

Proyecto

# **Conectividad forestal y definición de corredores de hábitat en la Sierra de Quila Jalisco, México**

Informe técnico

Responsables:

Raymundo Villavicencio Garcia

Rosaura Avila Coria

Sergio Guerrero Vázquez

**Guadalajara, Jalisco. Enero de 2019**

El presente Informe Técnico es el resultado del proyecto **“Conectividad del paisaje y corredores de hábitat en la Sierra de Quila, Jalisco México”**, celebrado en convenio entre la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco, representados por el Biol. Antonio Ordorica Hermosillo e Ing. Vicente Jiménez Sánchez; a través de la Asociación para la Conservación de los Ecosistemas y el Manejo Sustentable de la Sierra de Quila, A.C., representado por el Presidente C. José Ángel Cueva Lepe con el Dr. Raymundo Villavicencio García e Investigadores Asociados. El proyecto tuvo una duración de cinco meses a partir de 01 de julio de 2018 y fue apoyado de manera financiera por recursos designados a la Administración del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila por parte del Gobierno del Estado de Jalisco.

**Rosaura Avila Coria** es Bióloga; egresada de la Universidad de Guadalajara. Cuenta con estudios de Maestría en ciencias en biosistemática y manejo de recursos naturales y agrícola; su área de investigación es la evaluación de recursos forestales y la ecología.

**Sergio Guerrero Vázquez** es Biólogo; egresado de la Universidad de Guadalajara. Cuenta con estudios de posgrado en Zoología; su área de investigación es la fauna silvestre.

**Raymundo Villavicencio Garcia** es Ingeniero Agrónomo con orientación en Bosques; egresado de la Universidad de Guadalajara. Cuenta con estudios de posgrado en Ciencias Forestales; su área de investigación es la evaluación de recursos forestales y la ecología del paisaje.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>1 RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>2 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>3 CONCEPTOS GENERALES</b> .....	<b>3</b>
3.1 ECOLOGÍA DEL PAISAJE .....	3
3.1.1 Conectividad forestal.....	3
3.2 CORREDORES DE HÁBITAT .....	5
3.3 DESCRIPCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA .....	5
3.3.1 Puma .....	5
3.3.2 Ocelote .....	6
3.3.3 Venado cola blanca.....	7
3.3.4 Pecarí de collar .....	8
3.3.5 Zorro.....	10
3.3.6 Coatí .....	11
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	13
<b>5 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	15
5.1.1 Clima.....	17
5.1.2 Hidrología .....	17
5.1.3 Suelos .....	17
5.1.4 Vegetación.....	17
5.1.5 Fauna.....	19
5.2 CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES .....	21
5.2.1 Pre-proceso de imágenes .....	21
5.2.2 Clasificación automática .....	23
5.3 ÍNDICE DE CONECTIVIDAD .....	26
5.4 CORREDORES DE HÁBITAT .....	29
5.4.1 Definición de zonas de enlace .....	30
5.4.2 Modelación del hábitat idóneo .....	32
5.4.3 Modelación de corredores .....	33

<b>6</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
6.1	CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES .....	35
6.2	MÉTRICA DE CONECTIVIDAD .....	40
6.2.1	Índice integral de conectividad para puma .....	40
6.2.2	Índice integral de conectividad para ocelote y venado cola blanca .....	43
6.2.3	Índice integral de conectividad para pecarí de collar, zorro y coatí .....	48
6.3	CORREDORES DE HÁBITAT .....	54
6.3.1	Modelación de hábitats idóneos para las especies en estudio .....	54
6.3.2	Corredores de hábitat para puma .....	59
6.3.3	Corredores de hábitat para ocelote .....	64
6.3.4	Corredores de hábitat para venado cola blanca .....	70
6.3.5	Corredores de hábitat para pecarí de collar .....	75
6.3.6	Corredores de hábitat para zorro .....	79
6.3.7	Corredores de hábitat para coatí .....	84
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>91</b>
7.1	CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN .....	91
7.2	CONECTIVIDAD FORESTAL .....	92
7.3	IDONEIDAD DE HÁBITAT .....	94
7.4	DEFINICIÓN DE CORREDORES DE HÁBITAT .....	96
<b>8</b>	<b>LITERATURA UTILIZADA .....</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Subespecies de <i>O. virginianus</i> representadas en México. ....	8
Tabla 2.	Número de familias, géneros y especies de la fauna asociada a las áreas protegidas incluidas en el área de estudio.....	19
Tabla 3.	Especies de la fauna asociada a las áreas protegidas incluidas en el área de estudio. ....	20
Tabla 4.	Definición de clases de cobertura para la clasificación de imágenes satelitales a partir de la nomenclatura de carta de uso de suelo y vegetación de la serie VI de INEGI. ....	24
Tabla 5.	Clases de coberturas de uso de suelo y vegetación definidos para la clasificación. ....	25
Tabla 6.	Ámbito hogareño mínimo - máximo, distancias de desplazamiento mínimo - máximo y, distancia mediana de desplazamiento.....	29
Tabla 7.	Matriz de confusión: distribución de puntos de verificación clasificados como correctos por tipo de cobertura (diagonal en color gris). ....	36
Tabla 8.	Tipo y relación porcentual de uso del suelo y vegetación del área de estudio.....	36
Tabla 9.	Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones intra, flux y connector para el puma. ....	43
Tabla 10.	Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones intra, flux y connector para el ocelote. ....	48
Tabla 11.	Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones intra, flux y connector para el venado cola blanca. ....	48
Tabla 12.	Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones intra, flux y connector para el pecarí de collar. ....	53
Tabla 13.	Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones intra, flux y connector para el zorro. ....	53
Tabla 14.	Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones intra, flux y connector para el coatí. ....	54
Tabla 15.	Variable de fricción (VF) uso de suelo y vegetación. Utilizando la cartografía de uso del suelo y vegetación de la clasificación satelital.....	55
Tabla 16.	Variable Altitud. Utilizando el modelo nacional continuo de elevaciones mexicano 3.0 con resolución de 30 m de INEGI. ....	56
Tabla 17.	Variable de fricción: topografía. A partir del modelo nacional continuo de elevaciones mexicano 3.0 con resolución de 30 m.....	57
Tabla 18.	Variable Distancia a carreteras. ....	58
Tabla 19.	Distancia a zonas urbanas.....	59
Tabla 20.	Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el puma.....	63
Tabla 21.	Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el ocelote.....	68
Tabla 22.	Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el venado cola blanca.....	73
Tabla 23.	Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3 % del total del paisaje para el pecarí de collar.....	78
Tabla 24.	Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el zorro. ....	83
Tabla 25.	Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3 % del total del paisaje para el coatí.....	88



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Tipos de paisajes conectores: a) paisaje permeable, b) corredor lineal y c) puntos de paso.....	4
Figura 2:	Ejemplar adulto de puma. (Fotografía de: Marc Faucher; Fuente: <a href="https://www.naturalista.mx/taxa/42006-Puma">https://www.naturalista.mx/taxa/42006-Puma</a> ). .....	5
Figura 3:	Ejemplar adulto de ocelote. (Fuente: <a href="https://www.flickr.com/photos/8845796@N02/771066307">https://www.flickr.com/photos/8845796@N02/771066307</a> ). ...	6
Figura 4:	(a) Ejemplar adulto de venado cola blanca y (b) ejemplar juvenil (Fuente: <a href="http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/42223-Odocoileus-virginianus">http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/42223-Odocoileus-virginianus</a> ). .....	7
Figura 5:	Ejemplar adulto de pecarí. (Fuente: <a href="https://www.flickr.com/photos/berniedup/6782324901">https://www.flickr.com/photos/berniedup/6782324901</a> ). .....	9
Figura 6:	Ejemplar de zorro. (Fuente: <a href="https://www.naturalista.mx/photos/11021522">https://www.naturalista.mx/photos/11021522</a> ). .....	10
Figura 7:	Ejemplar adulto de coatí. (Fuente: <a href="https://www.naturalista.mx/observations/14898322">https://www.naturalista.mx/observations/14898322</a> ). .....	11
Figura 8:	Localización del área de estudio y como punto central el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera y el Área de Protección de los Recursos Naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043. ....	16
Figura 9:	Mosaico de imágenes de satélite Landsat 8 OLI del área de estudio. ....	22
Figura 10:	Sección de una imagen satelital sin corrección topográfica (izq.) y con corrección topográfica (der.).	23
Figura 11:	Ubicación del área protegida “Sierra de Quila” y zonas o bloques de enlace para la definición de corredores de hábitat. ....	31
Figura 12:	Tipos de uso del suelo y vegetación del área de estudio. A (Agricultura), ASVA (Área sin vegetación aparente), BPQ (Bosque de pino encino) BQ (Bosque de encino), BQP (Bosque de encino pino), CA (Cuerpo de agua), P (Pastizal), SBC (Selva baja caducifolia) y ZU (Zona Urbana). ....	38
Figura 13:	Distribución espacial de las coberturas forestal y no forestal del “Conjunto del paisaje”. ....	39
Figura 14:	El análisis de importancia relativa (dIIC) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales; asume una distancia de dispersión de 11,800 metros para el puma. ....	42
Figura 15:	El análisis de importancia relativa (dIIC) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales; este gráfico asumió una distancia de dispersión de 2,100 metros para el ocelote. ....	46
Figura 16:	El análisis de importancia relativa (dIIC) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este gráfico asume una distancia de dispersión de 1,100 metros para el venado cola blanca. ....	47
Figura 17:	El análisis de importancia relativa (dIIC) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este gráfico asume una distancia de dispersión de 700 metros para el pecarí de collar. ....	50
Figura 18:	El análisis de importancia relativa (dIIC) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este gráfico asume una distancia de dispersión de 600 metros para el zorro. ....	51
Figura 19:	El análisis de importancia relativa (dIIC) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este gráfico asume una distancia de dispersión de 500 metros para el coatí. ....	52
Figura 20:	Variable de fricción: uso de suelo y vegetación. A (Agricultura), ASVA (Área sin vegetación aparente), BPQ (Bosque de pino encino), BQ (Bosque de encino), CA (Cuerpo de agua), BQP (Bosque de encino pino), P (Pastizal), SBC (Selva baja caducifolia) y ZU (Zona urbana), ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques) (Fuente: elaboración propia, a partir de la clasificación de la imagen Landsat 8 OLI). ....	55
Figura 21:	Variable de fricción: altitud, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: INEGI, modelo nacional continuo de elevaciones mexicano 3.0, resolución de 30m). ....	56
Figura 22:	Variable Topografía con base en el modelo de elevación del terreno, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: elaboración propia, a partir del análisis del modelo nacional continuo de elevaciones mexicano 3.0, resolución de 30 m de INEGI). ....	57
Figura 23:	Variable Distancia a carreteras, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: elaboración propia con base en la red de carreteras del Instituto de Información Territorial de Jalisco, IITEJ, 2011). ....	58

Figura 24: Variable Distancia a zonas urbanas, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: elaboración propia, a partir de la clasificación supervisada de la imagen Landsat 8 OLI).....	59
Figura 25: Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera. ....	60
Figura 26: Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa. ....	60
Figura 27: Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma. ....	61
Figura 28: Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.....	61
Figura 29: Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para puma representando el 3% del total de la superficie en estudio, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). ....	62
Figura 30: Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el puma. ....	64
Figura 31: Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera. ....	65
Figura 32: Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa. ....	65
Figura 33: Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma. ....	66
Figura 34: Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.....	66
Figura 35: Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para ocelote representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).....	67
Figura 36: Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el ocelote. ....	69
Figura 37: Corredores de hábitat para venado cola blanca del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera. ....	70
Figura 38: Corredores de hábitat para venado cola blanca que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.....	70
Figura 39: Corredores de hábitat para venado cola blanca que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma. ....	71
Figura 40: Corredores de hábitat para venado cola blanca que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa. ....	71
Figura 41: Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para venado cola blanca representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).....	72
Figura 42: Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el venado cola blanca. ....	74
Figura 43: Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.....	75
Figura 44: Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa. ....	75
Figura 45: Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma. ....	76
Figura 46: Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.....	76

Figura 47: Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para pecarí de collar representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).	77
Figura 48: Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el pecarí de collar.	79
Figura 49: Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.	80
Figura 50: Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.	80
Figura 51: Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma.	81
Figura 52: Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.	81
Figura 53: Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para zorro representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).	82
Figura 54: Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el zorro.	84
Figura 55: Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.	85
Figura 56: Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.	85
Figura 57: Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila a la Sierra de Cacoma.	86
Figura 58: Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.	86
Figura 59: Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para coatí representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).	87
Figura 60: Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el coatí.	89
Figura 61: Parche que ocupa el 87.4 % del total de la cobertura forestal en el área de estudio.	92
Figura 62: Zonas de riesgo alrededor del ANP Sierra de Quila.	94



## 1 RESUMEN

Se obtuvo una carta de uso de suelo y vegetación a partir de la clasificación supervisada de dos imágenes Landsat 8 OLI de enero de 2014, con el objeto de caracterizar la conectividad del paisaje del área protegida Sierra de Quila y su zona de influencia en el occidente del estado de Jalisco. Se determinó la conectividad del paisaje y priorizaron hábitats forestales para el mantenimiento de la conectividad en función a la dispersión de seis especies de fauna: *Puma concolor* (puma), *Leopardus pardalis* (ocelote), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Pecari tajacu* (pecarí de collar de collar), *Urocyon cinereoargenteus* (zorro) y *Nasua narica* (coatí) utilizando el índice integral de conectividad. Se generaron mapas de idoneidad de hábitat para cada especie a partir de variables de fricción como uso de suelo y vegetación, relieve topográfico, altitud, distancia a carreteras y zonas urbanas, finalmente se delimitaron los corredores de hábitat con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se definieron nueve clases de uso de suelo y vegetación, el 55.4 por ciento del área de estudio posee una cobertura forestal y la conforman por su superficie en orden descendente el bosque de encino, la selva baja caducifolia, el bosque de pino-encino y el bosque de encino-pino. Las clases de otros usos se concentran en pastizales, áreas agrícolas, zonas urbanas, cuerpos de agua y áreas sin vegetación aparente.

