas antropizadas mixtas	10.809,74	4,19
Áreas urbanas y población dispersa	9.272,65	3,60
Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otras industrias	2.398,44	0,93
Subtotal áreas no naturales	49.689,21	19,28
Suelo desprovisto de vegetación	13.935,86	5,41
Lagunas y zonas inundables	13.262,08	5,15
TOTAL	257.355,59	100,00

Fuente: Cálculos propios.

Las coberturas de naturaleza antrópica abarcaron en el año 2003 una superficie de 49.689,21 ha, equivalentes al 19,28% de la Península, que correspondían a áreas bajo cultivo con una superficie de 27.208,38 ha equivalente al 10,56%, a lo cual se agregan 10.809,74 ha o 4,19% adicional de otras áreas antropizadas mixtas relacionadas con la actividad agrícola. Si se toma como referencia la información suministrada por el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (Armas *et al.* 2003, citado en Delfín *et al.*, 2011), según la cual para el año 2001 se encontraban bajo explotación agrícola

vegetal 2.602 ha en rubros como melón, patilla y cebolla, entre otros, se tiene que los valores expresados en la presente investigación resultan muy superiores. Si bien ello refleja una aparente expansión de la actividad agrícola posterior al año 2001, es necesario tener en cuenta que la composición de superficies agrícolas estimadas en la presente investigación es heterogénea, al abarcar tanto a las parcelas en cultivo en el año 2003, como también a aquellas en descanso o abandonadas, además de posibles potreros.

En lo que concierne a los usos urbanos, el año 2003 presentó una cobertura de 9.272,65 ha equivalentes al 3,60% de la Península, además de sectores fuera de las perimetrales urbanas ocupados por infraestructura de servicios, instalaciones petroleras u otras industrias, calculados en 2.398,44 ha, equivalentes al 0,93% de la Península.

Con respecto a la cobertura vegetal y uso de la tierra de la Península de Paraguaná para el año 2018, en la Tabla 17 se pueden observar los resultados de la cuantificación de estas superficies.

Los resultados obtenidos muestran que para el año 2018 la cobertura vegetal natural de Paraguaná abarcó una extensión de 174.901,21 ha, equivalentes al 67,96% de la Península, con los arbustales en sus varias densidades de cobertura en una superficie de 169.180,15 ha, correspondiente al 65,74% del área de estudio. Las comunidades boscosas (nublado, semidecíduo, decíduo y manglar) y el herbazal litoral abarcaron en su conjunto 5.721,06 ha, equivalentes al 2,22% del área de estudio.

Las coberturas de uso antrópico representaron en su conjunto 56.324,10 ha, correspondientes al 21,89% del área total estudiada. A pesar de que estas coberturas variaron en términos absolutos entre los años 2003 y 2018, mantuvieron en su conjunto proporciones similares (19,28% y 21,89%, respectivamente). La cobertura de mayor extensión corresponde a las parcelas agrícolas con 29.343,88 ha (11,40%) y a otras áreas antropizadas mixtas relacionadas con la actividad agrícola con 12.900,26 ha (5,01%), seguido de las áreas urbanas y población dispersa con 10.873,55 ha (4,23%) y finalmente, sectores ocupados por infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otras industrias con 3.206,41 ha (1,25%).

Tabla 17. Superficies de vegetación y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2018.

Cobertura vegetal y uso de la tierra	2018	
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque nublado	78,28	0,03
Bosque semideciduo	1.896,59	0,74
Bosque deciduo	565,80	0,22
Bosque deciduo - semideciduo	1.764,25	0,69
Arbustal espinoso denso	95.027,35	36,92
Arbustal espinoso medio	42.710,50	16,60
Arbustal espinoso ralo	31.442,30	12,22
Herbazal litoral	1.078,69	0,42
Manglar	337,45	0,13
Subtotal cobertura vegetal natural	174.901,21	67,96
Parcelas agrícolas	29.343,88	11,40
Áreas antropizadas mixtas	12.900,26	5,01
Áreas urbanas y población dispersa	10.873,55	4,23
Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otras industrias	3.206,41	1,25
Subtotal áreas no naturales	56.324,10	21,89
Suelo desprovisto de vegetación	12.870,78	5,00
Lagunas y zonas inundables	13.262,08	5,15
TOTAL	257.358,17	100,00

Fuente: Cálculos propios.

La distribución espacial de las coberturas de vegetación natural y uso de la tierra en la Península de Paraguaná para los años 2003 y 2018, se muestra respectivamente en los Mapas 1 y 2.

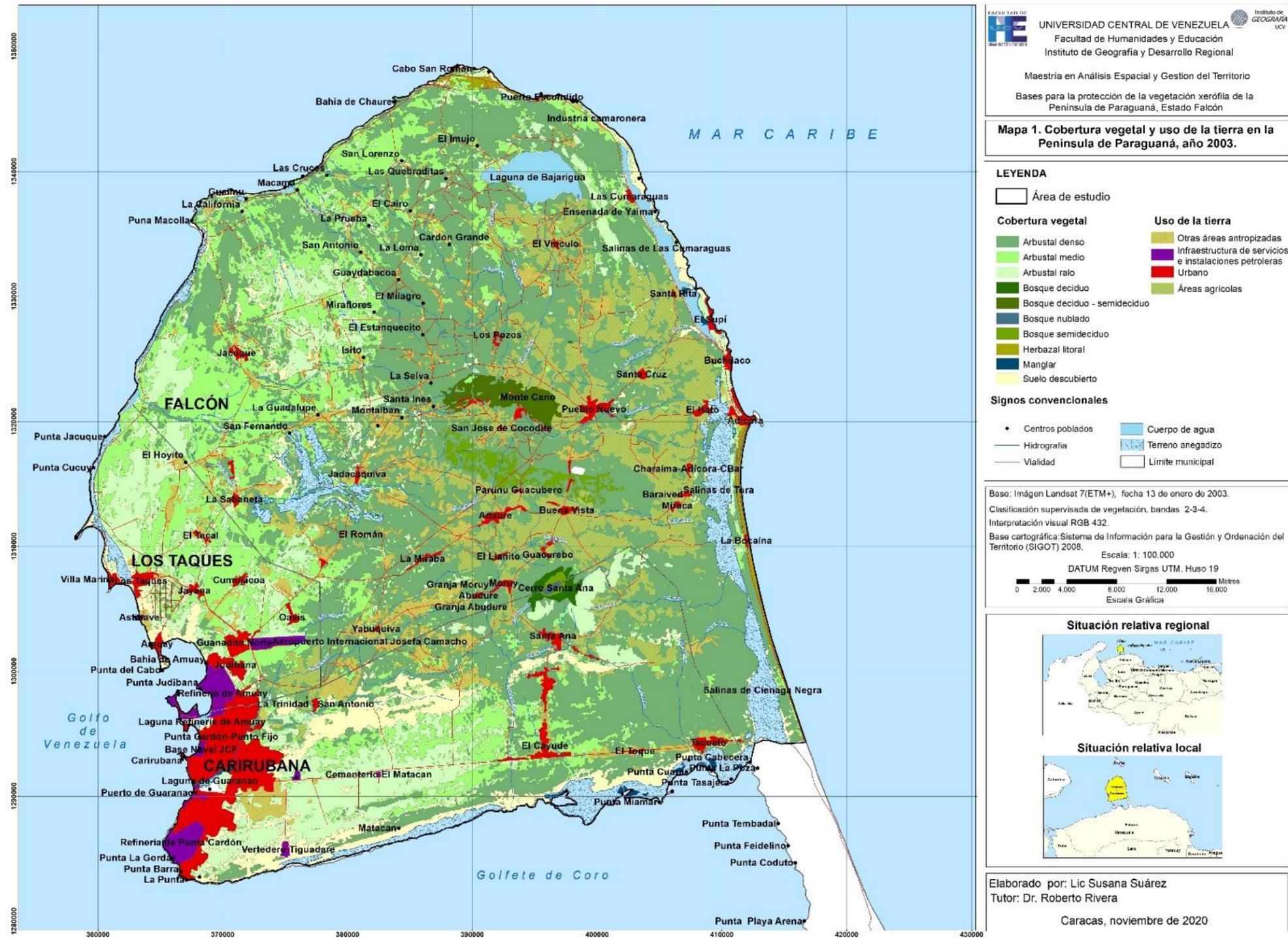
Entre los aspectos espacialmente observables, destaca en primer lugar un patrón característico de distribución de la vegetación natural, el cual corresponde con la disponibilidad de humedad en la Península con un gradiente de humedad decreciente en sentido este-oeste. De acuerdo a ello, las comunidades boscosas y arbustivas espinosas de mayor densidad se desarrollan básicamente en las zonas este, norte, sureste y central de la

Península, donde se presentan las condiciones de mayor humedad influenciadas por las elevaciones topográficas de mayor altitud de la Península (cerros Santa Ana y Monte Cano); mientras que los arbustales espinosos medios y ralos se ubican hacia los sectores noroeste, oeste y suroeste, donde las condiciones son de mayor aridez.

Respecto a los usos de la tierra, se observa que el agrícola se encuentra diseminado en toda la extensión de la Península, sin embargo, en los sectores este y central de Paraguaná es donde se observa una alta densidad de parcelas, que resultan de las mejores condiciones edáficas y de humedad ambiental, pero que deja inevitablemente a la vegetación xerófila fuertemente fragmentada. Por otra parte, en el sector suroeste se concentran importantes extensiones bajo los usos urbano, industrial y de servicios, coincidiendo con el área de mayor aridez de la Península.

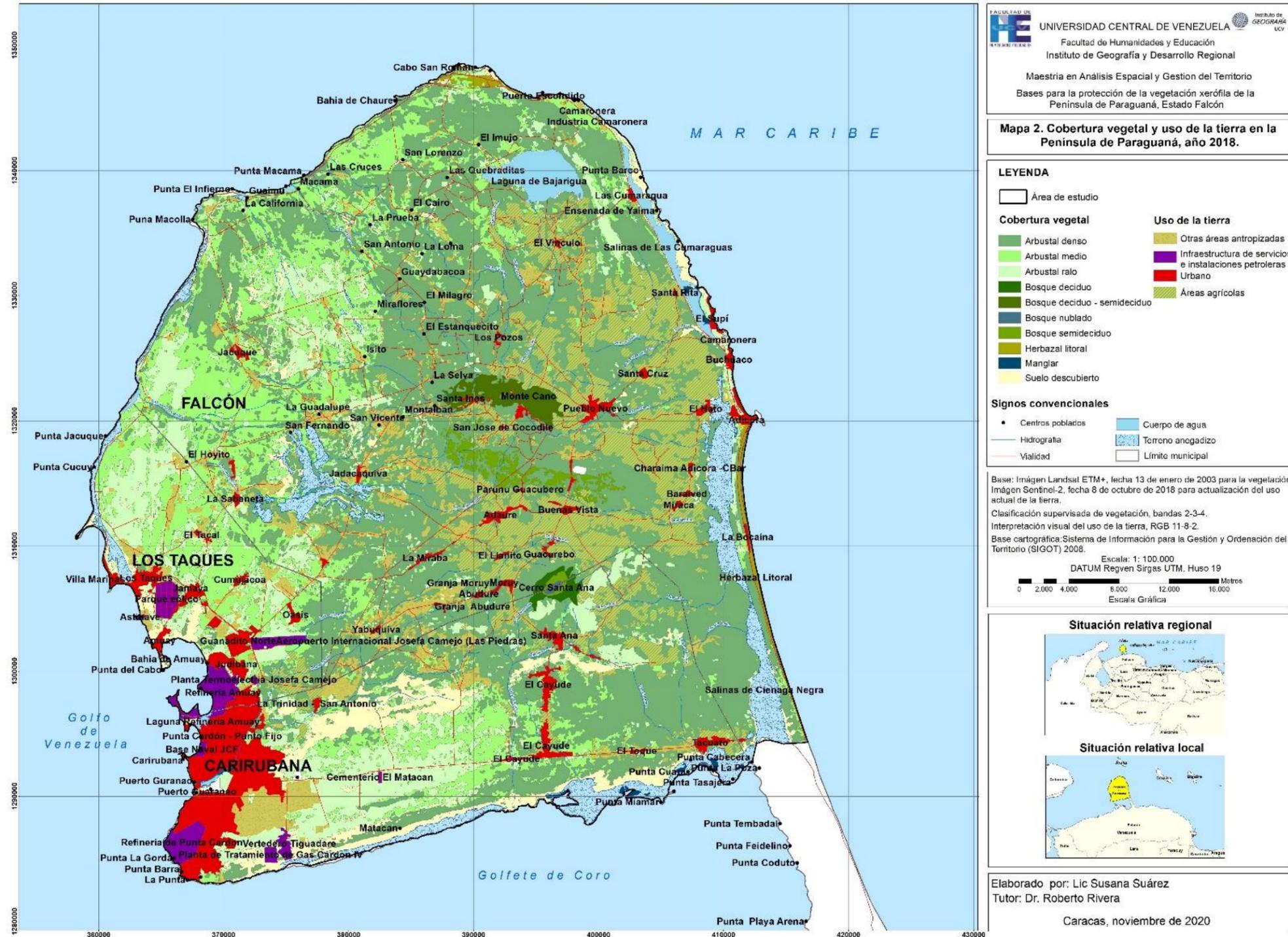
La vegetación natural de los sectores noroeste y oeste se muestra mucho menos afectada, dadas las condiciones naturales fuertemente restrictivas para el desarrollo de actividades agrícolas que reemplacen la vegetación natural; ello da la posibilidad de permanencia en estas zonas de una amplia cobertura vegetal xerofítica. Bajo estas condiciones se mantiene un uso ganadero extensivo básicamente caprino coexistiendo con el paisaje natural.

Mapa 1. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2003.



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 2. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la Península de Paraguaná, año 2018.

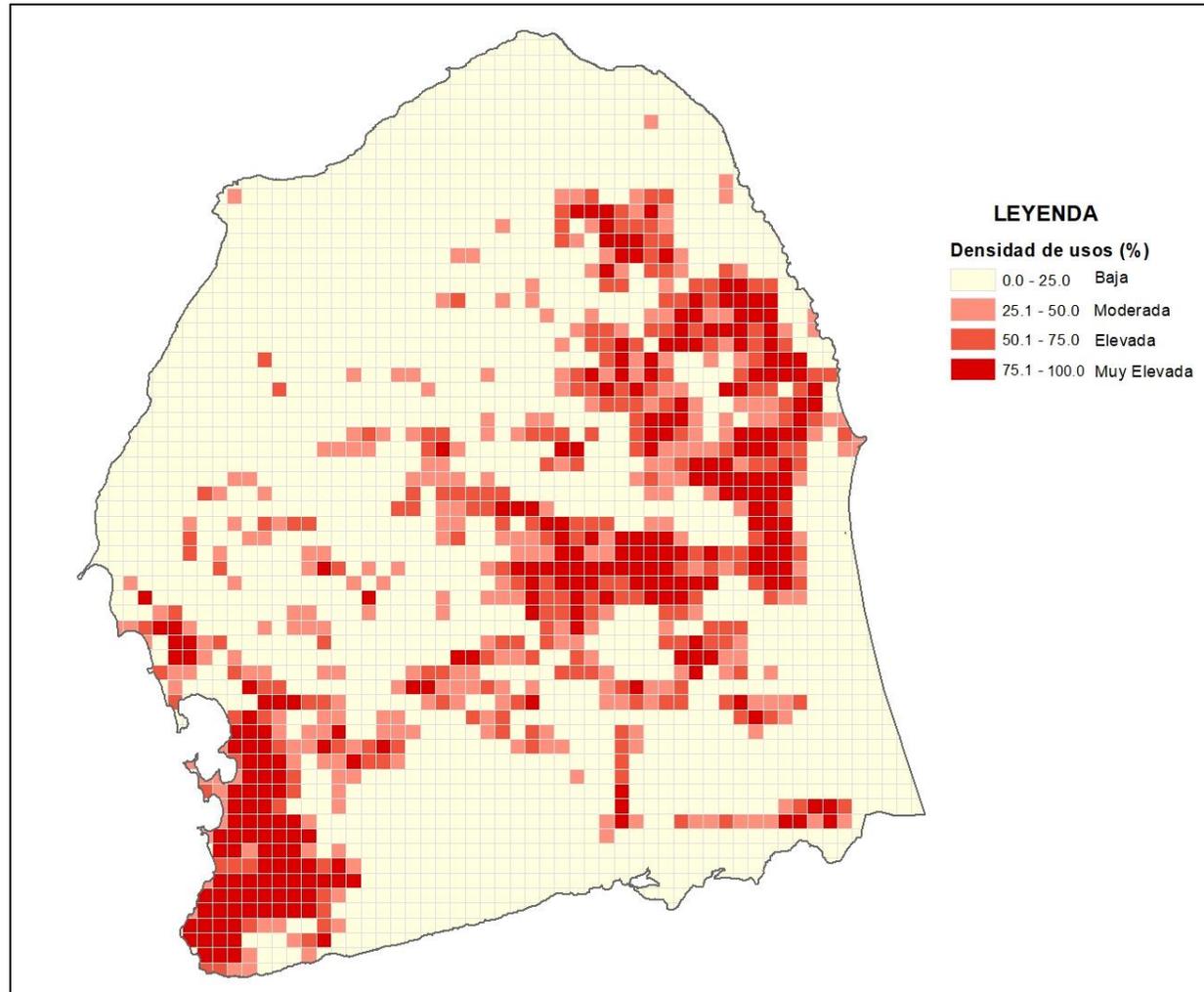


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 25 muestra el patrón espacial de las densidades de uso expresadas en porcentajes respecto a una superficie de 1 km², obtenidas a partir de la información generada para el año 2018. Las zonas con una densidad muy elevada están entre 75 y 100% de superficie en uso y las zonas sin uso aparente o con densidades de uso bajas están entre 0 y 25% de superficie en uso, mientras que otras zonas con valores intermedios, están clasificadas en niveles moderados a elevados de la densidad de uso. Es pertinente aclarar que dicho patrón es muy similar al que sería correspondiente al año 2003.

Es posible observar que tanto las zonas este y central son las que presentan las mayores densidades de uso, que corresponden con las áreas de mayores extensiones bajo parcelas de cultivo, donde se encuentran poblados como Moruy, Buena Vista, Pueblo Nuevo y El Vínculo, entre otros, así como la zona al suroeste, donde se presenta el uso urbano extendido en el eje Punta Cardón-Punto Fijo-Los Taques. Existe entre estas dos zonas de elevada extensión de afectación, un sector con densidades intermedias de usos que coexisten con extensiones aún significativas de cobertura natural. Finalmente, destacan las zonas de menor densidad de uso que se encuentran distribuidas en dos sectores, uno muy amplio que ocupa una gran franja contigua del noreste-norte-noroeste-oeste de la Península y otros menores en el sur y sureste, interrumpidos por las vías troncal Tacuato – Punto Fijo y la que conecta con la población de Santa Ana. Esta zona es relevante desde el punto de vista de la vegetación xerófila, la cual aún permanece en gran extensión, con densidades de cobertura variables aunque como se ha dicho, está muy afectada por otro tipo de intervenciones del ecosistema, como son las generadas por la cría extensiva de caprinos o las extracciones de elementos vegetales.

Figura 25. Distribución espacial de las densidades de uso sobre una superficie de 1 km².



Fuente:

Elaboración

propia.

A continuación se presenta una descripción de estas zonas:

Zona al noreste, norte, noroeste y oeste de la Península:

Se encuentra primordialmente enmarcada en el municipio Páez y en un sector del municipio Los Taques, contiguo con el Área Metropolitana de Punta Cardón-Punto Fijo-Los Taques. Incluye poblados como Miraflores, San Antonio, La Loma, Macama, San Lorenzo y Los Pozos, entre otros.

Se trata de una unidad de la planicie con alturas predominantes entre 20 y 60 m s.n.m. que en la costa se extiende desde la ensenada de Asubure en el noreste, continua hasta el Cabo San Román y prosigue por el oeste pasando por la Bahía de Chaure, Punta Macolla, Punta Jacuque y Punta Cucuy. Desde el punto de vista hidrográfico, están presentes las quebradas Las Tres Marías, Macama y Chirache, entre otros cursos de agua intermitentes, así como la laguna de Bajarigua.

Los suelos de esta zona son clasificados como de clase VIII debido a las fuertes limitaciones de clima y fertilidad, por lo que se considera que poseen una baja potencialidad agrícola y básicamente pueden utilizarse para la explotación extensiva de ganado caprino u ovino (MINTUR, 2008).

Una gran extensión de esta zona está cubierta por arbustales espinosos densos, pero en el extremo oeste dan paso a los arbustales medios y ralos, conforme las condiciones son más áridas. Esta zona colinda con la fila Montecano y el sur de San José de Cocodite, en sectores donde la topografía más elevada y accidentada propicia el desarrollo de formaciones vegetales boscosas.

En esta zona se localizan las cuatro cuevas que conforman el Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná”, al oeste (El Pico y Jacuque) y en el centro de la Península (Piedra Honda y El Guano), con lo cual el área es de gran interés al abarcar en las inmediaciones de estas cuevas una amplia cobertura de arbustales espinosos y con ello, recursos alimenticios para los murciélagos frugívoros-nectarívoros de la Península. Particularmente, las cuevas Piedra Honda y El Guano presentan en las cercanías intervenciones humanas y la cueva El Pico está muy cercana al área turística Villa Marina – Boca de Jacuque, lo cual representa

una posible amenaza a su integridad y expone las adyacencias a pérdidas de la cobertura vegetal natural. La cueva Jacuque, la cual se emplaza al noroeste en formaciones de arbustal ralo, se encuentra más aislada por lo cual está menos expuesta a afectaciones directas o en la vegetación que la rodea.

La mayor amenaza a los arbustales se encuentra al suroeste, por la cercanía con el desarrollo urbano del eje Punta Cardón – Punto Fijo – Los Taques y el dinamismo que éste marca en su entorno. Asimismo, en el sector noreste, cabría una posibilidad de avance de la actividad agrícola cercana a El Vínculo y Cerro Pelón. Por otra parte, la costa oeste posee una vía perimetral no concluida que llega hasta Punta Macolla. A futuro, esta vía pudiera promover desarrollos, por lo que la misma ha de ser un punto de atención para anticipar una estrategia de conservación del ambiente xerófilo y no sólo de la costa, según lo prevé el PORU de la ZIT Península de Paraguaná.

Es de resaltar además que la zona oeste y noroeste es estratégica por la condición fronteriza de Paraguaná y porque se encuentra cercana a la infraestructura petrolera, lo que podría generar escenarios a futuro con demanda de nuevos espacios cercanos a las refinerías para el desarrollo de instalaciones conexas y a costa de estos espacios hoy en día dominados por el ecosistema xerófilo.

Zona con niveles intermedios de densidad de uso en el sector central y suroeste de la Península:

Esta zona se distribuye en los municipios Los Taques y Páez. Su particularidad es que constituye una especie de área transicional entre las áreas de elevada densidad de usos, la urbana en el suroeste y las áreas agrícolas del centro y este de la Península. Dentro de esta área se encuentran centros poblados como El Tacal, El Hoyito, Jadacaquiva, San Fernando y La Guadalupe. La vía más importante es la troncal Judibana – Jadacaquiba – Pueblo Nuevo, y están presentes varios ramales y locales como las vías Los Taques–El Hoyito, El Tacal–El Hoyito–La Sabaneta y Judibana–Burunú–Buena Vista.

Desde el punto de vista hidrográfico, incluye el sector inundable localizado al oeste del poblado de Jadacaquiva (lagos de Jadacaquiva) y drena la quebrada Jadacaquiva, afluente de Las Tres Marías.

En esta zona están presentes básicamente arbustales de cobertura densa y media, con una distribución de la vegetación fragmentada o en parches. Aunque las condiciones naturales están comprometidas, la vialidad y la actividad agrícola en esta zona no han reemplazado extensivamente a la cobertura vegetal natural, por lo que persisten extensiones relativamente amplias de arbustales espinosos. En particular, es de destacar la existencia en las inmediaciones de la vía Punto Fijo – Jadacaquiva, de una importante área de cardonales que es de interés como fuente de recursos alimenticios para los murciélagos (Ochoa, com.pers.).

Zona de baja densidad de uso al sur de la Península:

Esta zona se ubica en el sector sur y sureste de la Península, distribuida primordialmente en el municipio Carirubana y en una menor extensión en el municipio Páez al este. Está enmarcada entre la franja inundable de la costa este, el cerro Tiguadare y el área urbana de Cardón – Punto Fijo. Es cruzada por la importante troncal 4 o vía Tacuato-Punto Fijo.

Se trata de una unidad de la planicie con alturas entre 20 y 60 m s.n.m., surcada por las quebradas Tura y Guica, que drenan hacia la costa este y por las quebradas Zanjón Tacuaro y El Rodeo, que drenan hacia el Golfete de Coro.

La cobertura de arbustales en el este de esta zona es densa y relativamente conservada; en contraste, es muy rala hacia el oeste de la misma. La zona hacia el oeste está dominada por arbustales medios y ralos ya que corresponde con uno de los de mayor aridez de la Península; una parte importante carece prácticamente de cobertura vegetal.

Colinda con sectores de elevada actividad agrícola y también están presentes los desarrollos poblacionales y agrícolas a lo largo de la troncal 4 y la vía al poblado de Santa Ana. Se observan al este algunos signos limitados de avance de intervención en el período estudiado, en lo que luce como una organización de espacios agrícolas.

El ecosistema xerófilo conforma un hábitat que mantiene al este una continuidad con el sistema de salinas protegido de la Península. Por el sector sur hay una fragmentación causada por la troncal 4.

6.2 CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL Y USOS DE LA TIERRA (2003 – 2018)

En la presente investigación se cuantificaron los cambios de superficie en las diferentes coberturas naturales y usos de la tierra en el período de estudio.

La Tabla 18 muestra los cambios ocurridos entre los años 2003 y 2018 en las unidades de vegetación y de uso de la tierra. La variación indicada es de signo positivo si se refiere a un incremento de superficie, de signo negativo si se trata de una disminución o sin signo cuando no se registró una variación de estas unidades.

Los resultados obtenidos indican que la cobertura vegetal natural de Paraguaná sufrió una pérdida estimada en 5.567,23 ha en el período comprendido entre los años 2003 y 2018, lo cual representa una disminución de espacios naturales de 3,08% en la Península en 15 años.

Dicha merma ocurrió mayormente en las comunidades xerófilas (arbustales espinosos densos, medios y ralos), con una disminución de su superficie que totalizó 5.493,41 ha, equivalentes al 3,04% de la superficie total vegetal original y al 3,14% respecto a la superficie propiamente de arbustales espinosos determinada en el año 2003 (Tabla 18).

Si se toma como referencia el tamaño del municipio Los Taques (23.100 ha), esta cifra de disminución de las comunidades xerófilas sería equivalente a perder el 23,78% o casi un cuarto de la extensión de ese territorio.

Visto en términos de una tasa de pérdida, significaría que hubo, en promedio, una reducción interanual de 366,23 ha del ecosistema xerófilo en Paraguaná en un lapso de 15 años.

Los arbustales espinosos densos resultaron los más afectados de todas las formaciones vegetales naturales, cuya cobertura disminuyó en 2.027,91 ha, seguido de los arbustales espinosos ralos que perdieron 1.840,42 ha y los medios, cuya pérdida fue de 1.625,08 ha. Sin embargo, en términos relativos, los arbustales espinosos ralos resultaron los más afectados, con una merma de 5,53% de su superficie original (Tabla 18), primordialmente a causa de las afectaciones en las áreas aledañas al eje urbano Punta Cardón-Punto Fijo-Los Taques.

Tabla 18. Variación de coberturas naturales y usos de la tierra en la Península de Paraguaná entre los años 2003 y 2018.

Coberturas (año 2018)	2003		2018		Variación (2003-2018)	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Bosque nublado	78,28	0,03	78,28	0,03	0,00	0,00
Bosque semideciduo	1.900,83	0,74	1.896,59	0,74	-4,24	-0,22
Bosque deciduo	581,62	0,23	565,8	0,23	-15,82	-2,72
Bosque deciduo - semideciduo	1.791,52	0,70	1.764,25	0,71	-27,27	-1,52
Arbustal espinoso denso	97.055,26	37,71	95.027,35	36,92	-2.027,91	-2,09
Arbustal espinoso medio	44.335,58	17,23	42.710,50	16,60	-1.625,08	-3,67
Arbustal espinoso ralo	33.282,72	12,93	31.442,30	12,22	-1.840,42	-5,53
Herbazal litoral	1.105,18	0,43	1.078,69	0,42	-26,49	-2,40
Manglar	337,45	0,13	337,45	0,13	0,00	0,00
Subtotal cobertura vegetal natural	180.468,44	70,12	174.901,21	67,96	-5.567,23	-3,08
Parcelas agrícolas	27.208,38	10,56	29.343,88	11,40	2.135,50	7,85
Áreas antropizadas mixtas	10.809,74	4,19	12.900,26	5,01	2.090,52	19,34
Áreas urbanas y población dispersa	9.272,65	3,60	10.873,55	4,23	1.600,90	17,26
Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otras industrias	2.398,44	0,93	3.206,41	1,25	807,97	33,69
Subtotal áreas no naturales	49.689,21	19,28	56.324,10	21,89	6.634,89	13,35
Suelo desprovisto de vegetación	13.935,86	5,41	12.870,78	5,00	-1.065,08	-7,64
Lagunas y zonas inundables	13.262,08	5,15	13.262,08	5,15	0,00	0,00
TOTAL	257.355,59	100,00	257.358,17	100,00		

Nota: El porcentaje de variación se refiere a la pérdida o ganancia de superficie de la categoría respecto a la misma categoría en el año 2003.

Fuente: Cálculos propios.

Las formaciones xerófilas de la Península cubren básicamente las áreas topográficamente bajas, donde principalmente ocurren las actividades humanas; por el contrario, las comunidades boscosas están en zonas menos accesibles y en parte bajo instrumentos legales de protección, como es el caso del bosque nublado del Monumento Natural Cerro Santa Ana.