A nivel de paisaje, se registraron 2,230 parches forestales; en general, la estructura (forma) de las coberturas forestales presenta una alta complejidad, en algunas con un patrón de distribución aleatoria (bosque de pino-encino), agregada (bosque de encino-pino) o uniforme como el bosque de encino y la selva baja caducifolia. La conectividad se evaluó con la unificación de todos los tipos de coberturas forestales y en función a la distancia mediana de dispersión de cada especie de fauna; en todos los escenarios, la importancia relativa de *dIIC* y en sus fracciones *dIICintra* y *dIICflux* obtuvieron un valor muy alto de conectividad, sin embargo, estos valores se concentran en el mismo parche forestal, el cual ocupa el 87.4 por ciento de la cobertura forestal. Solo el valor de la fracción *dIICconnector* del parche como elemento de paso fue alto.

De acuerdo al mapa de idoneidad de hábitat para el puma la mitad del territorio del área de estudio es considerado como hábitat óptimo y subóptimo; para el ocelote, aproximadamente un tercio, el resto se clasificó como coberturas que ocasionalmente podría utilizar, serán fuertemente evitadas o absolutamente no serán su hábitat; por lo contrario, para el venado cola blanca, más de la mitad de la superficie del área de estudio presentaron condiciones óptimas y subóptimas de hábitat. El pecarí de collar encuentra en más del 80 por ciento del territorio como áreas que ocasionalmente podrán ser usadas, mientras que para el zorro será de cuarenta por ciento y más de la mitad es con hábitat subóptimo, al igual que para el coatí; para estas tres últimas especies no se definieron zonas óptimas de hábitat. Los corredores de hábitat para cada especie se delimitaron a partir del área protegida *Sierra de Quila* y se orientan al noreste con el área protegida *La Primavera*, al sureste con la *Sierra de Tapalpa*, al suroeste con la *Sierra de Cacoma* y al noroeste con la *Sierra de Jolapa* o área protegida *Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043*. Los corredores delimitados para cada especie abarcan una superficie del uno al cinco por ciento del total del

área de estudio y estos se expanden por el territorio llegando a ocupar las cinco categorías del modelo de idoneidad de hábitat. Por cada orientación, se seleccionó el corredor que ocupa el tres por ciento de la superficie, debido a que están acotados con las clases de hábitat óptimo y subóptimo, por lo que para las especies sería la ruta más natural. Se encontró que los corredores que se orientan del área protegida Sierra de Quila a La Primavera y la Sierra de Cacoma presentaron el mayor número de parches forestales, es decir con una mayor fragmentación, además contienen la mayor superficie de uso intensivo del suelo; por el contrario, el corredor orientado hacia la Sierra de Jolapa, presentó una menor afectación antropogénica. Se sugiere continuar la investigación con estudios de monitoreo de mediano y largo plazo de fauna silvestre mediante cámaras trampa a fin de garantizar la factibilidad del establecimiento de un sistema eficiente de protección y restauración de los corredores biológicos detectados y resguardar el flujo de especies de flora y fauna y la disponibilidad de hábitat.

## 2 INTRODUCCIÓN

Los procesos de modificación del paisaje como son la fragmentación y la pérdida de los hábitats amenazan la diversidad de la flora y la fauna a nivel mundial. Uno de los efectos de la pérdida y fragmentación de hábitat es la disminución de la conectividad, que tiene la propiedad de hacer posible el flujo de materia, energía y organismos entre diversos ecosistemas, hábitats o comunidades de un paisaje (Martínez *et al.*, 2009 y Saura *et al.*, 2011); los principales componentes que influyen en la conectividad para una especie, comunidad o proceso ecológico son: la estructura de los diferentes tipos de hábitat y su distribución espacial, a lo que se denomina *conectividad estructural* (Forman y Godron, 1986 y Taylor *et al.*, 1993); por otro lado el componente conductual, esto es la respuesta conductual de los individuos y especies a la estructura física del paisaje y que considera el desplazamiento, el requerimiento de hábitat, la tolerancia, la especialización o la dispersión, a lo que se denomina *conectividad funcional* (Forman y Godron, 1986 y Taylor *et al.*, 1993).

Evaluar la conectividad funcional brinda información más precisa, a pesar de requerir una mayor demanda de inversión de recursos, ya que se requiere del monitoreo de los movimientos de las especies en el campo; a pesar de lo anterior, una de las maneras en la que se obtiene la distancia de dispersión, dato fundamental para evaluar la conectividad de una especie animal, es la revisión de estudios específicos de monitoreo y ámbito hogareño de la especie, complementada con la consulta de opinión de expertos; de la misma manera Delfín *et al.* (2009), Grigione *et al.* (2009), Flores *et al.* (2013), Carranza y Oseguera (2014), Alonso *et al.* (2014) y Delfín *et al.* (2014) refieren a esta opinión de expertos para la modelación de mapas de idoneidad; mientras que la conectividad estructural y funcional, las clasificaciones supervisadas de la vegetación y los diseños de corredores pueden obtenerse y evaluarse por medio de un Sistema de Información Geográfica y sensores remotos.

La fragmentación y disminución de los hábitats naturales han tenido mayor impacto sobre algunos grupos faunísticos, uno de ellos es el de los mamíferos grandes debido a que requieren grandes extensiones para su subsistencia. El puma y ocelote son de las especies en la cual alguno de estos procesos ha afectado no solo su distribución actual, sino también la densidad de su población, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o sencillamente depredación (Ceballos y Oliva, 2005, Grigione *et al.*, 2009, Díaz y Payán, 2011, Martínez, 2013, CONABIO, 2015a y Pérez y Santos, 2015); en el caso del venado cola blanca, aunque ocupa una gran diversidad de ecosistemas, la deforestación y por consiguiente la pérdida de hábitat han sido junto con la caza de subsistencia y deportiva uno de los principales problemas que ha afectado a la reducción de la distribución natural de la especie y por ende una disminución de las poblaciones silvestres en México (Ortiz *et al.*, 2006, SEMARNAT, 2014, Weber, 2014 y Medina *et al.*, 2015).

El puma (*Puma concolor*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*) son elementos importantes en la naturaleza como depredadores de medianas y pequeñas presas, evitando con ello sobrepoblaciones e incidencia de plagas, como las de roedores. El ocelote se encuentra en la categoría de Riesgo Menor en el ámbito internacional (Paviolo *et al.*, 2015), sin embargo, en México la normatividad (Norma Oficial Mexicana-NOM-059-SEMARNAT-2010) lo ubica en la categoría de Peligro de Extinción (CONABIO, 2015); así mismo esta misma norma considera al coatí (*Nasua narica*) como endémica y con la categoría de amenazada (CONABIO, 2019). Las causas por lo que colocan al ocelote y al coatí en riesgo son varias, la principal es la pérdida de hábitat, seguido de la cacería ilegal, introducción de especies exóticas y la disminución de sus presas (en el caso del ocelote). La reducción de hábitat coloca en riesgo a las poblaciones de felinos que requieren grandes extensiones para su subsistencia (Ceballos y Oliva, 2005, Díaz y Payán, 2011, Martínez, 2013, Pérez y Santos, 2015). Por otra parte, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) son especies ecológicas, económicas y socialmente importantes, por considerarse clave en el equilibrio ecológico de varios ecosistemas, debido también al papel que desempeña como animales de presa.

Las áreas naturales protegidas (ANP) son una estrategia más para conservar los ecosistemas representativos y proteger su biodiversidad (Villavicencio *et al.*, 2009); sin embargo, como cualquier otro espacio natural, las áreas de los alrededores e incluso las internas a las ANP, son dinámicas y presentan cambios en mayor o menor grado por diferentes circunstancias, por ejemplo: las plagas e incendios forestales, la tala ilícita de la madera, la ganadería extensiva, la cacería furtiva y la expansión urbana; por consecuencia, la fragmentación y pérdida de hábitats aumenta y la conectividad del hábitat forestal disminuye. Debido a que la conectividad ecológica es un objetivo primordial en la gestión territorial sostenible, que puede mitigar en cierta medida los efectos adversos de la fragmentación y mejora de la conectividad entre hábitats, han surgido mecanismos en pro de la conservación biológica como los corredores biológicos, los cuales pueden estar expresados en un paisaje donde los remanentes de hábitat son representados por medio de nodos que pueden estar conectados a través de enlaces o corredores formando una red. Esta aproximación ha resultado ser una medida efectiva para realizar análisis complejos relacionados a proveer soluciones simples, al unificar y evaluar aspectos de la fragmentación y conectividad del hábitat; por esta razón el presente estudio tiene como propósito determinar el grado de conectividad del paisaje forestal del ANP Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila y su zona de influencia en función a las distancias de desplazamiento del puma, ocelote, venado cola blanca, pecarí de collar, zorro y coatí, además de definir mapas de idoneidad y corredores de hábitats para cada una de estas especies.

### 3 CONCEPTOS GENERALES

#### 3.1 Ecología del paisaje

La ecología del paisaje es una ciencia transdisciplinaria consolidada y reconocida, con la que se intenta comprender y ayudar a resolver o aportar información útil para la conservación de los valores naturales y culturales (Vila *et al.*, 2006) con la cual se puede realizar una interesante valoración de la situación y evolución de los paisajes mediante métodos cuantitativos aportados por la geografía y la ecología. A finales de 1930 el geógrafo Carl Troll utilizó por primera vez la expresión *landscape ecology*, que definió como el estudio de toda la complejidad de relaciones causa-efecto que existen entre las comunidades de seres vivos y sus condiciones ambientales en una sección específica del paisaje (Vila *et al.*, 2006); una definición que venía a complementar la de paisaje (*Landschaft-Landscape*) utilizada en el siglo XX por Alexander von Humboldt, la cual definía como el conjunto de características de una región de tierra. Carl Troll profundiza la visión integral del paisaje durante la segunda guerra mundial, de esta manera en la década de 1960 esta disciplina comienza a tomar forma en Europa central, con esto aparecen revistas, libros y el primer simposio internacional sobre ecología del paisaje (1968). En la década de los ochenta fue el despegue de la *Landscape ecology* y también el desplazamiento temático hacia Estados Unidos; en esta misma década, se fundó la International Association of Landscape Ecology (IALE) que empezó a publicar en 1987 la revista *Landscape Ecology* (Vila *et al.*, 2006).

Los fragmentos son las diferentes unidades morfológicas que se pueden diferenciar en el territorio, los corredores son las conexiones existentes entre unos fragmentos y otros, y la matriz es el complejo formado por fragmentos y corredores, estos últimos son dinámicos en menor o mayor grado (Vila *et al.*, 2006); por ello, Saura *et al.* (2011) mencionan que los paisajes y los ecosistemas de todo el mundo están experimentando cambios que pueden impactar de manera diferente en los procesos ecológicos relevantes, tales como el flujo de genes, la polinización, la dispersión o la vida silvestre.

En la actualidad existe la tendencia a desarrollar diagnósticos y evaluaciones ambientales sobre la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, dado el capital natural, cultural y económico que representa el mantenimiento de los procesos ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad biológica para la sociedad humana (Primack *et al.*, 2001). En este sentido, la ecología del paisaje es considerada también un instrumento de política ambiental, ya que puede llegar a constituir una herramienta importante para aplicar los principios y objetivos de la conectividad ecológica.

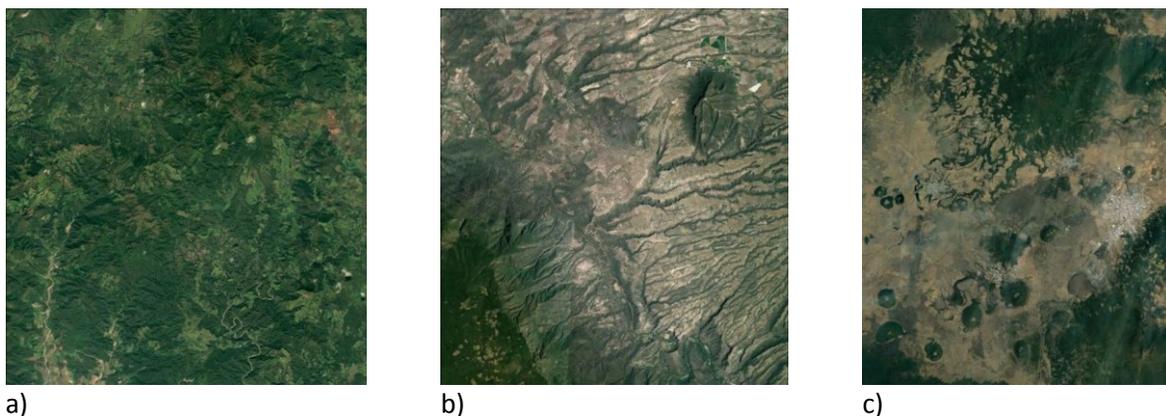
##### 3.1.1 Conectividad forestal

El término de conectividad se utiliza para describir como los arreglos espaciales y la calidad de elementos en el paisaje afecta el desplazamiento de organismos entre parcelas de hábitats (Bennet, 1998). A escala del paisaje, la conectividad se define como hasta qué punto el paisaje facilita o impide el desplazamiento de los individuos de flora y fauna entre parcelas (Bennet, 1998); el paisaje es reconocido de diversas maneras, por especies diferentes y por

lo tanto el nivel de conectividad varía entre especies y comunidades, sugiriendo así, que la conectividad es específica tanto de la especie como del mosaico de paisaje (With *et al.*, 1997).

La conectividad determina qué proporción de la superficie total de hábitat existente en el territorio es realmente accesible para un organismo o población situada en un punto concreto del mismo, y por ello, se le menciona como la superficie conexas dentro del rango de dispersión de una especie desde el área central (Pascual y Saura, 2007); además constituye una propiedad del territorio para una especie determinada o para un grupo funcional de especies con similares requerimientos ecológicos y capacidad dispersiva.

Las configuraciones del paisaje que proporcionan la conectividad pueden resumirse en: 1) *paisajes permeables*, que son extensiones de paisajes heterogéneos formados por parches con distinto grado de madurez; permiten la dispersión de ciertas especies a través de los remanentes de vegetación natural y otros elementos como los setos y otros linderos; 2) *corredores lineales*, que son elementos lineales del paisaje que permiten la dispersión de especies animales y vegetales a lo largo de ellos; y 3) los *puntos de paso*, que son parches de hábitat favorable para un conjunto de especies inmersas en una matriz más o menos intransitable (Figura 1).



**Figura 1:** Tipos de paisajes conectores: a) paisaje permeable, b) corredor lineal y c) puntos de paso.

La conectividad de hábitats favorece no solo a los movimientos o desplazamientos de especies animales, sino también de especies vegetales y flujos de materia y energía (Vargas, 2013), asimismo Martínez *et al.* (2009) deducen que mantener la conectividad ecológica es un objetivo de la gestión territorial sostenible y de la conservación de la naturaleza. De acuerdo a la CONANP (2015a), los ecosistemas deben mantener la representatividad general de las especies y la conectividad de sus procesos ecológicos y flujos genéticos entre sí, para aumentar su capacidad de persistir como ecosistemas funcionales y con ello, su capacidad de tolerar perturbaciones sin colapsar, donde el papel de las redes o corredores ecológicos y zonas de amortiguamiento entre áreas naturales protegidas y el mantenimiento de su representatividad serán factores clave en el paisaje.

## 3.2 Corredores de hábitat

El concepto de corredor fue inicialmente usado por Simpson en 1936 para explicar la dispersión de las especies entre los continentes; Preston en 1962, recomendó establecer corredores entre reservas con el fin de incrementar el tamaño de poblaciones animales aisladas (García, 2012); en los años 70 se incrementan las recomendaciones orientadas a fortalecer la conectividad entre hábitats fragmentados. Los corredores se han definido como espacios sub-regionales, biológicos y estratégicamente definidos, seleccionados como unidades de planificación e implementación de acciones de conservación a gran escala (García, 2012). Su objetivo es mantener la conectividad entre superficies naturales, mediante la creación, ampliación y consolidación de cubiertas forestales.

Debido a la continua pérdida y aislamiento de hábitats se acentúa la necesidad de proveer a estos paisajes de conectividad, particularmente en forma de corredores y puntos de apoyo para el movimiento de la fauna; con este enfoque, diferentes estudios han sido desarrollados mediante técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelos de conectividad usando herramientas como Conefor o ALCOR1, así como otros programas para la modelación de corredores como Linkage Mapper, Unicor, Pathmatrix, Circuitscape o CorridorDesign.

## 3.3 Descripción de especies de fauna

### 3.3.1 Puma

El puma (*Puma concolor*, Linnaeus, 1771) (Figura 2) pertenece a la Clase: Mammalia, Orden: Carnívora, Familia: Felidae y el Género: Puma.



**Figura 2:** Ejemplar adulto de puma. (Fotografía de: Marc Faucher; Fuente: <https://www.naturalista.mx/taxa/42006-Puma>).

La distribución del puma va desde el oeste de Canadá y de Estados Unidos de América, por todo México hasta la Patagonia. Incluye países de América Central y del Sur tales como Belice, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Argentina, Bolivia,

Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela (Sánchez *et al.*, 2015). Su hábitat es el bosque, desierto, pradera, sabana, arbustos.

El puma se alimenta especialmente de vertebrados como el pecarí de collar, el guajolote silvestre, el mapache, la zorra gris, armadillos, conejos y el venado cola blanca, así como también puede alimentarse de roedores o algunos peces. La disponibilidad de presas y la cobertura forestal son factores importantes que limitan su distribución, por lo tanto, la conservación y protección de su hábitat garantiza la presencia de este animal (De la Torre y Torres, 2014). Esta especie es un agente importante en la naturaleza ya que como depredador tope de muchos ecosistemas cumple un importante papel como regulador de poblaciones de sus presas.

El puma se encuentra en la categoría de Menor preocupación en el ámbito internacional (Nielsen *et al.*, 2015), y en la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) no se encuentra en ninguna categoría (CONABIO, 2019). La reducción de hábitat por el desarrollo de zonas urbanas e industriales, así como la agricultura, carreteras, tala de árboles y la cacería son algunos de los problemas que coloca en riesgo a las poblaciones de felinos que requieren grandes extensiones para su subsistencia (Nielsen *et al.*, 2015); ya que, en el caso de los pumas, éstos se desplazan entre 5 y 17.6 kilómetros promedio por día en búsqueda de alimento, pareja y hogar (Belden *et al.*, 1988; Seidensticker y Lumpkin, 2004; Thatcher *et al.*, 2009; Pienaar y Rubino, 2014; De la Torre *et al.*, 2017).

### 3.3.2 Ocelote

El ocelote (*Leopardus pardalis*, Linnaeus, 1758) (Figura 3) pertenece a la Clase: Mammalia, Orden: Carnivora, Familia: Felidae, Subfamilia: Felinae y el Género: Leopardus.



**Figura 3:** Ejemplar adulto de ocelote. (Fuente: <https://www.flickr.com/photos/8845796@N02/771066307>).

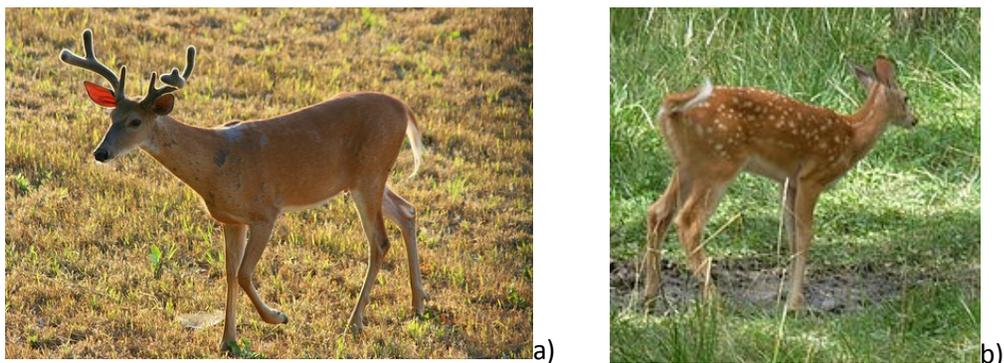
El ocelote pertenece al conjunto de felinos silvestres que habita en México; su distribución actual va desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina (Pérez y Santos, 2015 y Payán y Soto, 2012). En México, la especie abarca desde las planicies costeras del Pacífico y del golfo de México hasta la península de Yucatán; su hábitat incluye el bosque espinoso y matorral xerófilo, el bosque mesófilo de montaña, las selvas húmedas y secas el bosque de encino y vegetación riparia (Pérez y Santos, 2015 y Ramírez *et al.*, 2014).

Los ocelotes se alimentan especialmente de pequeños mamíferos (ratones, conejos) aunque pueden alimentarse también de reptiles (iguanas, ranas), aves, peces, cangrejos y tortugas pequeñas e insectos (López *et al.*, 2012 y Villa *et al.*, 2002). El ocelote en el medio natural llega a vivir 10 años (Pérez y Santos, 2015) y hasta 20 en cautiverio (Hunter y Barrett, 2011).

El ocelote se encuentra en la categoría de Riesgo Menor en el ámbito internacional (Paviolo *et al.*, 2015), pero la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) lo ubica en la categoría de peligro de extinción (CONABIO, 2015a); las causas son varias, pero las principales son la pérdida de hábitat, la cacería ilegal y la disminución de sus presas. La reducción de hábitat coloca en riesgo a las poblaciones de felinos que requieren grandes extensiones para su subsistencia, en el caso de los ocelotes, éstos se desplazan entre 1.9 y 3 kilómetros promedio por día en búsqueda de alimento, pareja y hogar (Pérez y Santos, 2015, Martínez, 2013, Díaz y Payán, 2011 y Ceballos y Oliva, 2005). Esta especie es un agente importante en la naturaleza como controlador de las poblaciones de las pequeñas y medianas presas de las que se alimenta, son especialistas de hábitats cerrados e indicadores de buena calidad del hábitat (López *et al.*, 2012).

### 3.3.3 Venado cola blanca

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Zimmermann, 1780) (Figura 4) pertenece a la Clase: Mammalia, Orden: Artiodactyla, Familia: Cervidae, Subfamilia: Capreolinae y el Género: *Odocoileus*.



**Figura 4:** (a) Ejemplar adulto de venado cola blanca y (b) ejemplar juvenil (Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/42223-Odocoileus-virginianus.>)

Esta familia se encuentra ampliamente distribuida en el continente americano, en México se encuentran cuatro especies: *Odocoileus hemionus*, *O. virginianus*, *Mazama temama* y *M. pandora*. *O. virginianus*, la cual agrupa a 38 subespecies presentes únicamente en el continente americano, de las cuales, 14 se distribuyen de manera natural en México (Tabla 1) (SEMARNAT, 2014).

**Tabla 1.** Subespecies de *O. virginianus* representadas en México.

1	<i>O. v. texanus</i>	8	<i>O. v. yucatanensis</i>
2	<i>O. v. carminis</i>	9	<i>O. v. thomasi</i>
3	<i>O. v. couesi</i>	10	<i>O. v. acapulcensis</i>
4	<i>O. v. miquihuanensis</i>	11	<i>O. v. truei</i>
5	<i>O. v. sinaloae</i>	12	<i>O. v. toltecus</i>
6	<i>O. v. veraecrucis</i>	13	<i>O. v. nelsoni</i>
7	<i>O. v. mexicanus</i>	14	<i>O. v. oaxacensis</i>

En el territorio nacional se encuentra de manera natural exceptuando en la península de Baja California, ocupando una gran diversidad de ecosistemas, que va desde las regiones secas del norte, chaparrales, desiertos, matorrales, bosques templados, pastizales templados, hasta las regiones tropicales del sur.

Esta especie se alimenta de pastos, hongos, nueces, flores/frutos líquenes o ramonean el follaje y ramas tiernas de arbustos o árboles (López *et al.*, 2012). De manera general, el venado cola blanca no forma grandes agrupaciones y la unidad social básica está compuesta por una hembra adulta, su hija y las dos crías de la temporada más reciente, incluso varias hembras pueden llegar a formar grupos más o menos permanentes dentro de un área determinada. Los machos adultos generalmente son solitarios o forman grupos pequeños, en los que se establece una jerarquía de dominancia, mantenida por despliegues conductuales. Se han reportado densidades poblacionales de 25 a 50 individuos/km<sup>2</sup> y ámbitos hogareños individuales de 24.3 a 356.1 ha, siendo mayor el de los machos (Romero y Medellín, 2005).

La Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) no incluye esta especie en ninguna categoría de riesgo. La CITES no la incluye en ninguno de sus apéndices y dentro de la Lista Roja de Especies Amenazadas (UICN) la especie se encuentra listada como preocupación menor. El venado es una especie ecológica, económica y social importante; es clave en la ecología de los ecosistemas, ya que esta tiene un importante rol como herbívoro y como presa.

### 3.3.4 Pecarí de collar

El pecarí (*Pecari tajacu*, Linnaeus, 1758) (Figura 5) pertenece a la Clase: Mammalia, Orden: Artiodactyla, Familia: Tayassuidae y el Género: Pecari.



**Figura 5:** Ejemplar adulto de pecarí. (Fuente: <https://www.flickr.com/photos/berniedup/6782324901>).

La distribución del pecarí va desde el suroeste de Estados Unidos hasta el norte de Argentina. En México se presenta en la mayoría de su territorio a excepción de la Península de Baja California, de las regiones del Altiplano Norte, Sur, parte de la Sierra Madre Occidental y del Eje Neovolcánico y el norte de la Depresión del Balsas (Hernández, 2013); su hábitat incluye el bosque tropical perennifolio, subperennifolio, subcaducifolio, bosque espinoso, matorral xerófilo, pastizales y vegetación secundaria.

El pecarí se puede alimentar de frutas, semillas y hojas de especies como *Brosimum alicastrum* (capomo), *Byrsonima crassifolia* (nanche), *Piper amalago* (cordoncillo, acuyo), *Zea Maíz* (maíz) aunque pueden alimentarse también de larvas de escarabajo como las de *Psilotrix* sp. Pérez y Reyna (2008) hacen mención que puede ser muy variada su alimentación dependiendo del temporal de lluvias y secas, así como el manejo del recurso por los pobladores, como la época de siembra de cultivos.

El pecarí está considerado dentro del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 1987). Las principales amenazas a las que se enfrentan son la pérdida de hábitat, la cacería y la introducción de especies exóticas (Pérez y Reyna, 2008); sin embargo, en la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) no incluye esta especie en ninguna categoría de riesgo. El pecarí puede llegar a desplazarse entre 0.5 y 1.3 kilómetros promedio por día (Siegel, 1931; Ellisor y Harwell, 1969; Schweinsburg, 1971; Judas y Henry, 1999; Keuroghlian *et al.*, 2004; Ceballos y Oliva, 2005). Esta especie es considerada con amplia distribución lo cual es un agente importante en la naturaleza como dispersor de semillas, modificador del hábitat en relación con los rascaderos que generan en áreas con o sin humedad, en donde se crean o modifican hábitats de otros organismos, así como una especie cinegética importante y de alimento ya que forma parte principal de la dieta de comunidades rurales donde se distribuye (Hernández, 2013).

### 3.3.5 Zorro

El zorro (*Urocyon cinereoargenteus*, Schreber, 1775) (Figura 6) pertenece a la Clase: Mammalia, Orden: Carnivora, Familia: Canidae y el Género: Urocyon.



**Figura 6:** Ejemplar de zorro. (Fuente: <https://www.naturalista.mx/photos/11021522>).

La distribución del zorro presenta una amplia distribución en América que va desde el sur de Canadá hasta el norte de Venezuela y Colombia, exceptuando algunas porciones montañosas del norte de Estados Unidos, las Grandes Planicies y el este de Centroamérica (Gallina *et al.* 2016); su hábitat incluye los bosques tropicales, bosques deciduos, bosques templados y matorrales con alta densidad de arbustos, así como también pueden frecuentar áreas urbanas o rurales.

La alimentación del zorro es variada ya que dependen mucho de la disponibilidad de recurso, este puede alimentarse de chapulines, vinagrillos, roedores, liebres, insectos, reptiles, anfibios, aves, huevos, e incluso frutos como del ficus y pastos (Graf, 1988). El zorro es considerado altamente adaptable a diferentes ambientes y a sus cambios, por lo que es catalogada como una especie oportunista-generalista, por lo tanto, en la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) no se incluye esta especie en ninguna categoría de riesgo, dentro del Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) tampoco está considerado en ningún apéndice; mientras que en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN está catalogada como de menor preocupación (Roemer, 2016).