En correspondencia con la disminución de la cobertura natural (Tabla 18), las áreas antrópicas (áreas no naturales en su conjunto) aumentaron en 6.634,89 ha, lo que representó un avance de éstas de 13,35% en el territorio peninsular. La mayor variación en las áreas no naturales ocurrió a causa de ganancias de superficies agrícolas con 27,19% (2.135,50 ha de parcelas, más 2.090,52 ha de otras áreas antropizadas mixtas relacionadas con la actividad agrícola), así como del urbanismo, el cual aumentó su cobertura en 17,26% respecto a su extensión en el año 2003 (1.600,90 ha adicionales de áreas urbanas y población dispersa). También se encontró que hubo una ganancia de superficie relativamente importante (33,69%) con respecto al año 2003 a causa de la nueva infraestructura industrial y de servicios en las adyacencias del eje urbano Punto Cardón-Punto Fijo-Los Taques, lo cual incluye al Parque Eólico de Paraguaná, localizado entre la Refinería de Amuay y Santa Cruz de los Taques.

La Tabla 19 detalla los cambios de la cobertura de la vegetación natural a otros tipos de coberturas y usos de la tierra en la Península de Paraguaná, entre los años 2003 y 2018.

Como puede observarse, los cambios ocurridos durante el período evaluado en casi todas las formaciones vegetales, exceptuando el bosque nublado y el manglar, se debieron fundamentalmente a la actividad agrícola, expresados en nuevas áreas parceladas y otros sectores afectados por esta actividad identificados como “áreas antropizadas mixtas”. Estos tipos de uso ganaron espacios fundamentalmente dentro de la matriz de arbustales espinosos de la Península. Otros cambios se debieron, en mucho menor grado y en orden decreciente, a expansiones urbanas o de pequeños asentamientos y desarrollo de infraestructura fuera de las perimetrales de los poblados, especialmente en áreas aledañas al eje urbano Punta Cardón-Punto Fijo-Los Taques.

Nótese, específicamente, que los mayores cambios de la vegetación natural a otros usos ocurrieron en el arbustal espinoso denso para el desarrollo de parcelas agrícolas y otras áreas antropizadas mixtas relacionadas con la actividad agrícola (pérdida de 1.648,83 ha), en el arbustal espinoso ralo (1.529,33 ha) y en el arbustal espinoso medio (860,95 ha). Quiere decir que la actividad agrícola fue la más extendida e impactante sobre la vegetación xerófila de la Península en el período de estudio.

En cuanto al crecimiento urbano, éste básicamente ganó espacios a costa de los arbustales espinosos (897,18 ha), fundamentalmente en áreas ocupadas por los arbustales ralos que se encuentran al suroeste de la Península, donde se localiza el polo de desarrollo urbano del eje Punta Cardón - Punto Fijo - Los Taques (487,71 ha).

Tabla 19. Cambios de la cobertura natural a otras coberturas y usos de la tierra en la Península de Paraguaná, entre 2003 y 2018.

COBERTURA (AÑO 2003)	CAMBIO A OTRA COBERTURA NATURAL O USO (AÑO 2018)	SUPERFICIE (ha)
Bosque deciduo	Parcelas agrícolas	4,52
	Áreas urbanas y población dispersa	11,3
	Total	15,82
Bosque semideciduo	Parcelas agrícolas	2,58
	Áreas urbanas y población dispersa	1,66
	Total	4,24
Bosque semideciduo-deciduo	Parcelas agrícolas	23,39
	Áreas urbanas y población dispersa	3,88
	Total	27,27
Arbustal espinoso denso	Parcelas agrícolas	1.408,17
	Áreas antropizadas mixtas	240,66
	Áreas urbanas y población dispersa	175,97
	Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otra infraestructura	140,83
	Suelo desprovisto de vegetación	12,62
	Arbustales espinosos medios	66,37
	Arbustales espinosos ralos (a favor del arbustal denso) (*)	16,71
	Total	2.027,91
Arbustal espinoso medio	Parcelas agrícolas	278,42

COBERTURA (AÑO 2003)	CAMBIO A OTRA COBERTURA NATURAL O USO (AÑO 2018)	SUPERFICIE (ha)
	Áreas antropizadas mixtas	582,53
	Áreas urbanas y población dispersa	233,5
	Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otra infraestructura	143,98
	Suelo desprovisto de vegetación	7,06
	Arbustales espinosos densos (a favor del arbustal medio) (*)	66,37
	Arbustales espinosos ralos	445,96
	Total	1.625,08
Arbustal espinoso ralo	Parcelas agrícolas	339,85
	Áreas antropizadas mixtas	1189,48
	Áreas urbanas y población dispersa	487,71
	Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otra infraestructura	242,96
	Suelo desprovisto de vegetación	9,67
	Arbustales espinosos densos	16,71
	Arbustales espinosos medios (a favor del arbustal ralo) (*)	445,96
	Total	1.840,42
Herbazal litoral	Áreas urbanas y población dispersa	26,49
	Total	26,49

(*) Ganancia de cobertura en los cambios temporales, el resto de los valores son pérdidas de la cobertura original.

Fuente: Cálculos propios.

También destaca la ganancia de superficie de la infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otra infraestructura, en detrimento de la vegetación xerófila en su conjunto (527,77 ha).

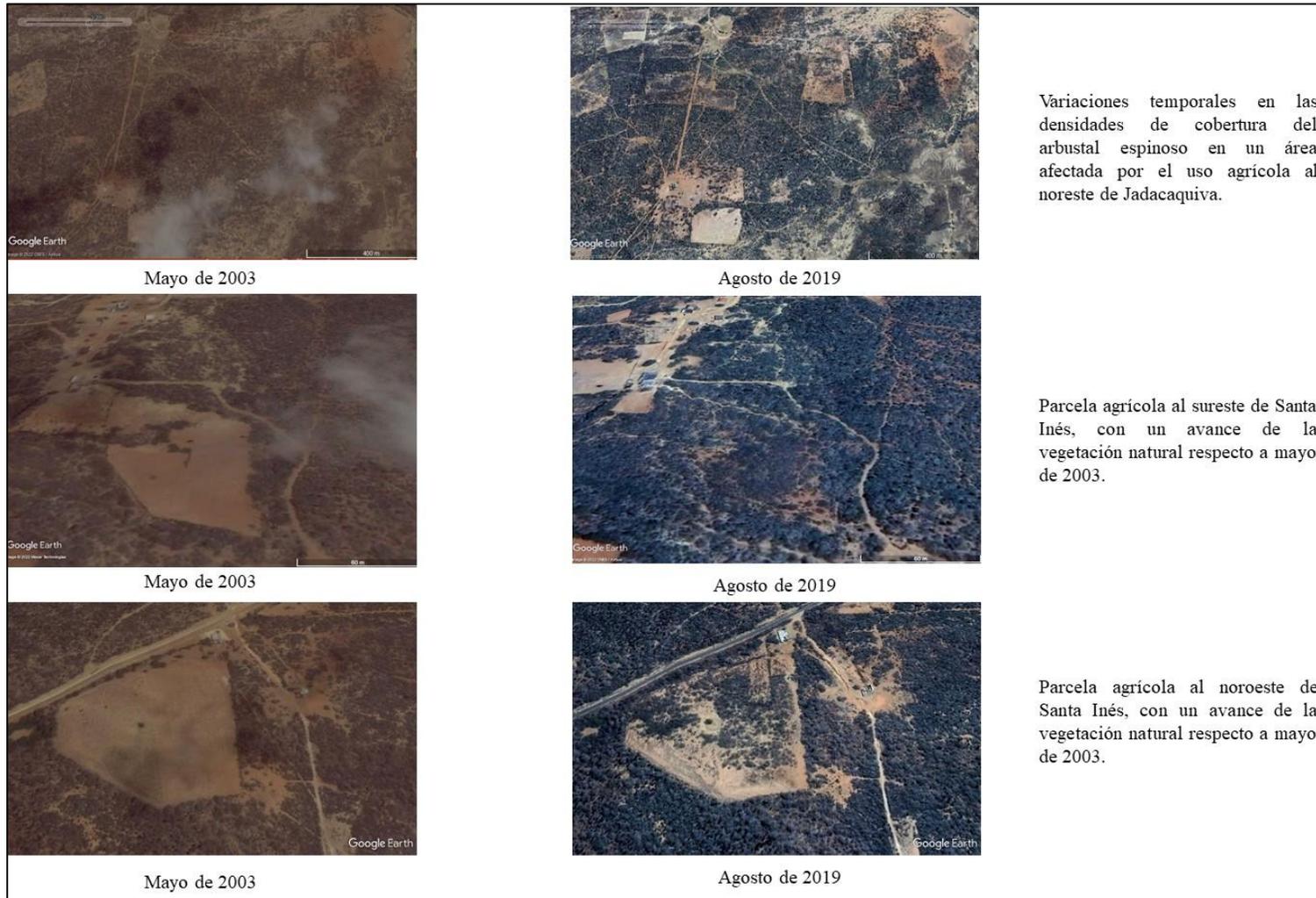
El incremento neto de superficie de suelos desprovistos de vegetación ocurrió en áreas cubiertas por arbustales espinosos y se estimó en 29,35 ha.

Por otra parte, en la Tabla 19 se muestran algunos cambios ocurridos entre densidades de cobertura de arbustales espinosos, los cuales fueron observados primordialmente en espacios con signos de actividad agrícola. Si bien estos cambios entre las densidades de cobertura no representan una porción importante (529,04 ha, 0,31% de los arbustales espinosos en el año 2018), es sintomático de dinámicas que resultaron en intervenciones variadas de la cobertura del arbustal sin su remoción total, además de las relacionadas con el descanso de espacios agrícolas (barbecho) o parcelas en condición de abandono antes o durante el período evaluado, según se puede apreciar en las Figuras xx a xx que muestran los cambios de cobertura en pares de fechas cercanas a las consideradas en este estudio, disponibles en el histórico de imágenes de satélite de Google Earth (Figura 26)

En la Tabla 20 se presenta un resumen de las conversiones (pérdidas) ocurridas en los arbustales espinosos de Paraguaná, en el período 2003 a 2018. Los porcentajes están referidos al total de la superficie perdida de arbustales espinosos en relación al área total de los arbustales espinosos en su conjunto para el año 2003 (año de referencia para la pérdida de superficie).

Nuevamente se evidencia que la mayor proporción perdida fue por motivos agrícolas (2,31%), en menor grado a causa de la conversión a un uso urbano o al crecimiento de centros poblados menores (0,51%), a infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otra infraestructura (0,30%) y al incremento de suelos expuestos, es decir, sin cobertura vegetal (0,02%).

Figura 26. Cambios de la cobertura vegetal por el uso agrícola.



Fuente: Imágenes de satélite disponibles en Google Earth Pro.

Tabla 20. Resumen de las conversiones de arbustales espinosos de la Península de Paraguaná a usos de la tierra, entre los años 2003 y 2018.

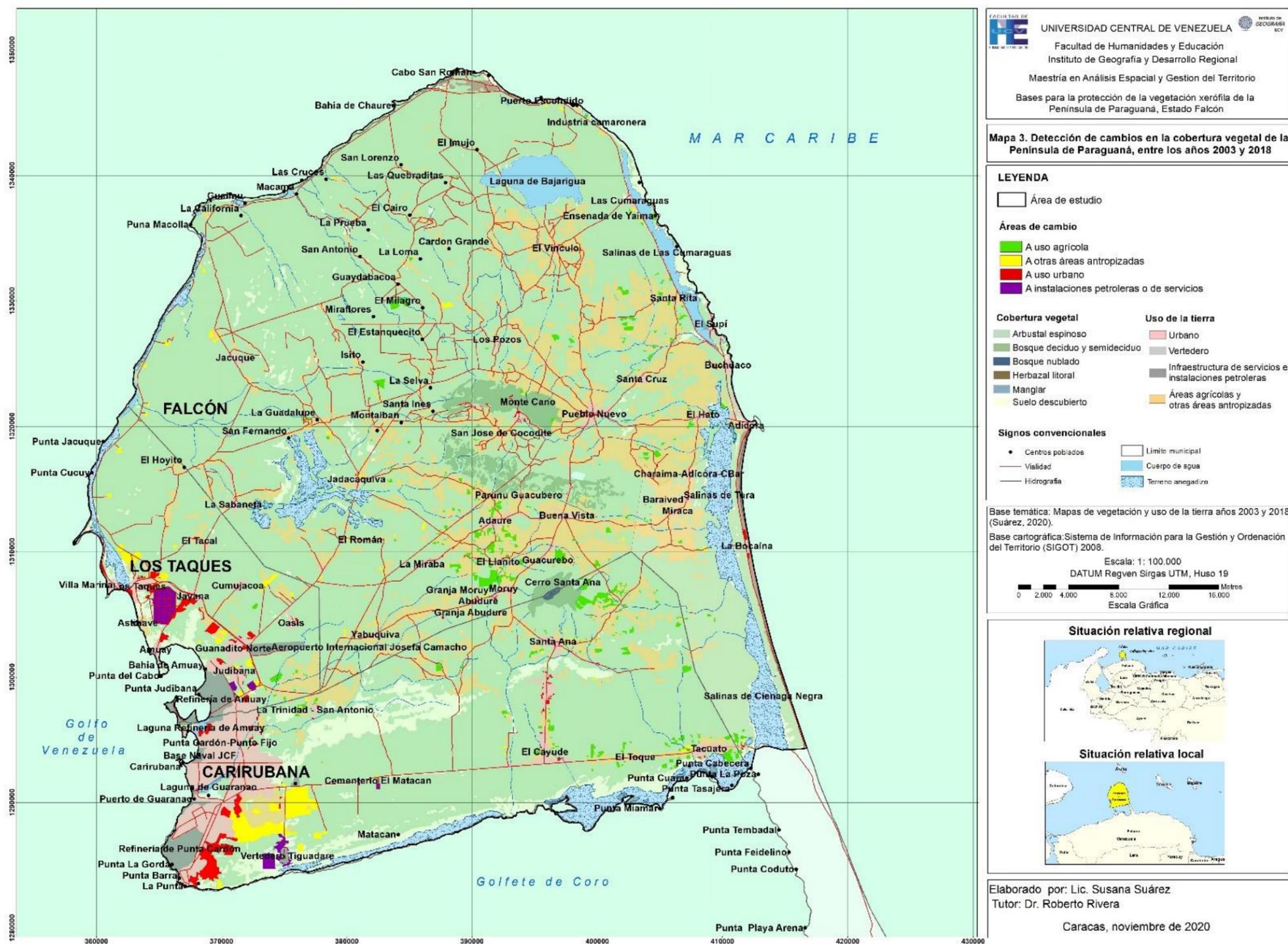
COBERTURA Y USO DE LA TIERRA	PÉRDIDA DE ARBUSTAL ESPINOSO 2003-2018	
	Superficie (ha)	% (*)
Parcelas agrícolas y áreas antropizadas mixtas.	4.039,11	2,31
Áreas urbanas y población dispersa.	897,18	0,51
Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otra infraestructura.	527,77	0,30
Suelo desprovisto de vegetación	29,35	0,02
TOTAL	5.493,41	3,14

(*) Porcentaje respecto a la superficie de 174.673,56 ha de arbustales espinosos calculada para el año 2003.

Fuente: Cálculos propios.

En el Mapa 3 se muestra la distribución espacial de los cambios descritos de cobertura natural a usos de la tierra registrados entre los años 2003 y 2018.

Mapa 3. Cambios en la cobertura vegetal a usos de la tierra en la Península de Paraguaná, entre los años 2003 y 2018.



Fuente: Elaboración propia.

El Mapa 3 muestra que la distribución espacial de estas pérdidas de arbustales espinosos independientemente del uso que las causó ocurrió básicamente sobre los arbustales espinosos de la planicie aluvial de la Península, pero con mayor presencia cerca de las áreas ya en cultivo y en las cercanías del eje urbano Punta Cardón – Punto Fijo - Los Taques al suroeste. Por otra parte, las comunidades boscosas (bosques nublado, semidecuido y decuido) no muestran ese nivel de afectación, porque son más escasas y menos accesibles, además de estar favorecidas por la protección legal que otorgan el Monumento Natural Cerro Santa Ana y ahora el recientemente decretado Monumento Natural “Montecano”.

En una observación más detallada, se puede observar en el Mapa 3 que el reemplazo de la cobertura vegetal natural a áreas agrícolas ocurrió en su mayor parte en el sector comprendido entre las colinas de Monte Cano y el cerro Santa Ana, Parunú-Adaure-El Llanito-Moruy, así como al este del cerro Santa Ana. Otras áreas afectadas por esta causa fueron los remanentes de arbustales presentes en el sector agrícola al este de la Península, así como a lo largo de la troncal Tacuato – Punto Fijo y la vía El Cayude – Santa Ana. De forma diseminada se observaron también en el oeste de la Península y en las afueras del área urbana de Punto Fijo, lo cual afectó básicamente a los sectores más secos (arbustales espinosos ralos) del ecosistema xerófilo de Paraguaná.

Asimismo, se hace evidente que la pérdida de cobertura de arbustales a causa del avance urbano ocurrió en las inmediaciones del eje Cardón-Punto Fijo-Los Taques y se destaca también el cambio de cobertura motivado a la implantación del parque eólico y otras afectaciones en esa zona.

6.3 PROTECCION DEL ECOSISTEMA XERÓFILO EN LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ

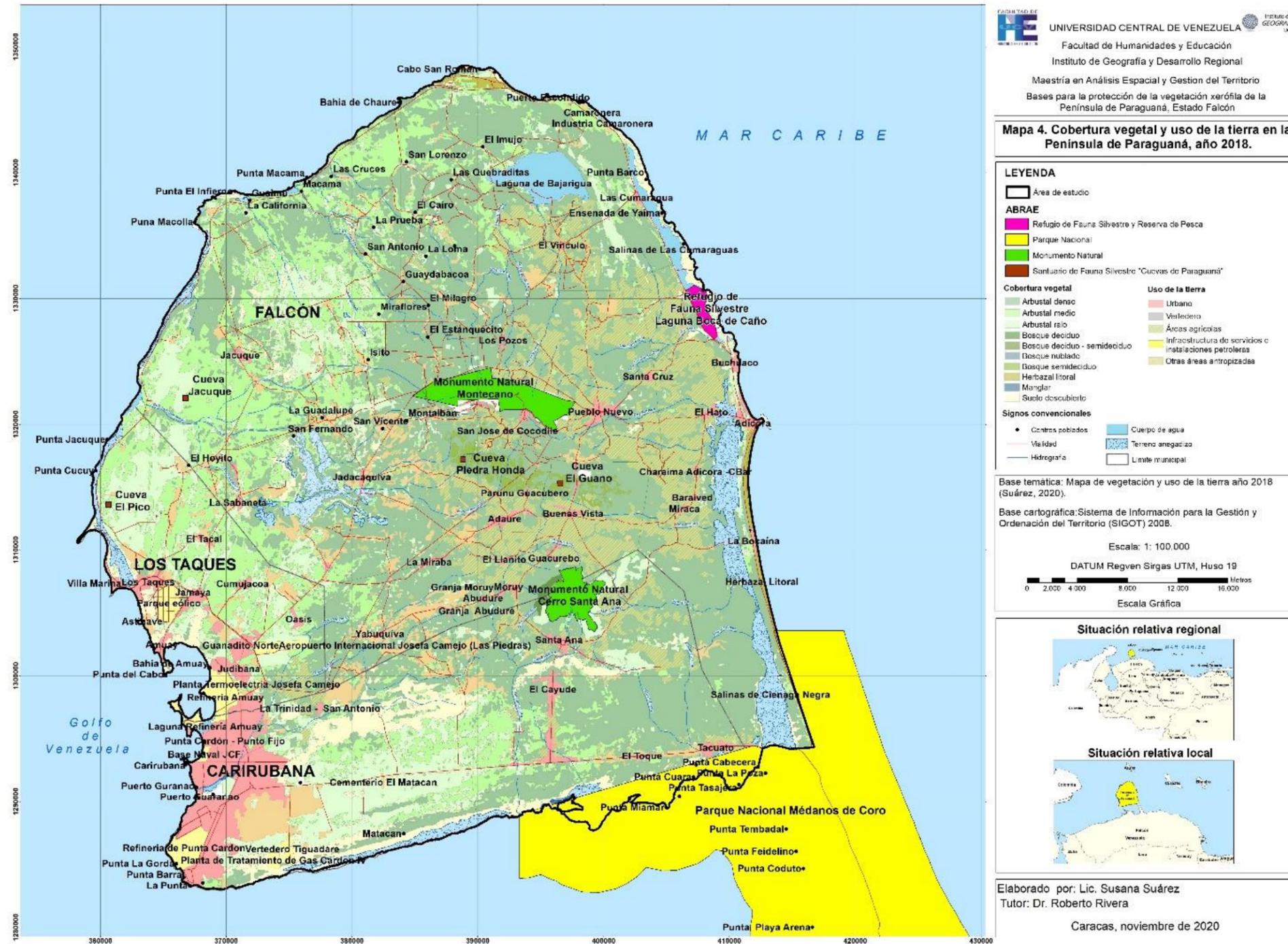
Otro objetivo específico de esta investigación fue determinar el grado de protección de la cobertura de arbustales espinosos basados en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná. Para ello, fueron identificadas y contabilizadas las superficies de cada formación vegetal y de las áreas antrópicas comprendidas en las ABRAE de conservación de la ZIT Península de Paraguaná (Tabla 21, Mapa 4).

Tabla 21. Distribución de coberturas naturales y áreas antrópicas en las áreas protegidas de la Península de Paraguaná.

COBERTURA	MN Cerro Santa Ana	MN “Montecano”	PN Médanos de Coro	Santuario Cuevas de Paraguaná				RFS y Reserva de Pesca Laguna de Boca de Caño	TOTAL (ha)
				Cueva El Pico	Cueva Jacuque	Cueva Piedra Honda	Cueva el Guano		
Bosque nublado	76,69								76,69
Bosque semidecidual	148,79	11,32				5,17	16,92		182,25
Bosque decidual	342,51								342,51
Bosque decidual - semidecidual		1.537,59							1.537,59
Arbustal denso	244,19	665,46	177,13			12,90	1,19	0,85	1.101,72
Arbustal medio	9,72	35,73	13,88	14,23	8,43			0,44	82,43
Arbustal ralo	467,18	19,96	40,19	3,83	9,63			6,16	546,95
Manglar			175,72					76,20	251,92
Herbazal litoral			115,20						115,20
Parcelas agrícolas		137,78							137,78
Áreas antropizadas mixtas		7,78	3,50						11,28
Áreas urbanas y población dispersa		0,95	2,49					0,32	3,76
Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otras infraestructuras		3,92							3,92
Suelo desprovisto de vegetación			694,30					35,68	729,98
Lagunas y zonas inundables			1.920,52					315,32	2.235,84
TOTAL (ha)	1.289,13	2.420,49	3.142,93	18,06	18,06	18,07	18,11	434,97	7.359,82

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4. ABRAE con objetivos de conservación de áreas naturales de la Península de Paraguaná.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con estos cálculos, la cobertura actual de las ABRAE en el área de estudio alcanza el 2,86%. Para el año 2018. los arbustales espinosos comprendidos en las ABRAE de protección alcanzaron la cifra de 1.731,10 ha, lo cual indica que apenas el 1,02% de las 169.180,15 ha de esta formación en el área de estudio se encontraba resguardada dentro de dichos espacios naturales protegidos (Tabla 14).

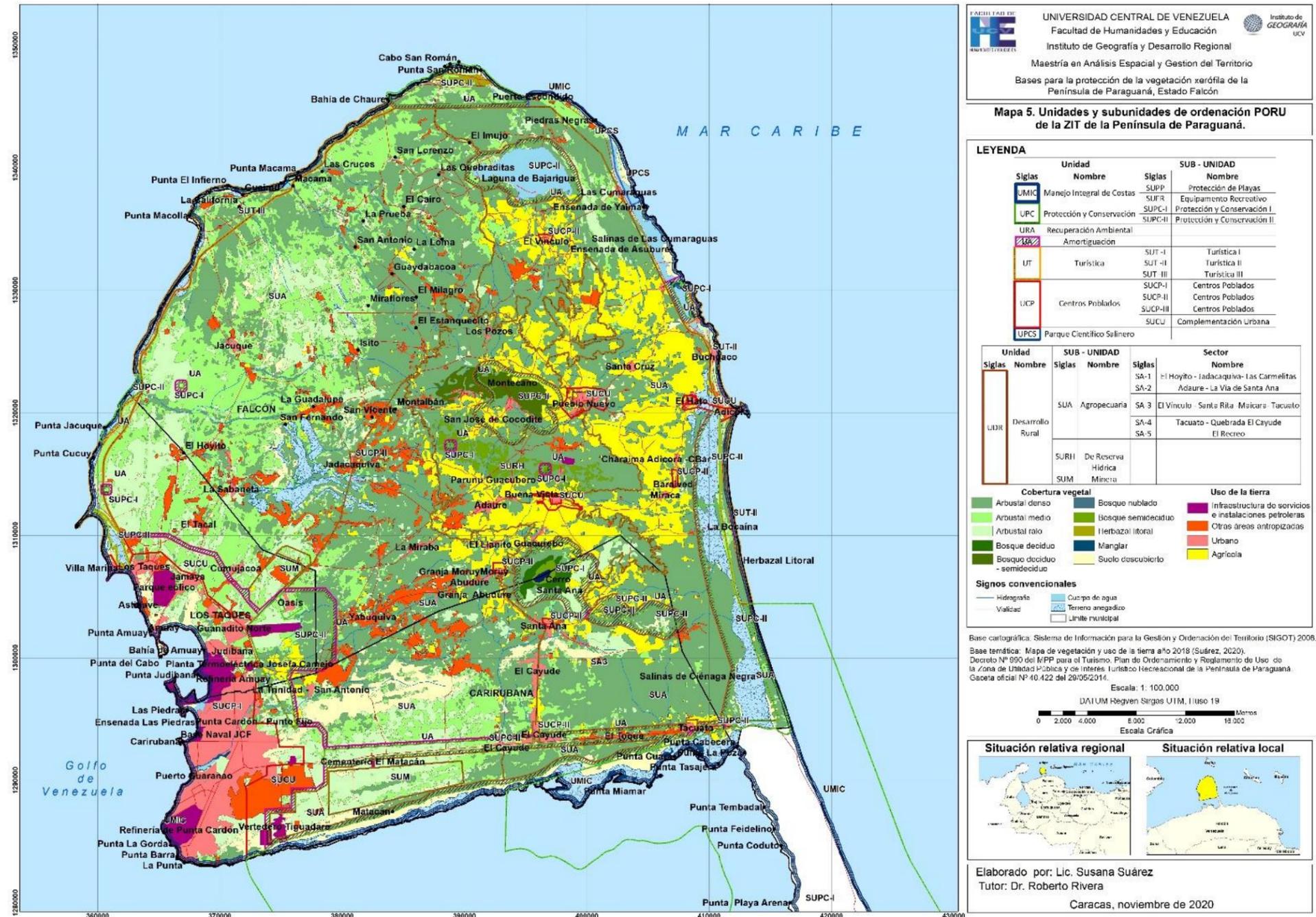
Con respecto a la ABRAE ZIT Península de Paraguaná, la cual afecta a toda la Península, se hace una consideración aparte por cuanto estos espacios están organizados según su Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso. En el Mapa 5 se muestra la distribución de las formaciones vegetales entre las unidades de asignación de usos definidas en dicho plan y su contabilización se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22. Distribución de coberturas terrestres (ha) según las asignaciones de uso del PORU de la ZIT Península de Paraguaná.

COBERTURA	Centros poblados	Protección y Conservación	Desarrollo Rural	Turística	Amortiguación	Parque Científico Salinero	Manejo Integral de Costas
	UCP	UPC	UDR	UT	UA	UPCS	UMIC
Bosque nublado		78,28					
Bosque semidecíduo		210,42	1.583,93		85,27		
Bosque decíduo		566,72			0,24		
Bosque decíduo - semidecíduo		1.080,88	586,59		97,77		
Arbustal denso	1.027,08	7.125,48	81.608,07	1.432,16	3.638,36	528,02	107,29
Arbustal medio	2.358,75	2.052,49	34.949,77	1.635,20	1.189,32	542,26	136,2
Arbustal ralo	3.393,93	3.105,87	23.942,83	906,82	1.488,14	133,5	83,02
Manglar	46,67	120,39		0,20	33,2		129,12
Herbazal litoral		278,29	0,56	91,00	0,00		513,18
Parcelas agrícolas	488,26	1.614,03	25.467,86	5,40	1.187,04	37,57	33,33
Áreas antropizadas mixtas	2.312,84	331,25	9.245,67	151,61	262,41	54,69	52,42
Áreas urbanas y población dispersa	7.618,46	487,14	1.942,47	154,46	103,12	25,71	445,04
Infraestructura de servicios, instalaciones petroleras y otras infraestructuras	2.043,60	353,37	383,92	0,00	111,29		339,12
Suelo desprovisto de vegetación	1.645,21	2.570,58	5.957,03	336,48	407,68	423,68	932,51
Lagunas y zonas inundables	179,92	7.856,86	2.299,98	504,29	315,59	796,87	1078,31
TOTAL (ha)	21.114,72	27.832,05	187.968,68	5.217,62	8.919,43	2.542,30	3.849,54

Fuente: Cálculos de superficie a partir de la cartografía digital del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná (MINTUR, 2009b).

Mapa 5. Zonificación del PORU de la Zona de Interés Turístico Península de Paraguaná y cobertura vegetal y uso de la tierra en el año 2018.



Fuente:

Elaboración

propia.

La Tabla 22 muestra que 12.283,84 ha (4,77%) de la formación de arbustales espinosos, se ubica en la unidad denominada de Protección y Conservación (UPC) (la cual abarca otras áreas adicionales a las ABRAE, como son sectores inundables, perímetro urbano del área de Punto Fijo-Los Taques y troncal 4, entre otros) y un adicional de 6.315,82 ha (2,45%) en la Unidad de Amortiguación (UA). Por otra parte, cabe resaltar que la Unidad de Desarrollo Rural (UDR) abarca 140.500,67 ha (83,05%) de arbustales espinosos, además de un adicional de 12.284,23 ha (7,26%) repartidos entre la Unidad Centros Poblados (UCP), la Unidad Turística (UT), la Unidad de Parque Científico Salinero (UPCS) y la Unidad de Manejo Integral de Costas (UMIC), donde se consideran usos asignados y compatibles con variadas actividades y proyectos de desarrollo.