El ámbito de hogar de acuerdo con Gallina *et al.*, (2016), Servín *et al.*, (2014) y Ceballos y Oliva, (2005) estos se desplazan entre 0.35 y 3 kilómetros promedio; esto es el área ocupada por un individuo en sus actividades normales de búsqueda de alimento, pareja, reproducción y cuidado de crías. Servín *et al.*, (2014) mencionan que esta especie puede ocasionar problemas al hombre, porque en determinadas circunstancias puede ocasionar daños a

granjas de pollos, patos y guajolotes, además, aunque es considerada una especie generalista también señalan que se han realizado pocos estudios sobre su biología y ecología.

### 3.3.6 Coatí

El coatí (*Nasua narica*, Linnaeus, 1766) (Figura 7) pertenece a la Clase: Mammalia, Orden: Carnivora, Familia: Procyonidae y el Género: *Nasua*.



**Figura 7:** Ejemplar adulto de coatí. (Fuente: <https://www.naturalista.mx/observations/14898322>).

Esta especie se encuentra principalmente en México, Centroamérica y una pequeña porción del norte de América del Sur. Se extiende desde los extremos sur y suroeste de los Estados Unidos de América hacia el sur a través de México (exceptuando Baja California), Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y el extremo norte de Colombia (región del Golfo de Uraba) (Sánchez *et al.*, 2015); este animal puede habitar desde el nivel del mar hasta los 3,500 m en hábitat boscosos templados y tropicales y ocasionalmente en desiertos y sabanas (Espinosa *et al.*, 2014).

El coatí se puede alimentar de Ardillas, ratones, musaraña, tlacuaches, conejo, lagartijas, escarabajos, hormigas, grillos, moscas, arañas, así como también de algunos frutos como mezquite, trigo, peras, duraznos, xaltomate e insectos (Altamirano *et al.*, 2013). Esta especie es un importante dispersor de semillas y forma parte de la dieta de grandes depredadores como el puma y el jaguar. El coatí está considerado en la categoría y criterios de la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) con Menor preocupación (Cuarón *et al.*, 2016); sin embargo, en la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) es considerada endémica y con una categoría de amenazada (CONABIO, 2019). Las principales amenazas a las que se enfrentan son la pérdida de hábitat, la cacería e introducción de especies exóticas. En el caso del coatí, éstos se desplazan entre 0.2 y 1.4 kilómetros promedio por día (Valenzuela y Ceballos, 2000; Hass, 2002; Ceballos y Oliva, 2005; Costa *et al.*, 2009).



## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Determinar la conectividad del paisaje del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila y su zona de influencia.

### **4.2 Objetivos particulares**

1) Identificar la conectividad del paisaje y priorizar el hábitat forestal para el mantenimiento de la conectividad en función a la dispersión de las especies:

- a) *Leopardus pardalis* (ocelote),
- b) *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca),
- c) *Puma concolor* (puma),
- d) *Urocyon cinereoargenteus* (zorro),
- e) *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) y,
- f) *Nasua narica* (coatí/tejón).

2) Elaborar mapas de idoneidad y corredores de hábitat por especie.



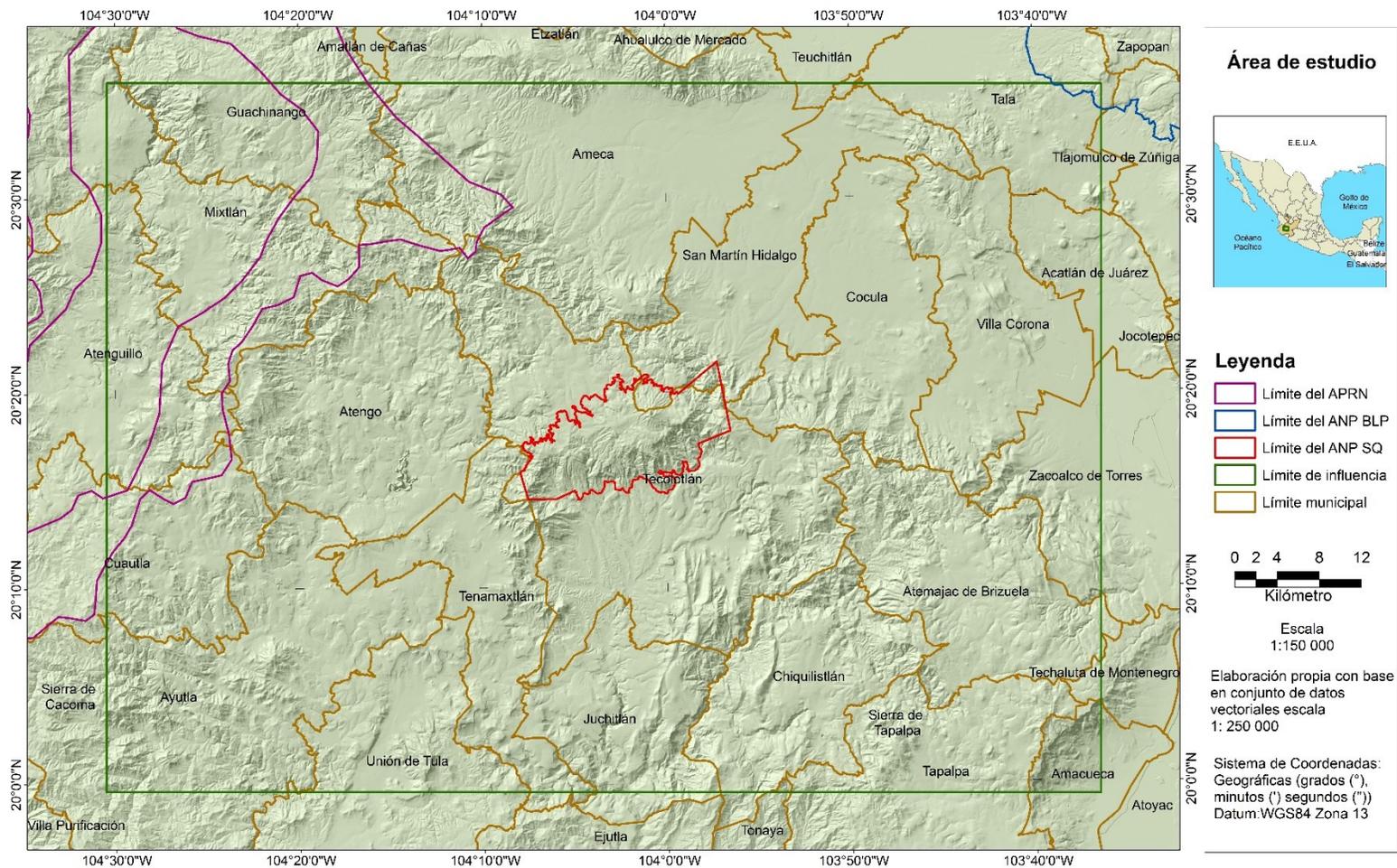
## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio abarca 25 municipios del estado de Jalisco, de los cuales San Martín Hidalgo, Tecolotlán, Atengo, Cocula y Villa Corona incluyen el 100 % de su superficie dentro del área de estudio; mientras que Juchitlán, Chiquilistlán, Tenamaxtlán y Atemajac de Brizuela incluyen del 90 al 98 %; Ameca, Mixtlán, Ayutla, Acatlán de Juárez, Cuautla y Unión de Tula desde el 77 % al 46 %; y en menor proporción están Tala, Amacueca, Atenguillo, Tapalpa, Zacoalco de Torres, Guachinango, Techaluta de Montenegro, Teuchitlán, Tonaya y Tlajomulco de Zuñiga con un 38 al 3 %.

En total la superficie del área de estudio cubre 631,505 ha con un perímetro de 322.44 km y geográficamente se ubica entre las coordenadas extremas 19° 98' 87" y 20° 59' 96" de latitud N y -104° 50' 91" y -103° 60' 39" de longitud W (Figura 8). A partir de esta delimitación se caracteriza el medio perceptual (paisaje), el cual se define como el mosaico paisajístico o conjunto del paisaje, y en donde se interpreta con base a la composición, estructura y función. La superficie de estudio se localiza en su gran mayoría en la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal Mexicano, mientras que una pequeña porción se ubica sobre la provincia de la Sierra Madre del Sur; en el área dominan las sierras altas complejas con elevaciones que van desde los 885 hasta los 2,902 msnm.

Esta área se considera representativa de los paisajes del occidente de México por su alta heterogeneidad paisajística, con presencia de áreas agrícolas, ganaderas, zonas urbanas, cuerpos de agua, vegetación tanto primaria como secundaria. El área de estudio se delimita al noreste con el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (LP), al sureste con La Sierra de Tapalpa, al suroeste con la Sierra de Cacoma y al noroeste con el Área de Protección de los Recursos Naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 (APRN CADNR 043) (Figura 8).



**Figura 8:** Localización del área de estudio y como punto central el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera y el Área de Protección de los Recursos Naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043.

### 5.1.1 Clima

En el área prevalece un clima semicálido subhúmedo A(C)w con temperatura media anual mayor de 18°C, con temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; el clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(W) con temperatura media anual entre 12 y 18°C, con una temperatura del mes más frío de entre -3 y 18°C y con una temperatura del mes más caliente bajo 22°C y el clima semiárido semicálido BS1hw con una temperatura media anual mayor a 18°C, con temperatura del mes más frío menor a 18°C y temperatura del mes más caliente mayor a 22°C. Con una precipitación pluvial promedio anual de 600 hasta los 1, 200 mm (CONABIO, 2015).

### 5.1.2 Hidrología

El área de estudio es un parteaguas que abastece a tres regiones hidrológicas tanto para el estado de Jalisco, como a los estados de Colima y Nayarit que corresponden a la región del Río Ameca situada al norte del área de estudio, la región del Lerma-Santiago que se sitúa al noreste del área, y la región Armería-Coahuayana que se ubica hacia el sur del área de estudio (CONABIO, 2015); los arroyos que bajan por las cañadas de la cara norte del área de estudio se juntan para formar al río Grande, que después se convierte en el río Ameca y los arroyos que bajan por las cañadas de la cara sur del área forman el río Ayutla que se une después al río Armería.

### 5.1.3 Suelos

De acuerdo a CONABIO (2015); en el área de estudio están presentes 12 tipos de suelo (de mayor a menor proporción) distribuidos de la siguiente manera: Feozem háplico, Regosol eútrico, Luvisol crómico, Vertisol pélico, Regosol dístrico, Regosol calcárico, Andosol mólico, Litosol, Cambisol crómico, Solonchak gleyico, Feozem háplico, y Feozem calcárico.

### 5.1.4 Vegetación

La diversidad de condiciones edáficas y climáticas ha dado como resultado la presencia de diferentes tipos de vegetación entorno al área de estudio donde se presentan diversas comunidades vegetales y usos de suelo, todas estas conforman la matriz del paisaje. De acuerdo a la actual (serie VI) carta de vegetación y uso del suelo del CONABIO (2018) las coberturas vegetales y otros usos del suelo que inciden en el área de estudio son:

El ***bosque de encino***, es aquella comunidad arbórea, subarbórea u ocasionalmente arbustiva integrada por varias especies del género *Quercus* (encinos, robles) que en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 3,000 m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros. Esta comunidad en fases sucesionales tempranas puede estar compuesta predominantemente por árboles y/o arbustos (INEGI, 2007).

El ***bosque de encino-pino***, es aquella comunidad con especies dominada principalmente por el género *Quercus* (más del 50 %), y *Pinus* en segundo término, se distribuye

principalmente en los sistemas montañosos del país, se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28° C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2,500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 3,000m. (INEGI, 2009). Esta comunidad también puede estar compuesta predominantemente por árboles y/o arbustos en fases sucesionales tempranas (INEGI, 2007).

El **bosque de pino**, es una comunidad arbórea, subarbórea u ocasionalmente arbustivas de origen septentrional (Holártico), constituida por árboles del género *Pinus* principalmente de las regiones templadas y semifríos con diferentes grados de humedad; la fisonomía de estos bosques es característica y de las diferentes especies de pino que los definen algunas suelen prosperar en lugares francamente calientes tanto en lugares húmedos como semiáridos; presentan alturas que van de los 15 a los 30 m en promedio Rzedowski (1978). Estos bosques son de amplia distribución en México, se localizan en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea (INEGI, 2009); mientras que las comunidades mixtas de *bosque de pino-encino* se componen principalmente de especies de *Pinus*, con mayor dominancia (más del 50 %), y *Quercus*, con menor dominancia; estos géneros forman intrincados mosaicos con relaciones complejas debido a la similitud de sus exigencias ecológicas; en cuanto a las especies más comunes se encuentran *Pinus lumholtzii*, *P. douglasiana*, *P. oocarpa*, *Q. resinosa* y *Q. coccolobifolia* (INEGI, 2009). Esta comunidad también puede estar compuesta predominantemente por árboles y/o arbustos en fases sucesionales tempranas (INEGI, 2007).

La **selva baja caducifolia**, es una comunidad arbórea o subarbórea de origen tropical donde predominan los climas cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos con un promedio de temperatura anual superior a 20°C, con una precipitación anual de 1200 mm como máximo y 600 mm como mínimo. Más del 75 % de sus componentes vegetales pierden las hojas durante la época seca del año. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m) (INEGI, 2009). Esta comunidad puede estar compuesta predominantemente por arbustos en fases sucesionales tempranas (INEGI, 2007).

La **vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia**, se refiere a aquellas comunidades arbóreas o subarbóreas de origen tropical que crecen en lugares con precipitación estacional y cuyos componentes vegetales pierden las hojas del 50 % al 75 % durante la época seca del año.

La **vegetación halófila hidrófila** la constituyen comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes litorales (lagunas costeras, marismas salinas, playas y lagunas endorreicas) que reciben aportación de agua salina o aumentan su salinidad por evaporación; los suelos generalmente son arenosos con

altas concentraciones de sales. Generalmente la vegetación halófila-hidrófila está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas (CONABIO, 2016).

El **bosque mesófilo de montaña** se caracteriza por la presencia de vegetación arbórea de densa a muy densa, con epífitas, plantas trepadoras y helechos; se distribuye en zonas de clima templado húmedo de altura, ocupa zonas más húmedas que los bosques de pino y de encino; se localiza en las laderas montañosas que se encuentran protegidas de los fuertes vientos y de excesiva insolación donde se forman las neblinas durante casi todo el año, también crece en barrancas y otros sitios resguardados en condiciones más favorables de humedad. En México se localiza a altitudes entre los 300 m y 2,800 m; es notable la mezcla de elementos arbóreos con alturas de 10 a 25 m o aún mayores, y la mayoría de sus componentes son de hoja perenne (INEGI, 2009).

El **bosque de mezquite** es una comunidad arbórea con especies de *Prosopis* que se desarrolla en suelos aluviales profundos de fondo de valle y depresiones en las planicies, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas, frecuentemente su altura varía entre 5 y 20 m de altura.

### 5.1.5 Fauna

La tabla 2 muestra a manera de síntesis, la fauna silvestre representada por familia, género y especie de las tres áreas naturales protegidas que se encuentran dentro de la zona de estudio (Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Sierra de Quila, Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera y el Área de Protección de los Recursos Naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 (APRN CADNR 043)).

**Tabla 2.** Número de familias, géneros y especies de la fauna asociada a las áreas protegidas incluidas en el área de estudio.

APFF Sierra de Quila			
	Núm. Familias	Núm. Géneros	Núm. Especies
Reptiles y anfibios	22	45	70
Aves	40	105	147
Mamíferos	18	37	53
APFF La Primavera			
Peces	3	6	7
Reptiles y anfibios	4	16	18
Aves	31	93	125
Mamíferos	14	25	29
APRN CADNR 043			
Peces	2	2	2
Reptiles y anfibios	4	6	7
Aves	10	13	17
Mamíferos	7	10	11

La tabla 3 enlista las especies de aves más significativas o aquellas que se encuentran con alguna categoría de riesgo (CONANP, S/F, CONANP, 2000 y APRN-CADNR-043, 2016).

**Tabla 3.** Especies de la fauna asociada a las áreas protegidas incluidas en el área de estudio.

<b>Aves</b>	<i>Lithobates neovolcanicus</i> (rana neovolcánica)
<i>Accipiter cooperii</i> (gavilán de Cooper)	<i>Plectrohyla bistincta</i> (rana arborícola de pliegue)
<i>Accipiter striatus</i> (gavilán pajarero)	<i>Pseudoeurycea bellii</i> (salamandra)
<i>Anas clypeata</i> (pato cucharón norteño)	<i>Rana montezumae</i> (rana)
<i>Anas discors</i> (cerceta ala azul)	<i>Rana pustulosa</i> (rana de cascada)
<i>Anas platyrhynchos diazi</i> (pato mexicano)	<b>Reptiles</b>
<i>Anas strepera</i> (pato friso)	<i>Agkistrodon bilineatus</i> (zolcuete)
<i>Aquila chrysaetos</i> (águila real)	<i>Aspidocelis communis</i> (huico moteado gigante)
<i>Ara militaris</i> (guacamaya verde)	<i>Boa constrictor</i> (boa)
<i>Bubo virginianus</i> (búho real)	<i>Crotalus basiliscus</i> (víbora de cascabel)
<i>Buteo albicaudatus</i> (aguililla de cola blanca)	<i>Crotalus pusillus</i> (víbora de cascabel de Tancítaro)
<i>Buteo jamaicensis</i> (aguililla cola roja)	<i>Ctenosaura pectinata</i> (iguana negra)
<i>Buteogallus anthracinus</i> (aguililla negra menor)	<i>Elgaria kingii</i> (lagartija lagarto)
<i>Colinus virginianus</i> (codorniz cotuí)	<i>Eumeces dugesii</i> (lagartija cola azul)
<i>Colinus virginianus</i> (colín de Virginia)	<i>Geophis bicolor</i> (culebra minera del altiplano)
<i>Columbina inca</i> (tórtola cola larga)	<i>Heloderma horridum</i> (escorpión)
<i>Columbina passerina</i> (tórtola coquita)	<i>Hypsiglena torquata</i> (culebra nocturna ojo de gato)
<i>Cyrtonyx montezumae</i> (codorniz de Moctezuma)	<i>Hypsiglena torquata</i> (culebra nocturna ojo de gato)
<i>Euptilotis neoxenus</i> (trogón orejón)	<i>Kinosternon integrum</i> (tortuga de casquito)
<i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino)	<i>Lampropeltis triangulum</i> (culebra real coralillo)
<i>Forpus cyanopygius</i> (periquito catarina)	<i>Lampropeltis triangulum</i> (falso coralillo)
<i>Icterus cucullatus</i> (turpial enmascarado)	<i>Leptophis diplotropis</i> (bejuquillo verde, cordelillo)
<i>Icterus wagleri</i> (bolsero de Wagler)	<i>Leptophis mexicanus</i> (ranera)
<i>Melanotis caerulescens</i> (mulato común)	<i>Masticophis flagellum</i> (chirrión)
<i>Meleagris gallopavo</i> (guajolote salvaje)	<i>Micrurus distans</i> (coralillo)
<i>Myadestes occidentalis</i> (clarín jilguero)	<i>Micrurus laticollaris maculirostris</i> (coralillo)
<i>Myadestes townsendi</i> (clarín norteño)	<i>Pituophis deppei</i> (alicante)
<i>Myioborus pictus</i> (candelita aliblanca)	<i>Plestiodon dugesii</i> (lagartija de cola azul)
<i>Parabuteo unicinctus</i> (aguililla de Harris)	<i>Plestiodon lynxe</i> (lagartija de cola azul)
<i>Passerculus sandwichensis</i> (gorrión sabanero)	<i>Sceloporus asper</i> (roño, lagartija escamosa)
<i>Pipilo erythrophthalmus maculatus</i> (rascador zarcero)	<i>Tantilla calamarina</i> (culebra ciempiés del Pacífico)
<i>Regulus caléndula</i> (reyezuelo rubí)	<i>Thamnophis cyrtopsis</i> (culebra de agua)
<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> (cotorra serrana occidental)	<b>Mamíferos</b>
<i>Ridgwayia pinicola</i> (mirlo pinto)	<i>Canis latrans</i> (coyote)
<i>Strix occidentalis</i> (búho moteado)	<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (jaguarundi)
<i>Tamias bulleri</i> (chichimoco)	<i>Leopardus pardalis</i> (ocelote)

<i>Thalurania ridgwayi</i> (ninfa mexicana)	<i>Leopardus wiedii</i> (tigrillo)
<i>Zenaida asiatica</i> (paloma ala blanca)	<i>Lontra longicaudis</i> (nutria de río)
<i>Zenaida macroura</i> (paloma huilota)	<i>Lynx rufus</i> (gato montés)
<b>Anfibios</b>	<i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca)
<i>Ambystoma flavipiperatum</i> (ajolote)	<i>Panthera onca</i> (jaguar)
<i>Eleutherodactylus angustidigitorum</i> (ranita fisgona de Pátzcuaro)	<i>Pecari tajacu</i> (jabalí)
<i>Exerodonta smaragdina</i> (rana de árbol esmeralda)	<i>Puma concolor</i> (puma)
<i>Lithobates forreri</i> (rana común)	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (zorra gris)

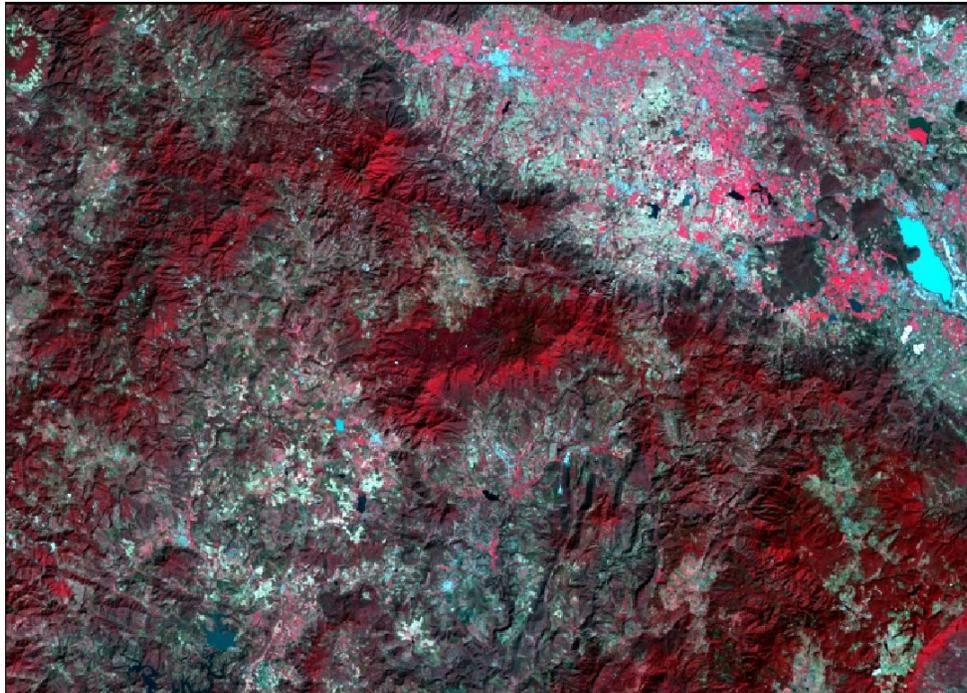
## 5.2 Clasificación de imágenes satelitales

El desarrollo de este estudio se basa en la clasificación supervisada de imágenes de satélite del sensor Landsat 8 OLI. Las bandas espectrales utilizadas son: 2 (azul), 3 (verde), 4 (rojo), 5 (infrarrojo cercano, NIR), 6 (infrarrojo medio 1, SWIR1) y 7 (infrarrojo medio 2, SWIR2) con resolución espacial de 30x30m. El mapa de vegetación y uso del suelo se realizó con base en dos escenas capturadas los días 20 y 27 de enero de 2014 (USGS, 2014); tienen un nivel de procesamiento primario (Level 1T), que incluye la información proveniente de los sensores Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS) con una corrección geométrica, radiométrica y ortorectificación, no reflejan la presencia de nubes sobre el área de estudio y tienen un sistema de referencia cartográfica con Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), que utiliza el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84).

De manera adicional se utilizó información cartográfica vectorial del atlas de caminos y carreteras del estado de Jalisco a escala 1:250,000 del Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG, 2018). También se utilizó un modelo digital de elevación elaborado a partir de las curvas de nivel de las cartas topográficas de INEGI escala 1:50 000. Así como los datos vectoriales de las cartas topográficas sobre toponimia, zonas urbanas, cuerpos de agua y datos vectoriales de la carta de vegetación y uso de suelo a escala 1:250 000 de la serie VI de INEGI (CONABIO, 2018).

### 5.2.1 Pre-proceso de imágenes

A las imágenes Landsat 8 OLI utilizadas se les realizó un recorte con base al polígono del área de estudio, posteriormente a las imágenes cortadas se les realizó un mosaico, el cual consiste en el ensamblaje de las imágenes que cubren parte del mismo territorio, de tal manera que se conforma una sola imagen (Figura 9).



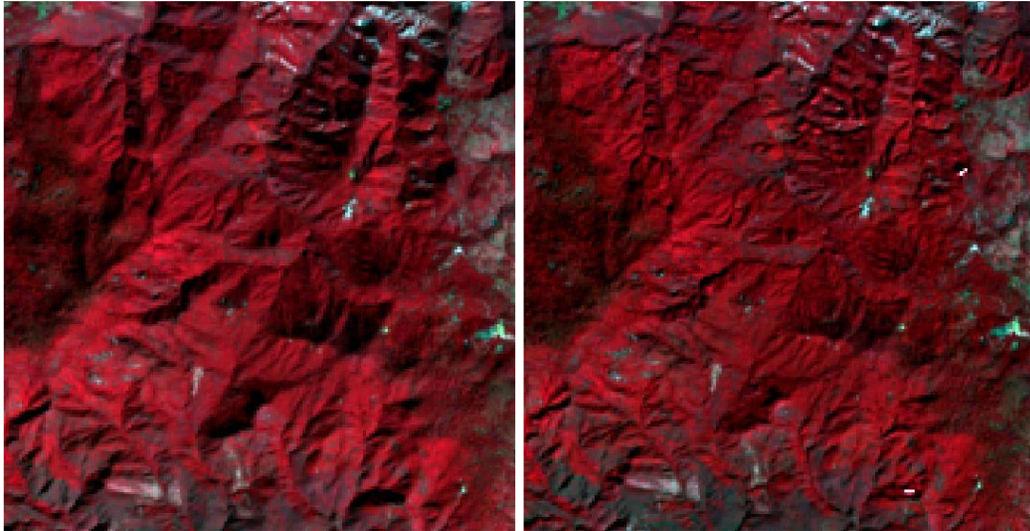
**Figura 9:** Mosaico de imágenes de satélite Landsat 8 OLI del área de estudio.

**Corrección geométrica.**- De acuerdo a Ariza (2013) las imágenes satelitales del tipo L0 contienen todas las transmisiones de datos y objetos sin formato; están al mismo tiempo ordenados de manera proporcional, espacial y secuencialmente por las diversas bandas que componen la escena; asimismo, los productos del tipo L1R son datos de imágenes radiométricamente corregidas, éstos se encuentran derivados de datos L0 y son escalados a valores de radiancia espectral o reflectancia. Las imágenes utilizadas para este estudio contienen un nivel de procesamiento básico, es decir, nivel 1T (L1T), derivados de los productos de datos L1R con correcciones geométricas sistemáticas aplicadas incluidas, con base en Puntos de Control Terrestre (PCT) o información de posición integrada a bordo del sensor basado en un sistema de proyección cartográfica, referenciada a World Geodetic System 1984 (WGS84) (Ariza, 2013).

La imagen recortada se corroboró con el atlas de caminos y carreteras del Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG, 2018) la sobreposición de la capa sobre las imágenes, la que quedó correctamente ubicada geométricamente. En este sentido se determinó que el proceso de transformación no era necesario para las imágenes ya que se encontraron correctamente ubicadas.

**Corrección topográfica.**- A la imagen recortada se le aplicó una corrección topográfica utilizando el modelo de corrección de Minnaert, con el objetivo de reducir la reflectancia oscura de las coberturas (sombra) causada por efecto de la topografía del terreno, la hora de toma de la imagen y la posición del satélite. Para llevar a cabo lo anterior es necesario contar con un modelo de elevación del terreno y generar un modelo de luminosidad gráfico. La

figura 10 compara a manera de ejemplo, una sección de una imagen original con la imagen resultante, una vez aplicado un proceso de corrección topográfica.