En cambio, una parte importante (43,49%) de la cobertura de los bosques (nublado, semidecuido, decuido, semidecuido-decuido, manglar) se encuentra en la Unidad de Protección y Conservación (UPC) del PORU de la ZIT Península de Paraguaná, a lo cual hay que agregar la superficie de bosque decuido-semidecuido que se incorporó posteriormente a la UPC por la declaratoria del Monumento Natural “Montecano”, lo que elevó el porcentaje de protección al 53,15%. Ello, es demostrativo de la prioridad que se ha brindado a estas formaciones boscosas en la visión de ordenación de los espacios de la Península, lo cual, si bien es sumamente importante dada la biodiversidad que albergan y la presencia de componentes endémicos, no deja de colocar al ecosistema xerófilo en una posición de alta vulnerabilidad ante el avance de las actividades humanas en la Península.

CAPÍTULO VII

7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados en relación a la cobertura de la vegetación xerófila, el uso de la tierra y la ordenación del territorio de la Península de Paraguaná.

7.1 LA COBERTURA DEL ECOSISTEMA XERÓFILO Y SU AFECTACIÓN POR EL USO DE LA TIERRA DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ

La importancia en general del ecosistema xerófilo puede resumirse, de manera general, en los siguientes aspectos:

- ✓ Es una formación biológica especializada debido a sus adaptaciones a condiciones climáticas y de suelo extremas, lo cual la hace difícilmente reemplazable por otro tipo de comunidades vegetales cuyos componentes no poseen las características adaptativas necesarias.
- ✓ Constituye una barrera protectora contra las condiciones climáticas extremas propias de la región. Un suelo desnudo potencia el impacto de estos factores climáticos, alterando el balance hidrológico local (incremento de las tasas de evapotranspiración, de escorrentía y de erosión).
- ✓ Conformar un hábitat con características propias, en el que existen tramas tróficas muy particulares y dependientes de la relación vegetación-fauna.
- ✓ Mitiga los impactos de los cambios súbitos de las condiciones climáticas, previniendo así los procesos de desertificación.
- ✓ Permite la sostenibilidad de las comunidades humanas y animales que hacen vida bajo estas condiciones climáticas particulares.

Los ambientes áridos se caracterizan por las altas temperaturas y una deficiencia hídrica marcada, extremos climáticos estacionales y pautas de lluvia impredecibles, que imponen importantes restricciones a las especies vegetales y animales que allí viven (Davies *et al.*, 2012). Los organismos vegetales y animales han debido desarrollar mecanismos adaptativos que les permitan hacer frente a las condiciones

favorables intermitentes y erráticas del recurso hídrico. La economía del recurso hídrico se manifiesta en infinidad de respuestas adaptativas, que pueden apreciarse tanto en la anatomía como en la fisiología de los organismos vegetales. Las adaptaciones incluyen respuestas fisiológicas rápidas a la entrada de agua, tolerancia a déficit hídricos o mecanismos de evasión de las penurias hídricas, así como mecanismos de ajuste de las interrelaciones entre especies, todo ello en detrimento de la producción de biomasa (Matteucci y Colma, 1997; Soriano y Ruiz, 2003).

Esta vegetación en la franja costera semiárida, brinda un importante servicio ecológico como barrera protectora contra la gran tensión climática originada en la alta radiación solar y los vientos alisios cálidos y secos. Un suelo desnudo potencia el impacto de estos factores climáticos, alterando el balance hidrológico local y en las zonas vecinas (incremento de las tasas de evapotranspiración, de escorrentía y de erosión). Por otra parte, los fragmentos de vegetación natural constituyen fuentes de reposición de especies para la recuperación de sitios vecinos degradados (Matteucci y Colma, 1997).

Dadas estas características, se puede comprender que el ecosistema xerófilo es una formación biológica muy particular, especializada, lo cual la hace irremplazable por otro tipo de comunidades vegetales que carecen de capacidades adaptativas ante estas condiciones tan adversas.

En la Península de Paraguaná, este ecosistema es predominante. De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación, en el año 2018 los arbustales espinosos de la Península abarcaban una superficie de 169.180,15 ha, lo que corresponde con más de la mitad (65,72%) de este espacio territorial.

De acuerdo con Oliveira-Miranda *et al.*, (2010), Falcón es el estado con mayor extensión de arbustales espinosos del país (842.200 ha, 42% respecto a la formación en todo el territorio nacional), seguido de Lara (422.300 ha, 21% de la formación en el territorio nacional). El área de Paraguaná con 169.180,15 ha de arbustales espinosos, estaría representando el 20% de esta formación en el estado Falcón. Esto constituye una superficie apreciable del ecosistema en este estado, el cual se encuentra además bajo un régimen de administración especial (ABRAE ZIT Península de Paraguaná), que al ser una categoría que tiene como finalidad el desarrollo sostenible, puede facilitar la implementación bajo esta figura legal, de un conjunto de estrategias enfocadas en la protección y manejo del ecosistema xerófilo.

El presente estudio realizó una diferenciación de los arbustales espinosos basados en su densidad de cobertura. La diferenciación de esta vegetación de acuerdo con dicho criterio no sólo tiene importancia descriptiva para identificar tipos fisonómicos de esta formación vegetal, sino también porque constituye un reflejo de los factores ambientales condicionantes de su distribución y permite avanzar en un entendimiento de su valor ecológico.

De acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación, para el año 2018 el arbustal espinoso de mayor densidad se ubica primordialmente en el área central, norte y sureste de la Península (95.027,35 ha); el arbustal espinoso medio se desarrolla en el área central y oeste de la misma (42.710,50 ha) y el arbustal ralo está presente en el extremo oeste y suroeste de dicho territorio (31.442,30 ha). Tal como se señaló en este estudio, existe en Paraguaná un gradiente de precipitaciones en sentido decreciente este-suroeste que va en concordancia con una condición más rala de la vegetación xerófila en el oeste de la Península.

Los hallazgos de esta investigación guardan correspondencia en términos generales, con los obtenidos por Mogollón *et al.* (2016). Los autores utilizaron este criterio de cobertura, junto con la resistencia de las especies vegetales a la sequía y el tipo de vegetación, para crear un índice de calidad de la vegetación como expresión del grado de vulnerabilidad a la desertificación de la Península de Paraguaná.

Mogollón *et al.* (2016) identificaron dos tipos de vegetación en las áreas topográficamente bajas del centro y este de la Península (Figura 10), el denominado “arbustal matorral” (463,42 ha, 17,29%) y el “cardonal arbustal” (619,98 ha, 23,14%). Estas dos unidades vegetales corresponden en su distribución con la clase “arbustal espinoso denso” según la presente investigación. La primera comunidad vegetal es donde se concentra la mayor actividad agrícola vegetal (eje Santa Ana-Buena Vista-Pueblo Nuevo-El Vínculo), por lo que la misma se encuentra en condiciones muy alteradas a causa de la intervención antrópica. En ella dominan las especies *Castela erecta*, *Caesalpinia coriaria* y el cardón columnar *Stenocereus griseus*, con *Lippia origanoides* en el sotobosque. La segunda comunidad se distribuye en el sector central y norte de la Península (619,98 ha, 23,14%), donde predomina *S. griseus*, acompañado de *Prosopis juliflora* y *Opuntia caracasana* como dominante en el sotobosque. Dichos autores consideran a esta comunidad como de baja complejidad estructural y densidades de coberturas altas a muy altas,

calificándolas, según su criterio respecto al tipo de vegetación, como de protección moderada del suelo, lo cual atribuyen a una capacidad relativamente limitada de los cardones para proteger al mismo.

Asimismo, Mogollón *et al.* (2016) identifica hacia el sector oeste de la Península, otros dos tipos de comunidades, el “matorral arbustal” (1.191,23 ha, 44,46%) y el “matorral cardonal” (177,97 ha, 6,64%). Estas coberturas del sector oeste corresponderían con los arbustales espinosos medios y ralos identificados en la presente investigación. La primera comunidad, que es la más extendida, está conformada por arbustos bajos (<5 m) de *P. juliflora* y *C. coriaria*, con *Croton flavens* y *L. origanoides* en el sotobosque. Se trata de una comunidad estructuralmente simple, con una cobertura del dosel moderada desde el punto de vista de su protección del suelo. La cobertura del sotobosque hace uso del recurso hídrico de manera estacional, por lo cual cuando hay mayor ocurrencia de lluvias aumenta la protección del suelo, pero éste queda al descubierto en las épocas de extrema sequía.

El segundo tipo de vegetación se presenta en forma de parches aislados muy ralos en los que domina el sustrato edáfico. Las alturas tampoco sobrepasan los 5 m y las especies dominantes son *P. juliflora* y el cactus *S. griseus*, además de otras especies acompañantes como *C. erecta* y *C. flavens* en el sotobosque. Se destaca su baja diversidad y una protección baja del suelo contra la erosión, lo cual la hace vulnerable a la desertificación. Esta condición es atribuida por el autor a una fuerte presión humana en el ecosistema, donde la cría extensiva de ganado caprino constituye la principal actividad económica, además de la asociada a los asentamientos humanos (extracción de madera para leña y construcción de cercas y corrales), lo que afecta la capacidad de regeneración de la comunidad vegetal.

En términos del índice de calidad de la vegetación, Mogollón *et al.* (2016) concluyen que hacia la zona oriental de la Península, donde hay una confluencia de suelos de buena profundidad y baja pedregosidad, junto con la presencia de especies vegetales con mecanismos de adaptación a sequías prolongadas y una cobertura más densa, las condiciones otorgan a la vegetación una baja vulnerabilidad ante procesos de desertificación. Sin embargo, la mayor parte de la Península (86%) presenta una moderada calidad de la vegetación, lo cual la hace vulnerable ante el proceso de desertificación, producto del manejo que viene recibiendo de la ganadería extensiva

caprina y el cambio de uso de la tierra hacia sistemas hortícolas intensivos, que propician procesos de salinización y erosión.

Según Granados-Sánchez *et al.* (2013), la causa de la degradación de la tierra no radica en el clima y la sequía, puesto que la vegetación y los suelos están adaptados a estas condiciones, de manera que los ecosistemas naturales situados en las regiones áridas pueden soportar sequías prolongadas, siempre que el impacto humano sea somero. Pero, si las presiones por factores humanos se elevan considerablemente, al momento de presentarse la sequía el ecosistema será demasiado frágil para sobrevivir a los efectos degradantes de la lluvia y el viento.

El proceso de degradación del suelo a menudo comienza con las perturbaciones a la cubierta vegetal. La apertura de claros provoca la degradación física del mismo por erosión hídrica y eólica. El aumento de la escorrentía, la radiación incidente y las mayores temperaturas superficiales producen la pérdida de materia orgánica del suelo, bien por arrastre o por mineralización. Se produce entonces una degradación física por un aumento de la compactación (disminución de la porosidad) y consiguiente aumento de la escorrentía y encostramiento superficial, así como una degradación química por pérdida de la capacidad de intercambio catiónico, la cual reduce la retención e intercambio de nutrientes, salinización y acumulación de elementos tóxicos para las plantas. El proceso se retroalimenta, ya que el deterioro de la estructura del suelo afecta no sólo a la biota edáfica sino también a la vegetación, al alterarse la descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes (Navarro Cano *et al.*, 2017).

En tal sentido, según Mogollón *et al.* (2015), basados en la calidad del suelo, la vulnerabilidad a la desertificación de la Península de Paraguaná se considera en general elevada debido a su baja calidad, lo cual es atribuido a los bajos niveles de carbono orgánico en éste (menores de 1,10% en el 34% de su superficie y entre 1,10 y 2,0% en un 58% de la misma), la presencia de suelos poco profundos y de texturas medias, los niveles de salinidad leves a elevados y los riesgos de erosión hídrica y eólica, lo que conduce a una pérdida de fertilidad biológica. En tal sentido, podrían estar operando algunos procesos de degradación bajo la interacción del suelo con el clima, la vegetación y el manejo inadecuado de la tierra que viene ocurriendo en la zona (Mogollón *et al.*, 2015).

Respecto a la pérdida de cobertura de arbustales espinosos determinada por los cambios de uso de la tierra en el período 2003 – 2018, la cifra obtenida en esta investigación alcanzó 5.493,41 ha (3,14% respecto a la superficie de arbustales espinosos existente en el año 2003), equivalentes a una reducción interanual de 366,23 ha en 15 años. La actividad agrícola vegetal manifestada en áreas cultivadas y otras atribuibles a dicha actividad han sido la causa mayor de afectación del ecosistema xerófilo en la Península de Paraguaná, tanto en su extensión como en fuerza inductora de cambios en el uso de la tierra. Si bien sus manifestaciones se encuentran diseminadas en toda el área, es al este y en el centro de la misma donde ha ocurrido el mayor efecto por esta causa, así como a lo largo de las vías de comunicación. La afectación fue mayor en los arbustales espinosos densos, pero en términos relativos ha sido mayor sobre los arbustales espinosos medios y ralos, justamente donde las condiciones de aridez son mayores. En estas circunstancias, la recuperación de la vegetación por procesos naturales de recolonización es más difícil.

Los procesos naturales de sucesión secundaria pueden ser muy lentos para alcanzar un estado similar al original después de la degradación de la vegetación, lo cual dependerá en gran medida de las condiciones en que se encuentra el territorio. Dicha lentitud se atribuye a un reclutamiento que depende principalmente de que se produzcan o no eventos lluviosos, que en sí mismos son impredecibles y porque la escasez de agua afecta de manera más acusada a las plántulas que a otros estadíos vitales. Además, el establecimiento se puede ver dificultado por la competencia de las plantas vecinas o facilitado por los individuos adultos que rodean a las plántulas, por lo que los procesos biológicos como competencia y facilitación, tienen influencia en la estructura y dinámica de la vegetación resultante (Fowler, 1986; Miranda *et al.*, 2004).

En los hallazgos de esta investigación, destacan además los efectos negativos al suroeste de la Península (eje Punta Cardón-Punto Fijo-Los Taques) sobre las áreas naturales, lo cual se manifiesta en impactos importantes en las áreas colindantes. Este efecto es destacado en el estudio de Rivas y Mogollón (2015), como un uso de la tierra dominado por áreas artificiales y suelo desprovisto de vegetación, que conducen a un estado ambiental crítico con fuertes presiones sobre el medio natural y resultan en un alto grado de vulnerabilidad a la desertificación de estas áreas sometidas a la influencia de la actividad urbana y disminuye las capacidades de la

naturaleza para satisfacer las demandas ambientales de la sociedad a mediano plazo. Al resto de la Península dichos autores le asocian una vulnerabilidad a la desertificación moderada, por cuanto aún domina la cobertura vegetal natural y éste es un factor esencial para la protección del suelo, aunque toman en cuenta como factor desfavorable, la incompleta o nula protección de las áreas naturales.

Soriano y Ruiz (2003) señalan que en las zonas áridas venezolanas es difícil encontrar áreas que puedan calificarse de “intactas” pues su fragilidad y la acción sostenida de la actividad humana desde tiempos precolombinos, ha ocasionado diferentes grados de alteración sobre estos ambientes, que van desde la modificación de la cobertura vegetal, hasta la desertificación total.

Según Oliveira-Miranda *et al.* (2010), para el estado Falcón la formación se redujo de 1.007.100 ha en 1988 a 842.200 ha en el año 2010, es decir, hubo una reducción de 164.900 ha equivalentes al 16,4% de la extensión original en 32 años, lo que representa una disminución interanual de 5.153,13 ha. Asimismo, Zager y Carrasquel (2010) en su estudio sobre las afectaciones de cardonales y espinares en la zona centro-norte del estado Falcón (excluyendo a la Península de Paraguaná), calcularon una reducción de 16,58% en un lapso de 10 años (1991 – 2001). Esto es indicativo de que la zona de Paraguaná no es la que está contribuyendo mayormente a la tasa de desaparición de la cobertura de arbustales espinosos del estado Falcón. Eso a pesar de factores de estímulo tales como la subida del precio del petróleo ocurrida en el período 2004 al 2011 y los incentivos de la Zona Libre de Paraguaná.

Estos resultados sugieren que la Península se comportó en el período estudiado como una zona relativamente aislada de la actividad económica general del estado y del país, aspecto éste que si bien escapa a los objetivos de la presente investigación, su consideración y análisis contribuiría a un mejor entendimiento de la dinámica económica de este territorio, sus flujos migratorios y las fuerzas subyacentes que potencial o actualmente promueven los cambios de uso de la tierra y que afectan al ecosistema.

Sin embargo, teniendo en cuenta la situación estratégica de la Península como zona fronteriza, turística y la presencia de la industria petrolera, es un territorio clave para el fomento de las actividades económicas regionales y del país. El eje Punta Cardón – Punto Fijo – Los Taques se convirtió en la concentración de población más importante del estado Falcón, estimulado por el Centro de Refinación Paraguaná

(CRP) y el impulso dado por la Zona Libre para el Fomento de la Inversión Turística en la Península de Paraguaná en el año 1998 (MINTUR, 2008). Hoy en día se busca reactivar a Paraguaná en el marco de la ABRAE ZIT Península de Paraguaná y el proyecto de Ley Orgánica de Zonas Económicas Especiales (ZEE). De tal manera que los hallazgos de la presente investigación, pudieran estar reflejando una situación coyuntural que va en favor de la permanencia de la vegetación natural mientras no se reactiven las fuerzas de cambios de uso de la tierra.

En la presente investigación, es de hacer notar que se observaron algunos signos de recuperación natural de áreas parceladas presumiblemente en estado de abandono. Por otra parte, las circunstancias económicas coyunturales pueden incentivar más aún a la población a recurrir a la tala, quema u otras formas de intervención, como medios de obtención de terreno y recursos adicionales (por ejemplo, para sustituir el gas doméstico), lo cual puede acelerar los procesos de degradación de la vegetación, sin embargo su localización y la extensión de los efectos son difíciles de evaluar.

La persistencia del ecosistema árido depende de la acumulación suficiente de reservas para recuperar la biomasa original en el período favorable. Todo factor que altere el proceso natural (manejo del suelo que reduzca la entrada de agua al sistema) o la cantidad de reservas (sobrepastoreo o cosecha excesiva de la biomasa verde causará la disminución de la producción en el siguiente período favorable (Matteucci *et al.*, 1977, citado en Matteucci y Colma, 1997).

Oliveira-Miranda *et al.* (2010) señalaron que alrededor del 90% de la superficie ocupada por la formación de arbustales espinosos en el estado Falcón presenta algún nivel de modificación y alrededor del 43% tiene una intervención alta a muy alta. El ecosistema xerófilo de la Península se ha visto tradicionalmente afectado por las actividades antrópicas y dicho proceso continúa sin que necesariamente resulte en un reemplazo de la cobertura vegetal, por lo que no hay que desestimar las afectaciones producto de las intervenciones antrópicas que coexisten con el ecosistema, pero que pueden estar alterando seriamente su estructura y funcionamiento, como son el caso de la tala y la ganadería extensiva.

Solamente a través del tiempo se podrá determinar el efecto de las variables socioeconómicas, con posibles proyectos que requieran espacios a costa de las áreas ocupadas por el ecosistema xerófilo. Todos estos escenarios plantean la necesidad de

adelantar de forma activa políticas de desarrollo y compromiso con la conservación de estos espacios ocupados por el ecosistema xerófilo.

7.2 CONSERVACIÓN DE LOS CACTUS COLUMNARES

Las cactáceas columnares, popularmente conocidas como cardones, son las plantas más conspicuas y abundantes en las zonas áridas y semiáridas del país.

Desde el punto de vista social y económico, los cardones tienen una elevada relevancia en la Península y la región. En varias localidades, entre ellas, Moruy, Pueblo Nuevo y El Vínculo, se elaboran tradicionalmente elementos de mobiliario a partir de ellos, tales como sillas, taburetes y mecedoras, que forman parte del acervo cultural y arte popular de Venezuela (Acosta, 2016).

Más allá de su valor indiscutible como recurso utilizado por la población, estas plantas representan elementos clave de la ecología en las zonas áridas y semiáridas. Su fenología reproductiva y las condiciones microambientales que propician la supervivencia de sus plántulas en la Península, han sido objeto de estudio (Nassar y Emaldi, 2008), determinándose que estas especies tienen un poder regenerativo elevado, pero existen condicionantes de luz, humedad y sombra para la germinación y viabilidad de las plántulas, además de que su supervivencia se ve afectada por la herbivoría de insectos y vertebrados silvestres y domesticados. Estas características resaltan la importancia de profundizar en el conocimiento de la ecología de estas plantas y los factores que determinan su sobrevivencia.

Si se analiza la distribución de los cardones en la Península de Paraguaná según la caracterización de especies dominantes realizada por Mogollón *et al.* (2016), la mayor densidad de la cobertura en el área central y norte de la Península donde se distribuye el cardonal arbustal, se relaciona con unas mejores condiciones de sombra y humedad, que favorecen la germinación y crecimiento de las plántulas de las cactáceas columnares. Ello explicaría la mayor distribución de especies de cardones en esta área, al punto de que las hace dominantes en la formación, en contraste con lo observado en el sector oeste, donde los cardones presentan una distribución más limitada, en parches ralos, como posible resultado de las condiciones excesivamente secas del suelo y la escasa sombra. Estas condiciones limitan la germinación exitosa de las semillas y el crecimiento de plántulas, a lo cual se agrega la dificultad de

regeneración vegetal a causa de la intensa herbivoría de caprinos y otras especies animales.

Desde el punto de vista de la fauna, la cobertura xerófila y en particular los cardones, aportan frutos, néctar y polen, que representan una fuente importante de proteína, agua y nutrientes. Ello favorece, principalmente, a los murciélagos y las aves, los cuales fungen como agentes polinizadores y dispersores de las semillas, lo cual resulta en beneficio de la propia vegetación (Nassar *et al.*, 1997; Soriano *et al.*, 1991; Soriano y Ruiz, 2003).

Es por ello, que se ha venido destacando en esta investigación, la relación de elevada dependencia de algunos murciélagos de la Península con los cactus columnares, particularmente es el caso del murciélago nectarívoro común, *Glossophaga longirostris* y del murciélago cardonero, *Leptonycteris curasoae*, catalogado como “Vulnerable” (Rodríguez *et al.*, 2010). Ambas especies habitan en las cuevas del Santuario de Fauna “Cuevas de Paraguaná” y son importantes agentes polinizadores y dispersores de las semillas de estas plantas (Delfín *et al.*, 2011; Molinari *et al.*, 2012). Esta estrecha relación funcional planta-animal con los cardones los resalta como elementos fundamentales del ecosistema y necesarios para los objetivos de conservación de la fauna protegida de Paraguaná.

De ahí que además del Santuario, sus áreas contiguas xerófilas sean de interés como complemento del mismo en sus objetivos de protección de los murciélagos y deban estar también sujetas a medidas de conservación, si se pretende asegurar la sobrevivencia y permanencia en este ecosistema de estos animales. Es oportuno señalar que existe una certificación internacional AICOM-VE-002 otorgada con fecha 09 de mayo de 2013, según la cual, se reconoce al “Sistema Cavernario de la Península de Paraguaná”, Venezuela, como un área importante para la conservación de estos animales, que depende de que dispongan de un ambiente adecuado para su sobrevivencia.

7.3 ASIGNACIONES DE USO

Según el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Falcón POTEF (Gobernación del Estado Falcón, 2019), en el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná existe una serie de asignaciones de uso, entre las que destaca la denominada “Unidad de Desarrollo Rural (UDR)”, que abarca una gran extensión territorial de las tierras

planas con alturas menores a los 50 m s.n.m. y algunos sectores de colinas de poca elevación, con lo cual, esta unidad comprende en su mayor parte, una cobertura de vegetación xerófila.

La UDR es, desde el punto de vista de su distribución espacial y las asignaciones de uso señalados en el POTEF, una unidad coherente con el objetivo del ABRAE ZIT Península de Paraguaná y su Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU). Según el PORU, el objetivo específicamente de la UDR es desarrollar el espacio rural, aunque acota “promoviendo el uso racional de los recursos naturales no renovables y aplicando medidas de control ambiental, con el fin de corregir, mitigar y prevenir los impactos negativos sobre ese territorio”.

Según el PORU de la ZIT Península de Paraguaná (2014), las asignaciones de uso de la UDR abarcan los siguientes: Agrícola de cultivos de zonas áridas y ciclo corto, agroturístico, instalación de zocriaderos, recreacional e industrial asociados al agro, así como residencial. En los usos compatibles, se contemplan, el conservacionista de protección de ecosistemas frágiles y paisajes excepcionales, refugio de fauna silvestre, energía alternativa (solar y eólica), residencial turístico, ganadería semi-intensiva de vacunos, ganadería intensiva, semi-intensiva y extensiva de caprinos y ovinos, ganadería intensiva de porcinos, avicultura, protector de parques y monumentos naturales, educacional e investigación científica, energía alternativa, minero (minerales no metálicos) y explotación industrial de salinas. A estos usos se agrega como condicionantes, que las actividades se ajusten a la normativa legal y que generen un mínimo impacto, particularmente el minero, el turístico, ganadería intensiva de porcinos y avícola y conservación y preservación de ecosistemas frágiles.

Asimismo, en el POTEF se expresan proyectos de interés socio productivos para la UDR, que abarcan el desarrollo endógeno de las comunidades, producción de melón para exportación, reactivación de cultivos tradicionales (tales como la Lechosa Paraguanaera, millo, cucurbitáceas), captación y uso eficiente del recurso agua con fines de riego, fortalecimiento de infraestructura de dotación de servicios e infraestructura turística, así como la mejora en la producción agrícola y pecuaria.

Estos proyectos de desarrollo económico demandarán inevitablemente terrenos en detrimento del ecosistema xerófilo. No obstante, cabe resaltar que esta área identificada como UDR no es realmente homogénea desde el punto de vista físico-

natural, tal como se ha venido demostrando en esta investigación, con lo cual, la respuesta del medio ante las intervenciones puede ser diferente entre los espacios.

Según los cálculos de esta investigación basados en el PORU de la ZIT Península de Paraguaná (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2014), el 83,05% (140.500,67 ha) de los arbustales espinosos de la Península se ubica en la UDR. Por otra parte, tomando como referencia la superficie de 842.200 ha de arbustales xerófilos en el estado Falcón, los datos aportados en esta investigación revelan que sólo esta unidad de ordenación de la ZIT estaría comprendiendo el 16,68% de este ecosistema, lo que significa una representación territorial importante del ecosistema xerófilo en el estado Falcón, a ser reevaluada con miras a alcanzar un compromiso entre el desarrollo y la protección de ese ecosistema.

El patrón espacial de desarrollo agrícola en la Península guarda relación con el gradiente de aridez, lo que ha llevado a un importante reemplazo del ecosistema en zonas más favorables desde el punto de vista de la humedad y los suelos (sectores centro y este). Así, en el noreste, oeste y suroeste de la Península ha sido y sigue siendo de un uso limitado por las condiciones físico-naturales fuertemente restrictivas para el desarrollo económico, donde se presenta la mayor vulnerabilidad de los suelos y la vegetación. Según se observó en esta investigación y basados en el patrón de densidades de usos, es posible reconocer variaciones espaciales que no se reflejan en la UDR.

Por ende, los tipos y diversidad de usos posibles permitidos coloca claramente al ecosistema xerófilo en una posición vulnerable y lo expone a reemplazos de su cobertura ante el avance de los proyectos de desarrollo e intervención ambiental, cuya minimización y prevención de otros impactos, se pudiera lograr si son respaldados con el estudio técnico necesario o estudio de impacto ambiental, en los que se tome en cuenta la capacidad del recurso vegetación para absorber las afectaciones en su intensidad, extensión, duración y posibilidades de recuperación.

Es así como enmarcados dentro de la UDR, se evidencian diferencias ecológicas territoriales que han de influir en la capacidad del medio para absorber las intervenciones ambientales y por tanto, en las posibilidades de aprovechamiento del territorio y sus recursos. Esta relación es importante para la definición de una zonificación de uso de la tierra más realista, ajustada a estas realidades ecológicas en procura de una optimización del espacio geográfico de acuerdo a las potencialidades

de esta unidad. Tal como ha señalado Méndez Vergara (2000) respecto a la visión de planificación territorial, no debe haber una separación entre las consideraciones de carácter socio-económico y la base de sustentación ecológica del territorio. La extensión de arbustales espinosos en Paraguaná es apreciable, pero ello no debe ser visto como una situación favorable para implementar en los terrenos que ocupa, intervenciones humanas sin criterios de mitigación de las afectaciones que se causen a este ecosistema.

Recordemos, además, que según esta investigación, la superficie de arbustales espinosos que se encuentra bajo las figuras legales de protección (ABRAE) de la Península de Paraguaná es de apenas 1.731,10 ha equivalentes al 1,02%. Tal como ha sido señalado por Oliveira-Miranda *et al.* (2010) y a pesar de las características ecológicas particulares y los servicios ambientales que provee, el ecosistema xerófilo es uno de los más amenazados del país y con menor representación en el conjunto de áreas protegidas.

En esta investigación se identificaron las áreas donde la cobertura del ecosistema xerófilo aún mantiene una importante representación. Estas áreas al norte, noroeste y oeste de la Península ofrecen una muy baja potencialidad agrícola, con comunidades xerófilas que varían fisonómicamente y florísticamente, con espacios vulnerables a la desertificación. Por ello, esta zona es muy adecuada para el desarrollo de programas de conservación y protección del ecosistema xerófilo, que deben lidiar menos con posibles amenazas a causa de proyectos de desarrollo e intervención ambiental. Son espacios propicios para la permanencia de una comunidad vegetal natural y protectora de los suelos, con usos compatibles turísticos y de educación e investigación.

Al proteger esta importante cobertura del ecosistema xerófilo que además conecta a las cuatro cuevas del Santuario, se estaría asegurando recursos para estos animales en sus desplazamientos en la Península. Se consigue con ello una estrategia de conservación ambiental, que considera una ampliación ecológica de los espacios y una conectividad que promueve la integridad ecológica entre áreas protegidas de la Península.

La zona con niveles medios de densidad de uso en el sector central y suroeste de la Península es intermedia en cuanto al nivel de afectación del ecosistema xerófilo. El patrón de uso de la tierra indica que las formaciones vegetales xerófilas de esta zona se encuentran bajo situación de amenaza, lo que sugiere la necesidad de desarrollar

pautas en ella orientadas a la protección y manejo en favor del ecosistema xerófilo para evitar mayor deterioro o desaparición del mismo.

Esta condición hace complejo su manejo ambiental, el cual debe estar soportado por un programa agrícola centrado en prácticas agroecológicas, con cultivos alternativos poco demandantes de agua y que no deterioren el suelo. Este programa debe estar acompañado al mismo tiempo de un fuerte programa de educación ambiental.

Finalmente, se encuentra la zona de baja densidad de uso al sur y sureste de la Península. Esta zona es una oportunidad para desarrollar un enfoque conservacionista antes de avanzar en proyectos de desarrollo que suplanten al ecosistema xerófilo y además evitar en el sector oeste las amenazas por la cercanía con las expansiones urbanas y los avances en la desertificación al tratarse de suelos muy vulnerables por su escasa cobertura.

Con lo antes expuesto, se puede avizorar que Paraguaná puede convertirse en un área modelo en el país para una nueva forma de planificación territorial, en la que el interés de conservar el ecosistema xerófilo y prevenir los procesos de desertificación, jueguen también un rol prioritario.

Visto en términos de la planificación basada en las potencialidades y restricciones de los suelos, el sector noroeste, oeste y suroeste de la Península, son los que presentan las mayores limitaciones físico-naturales y coinciden con áreas donde permanecen aún extensiones apreciables de la vegetación xerófila. Estas condiciones naturales restrictivas, junto con el escaso desarrollo vial, particularmente hacia el noroeste, dificultan el avance de actividades antrópicas en dichos espacios geográficos y, por consiguiente, disminuyen los riesgos de pérdidas de superficie del ecosistema xerófilo. Esto coloca a estos espacios en una posición ventajosa en el marco de una planificación y diseño de programas de manejo y control dirigidos a la conservación de la biodiversidad xerófila de la Península de Paraguaná.

En contraste, no se consideran relevantes para fines de la búsqueda de fórmulas de protección del ecosistema xerófilo de Paraguaná, los espacios urbanos al suroeste (eje Punta Cardón-Punto Fijo-Los Taques) y los sometidos a un denso uso agrícola en el área central y este de la Península, donde ha habido un reemplazo total y extensivo de cobertura de arbustales espinosos o donde ésta se encuentra en un estado de fuerte alteración y fragmentación, que claramente está exponiendo al área a procesos de desertificación (Rivas y Mogollón, 2015).

7.4 ABRAE

Los resultados derivados de esta investigación muestran que las ABRAE con fines protectores en el área de estudio (Parque Nacional Médanos de Coro, Monumento Natural Santa Ana, Monumento Natural “Montecano”, Refugio de Fauna Silvestre Laguna de Boca de Caño y Santuario de Fauna “Cuevas de Paraguaná”), cubren una superficie extensión muy baja del territorio (7.359,82 ha) y que además, según los cálculos para el año 2018, apenas 1.731,10 ha (1,02%) de los arbustales espinosos se encuentran resguardados dentro de estos espacios naturales protegidos.

El déficit de ABRAE en la Península de Paraguaná ha sido también señalado previamente por otros autores, como Molinari *et al.* (2012) y Rivas y Mogollón (2015). Por otra parte, existe una propuesta para la creación de un Refugio de Fauna en Cabo San Román, según el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Falcón y una Zona Protectora de Salinas, en un ancho de 250 m (Gobernación del Estado Falcón, 2019). Tal como se señaló, ninguna ABRAE con objetivos protectores en la Península está dirigida a la conservación del ecosistema xerófilo.

Es así como el destino e integridad de los mayores espacios ocupados por el ecosistema xerófilo se encuentran condicionados a las actividades y proyectos de desarrollo permitidos según el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Falcón y el PORU de la ZIT Península de Paraguaná, como instrumentos que reglamentan el uso de estos espacios.

Se tiene que cualquier nueva propuesta tendría que pasar por criterios de viabilidad técnica, institucional, financiera y social. Desde el punto de vista técnico, la sustentación sobre la base de la importancia de este ecosistema ha sido insistentemente expuesta en esta investigación, no obstante, debido a las intervenciones que tradicionalmente han ocurrido en este ecosistema, difícilmente se podría hallar un área de arbustales xerófilos prístina o primaria que sustente una propuesta de ABRAE con objetivos estrictos de protección del ecosistema. Una figura de ABRAE con objetivos estrictamente protectores presenta la dificultad de ser restrictivo respecto a las actividades humanas en sus espacios, lo cual la puede hacer política y socialmente inviable.

La población ha coexistido y se ha adaptado a las condiciones áridas de la Península de Paraguaná. Resulta por ello poco probable encontrar un área prístina del

ecosistema en la planicie, donde justamente se asienta mayormente la población, con lo cual la aceptación social tan indispensable, estaría seriamente comprometida si se plantea una alteración en sus modos de vida. Es por ello que cualquier propuesta de conservación del ecosistema xerófilo de Paraguaná debe ser compatible y aceptada por la población residente. Asimismo, no se trata sólo de contar con la declaratoria de una ABRAE, sino de ejercer efectivamente su gestión, lo cual pasa por el necesario soporte institucional para lograr con efectividad la función protectora requerida.

Entre las figuras de ABRAE contempladas en el marco jurídico venezolano, destaca la Reserva de Biosfera como una alternativa posible para integrar al ecosistema xerófilo a una estrategia de conservación que le de su justa importancia a pesar de su comprometido estado de conservación.

La Reserva de Biosfera (RB) es una figura establecida por la UNESCO como parte de su Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB), en la búsqueda de una fórmula para conciliar la conservación de la biodiversidad, con el desarrollo económico y social y el mantenimiento de los valores culturales asociados. Estas reservas forman la denominada Red Mundial de Reservas de la Biosfera (UNESCO, 2020).

En las RB el concepto de desarrollo sostenible es central. La siguiente información expone algunas de las características de las mismas obtenidas de los estatutos de la Red (UNESCO, 2020):

Según el artículo 3, las RB combinan tres funciones:

“Conservación.- Contribuir a la conservación de los paisajes, los ecosistemas, las especies y la variación genética;

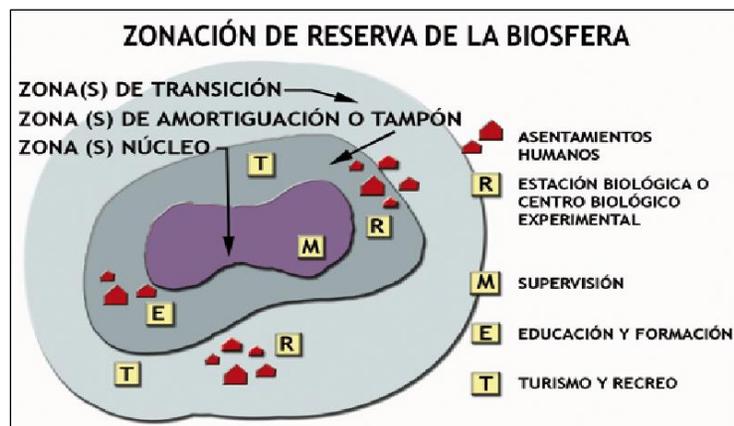
Desarrollo.- Fomentar un desarrollo económico y humano sostenible desde los puntos de vista sociocultural y ecológico;

Apoyo logístico.- Prestar apoyo a los proyectos de demostración, de educación y capacitación sobre el medio ambiente y de investigación y observación permanente en relación con asuntos locales, regionales, nacionales y mundiales de conservación y desarrollo sostenible”.

De acuerdo con el artículo 4, la designación de una zona como Reserva de Biosfera ha de satisfacer los siguientes criterios:

1. Contener un mosaico de sistemas ecológicos representativo de regiones biogeográficas importantes, que comprenda una serie progresiva de formas de intervención humana.
2. Tener importancia para la conservación de la diversidad biológica.
3. Ofrecer posibilidades de ensayar y demostrar métodos de desarrollo sostenible en escala regional.
4. Tener dimensiones suficientes para cumplir las tres funciones de las reservas de biosfera establecidas en el artículo 3.
5. Cumplir las tres funciones mediante una división por zonas, a saber: a) una o varias **zonas núcleo** jurídicamente constituidas, dedicadas a los objetivos de conservación, b) una o varias **zonas tampón**, circundantes o limítrofes de las zonas núcleo, donde sólo puedan tener lugar actividades compatibles con los objetivos de conservación y c) una **zona exterior de transición** donde las autoridades públicas, las comunidades locales y las empresas fomenten y practiquen formas de explotación sostenible de los recursos (Figura 27).

Figura 27. Zonificación de las Reservas de Biosfera.



Fuente: del Valle Melendo y García Atarés (2015).

6. Disponer de sistemas organizativos que faciliten la integración y participación de una gama adecuada de sectores (autoridades, comunidades locales, entes privados).
7. Haber tomado medidas para dotarse de sistemas de gestión de los usos y actividades en las zonas tampón, una política o planes de gestión cónsonos con la reserva, una autoridad o dispositivo institucional encargado de aplicar esta política y planes y programas de investigación, observación permanente, educación y capacitación.

En Venezuela, las Reservas de Biosfera forman parte de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial establecidas en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio LOOT (Congreso de la República de Venezuela, 1983), la cual, según el artículo 16, apartado 9, las define como las *“compuestas por aquellas zonas en la que se combinan la presencia de biomasas naturales que deben ser preservadas por su alto valor científico y biológico, con la presencia de poblaciones locales caracterizadas por modos de vida en lo económico, social y cultural, que configuran un especial sistema de relaciones hombre-espacio”*.

Si se analizan los requisitos para considerar a un área como una reserva de biosfera respecto a las características de la Península de Paraguaná, esta región del país cumple en principio con algunos de los mismos, incluyendo muestras de ecosistemas de suma importancia desde el punto de vista de la biodiversidad y el endemismo, que se encuentran protegidos. De tal manera que la condición de zonas núcleo, existe en las cinco ABRAE de alta protección que se encuentran allí decretadas: Parque Nacional Médanos de Coro, Monumento Natural Cerro Santa Ana, Refugio de Fauna Silvestre Boca de Caño, Santuario de Fauna Silvestre “Cuevas de Paraguaná” y Monumento Natural “Montecano”.

Sin embargo, una de las dificultades que se hace evidente en el caso de la Península, es la existencia de estas ABRAE de protección como islas ecológicamente desconectadas entre sí e inmersas en una matriz de coberturas con variadas formas de intervención humana, sin que exista una visión sistémica para su uso sostenible.

Desde el punto de vista de cumplimiento de la zonación que requiere una reserva de la biosfera, se cuenta entonces con las ABRAE existentes como zonas núcleo. Adicionalmente, en la Península existen varios niveles de intervención que pudieran ser objeto de su consideración como zonas de amortiguación y transición, atendiendo a un nivel creciente de uso. Estas características fueron observadas y expuestas en la presente investigación, en la que se distinguieron tres niveles de afectación de las coberturas utilizando como indicador las densidades de uso (Figura 25).

Martino (2009) planteó una propuesta para crear una reserva de biosfera en la Península de Paraguaná, lo cual constituye una plataforma inicial a tener en cuenta en este sentido.

CAPÍTULO VIII

8 CONCLUSIONES

El ecosistema xerófilo es una formación de distribución limitada en Venezuela, que se encuentra amenazada por las actividades humanas y que ha sido escasamente protegida. Esta realidad nacional se manifiesta en la Península de Paraguaná, donde el ordenamiento territorial propicia las afectaciones en áreas donde esta formación está presente, lo cual resulta en pérdidas del ecosistema.

En tal sentido, esta investigación proporcionó información desde el punto de vista espacial y temporal acerca del ecosistema xerófilo y sus afectaciones en la Península de Paraguaná, así como bases para avanzar en la conservación y protección de este ecosistema en la Península.

En la investigación se resalta la importancia del ecosistema xerófilo por tratarse de una formación poseedora de una biodiversidad condicionada y adaptada a ambientes áridos, por su estrecha relación funcional con los murciélagos nectarívoros y frugívoros de la Península de Paraguaná que hacen vida en el Santuario de Fauna “Cuevas de Paraguaná” y su relevancia para la prevención de los procesos de desertificación, así como por su condición de amenaza y escasa protección.

En la Península de Paraguaná, desde el punto de vista de la distribución espacial del ecosistema xerófilo, destaca principalmente, un patrón característico que se corresponde con la disponibilidad de humedad en la Península y un gradiente decreciente en sentido Este-Oeste. Las comunidades arbustivas espinosas de mayor densidad se desarrollan básicamente en las zonas este, norte, sureste y centro de la Península, mientras que los arbustales espinosos medios y ralos se ubican hacia los sectores noroeste, oeste y suroeste, donde las condiciones climáticas y de suelos son de mayor aridez.

En el año 2003 existía en la Península de Paraguaná, una extensión de vegetación natural que alcanzaba una superficie de 180.468,44 ha, equivalente al 70,12% de la misma, de las cuales las comunidades xerófilas abarcaban la mayor extensión de la Península (67,87%), distribuida en arbustales espinosos densos (37,71%), arbustales espinosos medios (17,23%) y arbustales espinosos ralos (12,93%). Las comunidades boscosas (nublado, semideciduo, deciduo, semideciduo-deciduo y manglar) y el

herbazal litoral en su conjunto representaron en ese año 5.794,88 ha equivalentes a apenas el 2,25% del área en estudio y el 3,21% de la vegetación natural. Estos datos muestran la amplia predominancia del ecosistema xerófilo en la Península de Paraguaná.

Para el año 2018, la cobertura vegetal natural de la Península de Paraguaná disminuyó a 174.987,39 ha equivalentes al 67,97% de la misma y la reducción de la cobertura natural ocurrió básicamente a costa de las comunidades xerófilas, ya que su extensión en ese año fue de 169.180,15 ha. Esto representa una disminución de 5.493,41 ha de su cobertura en 15 años, equivalente al 3,04% de la superficie total vegetal original y al 3,14% de la superficie propiamente de arbustales espinosos determinada en el año 2003. Visto en términos de una tasa de pérdida, significaría que hubo, en promedio, una reducción interanual de 366,23 ha del ecosistema xerófilo en Paraguaná en un lapso de 15 años, ello a causa principalmente de las actividades agrícolas y, en segundo orden de importancia, por el desarrollo urbano.

Se determinó que en los sectores al norte, noroeste y oeste de la Península, además de espacios en el sur y sureste de la misma, aún permanecen extensiones importantes del ecosistema ya que en ellos las afectaciones por pérdidas de vegetación debido al uso de la tierra son relativamente menores.

Las formaciones más afectadas en términos absolutos fueron los arbustales espinosos densos, sin embargo los espinares ralos fueron mayormente afectados en términos relativos debido a su menor extensión, cuya causa se debe a la actividad urbana del suroeste de la Península.

El sector de la Península localizado entre el suroeste urbano y las áreas agrícolas del centro y este de la Península, exhibe importantes afectaciones por reemplazo de la cobertura vegetal y la consecuente fragmentación del ecosistema xerófilo. No obstante, en este sector aún se observan remanentes importantes de la cobertura vegetal, la cual incluye formaciones de cardonal de interés para los murciélagos de la Península.

Los cálculos para el año 2018, revelan que apenas 1.731,10 ha (1,02%) de los arbustales espinosos se encuentran resguardados dentro de los espacios protegidos conformados por las ABRAE. Se puede entonces afirmar que el ecosistema xerófilo carece prácticamente de protección en la Península, a pesar que sobre él están ocurriendo diversas afectaciones por las intervenciones que ya vienen ocurriendo y

las amenazas que se ciernen sobre el mismo, debido a los proyectos de variada índole implementados y que se pudieran implementar en sus espacios.

Si bien la tasa de disminución calculada en esta investigación resultó muy baja comparada con otros datos aportados para el estado Falcón, los hallazgos indican que el ecosistema xerófilo de Paraguaná no parece encontrarse por los momentos bajo una amenaza importante de desaparición, si se compara con la cifra de 16,4% de disminución para todo el estado en 32 años (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010). Por ende, la zona de Paraguaná no es la que parece estar contribuyendo mayormente a la tasa de desaparición del ecosistema xerófilo del estado Falcón. Esta condición pudiera, en principio, parecer un factor favorable para la natural conservación del ecosistema xerófilo de Paraguaná sin mayores esfuerzos. No obstante, ese enfoque es limitado y poco previsor, por cuanto ello pudiera ser reflejo de una situación coyuntural con un potencial de cambiar drásticamente a futuro y si la amplia gama de actividades permitidas en el marco del ordenamiento territorial de la Península se materializan en los espacios ocupados por este ecosistema. Hay que tener en cuenta que una proporción muy baja de los arbustales espinosos de la Península (1,02%) se encuentra resguardada dentro de los linderos de las ABRAE con fines prioritarios de conservación y la mayor parte se encuentra en una unidad centrada en objetivos de desarrollo rural de acuerdo con el POTEF (Gobernación del Estado Falcón, 2019) y el PORU de la ZIT Península de Paraguaná (Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela, 2014).

Por otra parte, esta investigación reveló que existe una heterogeneidad ambiental de la planicie aluvial mayor que la que maneja el ordenamiento territorial de la Península de Paraguaná, en un paisaje donde el ecosistema predominante es xerófilo. Las características ecológicas del ecosistema xerófilo y otros aspectos dependientes de él en sus variaciones espaciales, como son las reservas de carbono del suelo y la exposición a la desertificación, definen la sensibilidad ecológica de las áreas, las cuales deben tenerse en cuenta para establecer las capacidades y limitaciones de este territorio y sus asignaciones de uso; además de servir de base para los estudios de impacto ambiental de los proyectos de desarrollo en la planicie.

En este sentido, se puede concluir que el ecosistema xerófilo no está adecuadamente protegido con los actuales instrumentos de ordenación territorial, los cuales privilegian el aprovechamiento agrícola y, la conservación de la biodiversidad,

apenas en las zonas boscosas, costeras y en pequeñas áreas de la planicie donde se encuentran las cavernas.

Desde el punto de vista metodológico, se concluye que las tecnologías de percepción remota, geoprocésamiento y los sistemas de informaci3n geogr3fica utilizados en este estudio, constituyen herramientas esenciales para proveer datos geogr3ficos y manejar grandes volúmenes de informaci3n ambiental de la Península de Paraguaná en la caracterizaci3n y evaluaci3n de los cambios espacio-temporales de la vegetaci3n y los usos de la tierra; así como insumos necesarios para la planificaci3n territorial y la evaluaci3n de políti3cas de conservaci3n y de gesti3n de sus áreas naturales.

CAPÍTULO IX

9 RECOMENDACIONES

Se recomienda avanzar en las medidas de conservación y protección del ecosistema xerófilo de Paraguaná, centrando los esfuerzos en las áreas que se extienden en el norte, noroeste y oeste de la Península, así como al sur y sureste de la misma, donde aún permanecen extensiones importantes del ecosistema. Asimismo, incorporar en las medidas de conservación, el área xerófila que se extiende entre el suroeste densamente urbanizado y las áreas agrícolas del centro y este de la Península, donde a pesar de las intervenciones, el uso agrícola aún no es extensivo y aún permanecen superficies importantes del ecosistema xerófilo, incluyendo cardonales de interés para la conservación de los murciélagos. Para no comprometer más a estas formaciones xerófilas remanentes, esta área requiere con urgencia la implementación de formas de aprovechamiento sostenibles y puede ser identificada como una posible área de amortiguamiento.

Se propone una consideración especial para la protección de los cardones. Estas plantas se encuentran diseminadas en la Península y pueden encontrarse de forma tanto aislada como agregada. El aprovechamiento de los individuos pudiera estar sujeto a un instrumento que lo norme y con ello, asegurar la permanencia del recurso. También, analizar opciones como la propuesta por Molinari *et al.* (2012), que proponen la selección *in situ* de variedades mejoradas de estas cactáceas para la producción de frutos, creando así una alternativa a cultivos menos amigables con el ambiente.

Asimismo, a los fines de mejorar la protección del ecosistema xerófilo como un todo, se plantean dos estrategias que no son excluyentes:

- 1) Realizar ajustes sobre el ordenamiento territorial actual.
- 2) Incorporar una nueva ABRAE (Reserva de la Biosfera).

La primera estrategia estaría enfocada en la incorporación de criterios ecológicos para la conservación de este ecosistema como parte de la zonificación territorial vigente. Se cuenta con una publicación reciente del Plan de Ordenación del Estado (cita) y el PORU de la ZIT Península de Paraguaná, cuya última actualización fue realizada en el año 2014 (cita), con lo cual es oportuna su revisión. Esta investigación muestra una

heterogeneidad en la distribución espacial del ecosistema xerófilo y otros factores físico-naturales de la planicie que no se expresan en la delimitación actual de zonificación de la Unidad de Desarrollo Rural de la ZIT.

La última actualización del PORU de la ZIT Península de Paraguaná, fue realizada en el año 2014, con lo cual es oportuna su revisión. En estos ajustes se debe valorar de nuevo el territorio con una mayor información sobre sus características heterogéneas y la base de sustentación ecológica donde se desarrolla el ecosistema xerófilo.

Con apoyo de un estudio técnico y criterios que tomen en cuenta, entre otros aspectos, las variaciones de cobertura que se observan en los arbustales espinosos y su correspondiente riqueza florística, complejidad estructural, biodiversidad, vulnerabilidad a la desertificación, servicios ambientales sociales y capacidad para absorber las intervenciones humanas, se reforzarían las bases para una delimitación cónsona con las capacidades ecológicas para el desarrollo sostenible. Denominaciones de sectores como “Área de conservación y desarrollo agro-ecológico del ecosistema xerófilo” o similares, deberían ser incorporadas para destacar el objetivo de desarrollo humano sin comprometer la conservación y manejo del ecosistema.

En todo caso, es necesario apoyarse en un monitoreo de la cobertura vegetal y el uso de la tierra de la Península y al cabo de unos cinco años, revisar si cambió la tasa de pérdida del ecosistema xerófilo y mejoró el nivel de conservación del ecosistema, para establecer si en la Península existen áreas que requieren la declaratoria de un ABRAE diferente dirigida expresamente a la protección del ecosistema xerófilo.

Respecto a la segunda estrategia, se considera poco viable para proteger al ecosistema xerófilo una propuesta de ABRAE de conservación estricta según las establecidas en el marco legal venezolano, por tratarse de una formación ampliamente intervenida e imbuida en espacios rurales sometidos a modalidades agrícolas y de subsistencia que han de ser tomados en cuenta y manejados. Una reserva de biosfera tiene la ventaja de que asume integralmente el desarrollo humano, sin coartarlo. La reserva de la biosfera da la posibilidad además de incorporar a las zonas xerófilas como espacios intermedios donde se permitirían las actividades humanas. En este sentido, el ecosistema xerófilo sería una unidad ecológica relevante en el área de amortiguación, sujeto a un régimen de manejo sustentable.

Asimismo, la condición de relativo aislamiento geográfico de la Península la define como una unidad funcional con dinámica propia en sus procesos naturales y humanos dentro de límites geográficos definidos y teniendo en cuenta que las reservas de la biosfera son flexibles en cuanto a sus dimensiones y particularidades geográficas, toda la Península de Paraguaná puede en principio ser visualizada como una reserva de biosfera para englobar e integrar todos sus procesos.

Pero ya que las reservas de biosfera se centran en un enfoque de participación múltiple, es en este sentido donde estaría el mayor reto para la propuesta. Sin un acuerdo social e institucional, la viabilidad de esta figura estaría comprometida.

Dado lo hasta ahora expuesto, el enfoque para la conservación del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná debería estar más en consonancia con un modelo de manejo integral ecosistémico o enfoque ecosistémico (EE), en el que la población es una parte integral. Este enfoque evitaría recurrir a figuras legales coercitivas y sus dificultades de vigilancia y control, que pudieran resultar inefectivas por el rechazo de las comunidades. Una característica a resaltar del EE, es que éste entiende que los grupos de usuarios definen sus propios ecosistemas en la medida que ellos representan su sustento y sus intereses económicos, es decir, los pobladores construyen su territorio (Shepherd, 2006).

El EE es una opción como modelo de planificación y gestión que pudiera plantearse por primera vez para zonas áridas y semiáridas del país, con la bondad de que es adaptativo en la medida que se profundiza en las variables físicas, biológicas, sociales y económicas de diagnóstico y se ajustan los procesos de gestión.

En todo caso, cualquier nueva iniciativa de conservación que se llegara a plantear para la Península de Paraguaná, tendrá como un reto conciliar el desarrollo con la conservación de las áreas naturales, donde el ecosistema xerófilo deberá ser debidamente tomado en cuenta y protegido.

Se aspira a que la presente investigación sirva como parte de un marco de referencia para las discusiones e identificación de nuevos requerimientos de información que sustenten los criterios de protección y manejo del ecosistema xerófilo de la Península de Paraguaná y contribuyan a mejorar la planificación y gestión ambiental de la Península.

Es de esperar que variados estudios y evaluaciones sean pertinentes para alcanzar un nivel elevado de conocimiento ambiental y una visión holística de la Península y su funcionamiento sistémico, pero ello no necesariamente implica condicionar a su ejecución las decisiones adicionales de conservación en esta área. Una serie de temas de interés a avanzar en el marco de las estrategias de conservación del ecosistema xerófilo en la Península de Paraguaná, debieran incluir los siguientes:

a) Estudios ecológicos y de recuperación

- Identificación de áreas que reúnan los criterios necesarios para ser objeto de una mayor protección (posibles núcleos de conservación del ecosistema xerófilo).
- Identificación de áreas del ecosistema xerófilo de interés para su recuperación. Regeneración natural e inducida.
- Patrones de desplazamiento de los murciélagos frugívoros-nectarívoros de la Península de Paraguaná, identificación de los espacios preferidos de alimentación.

b) Estudios sobre los usos de la tierra

En la presente investigación se puso de relieve que el uso agrícola ha sido la causa principal de afectación del ecosistema xerófilo, por lo cual, se justifican los esfuerzos en términos de lograr una agricultura sostenible. Entre los temas de interés a profundizar están:

- La visión de la población respecto a su entorno, los lugares y costumbres de aprovechamiento de los recursos del ecosistema xerófilo. Reconocimiento de prácticas sostenibles e identificación de alternativas.
- La revisión de los proyectos de desarrollo agrícola y los estudios de impacto ambiental asociados.
- El seguimiento espacio-temporal de la dinámica agrícola (monitoreo).

c) Ordenación del territorio

- Revisión/actualización del PORU de la ZIT Península de Paraguaná, con énfasis en:
 - a) Revisar la Unidad de Desarrollo Rural. Incorporación de criterios con base ecológica.

- b) Dar prioridad a la ocupación urbana de espacios de suelo desprovisto de vegetación, antes que a áreas donde aún permanece el ecosistema xerófilo, esto particularmente en el sector suroeste de la Península.
- Análisis de factibilidad de crear una reserva de la biosfera en la zona.

d) Sistema de soporte para la gestión ambiental

- Revisión del sistema institucional de soporte para las actividades de conservación en la Península. Identificación de requerimientos, viabilidad.
- Identificación de nuevos actores e instituciones públicas y privadas, dispuestos a comprometerse con la conservación ambiental de la Península.

e) Educación ambiental

El uso turístico es un tema central para el desarrollo social y económico de la Península de Paraguaná, no obstante, la visión sobre el ecosistema xerófilo debe ser mejorada; “conocer para respetar”, ha de ser una premisa para este ecosistema a través de:

- La sensibilización de la población local adulta, así como a nivel de las escuelas.
- La sensibilización del público turista, utilizando recursos como los carteles viales y la promoción de las rutas turísticas en el ecosistema xerófilo.
- La preparación y promoción de rutas turísticas a través del ecosistema xerófilo de la Península.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, L. (2016). *Guía del Arte Popular y la Artesanía de Venezuela* [Consulta en línea]. Disponible en https://issuu.com/artepopulardevenezuela/docs/gu__a_del_arte_popular_y_la_arte_san/54
- ANDRADE PÉREZ, A. (Ed.). (2007). *Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica*. CEM-IUCN-PNUMA-Instituto Alexander von Humboldt-Tropenbos International. CEM - IUCN. Bogotá, Colombia. 87 p.
- ANSELIN, L. (1989). What is Special About Spatial Data? Alternative Perspectives on Spatial Data Analysis. En *Symposium on Spatial Statistics, Past, Present and Future*. Department of Geography, Syracuse University. Recuperado de <https://escholarship.org/uc/item/3ph5k0d4>
- ARANGO GUTIÉRREZ, M., BRANCH BEDOYA, J.W. y BOTERO FERNÁNDEZ, V. (2005). Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: “Landsat – ETM”. *Rev. Fac. nal. Agr. Medellín* 58 (1): 2611 – 2634.
- ARMAS, M., ABOGADO, M., MÉNDEZ, M., DÍAZ, N. y LANZ, S. (2003). *Estrategias de Ordenación Territorial para la Subregión Península de Paraguaná*. Mimeografiado. Universidad Central de Venezuela, Escuela de Geografía. Caracas, Venezuela. 133 pp.
- ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2006). *Ley Orgánica del Ambiente*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.833 Extraordinario del 22 de diciembre de 2006. Caracas.
- ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2008). *Ley de Gestión de la Diversidad Biológica*. Gaceta Oficial N° 39.070 del 1^o de diciembre de 2008. Caracas.
- ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2009). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Gaceta Oficial N° 5.908 del 19 de febrero de 2009. Caracas.

- ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2015). Decreto No. 2.170 de fecha 30 de diciembre de 2015. Ley Orgánica de Fronteras. Gaceta Oficial No. 6.210 Extraordinario del 30 de diciembre de 2015.
- ASOCIACIÓN VENEZOLANA PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES (ACOANA). (2004). Santuario de Fauna Silvestre Cuevas de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela: Propuesta de Creación. Caracas, Venezuela. 82 pp.
- AGUILERA, M., AZÓCAR, A. y GONZÁLEZ, E. (2003). Venezuela un País Megadiverso. Capítulo 61. En: Aguilera, M., A. Azócar y E. González (Eds.). Biodiversidad en Venezuela. Tomo II. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 20 pp.
- ASTER GDEM V2 World elevation data. Recuperado de <https://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/> [Consultado: 13/04/2018].
- BARBORAK, J., CUESTA, F., MONTES, C. y PALOMO, I. (2015). Planificación en Áreas Protegidas. Territorio y Cambio Climático. Visión Pc S.A.C. Lima, Perú. 60 p.
- BEVILACQUA, M. (2003). Áreas protegidas y conservación de la diversidad biológica. Capítulo 53. En Aguilera, M., Azócar, A. y González, E. (Eds.). *Biodiversidad en Venezuela*. Tomo II. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. Pp. 922 – 943.
- BENGTSSON, J, ANGELSTAM, P., ELMQVIST, T., EMANUELSSON, U., FOLKE, C., IHSE, M., MOBERG, F. y NYSTRÖM, M. (2003). Reserves, resilience and dynamic landscapes. *Ambio* 32 (6): 389-396.
- BUZZI, M.A., RUETE, B.L. y GHERMANDI, L. (2017). Múltiples índices espectrales para predecir la variabilidad de atributos estructurales y funcionales en zonas áridas. *Ecología Austral* 27: 055 – 062.
- CongedCARREIRA, J.A. y NIELL, F.X. (1995). Análisis de componentes principales sobre datos multiespectrales “Landsat-TM” e interpretación de cubiertas vegetales en las sierras de Tejada y Almirajara. *Acta Botanica Malaticiana* 20: 153 – 164.