**Figura 10:** Sección de una imagen satelital sin corrección topográfica (izq.) y con corrección topográfica (der.).

### 5.2.2 Clasificación automática

Para este estudio se empleó el método de clasificación supervisado sobre el mosaico compuesto de las 6 bandas: 2 (azul), 3 (verde), 4 (rojo), 5 (infrarrojo cercano, NIR), 6 (infrarrojo medio 1, SWIR1) y 7 (infrarrojo medio 2, SWIR2) por representar la discriminación entre suelos y la vegetación con los componentes de vigor de las plantas, laderas de vegetación, contenido de biomasa, además de indicadores de contenido de humedad del suelo ( mejorada) y la vegetación.

**Definición de las coberturas.-** se utilizó como referente los datos cartográficos vectoriales de la carta de vegetación y uso de suelo de la serie V, escala 1:250,000 (INEGI, 2013), considerando solo las unidades de cobertura (30 clases) que coinciden con la superficie del área de estudio. Las clases de cobertura se simplificaron por afinidad de uso y tipo de vegetación (ver Tabla 4).

En total se definieron nueve clases de uso de suelo y vegetación para el proceso clasificatorio de la imagen satelital recortada; esta síntesis se basó principalmente en la afinidad de usos y representación de las coberturas vegetales buscando con esto reducir la heterogeneidad que representa el paisaje, ya que entre más clases se consideren para la clasificación, más complejo resultará identificar la separabilidad de dichas clases en la imagen.

**Tabla 4.** Definición de clases de cobertura para la clasificación de imágenes satelitales a partir de la nomenclatura de carta de uso de suelo y vegetación de la serie VI de INEGI.

No.	Clases Serie VI	Clases Serie VI simplificando	Clases para clasificación
1	Agricultura de humedad anual	Agricultura	Agricultura
2	Agricultura de humedad semipermanente		
3	Agricultura de riego anual		
4	Agricultura de riego anual y semipermanente		
5	Agricultura de riego semipermanente		
6	Agricultura de temporal anual		
7	Agricultura de temporal anual y permanente		
8	Agricultura de temporal permanente		
9	Asentamientos humanos	Zona urbana	Zona urbana
10	Zona urbana		
11	Bosque de encino	Bosque de encino	Bosque de encino
12	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino		
13	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino		
14	Bosque de encino-pino	Bosque de encino-pino	Bosque de encino-pino
15	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino		
16	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino		
17	Bosque de pino	Bosque de pino-encino	Bosque de pino-encino
18	Bosque de pino-encino		
19	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino		
20	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino		
21	Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	-----
22	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua
23	Pastizal cultivado	Pastizal	Pastizal
24	Pastizal halófilo		
25	Pastizal inducido		
26	Bosque de mezquite	Selva baja caducifolia	Selva baja caducifolia
27	Selva baja caducifolia		
28	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia		
29	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia		
30	Vegetación halófila hidrófila	Vegetación halófila hidrófila	-----
31			Área sin vegetación aparente

**Áreas de entrenamiento.**- son áreas representativas de cada una de las categorías que pretenden discriminarse, en este sentido y de acuerdo a las sugerencias de Mather (2004), las áreas de entrenamiento en este estudio se establecieron bajo los siguientes criterios:

- Que tuvieran una distribución de tal forma que la heterogeneidad natural de la respuesta espectral de cada clase fuera comprendida.
- Que estuvieran libres de anomalías.
- Que fueran lo suficientemente grandes para proporcionar una buena representación de la estadística de la clase.
- Que fueran lo suficientemente numerosas para tomar en cuenta pequeñas variaciones locales.

Las áreas de entrenamiento se definieron con la ayuda de mapas, datos de terreno, interpretación de fotos aéreas u otros documentos auxiliares. En total, se definieron nueve clases y se recolectaron entre 70 a 300 áreas de entrenamiento por clase. La tabla 5 presenta las clases de interpretación final.

**Tabla 5.** Clases de coberturas de uso de suelo y vegetación definidos para la clasificación.

No.	Clase	Clave
1	Agricultura	A
2	Bosque de encino	BQ
3	Bosque de encino-pino	BQP
4	Bosque de pino-encino	BPQ
5	Pastizal	P
6	Selva baja caducifolia	SBC
7	Área sin vegetación aparente	ASVA

**Método de clasificación.**- Para la clasificación supervisada de la imagen se utilizó el clasificador de máxima probabilidad. A la carta de uso de suelo y vegetación resultante se le aplicó un filtro mayoritario de matriz 5x5 con el objetivo de agrupar o conjuntar tipos de vegetación, permitiendo con esto aminorar la complejidad visual y espacial del mapa como reducir “ruido” y/o “efecto sal y pimienta”.

**Evaluación de la exactitud.**- El diseño del muestreo para este estudio fue de tipo dirigido, ya que la zona de estudio presenta una condición paisajística muy heterogénea, por lo que para la recopilación de los puntos de control terrestres (PCT) se realizó mediante la observación a orillas de las carreteras principales incluidas en el Atlas de Caminos y Carreteras del Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG, 2011), que se ubicaron dentro del área de estudio controlando el registro de cada clase de cobertura de uso de suelo y de vegetación mediante un aparato navegador GPS. Otra fuente de consulta fue la lograda a través de imágenes de alta resolución como World Imagery, predispuestas en el módulo de consulta del software ArcMap de ESRI. Para verificar la imagen clasificada con los puntos de control terrestre y la deducción de la clasificación, se realizó

una matriz de confusión. La significancia estadística para la exactitud se calculó mediante el estadístico de Kappa.

### 5.3 Índice de conectividad

Para el análisis de la conectividad se utilizó el índice integral de conectividad (IIC) con el uso del programa *Conefor 2.6* (Saura y Torné, 2012). El algoritmo se basa en la estructura de grafos el cual requiere de los siguientes datos:

- a) Un archivo en formato ASCII que especifique la distancia euclidiana entre parches de cobertura forestal,
- b) Un archivo en formato ASCII que señale la superficie total de cada parche de cobertura forestal y,
- c) La distancia de dispersión o desplazamiento que ocupa la especie en estudio.

El IIC se obtiene de la siguiente ecuación:

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i \cdot a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_p^2}$$

Donde  $a_i$  es el área de cada parche forestal,  $A_p$  es el total del “Conjunto del paisaje” y  $nl$  es el número de enlaces en el camino más corto (distancia topológica) entre los parches forestales  $i$  y  $j$ . Para parches que no estén conectados (que pertenezcan a diferentes componentes o región conectada) el numerador de la suma de la ecuación es cero ( $nl_{ij} = \infty$ ). Cuando  $i = j$ , entonces  $nl_{ij} = 0$  (no es necesario algún enlace para alcanzar un parche desde si mismo) (Pascual y Saura, 2006).

Este índice es especialmente adecuado para la identificación y priorización de los elementos del paisaje (parches de hábitat y elementos conectores) por su contribución a la conectividad y disponibilidad de hábitat en el paisaje, lo que se puede obtener calculando el porcentaje de variación en el índice  $dIIC$  ( $dIIC_k$ ) causado por la eliminación del paisaje de cada uno de esos elementos individuales de acuerdo con la siguiente fórmula (De La Cruz y Maestre, 2013):

$$dIIC_k = 100 \cdot \frac{IIC - IIC_{elim, k}}{IIC}$$

Donde  $dIIC_k$  es la importancia del elemento  $k$  para el mantenimiento de la conectividad y disponibilidad de hábitat en el paisaje según este índice,  $IIC$  es el valor del índice en el paisaje original (antes de la eliminación de ningún elemento), y  $IIC_{elim, k}$  es el valor del índice tras la eliminación del elemento  $k$ . El cálculo de  $dIIC_k$  para cada uno de los elementos del paisaje permite priorizar e identificar las zonas de hábitat más críticas para el mantenimiento

de la conectividad ecológica; es decir, aquellas en las que la pérdida o deterioro del hábitat tendría un impacto más negativo sobre la conectividad del “Conjunto del paisaje”.

La conectividad y disponibilidad de hábitat en el paisaje mediante los diferentes parches pueden jugar diferentes papeles dentro del mosaico del paisaje y las redes de conexiones que en él se establecen. No sólo sirven como zonas de refugio, alimentación o reproducción, sino que también funcionan como puntos desde los que se producen y reciben flujos de dispersión hacia otros parches de hábitat, y actúan como parches puente o puntos de paso que, incluso cuando puedan no ser el destino final de los flujos de dispersión, facilitan la dispersión y el intercambio de genes e individuos entre otras unidades de hábitat más distantes. Dentro de un mismo paisaje, y aun tratándose de una misma especie, los diferentes parches tendrán funciones diferenciadas dependiendo de sus características intrínsecas y de su posición topológica dentro de las redes de conectividad (De La Cruz y Maestre, 2013).

En este sentido, los índices de disponibilidad de hábitat IIC pueden dividirse en tres fracciones que cuantifican las diferentes maneras en las que un determinado elemento  $k$  del paisaje (tal como parche de hábitat o un corredor) puede contribuir a la conectividad global del paisaje (De La Cruz y Maestre, 2013 y Saura y Rubio, 2010). De esta manera, el valor de  $dIIC_k$  quedaría desglosado de la forma siguiente:

$$dIIC_k = dIICintra_k + dIICflux_k + dIICconnector_k$$

**$dIICintra_k$**  es la contribución del parche  $k$  en términos del área (o calidad) de hábitat disponible en su interior. Esta fracción es completamente independiente de la posición topológica de  $k$  dentro del paisaje y de la intensidad de las conexiones entre los diferentes parches, no depende de las capacidades de dispersión de las especies y tendría el mismo valor, aunque  $k$  estuviera completamente aislada (De La Cruz y Maestre, 2013).

**$dIICflux_k$**  corresponde al flujo de dispersión recibido u originado a través de las conexiones del parche  $k$  con el resto del parche de hábitat presentes en el paisaje, siendo  $k$  el origen o destino de dichas conexiones y flujos de dispersión. Esta fracción depende tanto del atributo del parche como de su posición en el paisaje respecto al resto de parches.  $dPCflux_k$  refleja lo bien conectado que está  $k$  con el resto del hábitat existente en el paisaje, pero no la importancia de  $k$  para mantener los flujos y conexiones entre otras zonas de hábitat, aspecto que cuantifica la siguiente fracción (De La Cruz y Maestre, 2013).

**$dIICconnector_k$**  evalúa la contribución del parche  $k$  como elemento conector o parche puente entre el resto de los parches de hábitat del paisaje. Es decir, mide en qué medida  $k$  facilita los flujos dispersivos que no tienen su origen ni destino en  $k$  pero que sí son potenciados y pasan a través de  $k$ . Esta fracción es independiente del área o cualquier otro atributo local del parche  $k$  y tan solo depende de su posición topológica en el mosaico territorial (De La Cruz y Maestre, 2013).

**Área mínima de elementos de hábitat.**- Los paisajes fragmentados están compuestos de una red de hábitats de diferente calidad para la fauna, debido a lo cual se ha incrementado el interés por entender como las especies son afectadas por la fragmentación (Gascón *et al.*, 1999). Estudios ecológicos han documentado que la permanencia de diversos grupos de plantas y animales depende del tamaño de los hábitats y la conexión entre estos. Sobre el criterio de las superficies, Múgica *et al.* (2002) consideran que existe un hábitat mínimo viable, una superficie mínima por debajo de la cual no es posible garantizar la supervivencia de ciertas especies.

Los desplazamientos regulares suelen darse cuando un animal se alberga o reproduce en un hábitat y busca alimento en otras clases de hábitat, áreas de vegetación remanente o un mosaico de hábitats. La escala de desplazamiento, la clase, calidad y tamaño de los parches conectados deben cubrir los requerimientos de hábitat de la especie, los cuales frecuentemente se encuentran separados por el mosaico de terrenos amplios agrícolas o por una matriz del paisaje transformada (Forman 2003); por ejemplo, las especies de mamíferos grandes en algunos casos se ven afectadas por las restricciones en el tamaño del área, al requerir de áreas extensas de desplazamiento y por lo tanto los fragmentos pequeños no son adecuados para satisfacerlos. Estos animales utilizan enlaces de hábitats de calidad entre cadenas de montañas para sus desplazamientos, por lo que la posibilidad de que estén presentes aumenta al tener al menos cierta continuidad entre bosques; por lo tanto, se consideró para este estudio en el análisis de la conectividad determinando los parches forestales como elementos de hábitat con una extensión mínima de 0.5 hectáreas (5,000 m<sup>2</sup>).

**Distancia de dispersión.**- Con el propósito de obtener las distancias de dispersión de las especies en estudio, se recabó información sobre el ámbito de hogar en publicaciones científicas trabajos particularmente realizados en México. La tabla 6 muestra las distancias de desplazamiento atribuido (en metros) para cada una de las especies, estas determinadas a partir del ámbito hogareño, donde los desplazamientos señalados son a partir del punto central de radio de hábitat, equivalente a cubrir las diversas superficies según lo señalan diversos autores (Siegel *et al.* 1931; Ellisor y Harwell 1969; Schweinsburg 1971; Belden *et al.* 1988; Judas y Henry 1999; Valenzuela y Ceballos 2000; Hass 2002; Noguera *et al.* 2002; Bello *et al.* 2004; Keuroghlian *et al.* 2004; Seidensticker y Lumpkin, 2004; Ceballos y Oliva 2005; Jiménez 2007; Fulbright y Ortega 2007; Costa *et al.* 2009; Thatcher *et al.* 2009; Chaves 2012; Ontiveros 2012; Martínez 2013; Hernández 2014; Pienaar y Rubino, 2014; SEMARNAT 2014; Servín *et al.* 2014; Pérez y Santos 2015; Gallina *et al.* 2016; De la Torre *et al.* 2017). A partir de estos valores de desplazamiento (km) se obtuvo el valor de la mediana, la cual se consideró para el análisis de la conectividad.

**Tabla 6.** Ámbito hogareño mínimo - máximo, distancias de desplazamiento mínimo - máximo y, distancia mediana de desplazamiento.