- CARTAYA, S., ZURITA, S. y RODRÍGUEZ, E. (2015). Clasificación supervisada para la selección de zonas de muestreo de especies cinegéticas en el Refugio de Vida Silvestre, Marino y Costero Pacohe, Manabí province, Ecuador. *Revista de Investigación* 85 (39): 51 – 62.
- CASTAÑO-VILLA, G.J. (2005). Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. *Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural* 10: 79-101.Z
- CASTELLANO. H. (1991). El Oficio del Planificador. Vadell Hermanos Editores, Valencia, España. 223 pp.
- CASTELLANO BOHÓRQUEZ, H. (2005). La Planificación del Desarrollo Sostenible: Contenido, Entorno, Métodos. CENDES. Caracas, Venezuela. 201 p.
- CHÁVEZ GONZÁLEZ, H., GONZÁLEZ GUILLÉN, M.J. y HERNÁNDEZ DE LA ROSA, P. (2014). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6(27): 8-23.
- CONGRESO NACIONAL DE LA REPÚBLICA VENEZUELA (1966). Ley Forestal de Suelos y Aguas. Resolución N°078. Gaceta Oficial N° 27.981 del 9 de marzo de 1966. Caracas.
- CONGRESO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1983). Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 3.238 Extraordinario de fecha 11 de agosto de 1983. Caracas.
- COPERNICUS. (2018). El componente espacio Copernicus: El programa Copernicus aplicado a la producción y gestión de la información geoespacial. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana-Instituto Geográfico Nacional 1870-2020, Gobierno de España. Recuperado de https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/actividades/OBS/Programa_Marco_Copernicus_User_Uptake/3_componente_espacio_Copernicus.pdf
- CHACÓN-MORENO, E., ULLOA, A., TOVAR, W., MÁRQUEZ, T.C., SULBARÁN ROMERO, E. y RODRÍGUEZ-MORALES, M. (2013). Sistema de clasificación ecológico y mapas de ecosistemas: enfoque conceptual-metodológico para Venezuela. *Ecotrópicos* 26 (1-2): 1 – 27.

- CHUVIECO, E. (2016). *Fundamentals of Satellite Remote Sensing. An Environmental Approach*. Second Edition. CRC Press. New York. 457 p.
- CHUVIECO, E., SALAS, J., MEZA, E. y VARGAS, F. (2002). Empleo de la teledetección en el análisis de la deforestación tropical: el caso de la Reserva Forestal de Ticoporo (Venezuela). *Serie Geográfica 10*: 55 – 76.
- CONGEDO, L. (2018). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. Versión 6.1.0.1. del 13 de junio de 2018. 212 p.
- CRACCO, M. y GUERRERO, E. (Eds.). (2004). *Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión de Corredores en América del Sur*. Memorias Taller Regional, 3 al 5 de Junio. UICN. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2004-058.pdf>
- DAVIES, J., POULSEN, L., SCHULTE-HERBRÜGGEN, B., MACKINNON, K., CRAWHALL, N., HENWOOD, W.D., DUDLEY, N., SMITH, J. y GUDKA, M. (2012). *Conservación de la biodiversidad de las tierras áridas*. 92 p. UICN. Recuperado de https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/drylands_book_spanish_aug_2017_low_res.pdf
- DELFIN, P., OCHOA, J. y CASTILLO CARMONA, A. (2011). Santuario de fauna silvestre cuevas de Paraguaná, Venezuela: lineamientos técnicos para su diseño. *Terra Nueva Etapa XXVII(41)*: 13 - 45.
- DEL VALLE MELENDO, J. Y GARCÍA ATARÉS, S. (2015). Las Reservas de la Biosfera: modelo de equilibrio entre desarrollo y conservación. El caso de la R.B. de Ordesa Viñamala (Huesca). En: de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.). *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. 1579-1587. Universidad de Zaragoza-AGE. Recuperado de https://congresoage.unizar.es/eBook/trabajos/167_Del%20Valle%20Melendo.pdf
- DUDLEY, N. (Ed.). (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/PAPS-016-Es.pdf>
- ESA European Space Agency. (2015). *Sentinel-2 User Handbook*. Emisión de fecha 24 de julio de 2015. 64 p. Recuperado de

https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook
[Consultado: 05/05/2020].

- EWEL, J. y MADRIZ, A. (1968). Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela. 264 pp.
- FOWLER, N. (1986). The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 89–110.
- FREIRE, C.F., GONZÁLEZ CASCÓN, M.V., GÓMEZ DOMÍNGUEZ, A. y GÓMEZ NIETO, I. (2011). Introducción a la teledetección con ERDAS Imagine. Curso del 6 al 10 de junio de 2011. Unidad SIG del CCHS-CSIC. Madrid, España. 199 p.
- GRACCO, M. y GUERRERO, E. (Eds.). (2004). Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión de Corredores en América del Sur. Memorias del Taller Regional 3 al 5 de Junio de 2004. UICN. Quito, Ecuador. 86 p.
- GIS GEOGRAPHY. (2019). Sentinel 2 Bands and Combinations. 23-11-2019. Recuperado de <https://gisgeography.com/sentinel-2-bands-combinations/> [Consultado: 12/12/2019].
- GOBERNACIÓN BOLIVARIANA DEL ESTADO FALCÓN-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. (2015). Plan de Ordenación del Territorio Estado Falcón. Tomo I. Visión Diagnóstica. Santa Ana de Coro, Venezuela. 287 p. [Documento en línea]. Disponible en https://issuu.com/productorabacoa/docs/plan_falcon_030215._tomo_i/135
- GOBERNACIÓN DEL ESTADO FALCÓN. (2019). Decreto No. 1.040. Plan de Ordenación del Territorio del Estado Falcón. Gaceta Oficial Estatal S/N Extraordinario (fecha sin establecer).
- GONDELLES, R. (1992). El Régimen de Áreas Protegidas en Venezuela. I. Caracas, Venezuela. 68 pp.
- GRANADOS-SÁNCHEZ, D., HERNÁNDEZ-GARCÍA, M.A., VÁZQUEZ-ALARCÓN, A. y RUÍZ-PUGA, P. (2013). Los procesos de desertificación y las regiones áridas. *Chapingo Serie Cienc. For. Ambient* 19(1). Recuperado de <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.10.077>.

- HUBER, O. y ALARCÓN, C. (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela, escala 1:2.000.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección General de Información e Investigación del Ambiente. Dirección de Suelos, Vegetación y Fauna. División de Vegetación, Escala 1:2.000.000 Base Cartográfica MOP. Oscar Todtmann Editores, Editorial Arte S. A., Caracas, Venezuela.
- HUBER, O. y OLIVEIRA-MIRANDA, M.A. (2010). Representación de las formaciones vegetales de Venezuela 2010. En J. Rodríguez, A., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo Hernández. (Eds.). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. (pp. 38-53). Primera edición. Caracas, Venezuela: Provita-Shell Venezuela-Lenovo Venezuela. 324 p.
- IGLESIAS, M.R., BARCHUK, A. y GRILLI, M.P. (2010). Dinámica estacional e interanual del NDVI en bosques nativos de zonas áridas argentinas. *Revista de Teledetección 34*: 44-54.
- INE. (2011). Informe Geoambiental 2011: Estado Falcón. 295 p.
- INE. (2014). XIV Censo Nacional de Población y Vivienda: Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Falcón. Caracas, 93 p.
- INPARQUES. (2020). Documento técnico de soporte para la declaratoria del Monumento Natural “Montecano” [información en Oficio INPARQUES No. 23 de fecha 27/01/2020]. Caracas, Venezuela.
- LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. y CHIPMAN, J.W. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Seventh Edition. USA: Wiley.
- LU, D. y WENG, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing 28*(5): 823 – 870.
- MADI, Y., HERNÁNDEZ, R., LEÓN, A., MARTÍNEZ, J., DELGADO, M. y VÁSQUEZ, J. (2006). Herramientas para una Gerencia Ambiental Ecosistémica en Venezuela. En: Riveros Caballero, M., L.E. Sánchez y J. Paolini. (Eds.). 1er Taller Binacional y Regional sobre Desertificación. Pp: 71 – 75.
- MARGULES, C.R. y PRESSEY, R.L. (2000). Systematic Conservation Planning. *Nature 405*: 243 – 253.

- MARTÍNEZ, B., GILABERT, M.A., DEL BARRIO, G. y MELIÁ, J. (2001). Desarrollo de una metodología de detección de cambios en zonas susceptibles de procesos de degradación. *Teledetección, Medio Ambiente y Cambio Global*: 110 – 113.
- MARTÍNEZ UTRERA, J.F. (2014). Seguimiento y análisis de tendencias temporales del funcionamiento ecosistémico mediante técnicas de teledetección en PN Alhucemas y SIBE Tres Forcas (Rif Oriental, Marruecos). Universidad de Almería-CAESCG, España. 38 pp.
- MATTEUCCI, S.D. (1986). Las zonas áridas y semiáridas de Venezuela. Ocaña, C.L., Engel, F.A., Vallejos Arce, M. y Guevara, J.T. (Eds). Zonas Áridas, publicación No. 4 del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima-Perú. Pp. 39 – 48.
- MATTEUCCI, S.D. y COLMA, A. (1997). Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos de Venezuela. Documento en Línea. *Interciencia* 22(3): 123-130. Recuperado de <http://www.interciencia.org.ve> [Consultado: 12/01/2018].
- MATTEUCCI, S.D., COLMA, A. y PLA, L. (1977). Informe preliminar sobre el relevamiento ecológico de la zona semiárida de Falcón. Publicaciones del Departamento de Investigación del Instituto Tecnológico de Coro, Venezuela. 108 pp.
- MARN. (1982). Sistemas Ambientales Venezolanos. Región Natural 10: Llanuras Costeras de Falcón. Proyecto VEN/79/001. Caracas. 303 p.
- MARN. (2000). Informe Nacional sobre la Implementación de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía. Caracas. 106 p.
- MARTINO, A. y DÍAZ, M. (2006). Declaratoria de una Reserva de la Biosfera en la Península de Paraguana. Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”, Centro de Investigaciones en Ecología y Zonas Áridas (CIEZA). Coro, Venezuela.
- MEDINA, R. (2011). Las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela ante el Cambio Global: Diagnóstico y Futuro. [Proyecto de fin de máster]. Universidad Internacional de Andalucía. 76 pp. Recuperado de https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1455/0203_Medina.pdf?sequence=1

- MÉNDEZ VERGARA, E. (1991). *Gestión Ambiental y Ordenación Territorial*. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- MÉNDEZ VERGARA, E. (1992). *Gestión Ambiental y Ordenación Territorial*. 1ra. edición. Universidad de los Andes, Mérida.
- MÉNDEZ VERGARA, E. (2000). Ordenamiento territorial-ambiental: desarrollo responsable y sostenible. *Rev. Geog. Venez.* 41(2): 281-301.
- MINAMB (2018). *Sistema de Información Geográfica para la Planeación y Ordenamiento Territorial (SIGOT)*, Venezuela.
- MINEC (2019). *Sistema de Información Geográfica para la Planeación y Ordenamiento Territorial (SIGOT)*.
- MINTUR (2008). *Estudio Técnico Base para el Ordenamiento Territorial Turístico de la ZIT*. Elaborado por la consultora CEA, Venezuela.
- MINTUR (2009a). *Mapa Base de la Zona de Interés Turístico Península de Paraguaná*. Escala 1:100.000. *Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná*. Elaborado por la consultora CEA, Venezuela.
- MINTUR (2009b). *Mapa de Unidades de Ordenamiento*. Escala 1:100.000. *Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná*. Elaborado por la consultora CEA, Venezuela.
- MIRANDA, J.D., PADILLA, F.M. y PUGNAIRE, F.I. (2004). Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. *Ecosistemas* 13(1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/540/54013109.pdf>
- MOGOLLÓN, J., RIVAS, W., ALVIZU, P., MARQUEZ, E., COLMENARES, M., LEMUS, L., HERNÁNDEZ, S. y MARTÍNEZ, A. (2016). Calidad de la vegetación como indicador de desertificación en la península de Paraguaná, Venezuela. *Ágora de heterodoxias* 2(2): 72-97.
- MOGOLLÓN, J.P., RIVAS, W., MUÑOZ, B., MARTÍNEZ, A., MÁRQUEZ, E., ARRIETA, L., LEMUS, L., COLMENARES, M., CAMPOS, Y. y HERNÁNDEZ, S. (2015). Calidad del suelo como indicador de desertificación en la península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Croizatia* 16(1&2): 07 – 24.

- MOGOLLÓN, J.P., RIVAS, W., RONDÓN-MEDICCI, M. y COLMENARES-ARTEAGA, M. (2016). Ecosistemas Terrestres y Biodiversidad en la Península de Paraguaná, Estado Falcón. Información Base para el Reporte de Cambio Climático en Venezuela.
- MOLINARI, J., NASSAR, J.M., GARCÍA-RAWLINS, A. y MÁRQUEZ, R.J. (2012). Singularidad biológica e importancia socioeconómica de los murciélagos cavernícolas de la Península de Paraguaná, Venezuela, con propuestas para su conservación. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 17(3): 1 – 40.
- MOREIRA-MUÑOZ, A. (1996). Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. Documento en Línea. *Ambiente y Desarrollo* 12 (2): 80-86. Recuperado de http://geografia.uc.cl/images/academicos/Andres_Moreira/Moreira_SIG_cons.pdf [Consultado: 15/01/2018].
- MUÑOZ AGUAYO, P. (2013). Apuntes de Teledetección: Índices de Vegetación. Centro de Información de Recursos Naturales CIREN-Ministerio de Agricultura, Chile.
- NACIONES UNIDAS. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. 30 p. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- NAGENDRA, H. y GADGIL, M. (1999). Biodiversity assessment at multiple scales: Linking remotely sensed data with field information. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96: 9154 – 9158.
- NASSAR, J.M. y EMALDI, U. (2006). Cactáceas venezolanas con potencial agroecológico: Producción de frutos, regeneración natural y aprovechamiento de frutos de cardón dato (*Stenocereus griseus*) y cardón lefaria (*Cereus repandus*). Informe Técnico. Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Caracas.
- NAVARRO CANO, J.A., GOBERNA ESTELLÉS, M., GONZÁLEZ BARBERÁ, G., CASTILLO SÁNCHEZ, V.M. y VERDÚ DEL CAMPO, M. (2017). Restauración Ecológica en Ambientes Semiáridos Recuperar las Interacciones Biológicas y las Funciones Ecosistémicas. 1ª Edición. Editorial CSIC. Madrid, España. 1159 pp.
- NAVEDA, J. y YERENA, E. (2010). Sistema de Parques Nacionales de Venezuela: Una evaluación aproximada de su situación actual. [Artículo presentado en el

- Simposio: Manejo y Conservación de la Fauna Silvestre. Caracas, Venezuela].
Recuperado de http://www.academia.edu/9805324/SISTEMA_DE_PARQUES_NACIONALES_DE_VENEZUELA_UNA_EVALUACION_APROXIMADA_DE_SU_SITUACION_ACTUAL
- ODUM, E. (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3rd edición. W.B. Saunders. Philadelphia, Estados Unidos.
- OLAYA, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. [Versión revisada el 16 de octubre de 2014]. 832 p. Recuperado de <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- OLIVEIRA-MIRANDA, M.A., HUBER, O., RODRÍGUEZ, J.P., ROJAS-SUÁREZ, F. DE OLIVEIRA-MIRANDA, HERNÁNDEZ-MONTILLA, R. M. y ZAMBRANO-MARTÍNEZ, S. (2010). Riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela. En J. Rodríguez, A., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo Hernández. (Eds.). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. (pp. 176-183). Primera edición. Caracas, Venezuela: Provita-Shell Venezuela-Lenovo Venezuela. 324 p.
- ONU Ambiente y IUCN. (2016). El 15% de la tierra del planeta está protegida, pero aún quedan sin resguardo importantes zonas de biodiversidad (Reporte del 2 de septiembre de 2016). Recuperado de <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/noticias/aunque-15-de-la-tierra-del-planeta-esta-protegida-aun-quedan-sin> [Consultado: 04/04/2020].
- PALOMO, I., MONTES, C., MARTÍN-LÓPEZ, B., GONZÁLEZ, J.A., LLORENTE, M.G., ALCORLO, P. y GARCÍA MORA, M.R. (2014). Incorporating the social-ecological approach in protected areas in the Anthropocene. *BioScience* 20(10): 1 - 11. DOI: 10.1093/biosci/bit033.
- POSADA, E., RAMIREZ DAZA, H.M. y ESPEJO DELGADO, N.C. (2012). *Manual de prácticas de percepción remota con el programa ERDAS IMAGINE 2011*. Parte 1. United Nations-IGAC. Bogotá, Colombia.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA (1941). *Ley Aprobatoria sobre la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales*

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1972). Decreto N° 1.005 del 14 de junio de 1972. Creación del Monumento Natural Cerro Santa Ana. Gaceta Oficial N° 29.832 del 16 de junio de 1972. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1974a). Decreto N° 1.592 del 6 de febrero de 1974. Creación del Parque Nacional Médanos de Coro. Gaceta Oficial N° 30.325 del 8 de febrero de 1974. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1974b). Decreto N° 456 del 1° de octubre de 1974. Creación de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná. Gaceta Oficial N° 30.516 del 3 de octubre de 1974. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1989a). Decreto N° 273 del 7 de junio de 1989. Creación del Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Laguna de Boca de Caño. Gaceta Oficial N° 4.106 Extraordinario del 9 de junio de 1989. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA VENEZUELA. (1989b). Decreto No. 276 de fecha 07 de Junio de 1989. Reglamento Parcial de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio sobre Administración y Manejo de Parques Nacionales y Monumentos Naturales. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.106 Extraordinario del 9 de junio de 1989. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1994). Ley Aprobatoria sobre el Convenio Internacional de la Diversidad Biológica. Gaceta Oficial N° 4.780 Extraordinario del 12 de septiembre de 1994. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1995a). Decreto N° 667 del 10 de mayo de 1995. Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional Médanos de Coro. Gaceta Oficial N° 4.904 Extraordinario del 26 de mayo de 1995. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1995b). Decreto N° 677 del 10 de mayo de 1995. Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Monumento Natural Cerro Santa Ana. Gaceta Oficial N° 4.913 Extraordinario del 26 de mayo de 1995. Caracas.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1996). Ley Aprobatoria del Protocolo relativo a las Áreas de Flora y Fauna Silvestre especialmente

- protegidas en la Región Gran Caribe (SPAW). Gaceta Oficial N° 36.110 del 18 de diciembre de 1996.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA (1998a). Ley Aprobatoria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o Desertificación, en particular África. Gaceta Oficial N° 5.239 del 23 de junio de 1998. Caracas.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1998b). Decreto N° 2.945 del 14 de octubre de 1998. Plan Nacional de Ordenación del Territorio. Caracas, Venezuela. Gaceta Oficial N° 36.571 del 30 de octubre de 1998. Caracas.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2002). Decreto N° 1.789 del 22 de mayo de 2002. Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Laguna de Boca de Caño. Gaceta Oficial N° 37.463 del 12 de junio de 2002. Caracas.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2008). Decreto N° 6.138 del 3 de junio de 2008. Creación del Santuario de Fauna “Cuevas de Paraguaná”. Gaceta Oficial N° 38.946 del 5 de junio de 2008. Caracas.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2014). Decreto N° 990 del 20 de mayo de 2014. Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona de Utilidad Pública y de Interés Turístico Recreacional de la Península de Paraguaná, municipios Carirubana, Falcón, Los Taques y las porciones del territorio de las parroquias Santa Ana y San Gabriel del municipio Miranda y La Vela de Coro del municipio Colina del estado Falcón. Gaceta Oficial N° 40422 del 29 de mayo de 2014. Caracas.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2019). Decreto N° 3.825 del 22 de abril de 2019. Creación del Monumento Natural “Montecano”. Gaceta Oficial N° 41.617 del 22 de abril de 2019. Caracas.
- RIVAS, W.J. y MOGOLLÓN, J.P. (2015). Calidad de gestión como un indicador de desertificación en la Península de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. *Croizatia* 16(1&2): 37 – 50.
- RODRÍGUEZ, J., GARCÍA-RAWLINS, A. y ROJAS-SUÁREZ, F. (2015). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 4ta. Edición. Provita. Caracas, 470 p.

- RODRÍGUEZ, A., F. ROJAS-SUÁREZ Y D. GIRALDO HERNÁNDEZ. (2010). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Primera edición. Caracas, Venezuela: Provita-Shell Venezuela-Lenovo Venezuela. 324 p.
- SAFRIEL, U., ADEEL, Z., NIEMEIJER, D., PUIGDEFABREGAS, J., WHITE, R., LAL, R., WINSLOW, M., ZIEDLER, J., PRINCE, S., ARCCHER, E. y KING, C. (2005). Dryland Systems. En: Hassan, R., R. Scholes y N. Ash. (Eds). *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1. Chapter 2*, 623 – 662 pp. Millenium Ecosystem Assessment. Recuperado de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.291.aspx.pdf>
- SALAS, V. y CONTRERAS, F. (2016). Zonificación ambiental del cerro Montecano como base para la planificación territorial. *Croizatia 17*(1): 60 – 73.
- SALAS BOURGOIN, M.A. y SULBARÁN ZAMBRANO, E. (2011). Modificación de la Ley Orgánica para La Ordenación del Territorio en Venezuela: revisión de un proceso de 10 años sin perspectivas de cristalización. *Provincia 26*: 33 – 66. Recuperado de <https://vlexvenezuela.com/vid/modificacion-ley-organica-ordenacion-654228517>
- SHEPHERD, G. (2006). El Enfoque Ecosistémico: Cinco Pasos para su Implementación. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. x + 30 pp. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-003-Es.pdf>
- SORIANO, P.J. y RUIZ, A. (2003). Arbustales Xerofíticos. Pp. 696-715. En: Aguilera, M., A. Azócar y E. González Giménez (Eds). *Biodiversidad en Venezuela*. Vol. II. Fundación Polar, Fonacit. Caracas.
- SORIANO, P.J., SOSA, M. y ROSSELL, O. (1991). Hábitos alimentarios de *Glossophaga longirostris* Miller (Chiroptera: Phyllostomidae) en una zona árida de los Andes venezolanos. *Revista de Biología Tropical 39*: 267 - 272.
- TOLEDO, V.M. (2005). Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? *Gaceta Ecológica 77*: 67-83.
- UNEP-WCMC y IUCN. (2016). Protected Planet Report 2016: How protected areas contribute to achieving global targets for biodiversity. UNEP-WCMC & IUCN: Cambridge UK and Gland, Switzerland. Recuperado de

https://wdpa.s3.amazonaws.com/Protected_Planet_Reports/2445%20Global%20Protected%20Planet%202016_WEB.pdf

UNESCO (2010). *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe*. Dentro del marco del proyecto “Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe”. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25.

UNESCO. (2017). Una nueva hoja de ruta para el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) y su Red Mundial de Reservas de Biosfera. Estrategia del MAB (2015-2025), Plan de Acción de Lima (2016-2025), Declaración de Lima. Francia, París: UNESCO. 57 pp. Recuperado de http://rerb.oapn.es/images/PDF_publicaciones/plan_de_accion_de_lima.pdf

UNESCO. (2020). Marco Estatutario de la Red Mundial de Reservas de Biosfera. Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB). 8 p. Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373378_spa?30=null&queryId=04083f10-3361-4d4f-a750-7b50a75753e7

USGS. (2018a). Imagen Landsat 7/ETM+ escena LE07_L2SP_006052_20030113_20200916_02_T1. USGS EROS Archive - Landsat Archives - Landsat 7 ETM+ Level-2 Data Products - Surface Reflectance. Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Recuperado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

USGS. (2018b). Imagen Sentinel-2B MSI escenas L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700,L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700 y L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700. Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Recuperado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

USGS. (2020). USGS EROS Archive - Sentinel-2 MSI. Comparison of Sentinel-2 and Landsat. Recuperado de https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2-comparison-sentinel-2-and-landsat?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects [Consultado: 09/05/2020].

VEGA GUZMÁN, A., LÓPEZ-GARCÍA, J. y MANZO DELGADO, L.L. (2008). Análisis espectral y visual de vegetación y uso del suelo con imágenes Landsat ETM+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el Corredor Biológico

Chichinautzin, Morelos, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 67: 59 – 75.

YERENA, E. (2012). Áreas Protegidas: Categorías de AP, cómo nacen las AP. [Presentación]. Enero 2012. Recuperado el 25 de marzo de 2020 de <https://es.slideshare.net/EdgardYerena/2012clase3-ea6222categoriasdeclaratoria> [Consultado: 25/03/2020].

YERENA, E., GARCÍA-RANGEL, S. y MORÓN, V. (2018). Áreas Protegidas (Cap. I-6). En A. Villamizar, E. Buroz Castillo, R. Lairret Centeno, J. Augusto Gómez, B. Ayala, Y., Méndez, L. Rodríguez. (Eds.). *Primer Reporte Académico de Cambio Climático de Venezuela (PRACC)* (pp. 245-260). Caracas, Venezuela: Ediciones Acfiman – Citeci. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/326752783_Areas_Protegidas

ZAGER, I. y CARRASQUEL, F. (2010). Conversión de los bosques y zonas áridas del centro-norte del estado Falcón. En Rodríguez, J., Rojas-Suárez, F. y D. Giraldo Hernández. (2010). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Primera Edición, Caracas, Venezuela. Pp. 281 – 286.

ANEXO A

**METADATA DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT 7 ETM+ Y
SENTINEL 2 MSI**

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "0501701250730_16305"
LANDSAT_SCENE_ID = "LE70060522003013EDC00"
LANDSAT_PRODUCT_ID = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1"
COLLECTION_NUMBER = 01
FILE_DATE = 2017-01-26T17:49:07Z
STATION_ID = "EDC"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_12.8.3"
DATA_CATEGORY = "NOMINAL"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "L1TP"
COLLECTION_CATEGORY = "T1"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
EPHEMERIS_TYPE = "DEFINITIVE"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_7"
SENSOR_ID = "ETM"
SENSOR_MODE = "SAM"
WRS_PATH = 006
WRS_ROW = 052
DATE_ACQUIRED = 2003-01-13
SCENE_CENTER_TIME = "14:46:48.2623088Z"
CORNER_UL_LAT_PRODUCT = 12.52263
CORNER_UL_LON_PRODUCT = -70.91509
CORNER_UR_LAT_PRODUCT = 12.52934
CORNER_UR_LON_PRODUCT = -68.75608
CORNER_LL_LAT_PRODUCT = 10.61910
CORNER_LL_LON_PRODUCT = -70.90218
CORNER_LR_LAT_PRODUCT = 10.62476
CORNER_LR_LON_PRODUCT = -68.75773
CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 291900.000
CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = 1385100.000
CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 526500.000
CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = 1385100.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 291900.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = 1174500.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 526500.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = 1174500.000
PANCHROMATIC_LINES = 14041
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15641
REFLECTIVE_LINES = 7021
REFLECTIVE_SAMPLES = 7821
THERMAL_LINES = 7021
THERMAL_SAMPLES = 7821
FILE_NAME_BAND_1 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B3.TIF"

FILE_NAME_BAND_4 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6_VCID_1 =
"LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B6_VCID_1.TIF"
FILE_NAME_BAND_6_VCID_2 =
"LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B6_VCID_2.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_BQA.TIF"
GROUND_CONTROL_POINT_FILE_NAME =
"LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_GCP.txt"
ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME =
"LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_ANG.txt"
METADATA_FILE_NAME = "LE07_L1TP_006052_20030113_20170126_01_T1_MTL.txt"
CPF_NAME = "LE07CPF_20030101_20030331_01.02"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 8.00
CLOUD_COVER_LAND = 16.00
IMAGE_QUALITY = 9
SUN_AZIMUTH = 137.89182578
SUN_ELEVATION = 45.52137127
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9835369
SATURATION_BAND_1 = "Y"
SATURATION_BAND_2 = "Y"
SATURATION_BAND_3 = "Y"
SATURATION_BAND_4 = "Y"
SATURATION_BAND_5 = "Y"
SATURATION_BAND_6_VCID_1 = "N"
SATURATION_BAND_6_VCID_2 = "N"
SATURATION_BAND_7 = "Y"
SATURATION_BAND_8 = "N"
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 174
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 3.508
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 2.656
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 2.292
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 191.600
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -6.200
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 196.500
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -6.400
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 152.900
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -5.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 241.100
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -5.100
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 31.060
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -1.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6_VCID_1 = 17.040

```
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6_VCID_1 = 0.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6_VCID_2 = 12.650
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6_VCID_2 = 3.200
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 10.800
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.350
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 243.100
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -4.700
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 0.285989
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.009254
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 0.321748
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.010479
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 0.304697
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.009964
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 0.684130
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.014471
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 0.425954
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.013714
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 0.403408
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.013073
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 0.560107
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.010829
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6_VCID_1 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6_VCID_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6_VCID_2 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6_VCID_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
CORRECTION_GAIN_BAND_1 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_2 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_3 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_4 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_5 = "CPF"
```

CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_1 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_2 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_7 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_8 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_1 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_2 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_3 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_4 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_5 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_1 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_2 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_7 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_BIAS_BAND_8 = "INTERNAL_CALIBRATION"
GAIN_BAND_1 = "H"
GAIN_BAND_2 = "H"
GAIN_BAND_3 = "H"
GAIN_BAND_4 = "L"
GAIN_BAND_5 = "H"
GAIN_BAND_6_VCID_1 = "L"
GAIN_BAND_6_VCID_2 = "H"
GAIN_BAND_7 = "H"
GAIN_BAND_8 = "L"
GAIN_CHANGE_BAND_1 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_2 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_3 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_4 = "LL"
GAIN_CHANGE_BAND_5 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_1 = "LL"
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_2 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_7 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_8 = "LL"
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_3 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_4 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_5 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_7 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_8 = 0
END_GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 7.7874E-01
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 7.9882E-01
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 6.2165E-01
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6929E-01
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 1.2622E-01
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_1 = 6.7087E-02
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_2 = 3.7205E-02
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.3898E-02

```
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 9.7559E-01
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -6.97874
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -7.19882
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -5.62165
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -6.06929
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -1.12622
RADIANCE_ADD_BAND_6_VCID_1 = -0.06709
RADIANCE_ADD_BAND_6_VCID_2 = 3.16280
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -0.39390
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -5.67559
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 1.1624E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 1.3080E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 1.2388E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.7504E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 1.7310E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 1.6397E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.2478E-03
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.010417
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.011787
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.011203
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.017222
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.015445
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.014713
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.013077
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_6_VCID_1 = 666.09
K2_CONSTANT_BAND_6_VCID_1 = 1282.71
K1_CONSTANT_BAND_6_VCID_2 = 666.09
K2_CONSTANT_BAND_6_VCID_2 = 1282.71
END_GROUP = THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 19
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<n1:Level-1C_User_Product
xmlns:n1="https://psd-14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="https://psd-14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd">
  <n1:General_Info>
    <Product_Info>
      <PRODUCT_START_TIME>2018-10-08T15:16:59.024Z</PRODUCT_START_TIME>
      <PRODUCT_STOP_TIME>2018-10-08T15:16:59.024Z</PRODUCT_STOP_TIME>
    </Product_Info>
  </General_Info>
  <PRODUCT_URI>S2B_MSIL1C_20181008T151659_N0206_R125_T19PCN_20181008T214040.SAFE</PRODUCT_URI>
  <PROCESSING_LEVEL>Level-1C</PROCESSING_LEVEL>
  <PRODUCT_TYPE>S2MSI1C</PRODUCT_TYPE>
  <PROCESSING_BASELINE>02.06</PROCESSING_BASELINE>
  <GENERATION_TIME>2018-10-08T21:40:40.000000Z</GENERATION_TIME>
  <PREVIEW_IMAGE_URL>Not applicable</PREVIEW_IMAGE_URL>
  <PREVIEW_GEO_INFO>Not applicable</PREVIEW_GEO_INFO>
  <Datatake datatakeIdentifier="GS2B_20181008T151659_008302_N02.06">
    <SPACECRAFT_NAME>Sentinel-2B</SPACECRAFT_NAME>
    <DATATAKE_TYPE>INS-NOBS</DATATAKE_TYPE>
    <DATATAKE_SENSING_START>2018-10-08T15:16:59.024Z</DATATAKE_SENSING_START>
    <SENSING_ORBIT_NUMBER>125</SENSING_ORBIT_NUMBER>
    <SENSING_ORBIT_DIRECTION>DESCENDING</SENSING_ORBIT_DIRECTION>
  </Datatake>
  <Query_Options completeSingleTile="true">
    <PRODUCT_FORMAT>SAFE_COMPACT</PRODUCT_FORMAT>
  </Query_Options>
  <Product_Organisation>
    <Granule_List>
      <Granule
datastripIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_DS_EPAE_20181008T214040_S20181008T151700_N02.06"
granuleIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_TL_EPAE_20181008T214040_A008302_T19PCN_N02.06"
imageFormat="JPEG2000">
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151700_B01</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151700_B02</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151700_B03</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151700_B04</IMAGE_FILE>
      </Granule>
    </Granule_List>
  </Product_Organisation>
</n1:Level-1C_User_Product>
```

```
<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B05</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B06</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B07</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B08</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B8A</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B09</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B10</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B11</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_B12</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCN_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCN_20181008T151
659_TCI</IMAGE_FILE>
  </Granule>
</Granule_List>
</Product_Organisation>
</Product_Info>
  <Product_Image_Characteristics>
    <Special_Values>
      <SPECIAL_VALUE_TEXT>NODATA</SPECIAL_VALUE_TEXT>
      <SPECIAL_VALUE_INDEX>0</SPECIAL_VALUE_INDEX>
    </Special_Values>
    <Special_Values>
      <SPECIAL_VALUE_TEXT>SATURATED</SPECIAL_VALUE_TEXT>
      <SPECIAL_VALUE_INDEX>65535</SPECIAL_VALUE_INDEX>
    </Special_Values>
    <Image_Display_Order>
      <RED_CHANNEL>3</RED_CHANNEL>
      <GREEN_CHANNEL>2</GREEN_CHANNEL>
      <BLUE_CHANNEL>1</BLUE_CHANNEL>
    </Image_Display_Order>
    <QUANTIFICATION_VALUE unit="none">10000</QUANTIFICATION_VALUE>
    <Reflectance_Conversion>
      <U>1.00038030599282</U>
```

```
<Solar_Irradiance_List>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="0" unit="W/m²/µm">1874.3</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="1" unit="W/m²/µm">1959.77</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="2" unit="W/m²/µm">1824.93</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="3" unit="W/m²/µm">1512.79</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="4" unit="W/m²/µm">1425.78</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="5" unit="W/m²/µm">1291.13</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="6" unit="W/m²/µm">1175.57</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="7" unit="W/m²/µm">1041.28</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="8" unit="W/m²/µm">953.93</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="9" unit="W/m²/µm">817.58</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="10" unit="W/m²/µm">365.41</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="11" unit="W/m²/µm">247.08</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="12" unit="W/m²/µm">87.75</SOLAR_IRRADIANCE>
</Solar_Irradiance_List>
</Reflectance_Conversion>
<Spectral_Information_List>
<Spectral_Information bandId="0" physicalBand="B1">
<RESOLUTION>60</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">411</MIN>
<MAX unit="nm">456</MAX>
<CENTRAL unit="nm">442.3</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.0062411 0.01024045 0.00402983 0.00642179 0.00552753 0.0065525
0.00409887 0.006297 0.00436742 0.00233356 0.00058162 0.00202276 0.00294328
0.00485362 0.00317041 0.00237657 0.00234612 0.00440152 0.01292397 0.05001678
0.18650104 0.45441623 0.72307877 0.83999211 0.86456334 0.87472096 0.89215296
0.91090814 0.92588017 0.93924094 0.94491826 0.95078529 0.96803023 0.99939195 1
0.97548364 0.96148351 0.94986211 0.91841452 0.87989802 0.80383677 0.59752075
0.30474132 0.10798014 0.0304465 0.00885119</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="1" physicalBand="B2">
<RESOLUTION>10</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">438</MIN>
<MAX unit="nm">532</MAX>
<CENTRAL unit="nm">492.1</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00188504 0.01962005 0.02009527 0.01399201 0.01563065
0.01543291 0.01699891 0.0133561 0.01445633 0.00956567 0.01440765 0.01113911
0.01335697 0.01354038 0.0143503 0.01468705 0.01598724 0.03067764 0.05529541
0.12005068 0.25199051 0.4623617 0.65162379 0.77642171 0.82319091 0.83083116
0.83382106 0.837526 0.86304286 0.88226141 0.90486326 0.92043837 0.93602675 0.930533
0.92714067 0.9161479 0.90551724 0.89745515 0.90266694 0.90854264 0.92047913
```

```
0.92417935 0.91845025 0.90743244 0.89733983 0.88646415 0.87189983 0.85643973
0.84473414 0.84190734 0.85644111 0.87782724 0.90261174 0.91840544 0.94585847
0.96887192 0.99336135 0.99927899 1 0.99520325 0.98412711 0.97947473 0.97808297
0.97213439 0.96277794 0.95342234 0.93802376 0.92460144 0.90932642 0.90192251
0.89184298 0.88963556 0.89146958 0.89877911 0.91056869 0.92427362 0.93823555
0.95311791 0.97150808 0.98737003 0.99658514 0.99367959 0.98144714 0.95874415
0.89291635 0.73566218 0.52060373 0.3322804 0.19492197 0.11732617 0.07507304
0.05094154 0.03213016 0.01510217 0.00447984</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="2" physicalBand="B3">
<RESOLUTION>10</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">536</MIN>
<MAX unit="nm">582</MAX>
<CENTRAL unit="nm">559</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00188039 0.01545903 0.03660414 0.08100583 0.16917887
0.33278274 0.58622794 0.80916412 0.913051 0.94472284 0.94898813 0.94369132
0.92845674 0.91256938 0.90078036 0.89958598 0.90547138 0.92045355 0.94065665
0.96199681 0.98186744 0.9985841 1 0.99279888 0.97801325 0.95301174 0.9266333
0.89359131 0.86941793 0.84827 0.83908301 0.83206209 0.8291787 0.83305844 0.84630939
0.86396307 0.87268076 0.86818339 0.8554947 0.80839054 0.67650876 0.45584205
0.24737576 0.12765465 0.0589016 0.02564742 0.00515905</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="3" physicalBand="B4">
<RESOLUTION>10</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">646</MIN>
<MAX unit="nm">685</MAX>
<CENTRAL unit="nm">665</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00499358 0.02642563 0.11905127 0.333204 0.59813448 0.80612041
0.91152955 0.92179127 0.91677167 0.90751672 0.89867522 0.89413622 0.89685141
0.89933396 0.90191681 0.90710817 0.9164622 0.92908702 0.9426682 0.95591935
0.96854537 0.98264967 0.99231022 1 0.99904114 0.99257339 0.97943242 0.96553214
0.95377013 0.94146127 0.92151286 0.89308475 0.83539461 0.69759082 0.49483622
0.27886075 0.10892715 0.03028701 0.00747382 0.00087148</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="4" physicalBand="B5">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">694</MIN>
<MAX unit="nm">714</MAX>
```

```
<CENTRAL unit="nm">703.8</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm">1</STEP>
  <VALUES>0.01042619 0.05713826 0.21461286 0.54715702 0.87088164
0.96808183 0.99104427 1 0.99512875 0.98751456 0.97910038 0.97035979 0.95875454
0.94130694 0.92531149 0.89283152 0.76531084 0.50228771 0.17957688 0.0337948
0.00240526</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="5" physicalBand="B6">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">730</MIN>
    <MAX unit="nm">748</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">739.1</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.01739744 0.10565746 0.38571484 0.78168196 0.90518378
0.91562509 0.92258804 0.93134141 0.9469604 0.96535098 0.97817455 0.99107716
0.99990615 1 0.97144118 0.81937503 0.46748011 0.09409351 0.00983236</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="6" physicalBand="B7">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">766</MIN>
    <MAX unit="nm">794</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">779.7</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.0103729 0.03754921 0.11240409 0.25890105 0.48035521
0.73155954 0.91293607 0.97124929 0.96391197 0.95529249 0.964831 0.98628988 1
0.99782157 0.98343012 0.96489467 0.94619093 0.92560158 0.90788186 0.88471259
0.85693094 0.82513165 0.7734046 0.66767522 0.47756609 0.23225321 0.06764032
0.01301456 0.00117425</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="7" physicalBand="B8">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">774</MIN>
    <MAX unit="nm">907</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">833</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00037316 0.00296451 0.01663315 0.02818619 0.05000442
```

0.08575595 0.14871265 0.25701156 0.42307501 0.62943997 0.80112571 0.90352196
0.93855197 0.94406104 0.9474892 0.96325767 0.97948137 0.99144397 0.99630748 1
0.99827121 0.99843182 0.98914342 0.98264167 0.96769944 0.95752283 0.95074919
0.9458125 0.94267916 0.9465958 0.94450012 0.93992861 0.92759688 0.91226544
0.89079677 0.8706102 0.85021777 0.83416655 0.82214927 0.8124078 0.80920229
0.80220847 0.79081499 0.78239761 0.76731527 0.75394962 0.74226922 0.72750987
0.71976209 0.71456726 0.71982866 0.72746214 0.73945306 0.75138424 0.76310661
0.77122498 0.78298312 0.78494127 0.78409222 0.7834498 0.78216032 0.78062401
0.78132572 0.7813272 0.7810081 0.77897938 0.7761445 0.76910534 0.7625494 0.75157186
0.74086146 0.73121299 0.71988688 0.71025573 0.69679744 0.68602501 0.67163906
0.65532408 0.64173681 0.62683353 0.61241074 0.60185411 0.59380689 0.58714687
0.58444579 0.58231388 0.58111599 0.57996902 0.57480451 0.57684802 0.57273034
0.57144461 0.56985127 0.57167225 0.57154913 0.57292235 0.57617796 0.5784908
0.58023702 0.57982619 0.57868642 0.57587451 0.56976789 0.56173136 0.55644176
0.54881732 0.54508423 0.54153848 0.54069902 0.53850959 0.53655263 0.530404
0.52068821 0.50399678 0.486513 0.46813829 0.45468861 0.44447936 0.44177056
0.44425396 0.44633078 0.43914074 0.41748156 0.3690277 0.30165803 0.23504284
0.17434599 0.12247894 0.08354059 0.05624109 0.03804368 0.02427229 0.01490577
0.00615862</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="8" physicalBand="B8A">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">848</MIN>
<MAX unit="nm">880</MAX>
<CENTRAL unit="nm">864</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00167523 0.01602231 0.03225867 0.07345268 0.1689243
0.34543042 0.56923369 0.79611745 0.93749188 0.98102805 0.98742384 0.99457226
0.99912415 0.99993652 1 0.99437257 0.98756135 0.98263615 0.9790323 0.97397518
0.97130259 0.9645338 0.95610202 0.93941552 0.89155652 0.77601041 0.5951886
0.37588812 0.18394037 0.07870072 0.0332686 0.01575167 0.00159818</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="9" physicalBand="B9">
<RESOLUTION>60</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">930</MIN>
<MAX unit="nm">957</MAX>
<CENTRAL unit="nm">943.2</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.0121336 0.04608767 0.15156613 0.35888361 0.60704101
0.83836043 0.93474094 0.94270146 0.95838078 0.99064712 0.99789825 1 0.98593726
0.97333604 0.95776631 0.972226 0.94856942 0.94367414 0.90771555 0.88460732
0.85258329 0.83375172 0.71599386 0.52202762 0.26922852 0.09477806 0.02640828

```
0.00346547</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="10" physicalBand="B10">
  <RESOLUTION>60</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">1339</MIN>
    <MAX unit="nm">1415</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">1376.9</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>2.472e-05 0.00013691 0.00012558 8.901e-05 0.00012425 9.941e-05
0.00013952 0.00015816 0.00019272 0.00025959 0.00032221 0.00034719 0.0003699
0.00054874 0.00105434 0.00218813 0.00480743 0.01135252 0.02671185 0.05776022
0.11176337 0.19587518 0.31418191 0.46188068 0.62292578 0.7709851 0.88086652
0.9448941 0.97405066 0.98616696 0.99306955 0.99775441 1 0.99942348 0.99616891
0.99082045 0.9842131 0.97708513 0.97013647 0.96374366 0.95755001 0.95127438
0.94546638 0.94069659 0.93759595 0.93624612 0.93510206 0.93054472 0.91630845
0.88530334 0.83129653 0.74856466 0.63524397 0.49733159 0.34907723 0.21259735
0.10971453 0.04789269 0.01853013 0.00716776 0.0031533 0.00157017 0.00084901
0.00053006 0.00033171 0.00019447 0.00022104 0.00022646 0.00018156 0.00016063
0.00015475 0.00014734 0.00014776 0.00017405 0.00023619 0.00012007
4.337e-05</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="11" physicalBand="B11">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">1538</MIN>
    <MAX unit="nm">1679</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">1610.4</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>1.154e-05 2.707e-05 8.129e-05 0.0001701 0.00027422 0.00034456
0.00046028 0.00065214 0.00082283 0.00107791 0.0014306 0.00196134 0.00266427
0.00368682 0.00522456 0.00758401 0.01126335 0.01715812 0.02674581 0.04145595
0.06300627 0.09464207 0.13995799 0.20105412 0.28189591 0.38134665 0.4907345
0.60674263 0.71505301 0.80391496 0.87015099 0.91645643 0.94668952 0.96391534
0.97305962 0.97704089 0.97777566 0.97686717 0.97531356 0.97336816 0.9714563
0.9697157 0.96907419 0.96968255 0.97051178 0.97272986 0.97613656 0.97894419
0.9810083 0.98350836 0.9848292 0.98438948 0.98389859 0.98334634 0.9814301
0.97936035 0.97802641 0.97623515 0.97537114 0.97569131 0.97679261 0.97898052
0.98199689 0.98520852 0.98866135 0.99233425 0.99480248 0.99589079 0.9958911
0.99475534 0.99207775 0.98856394 0.9848769 0.98106836 0.97677436 0.97351815
0.97192459 0.97052192 0.97043004 0.9723835 0.97525347 0.97856769 0.98298866
0.98810437 0.99268138 0.99645012 0.9990686 1 0.99902738 0.99662493 0.99326995
0.989647 0.98577051 0.98212932 0.97979728 0.97946062 0.980262 0.98247241 0.98601349
0.98957829 0.99173488 0.99219848 0.98937107 0.98205611 0.97007817 0.95307506
```

0.93223131 0.90784439 0.88392149 0.86411672 0.85075738 0.84410342 0.84337963
0.84698191 0.84866039 0.84046041 0.81336359 0.75654857 0.66994259 0.56517119
0.45690882 0.35310835 0.25633426 0.17582806 0.11552613 0.0733101 0.04640345
0.02898639 0.01853597 0.01243537 0.00877131 0.00630418 0.00457459 0.00335323
0.00245906 0.001988 0.00149989 0.00112208 0.00078208 0.00054086 0.00028019
0.0001326</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="12" physicalBand="B12">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">2065</MIN>
<MAX unit="nm">2303</MAX>
<CENTRAL unit="nm">2185.7</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00022389 0.00073676 0.00164703 0.00301151 0.00458328
0.00592584 0.00752876 0.00874103 0.01025764 0.01222618 0.01458055 0.01744267
0.02104287 0.02540339 0.03057901 0.03719619 0.04572365 0.05630242 0.06994211
0.08791078 0.11057655 0.13873936 0.17311239 0.21416774 0.26175285 0.31696031
0.38057337 0.44916129 0.52246923 0.59858476 0.67183039 0.73762307 0.79267856
0.83543144 0.86612544 0.88613168 0.89739036 0.90131058 0.90056883 0.89688046
0.89211284 0.88771935 0.88417799 0.88183136 0.88142338 0.88242075 0.88687585
0.89245189 0.89861914 0.90533051 0.91254666 0.91988456 0.92662076 0.93280462
0.9381479 0.94308713 0.94528987 0.94711578 0.94827846 0.94854335 0.94782599
0.94683272 0.94584552 0.94458923 0.94320642 0.94161778 0.94216937 0.94300085
0.94396863 0.94500784 0.94593652 0.94680905 0.94766521 0.94866638 0.94960932
0.95040536 0.95078607 0.95126357 0.95205865 0.9524548 0.95228734 0.95215614
0.95239704 0.95270563 0.95306455 0.9535262 0.95404061 0.9545903 0.95529443
0.95650666 0.95774374 0.95899449 0.96021128 0.96117558 0.96241242 0.96389292
0.9633817 0.96287807 0.96252982 0.96163134 0.96051578 0.95934879 0.95816596
0.95676127 0.95491383 0.95287555 0.95386662 0.95498503 0.9555239 0.95548083
0.9551674 0.95442758 0.95327341 0.95194429 0.95041866 0.9484181 0.94839027
0.94838056 0.94813039 0.94753901 0.94645196 0.94504703 0.9433144 0.94197531
0.94049427 0.93875727 0.94132922 0.9436129 0.94558364 0.94711284 0.94831802
0.94945878 0.95060227 0.95182631 0.95345901 0.95510105 0.95225316 0.95033203
0.94956701 0.94895037 0.94955832 0.95152282 0.95486528 0.95963437 0.96607045
0.97375116 0.97078626 0.96900558 0.96819786 0.96750837 0.9674355 0.96792378
0.96839035 0.96883692 0.9693902 0.96985301 0.96898817 0.96814874 0.96743874
0.96638941 0.96534457 0.96425351 0.96281969 0.96155971 0.96053251 0.95926107
0.95959913 0.96025143 0.96154033 0.96262988 0.96359875 0.96467154 0.9654114
0.96625109 0.96744643 0.96878244 0.97046916 0.97234778 0.97422228 0.9759326
0.97713045 0.97892333 0.98039008 0.98147316 0.98248415 0.9832885 0.98458694
0.9866985 0.98911057 0.99119702 0.99315819 0.99524701 0.99668121 0.99826512
0.99959594 1 0.99866374 0.99576531 0.99062502 0.98155399 0.96876193 0.95174168
0.92942389 0.90240499 0.8705554 0.83207693 0.78626172 0.73649625 0.68202115
0.62329799 0.56418429 0.50680538 0.4515209 0.4006232 0.35430248 0.30995212
0.26941268 0.23418861 0.20232924 0.17373524 0.14941215 0.1290062 0.11157271
0.09693492 0.08490613 0.07409041 0.06449244 0.056343 0.0493999 0.04321207

0.03800099 0.03348242 0.02900748 0.0251013 0.02003645 0.01384563 0.00850471
0.00443484 0.00085324</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
</Spectral_Information_List>
<PHYSICAL_GAINS bandId="0">4.02860309</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="1">3.86348056</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="2">4.28242421</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="3">4.82444217</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="4">5.23809164</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="5">5.14004572</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="6">4.81684107</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="7">6.89455778</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="8">5.81919832</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="9">9.47004148</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="10">56.29268879</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="11">37.11329051</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="12">108.6053589</PHYSICAL_GAINS>
</Product_Image_Characteristics>
</n1:General_Info>
<n1:Geometric_Info>
<Product_Footprint>
<Product_Footprint>
<Global_Footprint>
<EXT_POS_LIST>11.754141325544825 -70.8353 11.758843009943073
-69.82785 10.76593259155724 -69.82501 10.761637470871774 -70.82901
11.754141325544825 -70.8353 </EXT_POS_LIST>
</Global_Footprint>
</Product_Footprint>
<RASTER_CS_TYPE>POINT</RASTER_CS_TYPE>
<PIXEL_ORIGIN>1</PIXEL_ORIGIN>
</Product_Footprint>
<Coordinate_Reference_System>
<GEO_TABLES version="1">EPSG</GEO_TABLES>
<HORIZONTAL_CS_TYPE>GEOGRAPHIC</HORIZONTAL_CS_TYPE>
</Coordinate_Reference_System>
</n1:Geometric_Info>
<n1:Auxiliary_Data_Info>
<GIPP_List>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ATMIMA"
version="0001">S2B_OPER_GIP_ATMIMA_MPC__20170206T103051_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ATMSAD"
version="0003">S2B_OPER_GIP_ATMSAD_MPC__20170324T155501_V20170306T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_LREXTR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_LREXTR_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_INVLOC"
version="0003">S2B_OPER_GIP_INVLOC_MPC__20170523T080300_V20170322T000000_21000101T0

00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_BLINDP"
version="0002">S2B_OPER_GIP_BLINDP_MPC__20170221T000000_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CLOINV"
version="0001">S2B_OPER_GIP_CLOINV_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CONVER"
version="999">S2B_OPER_GIP_CONVER_MPC__20150710T131444_V20150627T000000_21000101T00
0000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DATATI"
version="0003">S2B_OPER_GIP_DATATI_MPC__20170428T123038_V20170322T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DECOMP"
version="0000">S2B_OPER_GIP_DECOMP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_EARMOD"
version="0001">S2B_OPER_GIP_EARMOD_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ECMWFP"
version="0002">S2B_OPER_GIP_ECMWFP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_G2PARA"
version="0001">S2B_OPER_GIP_G2PARA_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_G2PARE"
version="0001">S2B_OPER_GIP_G2PARE_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_GEOPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_GEOPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_INTDET"
version="0003">S2B_OPER_GIP_INTDET_MPC__20170523T080300_V20170322T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_JP2KPA"
version="0005">S2B_OPER_GIP_JP2KPA_MPC__20160222T110000_V20150622T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_MASPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_MASPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_OLQCPA"
version="0000">S2B_OPER_GIP_OLQCPA_MPC__20180528T000018_V20150622T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_PRDLOC"
version="0009">S2B_OPER_GIP_PRDLOC_MPC__20180301T130000_V20180305T014000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_PROBAS"
version="0206">S2B_OPER_GIP_PROBAS_MPC__20180830T000206_V20180903T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2ABCA"

version="0027">S2B_OPER_GIP_R2ABCA_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2BINN"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2BINN_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2CRCO"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2CRCO_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>

00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEPI"
version="0005">S2B_OPER_GIP_R2DEPI_MPC__20180518T000000_V20180221T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"

version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2NOMO"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2NOMO_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2PARA"
version="0002">S2B_OPER_GIP_R2PARA_MPC__20170403T000002_V20170101T000000_21000101T0

00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2SWIR"
version="0003">S2B_OPER_GIP_R2SWIR_MPC__20170523T080300_V20170517T090600_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_RESPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_RESPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_SPAMOD"
version="0019">S2B_OPER_GIP_SPAMOD_MPC__20180913T000019_V20180919T003000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_TILPAR"

version="0001">S2B_OPER_GIP_TILPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
</GIPP_List>

<PRODUCTION_DEM_TYPE>S2__OPER_DEM_GLOBEF_PDMC_19800101T000000_S19800101T000000</PRO
DUCTION_DEM_TYPE>

<IERS_BULLETIN_FILENAME>S2__OPER_AUX_UT1UTC_PDMC_20181004T000000_V20181005T000000_2
0191004T000000</IERS_BULLETIN_FILENAME>
<GRI_List/>

```
<ECMWF_DATA_REF>S2_OPER_AUX_ECMWFD_PDMC_20181008T000000_V20181008T090000_20181008T
210000</ECMWF_DATA_REF>
  </n1:Auxiliary_Data_Info>
  <n1:Quality_Indicators_Info>
    <Cloud_Coverage_Assessment>19.8577</Cloud_Coverage_Assessment>
    <Technical_Quality_Assessment>
      <DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>0.0</DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>
      <DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>0</DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>
    </Technical_Quality_Assessment>
    <Quality_Control_Checks>
      <Quality_Inspections>
        <quality_check
checkType="FORMAT_CORRECTNESS">PASSED</quality_check>
        <quality_check checkType="GENERAL_QUALITY">PASSED</quality_check>
        <quality_check checkType="GEOMETRIC_QUALITY">PASSED</quality_check>
        <quality_check
checkType="RADIOMETRIC_QUALITY">PASSED</quality_check>
        <quality_check checkType="SENSOR_QUALITY">PASSED</quality_check>
      </Quality_Inspections>
      <Failed_Inspections/>
    </Quality_Control_Checks>
  </n1:Quality_Indicators_Info>
</n1:Level-1C_User_Product>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<n1:Level-1C_User_Product
xmlns:n1="https://psd-14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="https://psd-14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd">
  <n1:General_Info>
    <Product_Info>
      <PRODUCT_START_TIME>2018-10-08T15:16:59.024Z</PRODUCT_START_TIME>
      <PRODUCT_STOP_TIME>2018-10-08T15:16:59.024Z</PRODUCT_STOP_TIME>
    </Product_Info>
  </General_Info>
  <PRODUCT_URI>S2B_MSIL1C_20181008T151659_N0206_R125_T19PCP_20181008T214040.SAFE</PRODUCT_URI>
  <PROCESSING_LEVEL>Level-1C</PROCESSING_LEVEL>
  <PRODUCT_TYPE>S2MSI1C</PRODUCT_TYPE>
  <PROCESSING_BASELINE>02.06</PROCESSING_BASELINE>
  <GENERATION_TIME>2018-10-08T21:40:40.000000Z</GENERATION_TIME>
  <PREVIEW_IMAGE_URL>Not applicable</PREVIEW_IMAGE_URL>
  <PREVIEW_GEO_INFO>Not applicable</PREVIEW_GEO_INFO>
  <Datatake datatakeIdentifier="GS2B_20181008T151659_008302_N02.06">
    <SPACECRAFT_NAME>Sentinel-2B</SPACECRAFT_NAME>
    <DATATAKE_TYPE>INS-NOBS</DATATAKE_TYPE>
    <DATATAKE_SENSING_START>2018-10-08T15:16:59.024Z</DATATAKE_SENSING_START>
    <SENSING_ORBIT_NUMBER>125</SENSING_ORBIT_NUMBER>
    <SENSING_ORBIT_DIRECTION>DESCENDING</SENSING_ORBIT_DIRECTION>
  </Datatake>
  <Query_Options completeSingleTile="true">
    <PRODUCT_FORMAT>SAFE_COMPACT</PRODUCT_FORMAT>
  </Query_Options>
  <Product_Organisation>
    <Granule_List>
      <Granule
datastripIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_DS_EPAE_20181008T214040_S20181008T151700_N02.06"
granuleIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_TL_EPAE_20181008T214040_A008302_T19PCP_N02.06"
imageFormat="JPEG2000">
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B01</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B02</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B03</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B04</IMAGE_FILE>
      </Granule>
    </Granule_List>
  </Product_Organisation>
</n1:Level-1C_User_Product>
```

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B05</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B06</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B07</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B08</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B8A</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B09</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B10</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B11</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_B12</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PCP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PCP_20181008T151659_TCI</IMAGE_FILE>

</Granule>

</Granule_List>

</Product_Organisation>

</Product_Info>

<Product_Image_Characteristics>

<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>NODATA</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>0</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>SATURATED</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>65535</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

<Image_Display_Order>

<RED_CHANNEL>3</RED_CHANNEL>

<GREEN_CHANNEL>2</GREEN_CHANNEL>

<BLUE_CHANNEL>1</BLUE_CHANNEL>

</Image_Display_Order>

<QUANTIFICATION_VALUE unit="none">10000</QUANTIFICATION_VALUE>

<Reflectance_Conversion>

<U>1.00038030599282</U>

```
<Solar_Irradiance_List>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="0" unit="W/m2/μm">1874.3</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="1" unit="W/m2/μm">1959.77</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="2" unit="W/m2/μm">1824.93</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="3" unit="W/m2/μm">1512.79</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="4" unit="W/m2/μm">1425.78</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="5" unit="W/m2/μm">1291.13</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="6" unit="W/m2/μm">1175.57</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="7" unit="W/m2/μm">1041.28</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="8" unit="W/m2/μm">953.93</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="9" unit="W/m2/μm">817.58</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="10" unit="W/m2/μm">365.41</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="11" unit="W/m2/μm">247.08</SOLAR_IRRADIANCE>
  <SOLAR_IRRADIANCE bandId="12" unit="W/m2/μm">87.75</SOLAR_IRRADIANCE>
</Solar_Irradiance_List>
</Reflectance_Conversion>
  <Spectral_Information_List>
    <Spectral_Information bandId="0" physicalBand="B1">
      <RESOLUTION>60</RESOLUTION>
      <Wavelength>
        <MIN unit="nm">411</MIN>
        <MAX unit="nm">456</MAX>
        <CENTRAL unit="nm">442.3</CENTRAL>
      </Wavelength>
      <Spectral_Response>
        <STEP unit="nm">1</STEP>
        <VALUES>0.0062411 0.01024045 0.00402983 0.00642179 0.00552753 0.0065525
0.00409887 0.006297 0.00436742 0.00233356 0.00058162 0.00202276 0.00294328
0.00485362 0.00317041 0.00237657 0.00234612 0.00440152 0.01292397 0.05001678
0.18650104 0.45441623 0.72307877 0.83999211 0.86456334 0.87472096 0.89215296
0.91090814 0.92588017 0.93924094 0.94491826 0.95078529 0.96803023 0.99939195 1
0.97548364 0.96148351 0.94986211 0.91841452 0.87989802 0.80383677 0.59752075
0.30474132 0.10798014 0.0304465 0.00885119</VALUES>
      </Spectral_Response>
    </Spectral_Information>
    <Spectral_Information bandId="1" physicalBand="B2">
      <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
      <Wavelength>
        <MIN unit="nm">438</MIN>
        <MAX unit="nm">532</MAX>
        <CENTRAL unit="nm">492.1</CENTRAL>
      </Wavelength>
      <Spectral_Response>
        <STEP unit="nm">1</STEP>
        <VALUES>0.00188504 0.01962005 0.02009527 0.01399201 0.01563065
0.01543291 0.01699891 0.0133561 0.01445633 0.00956567 0.01440765 0.01113911
0.01335697 0.01354038 0.0143503 0.01468705 0.01598724 0.03067764 0.05529541
0.12005068 0.25199051 0.4623617 0.65162379 0.77642171 0.82319091 0.83083116
0.83382106 0.837526 0.86304286 0.88226141 0.90486326 0.92043837 0.93602675 0.930533
0.92714067 0.9161479 0.90551724 0.89745515 0.90266694 0.90854264 0.92047913
```

```
0.92417935 0.91845025 0.90743244 0.89733983 0.88646415 0.87189983 0.85643973
0.84473414 0.84190734 0.85644111 0.87782724 0.90261174 0.91840544 0.94585847
0.96887192 0.99336135 0.99927899 1 0.99520325 0.98412711 0.97947473 0.97808297
0.97213439 0.96277794 0.95342234 0.93802376 0.92460144 0.90932642 0.90192251
0.89184298 0.88963556 0.89146958 0.89877911 0.91056869 0.92427362 0.93823555
0.95311791 0.97150808 0.98737003 0.99658514 0.99367959 0.98144714 0.95874415
0.89291635 0.73566218 0.52060373 0.3322804 0.19492197 0.11732617 0.07507304
0.05094154 0.03213016 0.01510217 0.00447984</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="2" physicalBand="B3">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">536</MIN>
    <MAX unit="nm">582</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">559</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00188039 0.01545903 0.03660414 0.08100583 0.16917887
0.33278274 0.58622794 0.80916412 0.913051 0.94472284 0.94898813 0.94369132
0.92845674 0.91256938 0.90078036 0.89958598 0.90547138 0.92045355 0.94065665
0.96199681 0.98186744 0.9985841 1 0.99279888 0.97801325 0.95301174 0.9266333
0.89359131 0.86941793 0.84827 0.83908301 0.83206209 0.8291787 0.83305844 0.84630939
0.86396307 0.87268076 0.86818339 0.8554947 0.80839054 0.67650876 0.45584205
0.24737576 0.12765465 0.0589016 0.02564742 0.00515905</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="3" physicalBand="B4">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">646</MIN>
    <MAX unit="nm">685</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">665</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00499358 0.02642563 0.11905127 0.333204 0.59813448 0.80612041
0.91152955 0.92179127 0.91677167 0.90751672 0.89867522 0.89413622 0.89685141
0.89933396 0.90191681 0.90710817 0.9164622 0.92908702 0.9426682 0.95591935
0.96854537 0.98264967 0.99231022 1 0.99904114 0.99257339 0.97943242 0.96553214
0.95377013 0.94146127 0.92151286 0.89308475 0.83539461 0.69759082 0.49483622
0.27886075 0.10892715 0.03028701 0.00747382 0.00087148</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="4" physicalBand="B5">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">694</MIN>
    <MAX unit="nm">714</MAX>
```

```
<CENTRAL unit="nm">703.8</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm">1</STEP>
  <VALUES>0.01042619 0.05713826 0.21461286 0.54715702 0.87088164
0.96808183 0.99104427 1 0.99512875 0.98751456 0.97910038 0.97035979 0.95875454
0.94130694 0.92531149 0.89283152 0.76531084 0.50228771 0.17957688 0.0337948
0.00240526</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="5" physicalBand="B6">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">730</MIN>
    <MAX unit="nm">748</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">739.1</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.01739744 0.10565746 0.38571484 0.78168196 0.90518378
0.91562509 0.92258804 0.93134141 0.9469604 0.96535098 0.97817455 0.99107716
0.99990615 1 0.97144118 0.81937503 0.46748011 0.09409351 0.00983236</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="6" physicalBand="B7">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">766</MIN>
    <MAX unit="nm">794</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">779.7</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.0103729 0.03754921 0.11240409 0.25890105 0.48035521
0.73155954 0.91293607 0.97124929 0.96391197 0.95529249 0.964831 0.98628988 1
0.99782157 0.98343012 0.96489467 0.94619093 0.92560158 0.90788186 0.88471259
0.85693094 0.82513165 0.7734046 0.66767522 0.47756609 0.23225321 0.06764032
0.01301456 0.00117425</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="7" physicalBand="B8">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">774</MIN>
    <MAX unit="nm">907</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">833</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00037316 0.00296451 0.01663315 0.02818619 0.05000442
```

0.08575595 0.14871265 0.25701156 0.42307501 0.62943997 0.80112571 0.90352196
0.93855197 0.94406104 0.9474892 0.96325767 0.97948137 0.99144397 0.99630748 1
0.99827121 0.99843182 0.98914342 0.98264167 0.96769944 0.95752283 0.95074919
0.9458125 0.94267916 0.9465958 0.94450012 0.93992861 0.92759688 0.91226544
0.89079677 0.8706102 0.85021777 0.83416655 0.82214927 0.8124078 0.80920229
0.80220847 0.79081499 0.78239761 0.76731527 0.75394962 0.74226922 0.72750987
0.71976209 0.71456726 0.71982866 0.72746214 0.73945306 0.75138424 0.76310661
0.77122498 0.78298312 0.78494127 0.78409222 0.7834498 0.78216032 0.78062401
0.78132572 0.7813272 0.7810081 0.77897938 0.7761445 0.76910534 0.7625494 0.75157186
0.74086146 0.73121299 0.71988688 0.71025573 0.69679744 0.68602501 0.67163906
0.65532408 0.64173681 0.62683353 0.61241074 0.60185411 0.59380689 0.58714687
0.58444579 0.58231388 0.58111599 0.57996902 0.57480451 0.57684802 0.57273034
0.57144461 0.56985127 0.57167225 0.57154913 0.57292235 0.57617796 0.5784908
0.58023702 0.57982619 0.57868642 0.57587451 0.56976789 0.56173136 0.55644176
0.54881732 0.54508423 0.54153848 0.54069902 0.53850959 0.53655263 0.530404
0.52068821 0.50399678 0.486513 0.46813829 0.45468861 0.44447936 0.44177056
0.44425396 0.44633078 0.43914074 0.41748156 0.3690277 0.30165803 0.23504284
0.17434599 0.12247894 0.08354059 0.05624109 0.03804368 0.02427229 0.01490577
0.00615862</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="8" physicalBand="B8A">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">848</MIN>
<MAX unit="nm">880</MAX>
<CENTRAL unit="nm">864</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00167523 0.01602231 0.03225867 0.07345268 0.1689243
0.34543042 0.56923369 0.79611745 0.93749188 0.98102805 0.98742384 0.99457226
0.99912415 0.99993652 1 0.99437257 0.98756135 0.98263615 0.9790323 0.97397518
0.97130259 0.9645338 0.95610202 0.93941552 0.89155652 0.77601041 0.5951886
0.37588812 0.18394037 0.07870072 0.0332686 0.01575167 0.00159818</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="9" physicalBand="B9">
<RESOLUTION>60</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">930</MIN>
<MAX unit="nm">957</MAX>
<CENTRAL unit="nm">943.2</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.0121336 0.04608767 0.15156613 0.35888361 0.60704101
0.83836043 0.93474094 0.94270146 0.95838078 0.99064712 0.99789825 1 0.98593726
0.97333604 0.95776631 0.972226 0.94856942 0.94367414 0.90771555 0.88460732
0.85258329 0.83375172 0.71599386 0.52202762 0.26922852 0.09477806 0.02640828

```
0.00346547</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="10" physicalBand="B10">
  <RESOLUTION>60</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">1339</MIN>
    <MAX unit="nm">1415</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">1376.9</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>2.472e-05 0.00013691 0.00012558 8.901e-05 0.00012425 9.941e-05
0.00013952 0.00015816 0.00019272 0.00025959 0.00032221 0.00034719 0.0003699
0.00054874 0.00105434 0.00218813 0.00480743 0.01135252 0.02671185 0.05776022
0.11176337 0.19587518 0.31418191 0.46188068 0.62292578 0.7709851 0.88086652
0.9448941 0.97405066 0.98616696 0.99306955 0.99775441 1 0.99942348 0.99616891
0.99082045 0.9842131 0.97708513 0.97013647 0.96374366 0.95755001 0.95127438
0.94546638 0.94069659 0.93759595 0.93624612 0.93510206 0.93054472 0.91630845
0.88530334 0.83129653 0.74856466 0.63524397 0.49733159 0.34907723 0.21259735
0.10971453 0.04789269 0.01853013 0.00716776 0.0031533 0.00157017 0.00084901
0.00053006 0.00033171 0.00019447 0.00022104 0.00022646 0.00018156 0.00016063
0.00015475 0.00014734 0.00014776 0.00017405 0.00023619 0.00012007
4.337e-05</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="11" physicalBand="B11">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">1538</MIN>
    <MAX unit="nm">1679</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">1610.4</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>1.154e-05 2.707e-05 8.129e-05 0.0001701 0.00027422 0.00034456
0.00046028 0.00065214 0.00082283 0.00107791 0.0014306 0.00196134 0.00266427
0.00368682 0.00522456 0.00758401 0.01126335 0.01715812 0.02674581 0.04145595
0.06300627 0.09464207 0.13995799 0.20105412 0.28189591 0.38134665 0.4907345
0.60674263 0.71505301 0.80391496 0.87015099 0.91645643 0.94668952 0.96391534
0.97305962 0.97704089 0.97777566 0.97686717 0.97531356 0.97336816 0.9714563
0.9697157 0.96907419 0.96968255 0.97051178 0.97272986 0.97613656 0.97894419
0.9810083 0.98350836 0.9848292 0.98438948 0.98389859 0.98334634 0.9814301
0.97936035 0.97802641 0.97623515 0.97537114 0.97569131 0.97679261 0.97898052
0.98199689 0.98520852 0.98866135 0.99233425 0.99480248 0.99589079 0.9958911
0.99475534 0.99207775 0.98856394 0.9848769 0.98106836 0.97677436 0.97351815
0.97192459 0.97052192 0.97043004 0.9723835 0.97525347 0.97856769 0.98298866
0.98810437 0.99268138 0.99645012 0.9990686 1 0.99902738 0.99662493 0.99326995
0.989647 0.98577051 0.98212932 0.97979728 0.97946062 0.980262 0.98247241 0.98601349
0.98957829 0.99173488 0.99219848 0.98937107 0.98205611 0.97007817 0.95307506
```

0.93223131 0.90784439 0.88392149 0.86411672 0.85075738 0.84410342 0.84337963
0.84698191 0.84866039 0.84046041 0.81336359 0.75654857 0.66994259 0.56517119
0.45690882 0.35310835 0.25633426 0.17582806 0.11552613 0.0733101 0.04640345
0.02898639 0.01853597 0.01243537 0.00877131 0.00630418 0.00457459 0.00335323
0.00245906 0.001988 0.00149989 0.00112208 0.00078208 0.00054086 0.00028019
0.0001326</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="12" physicalBand="B12">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">2065</MIN>
<MAX unit="nm">2303</MAX>
<CENTRAL unit="nm">2185.7</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00022389 0.00073676 0.00164703 0.00301151 0.00458328
0.00592584 0.00752876 0.00874103 0.01025764 0.01222618 0.01458055 0.01744267
0.02104287 0.02540339 0.03057901 0.03719619 0.04572365 0.05630242 0.06994211
0.08791078 0.11057655 0.13873936 0.17311239 0.21416774 0.26175285 0.31696031
0.38057337 0.44916129 0.52246923 0.59858476 0.67183039 0.73762307 0.79267856
0.83543144 0.86612544 0.88613168 0.89739036 0.90131058 0.90056883 0.89688046
0.89211284 0.88771935 0.88417799 0.88183136 0.88142338 0.88242075 0.88687585
0.89245189 0.89861914 0.90533051 0.91254666 0.91988456 0.92662076 0.93280462
0.9381479 0.94308713 0.94528987 0.94711578 0.94827846 0.94854335 0.94782599
0.94683272 0.94584552 0.94458923 0.94320642 0.94161778 0.94216937 0.94300085
0.94396863 0.94500784 0.94593652 0.94680905 0.94766521 0.94866638 0.94960932
0.95040536 0.95078607 0.95126357 0.95205865 0.9524548 0.95228734 0.95215614
0.95239704 0.95270563 0.95306455 0.9535262 0.95404061 0.9545903 0.95529443
0.95650666 0.95774374 0.95899449 0.96021128 0.96117558 0.96241242 0.96389292
0.9633817 0.96287807 0.96252982 0.96163134 0.96051578 0.95934879 0.95816596
0.95676127 0.95491383 0.95287555 0.95386662 0.95498503 0.9555239 0.95548083
0.9551674 0.95442758 0.95327341 0.95194429 0.95041866 0.9484181 0.94839027
0.94838056 0.94813039 0.94753901 0.94645196 0.94504703 0.9433144 0.94197531
0.94049427 0.93875727 0.94132922 0.9436129 0.94558364 0.94711284 0.94831802
0.94945878 0.95060227 0.95182631 0.95345901 0.95510105 0.95225316 0.95033203
0.94956701 0.94895037 0.94955832 0.95152282 0.95486528 0.95963437 0.96607045
0.97375116 0.97078626 0.96900558 0.96819786 0.96750837 0.9674355 0.96792378
0.96839035 0.96883692 0.9693902 0.96985301 0.96898817 0.96814874 0.96743874
0.96638941 0.96534457 0.96425351 0.96281969 0.96155971 0.96053251 0.95926107
0.95959913 0.96025143 0.96154033 0.96262988 0.96359875 0.96467154 0.9654114
0.96625109 0.96744643 0.96878244 0.97046916 0.97234778 0.97422228 0.9759326
0.97713045 0.97892333 0.98039008 0.98147316 0.98248415 0.9832885 0.98458694
0.9866985 0.98911057 0.99119702 0.99315819 0.99524701 0.99668121 0.99826512
0.99959594 1 0.99866374 0.99576531 0.99062502 0.98155399 0.96876193 0.95174168
0.92942389 0.90240499 0.8705554 0.83207693 0.78626172 0.73649625 0.68202115
0.62329799 0.56418429 0.50680538 0.4515209 0.4006232 0.35430248 0.30995212
0.26941268 0.23418861 0.20232924 0.17373524 0.14941215 0.1290062 0.11157271
0.09693492 0.08490613 0.07409041 0.06449244 0.056343 0.0493999 0.04321207

0.03800099 0.03348242 0.02900748 0.0251013 0.02003645 0.01384563 0.00850471
 0.00443484 0.00085324</VALUES>
 </Spectral_Response>
 </Spectral_Information>
 </Spectral_Information_List>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="0">4.02860309</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="1">3.86348056</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="2">4.28242421</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="3">4.82444217</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="4">5.23809164</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="5">5.14004572</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="6">4.81684107</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="7">6.89455778</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="8">5.81919832</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="9">9.47004148</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="10">56.29268879</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="11">37.11329051</PHYSICAL_GAINS>
 <PHYSICAL_GAINS bandId="12">108.6053589</PHYSICAL_GAINS>
 </Product_Image_Characteristics>
 </n1:General_Info>
 <n1:Geometric_Info>
 <Product_Footprint>
 <Product_Footprint>
 <Global_Footprint>
 <EXT_POS_LIST>12.658178882349375 -70.84155 12.663253352763395
 -69.83066 11.670406193549555 -69.827576 11.665740832142417 -70.83472
 12.658178882349375 -70.84155 </EXT_POS_LIST>
 </Global_Footprint>
 </Product_Footprint>
 <RASTER_CS_TYPE>POINT</RASTER_CS_TYPE>
 <PIXEL_ORIGIN>1</PIXEL_ORIGIN>
 </Product_Footprint>
 <Coordinate_Reference_System>
 <GEO_TABLES version="1">EPSG</GEO_TABLES>
 <HORIZONTAL_CS_TYPE>GEOGRAPHIC</HORIZONTAL_CS_TYPE>
 </Coordinate_Reference_System>
 </n1:Geometric_Info>
 <n1:Auxiliary_Data_Info>
 <GIPP_List>
 <GIPP_FILENAME type="GIP_ATMIMA"
 version="0001">S2B_OPER_GIP_ATMIMA_MPC__20170206T103051_V20170101T000000_21000101T0
 00000_B00</GIPP_FILENAME>
 <GIPP_FILENAME type="GIP_ATMSAD"
 version="0003">S2B_OPER_GIP_ATMSAD_MPC__20170324T155501_V20170306T000000_21000101T0
 00000_B00</GIPP_FILENAME>
 <GIPP_FILENAME type="GIP_LREXTR"
 version="0001">S2B_OPER_GIP_LREXTR_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
 00000_B00</GIPP_FILENAME>
 <GIPP_FILENAME type="GIP_INVLOC"
 version="0003">S2B_OPER_GIP_INVLOC_MPC__20170523T080300_V20170322T000000_21000101T0

00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_BLINDP"
version="0002">S2B_OPER_GIP_BLINDP_MPC__20170221T000000_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CLOINV"
version="0001">S2B_OPER_GIP_CLOINV_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CONVER"
version="999">S2B_OPER_GIP_CONVER_MPC__20150710T131444_V20150627T000000_21000101T00
0000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DATATI"
version="0003">S2B_OPER_GIP_DATATI_MPC__20170428T123038_V20170322T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DECOMP"
version="0000">S2B_OPER_GIP_DECOMP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_EARMOD"
version="0001">S2B_OPER_GIP_EARMOD_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ECMWFP"
version="0002">S2B_OPER_GIP_ECMWFP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_G2PARA"
version="0001">S2B_OPER_GIP_G2PARA_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_G2PARE"
version="0001">S2B_OPER_GIP_G2PARE_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_GEOPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_GEOPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_INTDET"
version="0003">S2B_OPER_GIP_INTDET_MPC__20170523T080300_V20170322T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_JP2KPA"
version="0005">S2B_OPER_GIP_JP2KPA_MPC__20160222T110000_V20150622T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_MASPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_MASPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_OLQCPA"
version="0000">S2B_OPER_GIP_OLQCPA_MPC__20180528T000018_V20150622T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_PRDLOC"
version="0009">S2B_OPER_GIP_PRDLOC_MPC__20180301T130000_V20180305T014000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_PROBAS"
version="0206">S2B_OPER_GIP_PROBAS_MPC__20180830T000206_V20180903T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2ABCA"

version="0027">S2B_OPER_GIP_R2ABCA_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2BINN"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2BINN_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2CRCO"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2CRCO_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>

00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEPI"
version="0005">S2B_OPER_GIP_R2DEPI_MPC__20180518T000000_V20180221T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"

version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2E0B2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2E0B2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T00000_B12</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2NOMO"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2NOMO_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2PARA"
version="0002">S2B_OPER_GIP_R2PARA_MPC__20170403T000002_V20170101T000000_21000101T0

00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2SWIR"
version="0003">S2B_OPER_GIP_R2SWIR_MPC__20170523T080300_V20170517T090600_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_RESPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_RESPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_SPAMOD"
version="0019">S2B_OPER_GIP_SPAMOD_MPC__20180913T000019_V20180919T003000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_TILPAR"

version="0001">S2B_OPER_GIP_TILPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
</GIPP_List>

<PRODUCTION_DEM_TYPE>S2__OPER_DEM_GLOBEF_PDMC_19800101T000000_S19800101T000000</PRO
DUCTION_DEM_TYPE>

<IERS_BULLETIN_FILENAME>S2__OPER_AUX_UT1UTC_PDMC_20181004T000000_V20181005T000000_2
0191004T000000</IERS_BULLETIN_FILENAME>
<GRI_List/>

```
<ECMWF_DATA_REF>S2_OPER_AUX_ECMWFD_PDMC_20181008T000000_V20181008T090000_20181008T
210000</ECMWF_DATA_REF>
  </n1:Auxiliary_Data_Info>
  <n1:Quality_Indicators_Info>
    <Cloud_Coverage_Assessment>45.6554</Cloud_Coverage_Assessment>
    <Technical_Quality_Assessment>
      <DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>0.0</DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>
      <DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>0</DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>
    </Technical_Quality_Assessment>
    <Quality_Control_Checks>
      <Quality_Inspections>
        <quality_check
checkType="FORMAT_CORRECTNESS">PASSED</quality_check>
        <quality_check checkType="GENERAL_QUALITY">PASSED</quality_check>
        <quality_check checkType="GEOMETRIC_QUALITY">PASSED</quality_check>
        <quality_check
checkType="RADIOMETRIC_QUALITY">PASSED</quality_check>
        <quality_check checkType="SENSOR_QUALITY">PASSED</quality_check>
      </Quality_Inspections>
      <Failed_Inspections/>
    </Quality_Control_Checks>
  </n1:Quality_Indicators_Info>
</n1:Level-1C_User_Product>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<n1:Level-1C_User_Product
xmlns:n1="https://psd-14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="https://psd-14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-1C.xsd">
  <n1:General_Info>
    <Product_Info>
      <PRODUCT_START_TIME>2018-10-08T15:16:59.024Z</PRODUCT_START_TIME>
      <PRODUCT_STOP_TIME>2018-10-08T15:16:59.024Z</PRODUCT_STOP_TIME>
    </Product_Info>
  </General_Info>
  <PRODUCT_URI>S2B_MSIL1C_20181008T151659_N0206_R125_T19PDP_20181008T214040.SAFE</PRODUCT_URI>
  <PROCESSING_LEVEL>Level-1C</PROCESSING_LEVEL>
  <PRODUCT_TYPE>S2MSI1C</PRODUCT_TYPE>
  <PROCESSING_BASELINE>02.06</PROCESSING_BASELINE>
  <GENERATION_TIME>2018-10-08T21:40:40.000000Z</GENERATION_TIME>
  <PREVIEW_IMAGE_URL>Not applicable</PREVIEW_IMAGE_URL>
  <PREVIEW_GEO_INFO>Not applicable</PREVIEW_GEO_INFO>
  <Datatake datatakeIdentifier="GS2B_20181008T151659_008302_N02.06">
    <SPACECRAFT_NAME>Sentinel-2B</SPACECRAFT_NAME>
    <DATATAKE_TYPE>INS-NOBS</DATATAKE_TYPE>
    <DATATAKE_SENSING_START>2018-10-08T15:16:59.024Z</DATATAKE_SENSING_START>
    <SENSING_ORBIT_NUMBER>125</SENSING_ORBIT_NUMBER>
    <SENSING_ORBIT_DIRECTION>DESCENDING</SENSING_ORBIT_DIRECTION>
  </Datatake>
  <Query_Options completeSingleTile="true">
    <PRODUCT_FORMAT>SAFE_COMPACT</PRODUCT_FORMAT>
  </Query_Options>
  <Product_Organisation>
    <Granule_List>
      <Granule
datastripIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_DS_EPAE_20181008T214040_S20181008T151700_N02.06"
granuleIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_TL_EPAE_20181008T214040_A008302_T19PDP_N02.06"
imageFormat="JPEG2000">
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B01</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B02</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B03</IMAGE_FILE>
        <IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B04</IMAGE_FILE>
      </Granule>
    </Granule_List>
  </Product_Organisation>
</n1:Level-1C_User_Product>
```

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B05</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B06</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B07</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B08</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B8A</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B09</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B10</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B11</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_B12</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T19PDP_A008302_20181008T151700/IMG_DATA/T19PDP_20181008T151659_TCI</IMAGE_FILE>

</Granule>

</Granule_List>

</Product_Organisation>

</Product_Info>

<Product_Image_Characteristics>

<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>NODATA</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>0</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

<Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>SATURATED</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>65535</SPECIAL_VALUE_INDEX>

</Special_Values>

<Image_Display_Order>

<RED_CHANNEL>3</RED_CHANNEL>

<GREEN_CHANNEL>2</GREEN_CHANNEL>

<BLUE_CHANNEL>1</BLUE_CHANNEL>

</Image_Display_Order>

<QUANTIFICATION_VALUE unit="none">10000</QUANTIFICATION_VALUE>

<Reflectance_Conversion>

<U>1.00038030599282</U>

```
<Solar_Irradiance_List>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="0" unit="W/m²/µm">1874.3</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="1" unit="W/m²/µm">1959.77</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="2" unit="W/m²/µm">1824.93</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="3" unit="W/m²/µm">1512.79</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="4" unit="W/m²/µm">1425.78</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="5" unit="W/m²/µm">1291.13</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="6" unit="W/m²/µm">1175.57</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="7" unit="W/m²/µm">1041.28</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="8" unit="W/m²/µm">953.93</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="9" unit="W/m²/µm">817.58</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="10" unit="W/m²/µm">365.41</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="11" unit="W/m²/µm">247.08</SOLAR_IRRADIANCE>
<SOLAR_IRRADIANCE bandId="12" unit="W/m²/µm">87.75</SOLAR_IRRADIANCE>
</Solar_Irradiance_List>
</Reflectance_Conversion>
<Spectral_Information_List>
<Spectral_Information bandId="0" physicalBand="B1">
<RESOLUTION>60</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">411</MIN>
<MAX unit="nm">456</MAX>
<CENTRAL unit="nm">442.3</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.0062411 0.01024045 0.00402983 0.00642179 0.00552753 0.0065525
0.00409887 0.006297 0.00436742 0.00233356 0.00058162 0.00202276 0.00294328
0.00485362 0.00317041 0.00237657 0.00234612 0.00440152 0.01292397 0.05001678
0.18650104 0.45441623 0.72307877 0.83999211 0.86456334 0.87472096 0.89215296
0.91090814 0.92588017 0.93924094 0.94491826 0.95078529 0.96803023 0.99939195 1
0.97548364 0.96148351 0.94986211 0.91841452 0.87989802 0.80383677 0.59752075
0.30474132 0.10798014 0.0304465 0.00885119</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="1" physicalBand="B2">
<RESOLUTION>10</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">438</MIN>
<MAX unit="nm">532</MAX>
<CENTRAL unit="nm">492.1</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00188504 0.01962005 0.02009527 0.01399201 0.01563065
0.01543291 0.01699891 0.0133561 0.01445633 0.00956567 0.01440765 0.01113911
0.01335697 0.01354038 0.0143503 0.01468705 0.01598724 0.03067764 0.05529541
0.12005068 0.25199051 0.4623617 0.65162379 0.77642171 0.82319091 0.83083116
0.83382106 0.837526 0.86304286 0.88226141 0.90486326 0.92043837 0.93602675 0.930533
0.92714067 0.9161479 0.90551724 0.89745515 0.90266694 0.90854264 0.92047913
```

```
0.92417935 0.91845025 0.90743244 0.89733983 0.88646415 0.87189983 0.85643973
0.84473414 0.84190734 0.85644111 0.87782724 0.90261174 0.91840544 0.94585847
0.96887192 0.99336135 0.99927899 1 0.99520325 0.98412711 0.97947473 0.97808297
0.97213439 0.96277794 0.95342234 0.93802376 0.92460144 0.90932642 0.90192251
0.89184298 0.88963556 0.89146958 0.89877911 0.91056869 0.92427362 0.93823555
0.95311791 0.97150808 0.98737003 0.99658514 0.99367959 0.98144714 0.95874415
0.89291635 0.73566218 0.52060373 0.3322804 0.19492197 0.11732617 0.07507304
0.05094154 0.03213016 0.01510217 0.00447984</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="2" physicalBand="B3">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">536</MIN>
    <MAX unit="nm">582</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">559</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00188039 0.01545903 0.03660414 0.08100583 0.16917887
0.33278274 0.58622794 0.80916412 0.913051 0.94472284 0.94898813 0.94369132
0.92845674 0.91256938 0.90078036 0.89958598 0.90547138 0.92045355 0.94065665
0.96199681 0.98186744 0.9985841 1 0.99279888 0.97801325 0.95301174 0.9266333
0.89359131 0.86941793 0.84827 0.83908301 0.83206209 0.8291787 0.83305844 0.84630939
0.86396307 0.87268076 0.86818339 0.8554947 0.80839054 0.67650876 0.45584205
0.24737576 0.12765465 0.0589016 0.02564742 0.00515905</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="3" physicalBand="B4">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">646</MIN>
    <MAX unit="nm">685</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">665</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00499358 0.02642563 0.11905127 0.333204 0.59813448 0.80612041
0.91152955 0.92179127 0.91677167 0.90751672 0.89867522 0.89413622 0.89685141
0.89933396 0.90191681 0.90710817 0.9164622 0.92908702 0.9426682 0.95591935
0.96854537 0.98264967 0.99231022 1 0.99904114 0.99257339 0.97943242 0.96553214
0.95377013 0.94146127 0.92151286 0.89308475 0.83539461 0.69759082 0.49483622
0.27886075 0.10892715 0.03028701 0.00747382 0.00087148</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="4" physicalBand="B5">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">694</MIN>
    <MAX unit="nm">714</MAX>
```

```
<CENTRAL unit="nm">703.8</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
  <STEP unit="nm">1</STEP>
  <VALUES>0.01042619 0.05713826 0.21461286 0.54715702 0.87088164
0.96808183 0.99104427 1 0.99512875 0.98751456 0.97910038 0.97035979 0.95875454
0.94130694 0.92531149 0.89283152 0.76531084 0.50228771 0.17957688 0.0337948
0.00240526</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="5" physicalBand="B6">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">730</MIN>
    <MAX unit="nm">748</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">739.1</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.01739744 0.10565746 0.38571484 0.78168196 0.90518378
0.91562509 0.92258804 0.93134141 0.9469604 0.96535098 0.97817455 0.99107716
0.99990615 1 0.97144118 0.81937503 0.46748011 0.09409351 0.00983236</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="6" physicalBand="B7">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">766</MIN>
    <MAX unit="nm">794</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">779.7</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.0103729 0.03754921 0.11240409 0.25890105 0.48035521
0.73155954 0.91293607 0.97124929 0.96391197 0.95529249 0.964831 0.98628988 1
0.99782157 0.98343012 0.96489467 0.94619093 0.92560158 0.90788186 0.88471259
0.85693094 0.82513165 0.7734046 0.66767522 0.47756609 0.23225321 0.06764032
0.01301456 0.00117425</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="7" physicalBand="B8">
  <RESOLUTION>10</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">774</MIN>
    <MAX unit="nm">907</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">833</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>0.00037316 0.00296451 0.01663315 0.02818619 0.05000442
```