Nombre científico	Nombre común	Ámbito hogareño (km <sup>2</sup> )/Dist. de desplazamiento (m)	Dist. de desplazamiento (m)
<i>Puma concolor</i>	Puma	♂66-826/4,583-16,215 (Ceballos y Oliva, 2005)	11,800
		♂85/5,201 (De la Torre <i>et al.</i> 2017)	
		♂300/9,772 (Seidensticker y Lumpkin, 2004)	
		♂978/17,644 (Thatcher <i>et al.</i> 2009)	
		♂435/11,767 (Belden <i>et al.</i> 1988)	
		♂978/17,643 (Pienaar y Rubino, 2014)	
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	♂3.5-17.7/1,055-2,374 (Ceballos y Oliva, 2005)	2,100
		♂5.4-90.5/1,311-5,367 (Martínez, 2013)	
		♂17-46/326-3,826 (Pérez y Santos, 2015)	
		♂10-11/1,784-1,871 (Jiménez, 2007)	
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	♂5.18/1,284 (Hernández, 2014)	1,100
		♂1.05/578 (Ontiveros, 2012)	
		♂10.5/1,828 (SEMARNAT, 2014)	
		♂10.57/1,834 (Ceballos y Oliva, 2005)	
		♂0.26/288 (Weber, 2014)	
		♂2.34/863 (Bello <i>et al.</i> , 2004);	
		♂10.57/1,834 (Chaves, 2012)	
		♂1.98/794 (Fulbright y Ortega, 2007)	
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	♂0.73-1.67/482-729 (Ellisor y Harwell, 1969)	700
		♂0.67-2.17/462-831 (Judas y Henry, 1999)	
		♂0.3-3.89/1,113(Keuroghlian <i>et al.</i> 2004)	
		♂1.55/702 (Schweinsburg, 1971)	
		♂3.88/1,111 (Siegel, 1931)	
		♂5/1262 (Ceballos y Oliva, 2005)	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro	♂0.5-33/399-3,241(Gallina <i>et al.</i> 2016)	600
		♂0.39-1/352-564 (Servín <i>et al.</i> 2014)	
		♂1-8/564-1596 (Ceballos y Oliva, 2005)	
<i>Nasua narica</i>	Coatí	♂0.14-0.15/211-219 (Costa <i>et al.</i> 2009)	500
		♂1.42-6.11/672-1395 (Hass, 2002)	
		♂0.33-3.83/323-1104 (Valenzuela y Ceballos, 2000)	
		♂0.33-3.83/323-1104 (Ceballos y Oliva, 2005)	

#### 5.4 Corredores de hábitat

Los corredores fueron propuestos por Wilson y Willis en 1975, y están basados en el supuesto de que los fragmentos unidos o conectados por un corredor de hábitat adecuado disminuye la tasa de extinción y tienen un mayor valor para la conservación que los hábitats aislados. En este estudio se modelaron los corredores de hábitat para las especies puma, ocelote, venado cola blanca, pecarí de collar, zorro y coatí utilizando la herramienta *Create Corridor Model* de *Corridor Designer* para ArcMap; la herramienta evita tener que restringirse a una

caracterización de un corredor como un camino de coste mínimo de un único píxel de anchura, permitiendo seleccionar zonas de bajo coste y suficiente anchura y que puedan en la práctica servir de corredores efectivos para la especie o especies de interés; además ayuda a identificar, más allá del óptimo desde el punto de vista biológico, otros corredores alternativos con características relativamente idóneas.

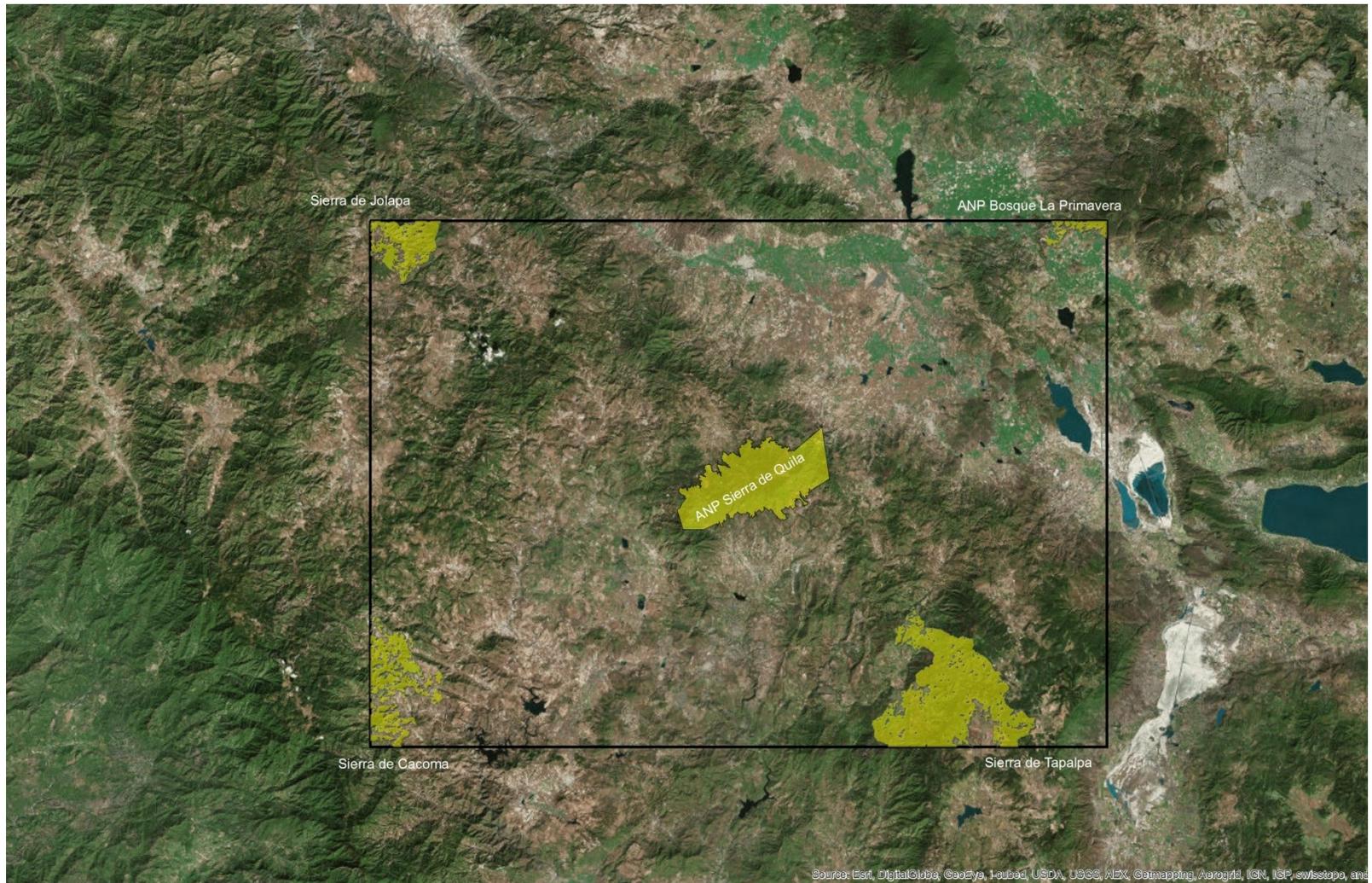
#### **5.4.1 Definición de zonas de enlace**

Para la definición de los corredores de hábitat en el área de estudio se determinaron cinco zonas de enlace, cada zona representada por un polígono (sin acotar su dimensión) de cobertura forestal. La zona de enlace principal es el polígono del ANP Sierra de Quila, considerado como el área referente de este estudio.

Las cuatro áreas de enlace restantes (o bloques) son y se sitúan en las siguientes zonas:

- a) Bloque 1 al 2; del extremo noreste, para definir el enlace entre la Sierra de Quila y el ANP “Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera”.
- b) Bloque 1 al 3; del extremo sureste, para definir el enlace entre la Sierra de Quila y la Sierra de Tapalpa.
- c) Bloque 1 al 4; del extremo suroeste, para definir el enlace entre la Sierra de Quila y la Sierra de Cacoma.
- d) Bloque 1 al 5; del extremo noroeste, con el cual se busca definir el corredor de hábitat entre la Sierra de Quila y la Sierra de Jolapa, en ésta última se localiza una porción del ANP “Área de Protección de Recursos Naturales CADNR043, la Porción Sierra de Vallejo Ameca” (ver Figura 11).

Para la obtención de estos bloques en el caso del bloque 2, se tomó el polígono del ANP Bosque La Primavera que entrara dentro del área de estudio con superficie forestal y referente a los bloques 3, 4 y 5 se obtuvieron mediante la extracción de los límites de las microcuencas estatales (IIEG, 2014) que se encontraran hacia los tres extremos del área de estudio y que además incluyera la superficie forestal; considerando que esta tuviera una continuidad hacia fuera del área.



**Figura 11:** Ubicación del área protegida “Sierra de Quila” y zonas o bloques de enlace para la definición de corredores de hábitat.

#### 5.4.2 Modelación del hábitat idóneo

**Variables de modelación.**- Para la modelación de hábitat idóneo para las especies en estudio se identificaron las variables físicas y antropogénicas, también llamadas variables de fricción, que influyen en el comportamiento de dispersión o movimiento del animal como: el tipo de vegetación, la topografía, la altitud, las carreteras pavimentadas (distancia) y las zonas urbanas (distancia).

Las variables se generaron a partir de:

- a) la carta de uso de suelo y vegetación obtenida de la clasificación supervisada de la imagen Landsat 8 OLI,
- b) el modelo de elevación del terreno elaborado a partir de las curvas de nivel de las cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000,
- c) el modelo topográfico creado a partir del modelo de elevación del terreno y el uso de la herramienta *Create topographic position raster* del programa *Corridor Designer*; para la creación del modelo topográfico se siguieron las condiciones sugeridas por Majka *et al.* (2014).
- d) las capas vectoriales de carreteras pavimentadas y centros de población rasterizadas a un tamaño de celda de 30 m.

**Modelación.**- Previo a la modelación del mapa de idoneidad de hábitat por especie, se requirió contar con las capas de las variables de fricción adecuadas a la dimensión del área de estudio y en formato raster. Para cada variable se generó un archivo de texto en formato ASCII, el cual contiene la clase, característica o rango y su valor relativo (%) e intrínseco (valor de “peso”); por ejemplo, la variable de uso de suelo y vegetación conformada por nueve clases o tipos de vegetación, para cada una de las clases les fue designado un valor intrínseco en función a la importancia que ocupa como hábitat idóneo para para la especie animal. Los valores intrínsecos para cada variable se derivan del análisis espacial de los registros georeferenciados interpuestos con las capas de las variables de fricción, revisiones bibliográficas y sobre todo, de la consulta y opinión de expertos involucrados en el estudio, manejo e interacción natural de estas especies (Mora, 2016; Hernández, 2016; Guerrero, 2016).

Para la creación del modelo de hábitat idóneo se requirieron la carta de uso de suelo y vegetación, el modelo digital de elevación, el modelo topográfico, la capa de distancia a carreteras y la capa distancia a zonas urbanas, las tablas generadas por cada una de las variables con sus respectivos valores intrínsecos y además de un factor peso o importancia de cada una de las variables por si solas, es decir cuál de las cinco variables es la más importante para la especie animal debiendo sumar en su totalidad el 100 %.

### **5.4.3 Modelación de corredores**

La modelación de corredores de hábitat se realizó de manera independiente, es decir, por cada zona de enlace extrema con respecto a la Sierra de Quila (zona de enlace principal), en donde en primera opción se ingresa el modelo de hábitat idóneo, seguidas de la zona de enlace principal (bloque 1) y el bloque 2 o zona de enlace extrema según se desee obtener el corredor.

Como resultado del modelado de los corredores correspondientes para cada una de las especies se obtienen 10 capas vectoriales de salida (corredores lineales) que van representadas de manera gradual comenzando con el uno por ciento del total de la superficie representada del paisaje o del área de estudio hasta el 5%.



## 6 RESULTADOS

### 6.1 Clasificación de imágenes satelitales

Para la clasificación se consideró tomar muestras representativas de las clases: bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, pastizal, agricultura y área sin vegetación aparente; las clases de zonas urbanas y cuerpos de agua se omitieron para la clasificación automática con el fin de reducir la heterogeneidad espectral que representan los distintos objetos que componen el paisaje, ya que entre más clases se consideren para la clasificación, más complejo resultará identificar la separabilidad de dichas clases en la imagen. Para la clasificación del área de estudio se recolectaron de 70 a 300 áreas de entrenamiento por clase, obteniendo un total de 1,170 muestras. Las áreas que corresponden a las clases “Cuerpos de agua” y “Zonas urbanas” se reclasificaron, una vez se obtuvo la clasificación final.

**Precisión de la clasificación.-** la precisión global calculada a partir de la matriz de confusión fue de 64.4 %. El índice estadístico de Kappa ( $k$ ) fue de 0.57 (57 %), por lo que se espera que la clasificación haya discriminado las categorías de interés con exactitud de manera significativa mayor a las que hubiera obtenido con una asignación aleatoria (Chuvienco, 2010). La matriz de confusión (Tabla 7) muestra en forma diagonal la distribución de puntos de verificación correctos por tipo de cobertura, los cuales suman 1,993, de un total de 3,095 utilizados para la evaluación de la precisión; el resto de los puntos se encuentran dispersos entre los demás tipos de cobertura, los cuales crea confusión entre otras clases.

De acuerdo a la precisión de la clasificación para coberturas forestales se encontró que la Selva baja caducifolia muestra valores altos, tanto en la precisión del productor (76.1 %), como en la precisión del usuario (88.8 %), lo que significa que la superficie clasificada está en gran parte ocupada por este tipo de cobertura, de cada 10 muestras, 8 corresponden a selva baja caducifolia, además permite al usuario utilizar esta información con una fiabilidad aproximada al 90 %; en este mismo sentido se encontró a la cobertura de bosque de pino encino, que de cada 10 muestras, 7 corresponden a la cobertura designada. Por el contrario, la cobertura de bosque de encino pino presenta valores por debajo de la fiabilidad presentados en el bosque de pino encino, la precisión del productor fue de 11.3 % y del usuario 40.7 %, lo que garantiza una baja probabilidad de obtener esta cobertura en el mapa y una pobre fiabilidad de utilizar esta información. Para la agricultura, la precisión del productor fue de 60.1 % y una fiabilidad de usuario de 95.7 %; mientras que los pastos presentan una precisión del productor de 84.7 % y una confiabilidad de ser utilizada inferior al 40 % (Tabla 7).

**Tabla 7.** Matriz de confusión: distribución de puntos de verificación clasificados como correctos por tipo de cobertura (diagonal en color gris).