0.08575595 0.14871265 0.25701156 0.42307501 0.62943997 0.80112571 0.90352196
0.93855197 0.94406104 0.9474892 0.96325767 0.97948137 0.99144397 0.99630748 1
0.99827121 0.99843182 0.98914342 0.98264167 0.96769944 0.95752283 0.95074919
0.9458125 0.94267916 0.9465958 0.94450012 0.93992861 0.92759688 0.91226544
0.89079677 0.8706102 0.85021777 0.83416655 0.82214927 0.8124078 0.80920229
0.80220847 0.79081499 0.78239761 0.76731527 0.75394962 0.74226922 0.72750987
0.71976209 0.71456726 0.71982866 0.72746214 0.73945306 0.75138424 0.76310661
0.77122498 0.78298312 0.78494127 0.78409222 0.7834498 0.78216032 0.78062401
0.78132572 0.7813272 0.7810081 0.77897938 0.7761445 0.76910534 0.7625494 0.75157186
0.74086146 0.73121299 0.71988688 0.71025573 0.69679744 0.68602501 0.67163906
0.65532408 0.64173681 0.62683353 0.61241074 0.60185411 0.59380689 0.58714687
0.58444579 0.58231388 0.58111599 0.57996902 0.57480451 0.57684802 0.57273034
0.57144461 0.56985127 0.57167225 0.57154913 0.57292235 0.57617796 0.5784908
0.58023702 0.57982619 0.57868642 0.57587451 0.56976789 0.56173136 0.55644176
0.54881732 0.54508423 0.54153848 0.54069902 0.53850959 0.53655263 0.530404
0.52068821 0.50399678 0.486513 0.46813829 0.45468861 0.44447936 0.44177056
0.44425396 0.44633078 0.43914074 0.41748156 0.3690277 0.30165803 0.23504284
0.17434599 0.12247894 0.08354059 0.05624109 0.03804368 0.02427229 0.01490577
0.00615862</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="8" physicalBand="B8A">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">848</MIN>
<MAX unit="nm">880</MAX>
<CENTRAL unit="nm">864</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00167523 0.01602231 0.03225867 0.07345268 0.1689243
0.34543042 0.56923369 0.79611745 0.93749188 0.98102805 0.98742384 0.99457226
0.99912415 0.99993652 1 0.99437257 0.98756135 0.98263615 0.9790323 0.97397518
0.97130259 0.9645338 0.95610202 0.93941552 0.89155652 0.77601041 0.5951886
0.37588812 0.18394037 0.07870072 0.0332686 0.01575167 0.00159818</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="9" physicalBand="B9">
<RESOLUTION>60</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">930</MIN>
<MAX unit="nm">957</MAX>
<CENTRAL unit="nm">943.2</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.0121336 0.04608767 0.15156613 0.35888361 0.60704101
0.83836043 0.93474094 0.94270146 0.95838078 0.99064712 0.99789825 1 0.98593726
0.97333604 0.95776631 0.972226 0.94856942 0.94367414 0.90771555 0.88460732
0.85258329 0.83375172 0.71599386 0.52202762 0.26922852 0.09477806 0.02640828

```
0.00346547</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="10" physicalBand="B10">
  <RESOLUTION>60</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">1339</MIN>
    <MAX unit="nm">1415</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">1376.9</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>2.472e-05 0.00013691 0.00012558 8.901e-05 0.00012425 9.941e-05
0.00013952 0.00015816 0.00019272 0.00025959 0.00032221 0.00034719 0.0003699
0.00054874 0.00105434 0.00218813 0.00480743 0.01135252 0.02671185 0.05776022
0.11176337 0.19587518 0.31418191 0.46188068 0.62292578 0.7709851 0.88086652
0.9448941 0.97405066 0.98616696 0.99306955 0.99775441 1 0.99942348 0.99616891
0.99082045 0.9842131 0.97708513 0.97013647 0.96374366 0.95755001 0.95127438
0.94546638 0.94069659 0.93759595 0.93624612 0.93510206 0.93054472 0.91630845
0.88530334 0.83129653 0.74856466 0.63524397 0.49733159 0.34907723 0.21259735
0.10971453 0.04789269 0.01853013 0.00716776 0.0031533 0.00157017 0.00084901
0.00053006 0.00033171 0.00019447 0.00022104 0.00022646 0.00018156 0.00016063
0.00015475 0.00014734 0.00014776 0.00017405 0.00023619 0.00012007
4.337e-05</VALUES>
  </Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="11" physicalBand="B11">
  <RESOLUTION>20</RESOLUTION>
  <Wavelength>
    <MIN unit="nm">1538</MIN>
    <MAX unit="nm">1679</MAX>
    <CENTRAL unit="nm">1610.4</CENTRAL>
  </Wavelength>
  <Spectral_Response>
    <STEP unit="nm">1</STEP>
    <VALUES>1.154e-05 2.707e-05 8.129e-05 0.0001701 0.00027422 0.00034456
0.00046028 0.00065214 0.00082283 0.00107791 0.0014306 0.00196134 0.00266427
0.00368682 0.00522456 0.00758401 0.01126335 0.01715812 0.02674581 0.04145595
0.06300627 0.09464207 0.13995799 0.20105412 0.28189591 0.38134665 0.4907345
0.60674263 0.71505301 0.80391496 0.87015099 0.91645643 0.94668952 0.96391534
0.97305962 0.97704089 0.97777566 0.97686717 0.97531356 0.97336816 0.9714563
0.9697157 0.96907419 0.96968255 0.97051178 0.97272986 0.97613656 0.97894419
0.9810083 0.98350836 0.9848292 0.98438948 0.98389859 0.98334634 0.9814301
0.97936035 0.97802641 0.97623515 0.97537114 0.97569131 0.97679261 0.97898052
0.98199689 0.98520852 0.98866135 0.99233425 0.99480248 0.99589079 0.9958911
0.99475534 0.99207775 0.98856394 0.9848769 0.98106836 0.97677436 0.97351815
0.97192459 0.97052192 0.97043004 0.9723835 0.97525347 0.97856769 0.98298866
0.98810437 0.99268138 0.99645012 0.9990686 1 0.99902738 0.99662493 0.99326995
0.989647 0.98577051 0.98212932 0.97979728 0.97946062 0.980262 0.98247241 0.98601349
0.98957829 0.99173488 0.99219848 0.98937107 0.98205611 0.97007817 0.95307506
```

0.93223131 0.90784439 0.88392149 0.86411672 0.85075738 0.84410342 0.84337963
0.84698191 0.84866039 0.84046041 0.81336359 0.75654857 0.66994259 0.56517119
0.45690882 0.35310835 0.25633426 0.17582806 0.11552613 0.0733101 0.04640345
0.02898639 0.01853597 0.01243537 0.00877131 0.00630418 0.00457459 0.00335323
0.00245906 0.001988 0.00149989 0.00112208 0.00078208 0.00054086 0.00028019
0.0001326</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
<Spectral_Information bandId="12" physicalBand="B12">
<RESOLUTION>20</RESOLUTION>
<Wavelength>
<MIN unit="nm">2065</MIN>
<MAX unit="nm">2303</MAX>
<CENTRAL unit="nm">2185.7</CENTRAL>
</Wavelength>
<Spectral_Response>
<STEP unit="nm">1</STEP>
<VALUES>0.00022389 0.00073676 0.00164703 0.00301151 0.00458328
0.00592584 0.00752876 0.00874103 0.01025764 0.01222618 0.01458055 0.01744267
0.02104287 0.02540339 0.03057901 0.03719619 0.04572365 0.05630242 0.06994211
0.08791078 0.11057655 0.13873936 0.17311239 0.21416774 0.26175285 0.31696031
0.38057337 0.44916129 0.52246923 0.59858476 0.67183039 0.73762307 0.79267856
0.83543144 0.86612544 0.88613168 0.89739036 0.90131058 0.90056883 0.89688046
0.89211284 0.88771935 0.88417799 0.88183136 0.88142338 0.88242075 0.88687585
0.89245189 0.89861914 0.90533051 0.91254666 0.91988456 0.92662076 0.93280462
0.9381479 0.94308713 0.94528987 0.94711578 0.94827846 0.94854335 0.94782599
0.94683272 0.94584552 0.94458923 0.94320642 0.94161778 0.94216937 0.94300085
0.94396863 0.94500784 0.94593652 0.94680905 0.94766521 0.94866638 0.94960932
0.95040536 0.95078607 0.95126357 0.95205865 0.9524548 0.95228734 0.95215614
0.95239704 0.95270563 0.95306455 0.9535262 0.95404061 0.9545903 0.95529443
0.95650666 0.95774374 0.95899449 0.96021128 0.96117558 0.96241242 0.96389292
0.9633817 0.96287807 0.96252982 0.96163134 0.96051578 0.95934879 0.95816596
0.95676127 0.95491383 0.95287555 0.95386662 0.95498503 0.9555239 0.95548083
0.9551674 0.95442758 0.95327341 0.95194429 0.95041866 0.9484181 0.94839027
0.94838056 0.94813039 0.94753901 0.94645196 0.94504703 0.9433144 0.94197531
0.94049427 0.93875727 0.94132922 0.9436129 0.94558364 0.94711284 0.94831802
0.94945878 0.95060227 0.95182631 0.95345901 0.95510105 0.95225316 0.95033203
0.94956701 0.94895037 0.94955832 0.95152282 0.95486528 0.95963437 0.96607045
0.97375116 0.97078626 0.96900558 0.96819786 0.96750837 0.9674355 0.96792378
0.96839035 0.96883692 0.9693902 0.96985301 0.96898817 0.96814874 0.96743874
0.96638941 0.96534457 0.96425351 0.96281969 0.96155971 0.96053251 0.95926107
0.95959913 0.96025143 0.96154033 0.96262988 0.96359875 0.96467154 0.9654114
0.96625109 0.96744643 0.96878244 0.97046916 0.97234778 0.97422228 0.9759326
0.97713045 0.97892333 0.98039008 0.98147316 0.98248415 0.9832885 0.98458694
0.9866985 0.98911057 0.99119702 0.99315819 0.99524701 0.99668121 0.99826512
0.99959594 1 0.99866374 0.99576531 0.99062502 0.98155399 0.96876193 0.95174168
0.92942389 0.90240499 0.8705554 0.83207693 0.78626172 0.73649625 0.68202115
0.62329799 0.56418429 0.50680538 0.4515209 0.4006232 0.35430248 0.30995212
0.26941268 0.23418861 0.20232924 0.17373524 0.14941215 0.1290062 0.11157271
0.09693492 0.08490613 0.07409041 0.06449244 0.056343 0.0493999 0.04321207

0.03800099 0.03348242 0.02900748 0.0251013 0.02003645 0.01384563 0.00850471
0.00443484 0.00085324</VALUES>
</Spectral_Response>
</Spectral_Information>
</Spectral_Information_List>
<PHYSICAL_GAINS bandId="0">4.02860309</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="1">3.86348056</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="2">4.28242421</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="3">4.82444217</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="4">5.23809164</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="5">5.14004572</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="6">4.81684107</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="7">6.89455778</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="8">5.81919832</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="9">9.47004148</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="10">56.29268879</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="11">37.11329051</PHYSICAL_GAINS>
<PHYSICAL_GAINS bandId="12">108.6053589</PHYSICAL_GAINS>
</Product_Image_Characteristics>
</n1:General_Info>
<n1:Geometric_Info>
<Product_Footprint>
<Product_Footprint>
<Global_Footprint>
<EXT_POS_LIST>12.664323587459702 -69.045105 12.621141757139265
-69.055176 12.493251797630553 -69.08499 12.471997473798002 -69.089935
12.44854849879276 -69.09543 12.32408804597787 -69.12451 12.17554428313096
-69.158905 12.02708555153389 -69.19339 11.878713701747408 -69.22778
11.730331516234203 -69.262115 11.671057403607824 -69.27579 11.670132023856924
-69.91785 12.662955140510254 -69.921265 12.664323587459702 -69.045105
</EXT_POS_LIST>
</Global_Footprint>
</Product_Footprint>
<RASTER_CS_TYPE>POINT</RASTER_CS_TYPE>
<PIXEL_ORIGIN>1</PIXEL_ORIGIN>
</Product_Footprint>
<Coordinate_Reference_System>
<GEO_TABLES version="1">EPSG</GEO_TABLES>
<HORIZONTAL_CS_TYPE>GEOGRAPHIC</HORIZONTAL_CS_TYPE>
</Coordinate_Reference_System>
</n1:Geometric_Info>
<n1:Auxiliary_Data_Info>
<GIPP_List>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ATMIMA"
version="0001">S2B_OPER_GIP_ATMIMA_MPC__20170206T103051_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ATMSAD"
version="0003">S2B_OPER_GIP_ATMSAD_MPC__20170324T155501_V20170306T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_LREXTR"

version="0001">S2B_OPER_GIP_LREXTR_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_INVLOC"
version="0003">S2B_OPER_GIP_INVLOC_MPC__20170523T080300_V20170322T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_BLINDP"
version="0002">S2B_OPER_GIP_BLINDP_MPC__20170221T000000_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CLOINV"
version="0001">S2B_OPER_GIP_CLOINV_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_CONVER"
version="999">S2B_OPER_GIP_CONVER_MPC__20150710T131444_V20150627T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DATATI"
version="0003">S2B_OPER_GIP_DATATI_MPC__20170428T123038_V20170322T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_DECOMP"
version="0000">S2B_OPER_GIP_DECOMP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_EARMOD"
version="0001">S2B_OPER_GIP_EARMOD_MPC__20150605T094736_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_ECMWFP"
version="0002">S2B_OPER_GIP_ECMWFP_MPC__20121031T075922_V19830101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_G2PARA"
version="0001">S2B_OPER_GIP_G2PARA_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_G2PARE"
version="0001">S2B_OPER_GIP_G2PARE_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_GEOPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_GEOPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_INTDET"
version="0003">S2B_OPER_GIP_INTDET_MPC__20170523T080300_V20170322T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_JP2KPA"
version="0005">S2B_OPER_GIP_JP2KPA_MPC__20160222T110000_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_MASPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_MASPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_OLQCPA"
version="0000">S2B_OPER_GIP_OLQCPA_MPC__20180528T000018_V20150622T000000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_PRDLOC"
version="0009">S2B_OPER_GIP_PRDLOC_MPC__20180301T130000_V20180305T014000_21000101T000000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_PROBAS"
version="0206">S2B_OPER_GIP_PROBAS_MPC__20180830T000206_V20180903T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2ABCA"
version="0027">S2B_OPER_GIP_R2ABCA_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2BINN"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2BINN_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2CRCO"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2CRCO_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DECT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DECT_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0

00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103038_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DEFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"

version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DENT"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2DENT_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2DEPI"
version="0005">S2B_OPER_GIP_R2DEPI_MPC__20180518T000000_V20180221T000000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T00000_B09</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EOB2"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2EOB2_MPC__20170517T113826_V20170101T000005_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0

00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2EQOG"
version="0026">S2B_OPER_GIP_R2EQOG_MPC__20180919T124800_V20180920T233000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2L2NC"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2L2NC_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2NOMO"

version="0001">S2B_OPER_GIP_R2NOMO_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2PARA"
version="0002">S2B_OPER_GIP_R2PARA_MPC__20170403T000002_V20170101T000000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2SWIR"
version="0003">S2B_OPER_GIP_R2SWIR_MPC__20170523T080300_V20170517T090600_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103040_V20170101T000000_21000101T00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B07</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103039_V20170101T000000_21000101T00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_R2WAFI"
version="0001">S2B_OPER_GIP_R2WAFI_MPC__20170206T103047_V20170101T000000_21000101T00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_RESPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_RESPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T00000_B00</GIPP_FILENAME>

<GIPP_FILENAME type="GIP_SPAMOD"
version="0019">S2B_OPER_GIP_SPAMOD_MPC__20180913T000019_V20180919T003000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_TILPAR"
version="0001">S2B_OPER_GIP_TILPAR_MPC__20170206T103032_V20170101T000000_21000101T0
00000_B00</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B08</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B04</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B11</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B10</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B09</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B12</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B01</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B06</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B02</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B03</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B8A</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B05</GIPP_FILENAME>
<GIPP_FILENAME type="GIP_VIEDIR"
version="0006">S2B_OPER_GIP_VIEDIR_MPC__20170512T114736_V20170322T000000_21000101T0
00000_B07</GIPP_FILENAME>

</GIPP_List>

<PRODUCTION_DEM_TYPE>S2__OPER_DEM_GLOBEF_PDMC_19800101T000000_S19800101T000000</PRO
DUCTION_DEM_TYPE>

```
<IERS_BULLETIN_FILENAME>S2__OPER_AUX_UT1UTC_PDMC_20181004T000000_V20181005T000000_2
0191004T000000</IERS_BULLETIN_FILENAME>
  <GRI_List/>

<ECMWF_DATA_REF>S2__OPER_AUX_ECMWFD_PDMC_20181008T000000_V20181008T090000_20181008T
210000</ECMWF_DATA_REF>
  </n1:Auxiliary_Data_Info>
  <n1:Quality_Indicators_Info>
    <Cloud_Coverage_Assessment>66.6896</Cloud_Coverage_Assessment>
    <Technical_Quality_Assessment>
      <DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>0.0</DEGRADED_ANC_DATA_PERCENTAGE>
      <DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>0</DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE>
    </Technical_Quality_Assessment>
    <Quality_Control_Checks>
      <Quality_Inspections>
        <quality_check
checkType="FORMAT_CORRECTNESS">PASSED</quality_check>
          <quality_check checkType="GENERAL_QUALITY">PASSED</quality_check>
          <quality_check checkType="GEOMETRIC_QUALITY">PASSED</quality_check>
          <quality_check
checkType="RADIOMETRIC_QUALITY">PASSED</quality_check>
            <quality_check checkType="SENSOR_QUALITY">PASSED</quality_check>
        </Quality_Inspections>
        <Failed_Inspections/>
      </Quality_Control_Checks>
    </n1:Quality_Indicators_Info>
  </n1:Level-1C_User_Product>
```

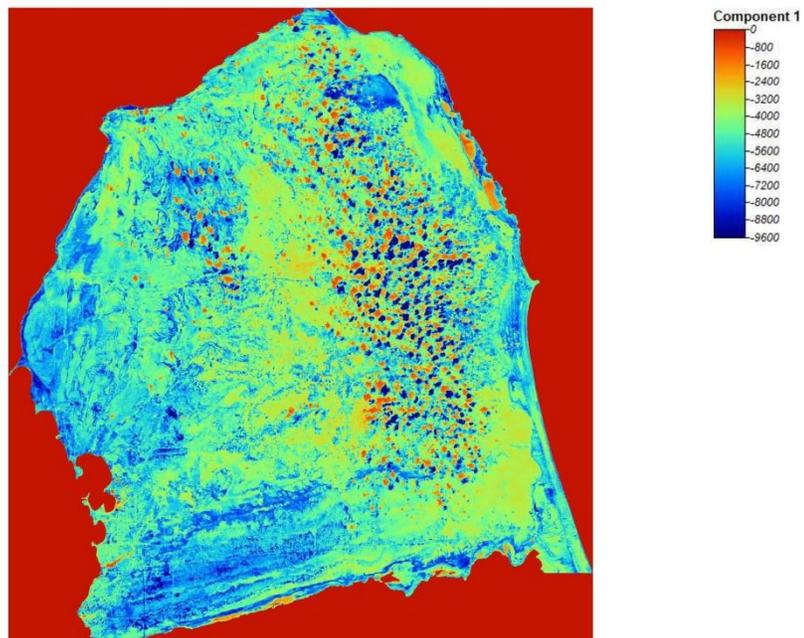
ANEXO B

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

APLICADO A LA IMAGEN LANDSAT 7 ETM+ DE FECHA 13 DE ENERO DEL AÑO 2003

	_b1_corte cor	_b2_corte cor	_b3_corte cor	_b4_corte cor	_b5_corte cor	_b7_corte cor
1	-0.362033	0.600828	-0.205510	-0.021013	0.292575	0.616167
2	-0.416278	0.302328	0.815258	-0.071639	-0.034146	-0.253705
3	-0.419233	0.319452	-0.529886	0.042885	-0.255090	-0.611968
4	-0.423548	-0.326774	0.006623	0.017653	-0.732593	0.420449
5	-0.416959	-0.388114	-0.000880	0.711383	0.409952	-0.037227
6	-0.408217	-0.433752	-0.110885	-0.697287	0.378695	-0.057475



ANEXO C

EVALUACIÓN DE LAS FIRMAS ESPECTRALES

IMAGEN LANDSAT 7 ETM+ DE FECHA 13 DE ENERO DE 2003

BANDAS 234

EVALUACIÓN DE LA SEPARABILIDAD

tm Separability CellArray

Distance Measure: Euclidean Distance
 Using Layers: 1 2 3
 Taken 3 at a time
 Best Average Separability: 5167.76
 Combination: 1 2 3

Signature Name	1	2	3	4	5	6	7
Bosque	0	1649.49	1667.33	1949.43	2968.37	3144.36	14574.5
Arbustal denso	1649.49	0	631.566	1474.16	2749.32	1582.65	14091
Arbustal medio	1667.33	631.566	0	846.172	2118.14	1598.41	13514
Arbustal ralo	1949.43	1474.16	846.172	0	1291.82	2052.95	12802.1
Suelo descubierto	2968.37	2749.32	2118.14	1291.82	0	2907.73	11615.2
Agua	3144.36	1582.65	1598.41	2052.95	2907.73	0	13294.2
Nubes y sombras	14574.5	14091	13514	12802.1	11615.2	13294.2	0

ESTADÍSTICAS

CLASE: BOSQUE

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	▶	Bosque		0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2		Arbustal denso		0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3		Arbustal medio		0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4		Arbustal ralo		0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5		Suelo descubierto		0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6		Agua		0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7		Nubes y sombras		1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

tm Statistics (Bosque)

Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	552.000	813.000	591.000	66.883
2	387.000	701.000	457.471	78.471
3	3179.000	3863.000	3518.353	206.356

Covariance

Layer	1	2	3
1	4473.375	4838.312	3979.063
2	4838.312	6157.765	2840.261
3	3979.063	2840.261	42582.993

CLASE: ARBUSTAL DENSO

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		Bosque	Black	0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2	▶	Arbustal denso	Dark Gray	0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3		Arbustal medio	Medium Gray	0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4		Arbustal ralo	Light Gray	0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5		Suelo descubierto	Purple	0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6		Agua	Olive	0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7		Nubes y sombras	White	1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

Statistics (Arbustal denso)

Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	727.000	972.000	845.201	38.843
2	780.000	1215.000	1007.844	100.216
3	1716.000	2157.000	1984.312	111.308

Covariance

Layer	1	2	3
1	1508.778	2691.779	-136.381
2	2691.779	10043.152	375.347
3	-136.381	375.347	12389.529

CLASE: ARBUSTAL MEDIO

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		Bosque	Black	0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2		Arbustal denso	Dark Gray	0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3	▶	Arbustal medio	Medium Gray	0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4		Arbustal ralo	Light Gray	0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5		Suelo descubierto	Purple	0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6		Agua	Olive	0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7		Nubes y sombras	White	1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

Statistics (Arbustal medio)

Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	994.000	1556.000	1143.651	92.599
2	1199.000	1942.000	1461.247	110.013
3	1946.000	2767.000	2307.158	151.762

Covariance

Layer	1	2	3
1	8574.491	7881.038	10874.945
2	7881.038	12102.808	15985.195
3	10874.945	15985.195	23031.720

CLASE: ARBUSTAL RALO

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		Bosque		0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2		Arbustal denso		0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3		Arbustal medio		0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4	▶	Arbustal ralo		0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5		Suelo descubierto		0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6		Agua		0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7		Nubes y sombras		1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

The

Univariate				
Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	967.000	2049.000	1455.410	260.584
2	1451.000	2739.000	2058.674	249.066
3	2159.000	3519.000	2818.913	306.256

Covariance				
Layer	1	2	3	
1	67904.073	57620.488	73355.377	
2	57620.488	62033.799	73400.597	
3	73355.377	73400.597	93792.792	

CLASE: SUELO DESCUBIERTO

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		Bosque		0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2		Arbustal denso		0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3		Arbustal medio		0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4		Arbustal ralo		0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5	▶	Suelo descubierto		0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6		Agua		0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7		Nubes y sombras		1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

Univariate				
Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	1862.000	3186.000	2215.278	325.899
2	2407.000	4171.000	2938.293	444.459
3	2744.000	4860.000	3382.540	521.521

Covariance				
Layer	1	2	3	
1	106210.323	141821.573	164556.199	
2	141821.573	197544.137	229520.491	
3	164556.199	229520.491	271983.732	

CLASE: AGUA

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		Bosque		0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2		Arbustal denso		0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3		Arbustal medio		0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4		Arbustal ralo		0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5		Suelo descubierto		0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6	▶	Agua		0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7		Nubes y sombras		1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

Statistics (Agua)

Univariate				
Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	1483.000	3564.000	1742.202	521.487
2	1230.000	4320.000	1621.269	807.633
3	340.000	4622.000	833.706	1150.646

Covariance				
Layer	1	2	3	
1	271948.332	420399.225	598429.594	
2	420399.225	652270.944	928117.309	
3	598429.594	928117.309	1323985.887	

CLASE: NUBES Y SOMBRAS

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		Bosque		0.000	0.000	0.000	1	1	17	1.000	✓	✓	✓	✓	
2		Arbustal denso		0.377	0.369	0.291	48	48	199	1.000	✓	✓	✓	✓	
3		Arbustal medio		0.441	0.441	0.410	2	49	146	1.000	✓	✓	✓	✓	
4		Arbustal ralo		0.508	0.537	0.598	4	51	1032	1.000	✓	✓	✓	✓	
5		Suelo descubierto		0.671	0.678	0.805	3	52	198	1.000	✓	✓	✓	✓	
6		Agua		0.569	0.467	0.000	5	53	119	1.000	✓	✓	✓	✓	
7	▶	Nubes y sombras		1.000	1.000	0.954	6	54	31	1.000	✓	✓	✓	✓	

Statistics (Nubes y sombras)

Univariate				
Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	354.000	20000.000	8910.355	9094.515
2	347.000	20000.000	12421.226	9694.162
3	511.000	6158.000	3785.742	2577.812

Covariance				
Layer	1	2	3	
1	82710205.303	66582444.784	18603024.761	
2	66582444.784	93976782.447	24890247.460	
3	18603024.761	24890247.460	6645115.531	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PEARSON (%)

BANDA	BOSQUE	ARB. DENSO	ARB. MEDIO	ARB. RALO	SUELO DESPROVISTO DE VEG.	AGUA	NUBES Y SOMBRAS
1	11,3	4,6	8,1	17,9	14,7	29,9	102,1
2	17,2	9,9	7,5	12,1	15,1	49,8	78,0
3	5,9	5,6	6,6	10,9	15,4	138,0	68,1

ANEXO D

**MATRIZ PARA EL CÁLCULO DE LOS CAMBIOS TEMPORALES EN EL
PERÍODO 2003 - 2018**

		AÑO 2003																					
		Cobertura/Código																					
		A1	A2	U	Ae	Pe	Ip	I	B hum	Manglar	Arb denso	Arb medio	Arb ralo	Suelo desc	Aerop	Im	V	Hlit	B dec	B semidec	B decic-semidec		
		1	2	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
AÑO 2018	Cobertura/Código	A1	100	101	102	107	108	109	110	111	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
		A2	200	201	202	207	208	209	210	211	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
		U	700	701	702	707	708	709	710	711	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725
		Ae	800	801	802	807	808	809	810	811	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825
		Pe	900	901	902	907	908	909	910	911	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925
		Ip	1000	1001	1002	1007	1008	1009	1010	1011	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025
		I	1100	1101	1102	1107	1108	1109	1110	1111	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125
		B hum	1300	1301	1302	1307	1308	1309	1310	1311	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325
		Manglar	1400	1401	1402	1407	1408	1409	1410	1411	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425
		Arbustal denso	1500	1501	1502	1507	1508	1509	1510	1511	1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525
		Arbustal medio	1600	1601	1602	1607	1608	1609	1610	1611	1613	1614	1615	1616	1617	1618	1619	1620	1621	1622	1623	1624	1625
		Arbustal ralo	1700	1701	1702	1707	1708	1709	1710	1711	1713	1714	1715	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725
		Suelo descubierto	1800	1801	1802	1807	1808	1809	1810	1811	1813	1814	1815	1816	1817	1818	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825
		Aeropuerto	1900	1901	1902	1907	1908	1909	1910	1911	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925
		Im	2000	2001	2002	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
		V	2100	2101	2102	2107	2108	2109	2110	2111	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125
		Herbazal litoral	2200	2201	2202	2207	2208	2209	2210	2211	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225
		B dec	2300	2301	2302	2307	2308	2309	2310	2311	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325
B semidec	2400	2401	2402	2407	2408	2409	2410	2411	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425		
B decid-semidec	2500	2501	2502	2507	2508	2509	2510	2511	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525		

	Sin variación de la cobertura.
	Pérdidas de vegetación por reemplazo a cubiertas antrópicas o suelo descubierto.
	Ganancia de vegetación natural a costa de coberturas antrópicas.
	Avance de la vegetación natural sobre suelos descubiertos.
	Cambios entre usos antrópicos, entre tipos de vegetación o entre suelo descubierto y usos antrópicos.
	Cambios de suelo descubierto a usos antrópicos.