Clase	Referencias							Total	Puntos correctos	Precisión Productor (%)	Precisión Usuario (%)
	BPQ	BQP	BQ	SBC	A	P	ASVA				
BPQ	432	110	14	0	0	4	8	614	432	70.36	76.06
BQP	43	35	5	0	0	3	0	310	35	11.29	40.70
BQ	127	158	304	52	18	19	47	388	304	78.35	41.93
SBC	0	2	39	491	17	4	0	645	491	76.12	88.79
A	1	3	0	5	470	11	1	774	470	60.72	95.72
P	9	2	24	96	239	232	5	274	232	84.67	38.22
ASVA	1	0	1	1	30	1	29	90	29	32.22	46.03
<b>Total</b>	614	310	388	645	774	274	90	3,095	1,993		

**BPQ:** Bosque de pino encino, **BQP:** Bosque de encino pino, **BQ:** Bosque de encino, **SBC:** Selva baja caducifolia, **A:** Agricultura, **P:** Pastizal y **ASVA:** Área sin vegetación aparente.

**Tipos de uso del suelo y vegetación.-** A los nueve tipos de uso de suelo y vegetación se les denominó “Conjunto del paisaje”, el cual abarca 631,505 ha. En general, el “Conjunto del paisaje” posee una cobertura forestal de 350,102 ha, es decir, el 55.4% del área de estudio; los tipos de vegetación que conforman de manera porcentual esta cobertura son: bosque de encino con 26.6%, la selva baja caducifolia con 22.3%, el bosque de pino-encino con el 5.5% y el bosque de encino-pino con 1%.

Por el contrario, la “Cobertura no forestal” se concentran principalmente en aquellas áreas de pastizal, las cuales cubren el 28.8% del total del área de estudio, junto con la cobertura Agricultura, con 13.6%, la zona urbana con el 1%, los cuerpos de agua que representan el 0.9% y el área sin vegetación aparente con 0.2%; en suma cubren una superficie de 281,403 ha, es decir, el 44.6% de la superficie (Tabla 8).

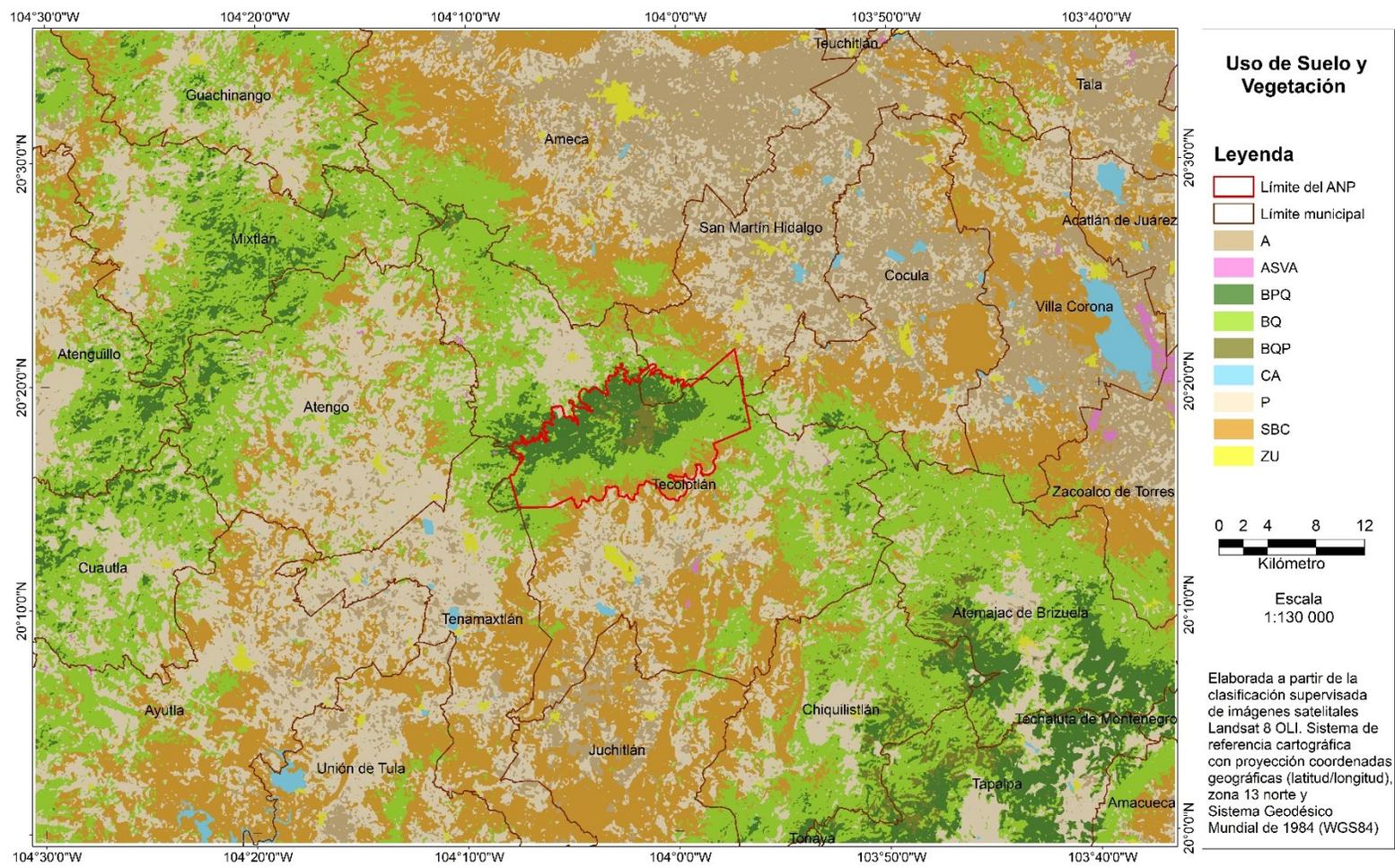
**Tabla 8.** Tipo y relación porcentual de uso del suelo y vegetación del área de estudio.

Núm. Clases	Clasificación	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Bosque de pino-encino	34,543.9	5.5
2	Bosque de encino-pino	6,590.5	1.0
3	Bosque de encino	168,005.4	26.6
4	Selva baja caducifolia	140,962.4	22.3
5	Agricultura	85,938.5	13.6
6	Pastizal	182,088.9	28.8
7	Cuerpo de agua	5,840.0	0.9
8	Área sin vegetación aparente	1,426.4	0.2
9	Zona urbana	6,109.7	1.0
	<b>Total (Conjunto del paisaje)</b>	<b>631,505.9</b>	<b>100.0</b>

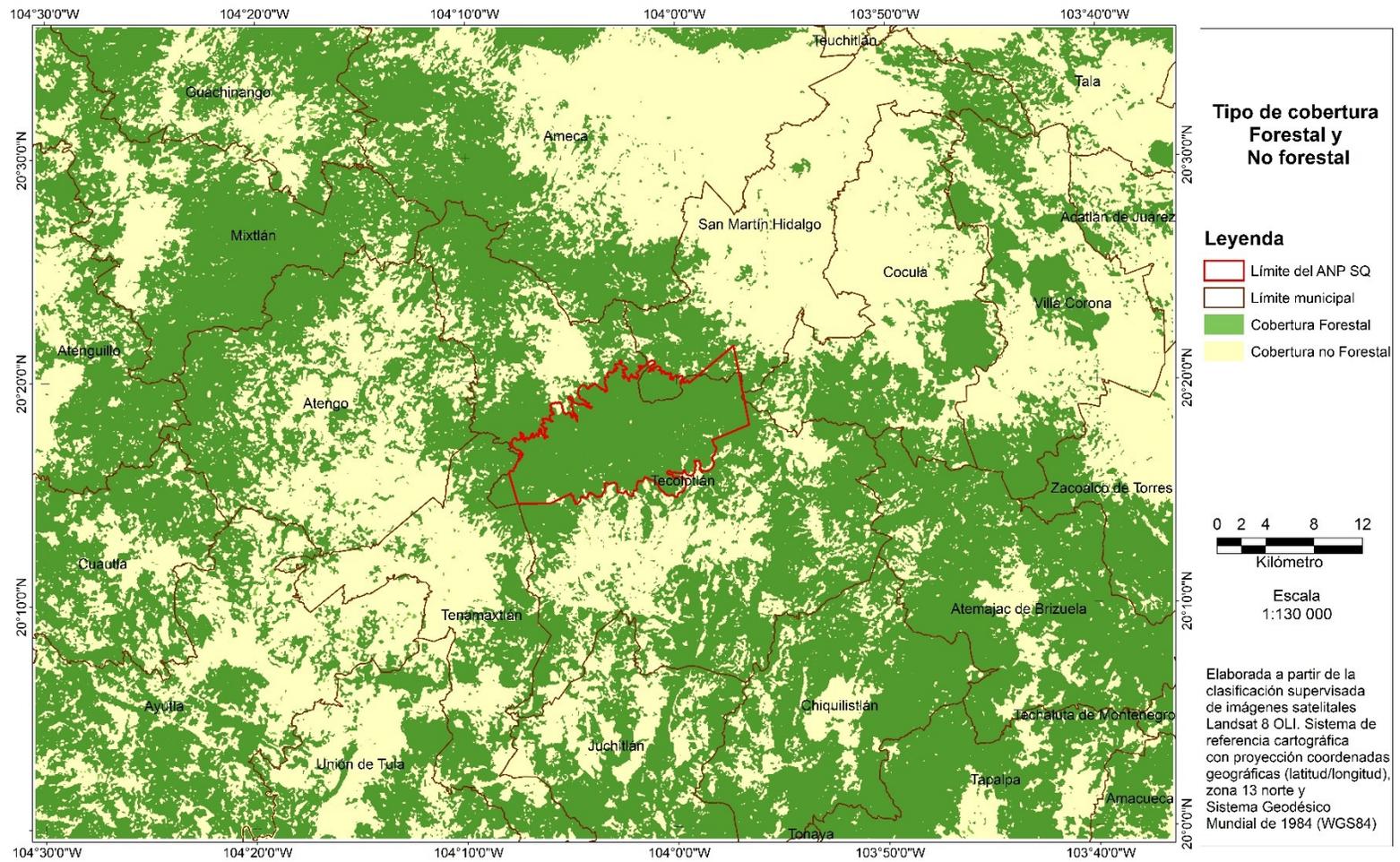
El área de estudio presentó una alta abundancia en algunas de las clases, tal como el pastizal (10,750 parches), el bosque de encino (7,684 parches) y la selva baja caducifolia (7,145 parches). Estas tres coberturas reflejan, por ende, ser las más fragmentadas. La fragmentación en el paisaje amenaza la diversidad biológica al reducir la conexión entre los hábitat, los parches de cobertura forestal pequeños limitan la capacidad de mantener poblaciones a corto, mediano y largo plazo, razón por la cual dejan de ser del interés cuando se trata de considerarlos como parte de una estrategias de conservación y/o conectividad; los parches superiores a 500 hectáreas de la cobertura de bosque de pino-encino ocupan el gradiente altitudinal más alto (de 2,060 a 2,900 m), seguido del bosque de encino-pino, aunque sus parches de mayor superficie (100 o más hectáreas) se sitúan entre los 2,100 y 2,400 metros. Los parches mayores a 1,000 hectáreas del bosque de encino se sitúan sobre un rango de 1,500 a 2,300 m; mientras que para la selva baja caducifolia estos se encuentran entre 1,350 y 1,700 metros. Según Villanueva (2007) los parches más grandes siempre se consideraran más relevantes desde el punto de vista estructural y funcional, por el contrario, los parches que acentúan la fragmentación en las partes bajas del área de estudio, en su mayoría ocupadas por zonas de cultivo y pastizales, se atribuyen en gran medida a la cobertura de bosque de encino, la cual presentó el mayor número (5,055) de parches menores a una hectárea distribuidos sobre un rango altitudinal de 900 hasta 2,900 metros, asimismo ocurrió para la selva baja caducifolia, ya que se clasificaron 4,181 parches menores a una hectárea sobre una altura entre 890 y 2,200 metros.

La selva baja caducifolia, es la cobertura más vulnerable al tener efectos negativos de sus orillas, ya que es la cobertura en la que sus bordes colindan ampliamente con otras áreas de uso intensivo del suelo u otras zonas no forestales; esta condición pone en riesgo la calidad de hábitat para las especies de fauna silvestre en estudio, ya que este tipo de cobertura es uno de los hábitats más idóneos.

La figura 12 representa la distribución espacial de los tipos de uso del suelo y vegetación en el área de estudio, mientras que la figura 13 muestra la distribución espacial de las coberturas forestales y no forestales.



**Figura 12:** Tipos de uso del suelo y vegetación del área de estudio. A (Agricultura), ASVA (Área sin vegetación aparente), BPQ (Bosque de pino encino) BQ (Bosque de encino), BQP (Bosque de encino pino), CA (Cuerpo de agua), P (Pastizal), SBC (Selva baja caducifolia) y ZU (Zona Urbana).



**Figura 13:** Distribución espacial de las coberturas forestal y no forestal del “Conjunto del paisaje”.

## 6.2 Métrica de conectividad

Dentro del área de estudio (Conjunto del paisaje) se registraron un total de 37,393 parches con un tamaño medio cuadrático de 3,265.74 ha y un tamaño promedio de parches de 16.9 ha. La forma de los parches es compleja, es decir, las formas de la cobertura forestal no demuestran una semejanza geométrica; por lo tanto, las formas tienden a ser irregulares.

Sin considerar el tipo de vegetación, la cobertura forestal del área de estudio cubre una superficie de 350,102 ha (55.4%) distribuida en 2,330 parches, presentando un tamaño medio cuadrático de 7,247.6 ha, así como también un tamaño promedio de parches de 150.15 ha. En el área de estudio se localiza un parche mayor que ejerce una mayor influencia en los resultados de los índices, el cual representa el 87.4% de la cobertura. El análisis de la conectividad forestal del área de estudio se basa utilizando la carta de uso de suelo y vegetación, considerando sólo de está, las coberturas de selva baja caducifolia, bosque de encino, bosque de encino pino y bosque de pino encino, esta agrupación fue nombrada como "Cobertura forestal".

Una vez aplicado el índice integral de conectividad (IIC) a la capa de la cobertura forestal en función a cada especie de fauna y con el fin de priorizar la importancia de cada parche de la cobertura forestal, se definieron cinco categorías de importancia (muy alta, alta, media, baja y muy baja) aplicadas a la capa de cobertura forestal resultante utilizando en un SIG la categorización de cortes naturales de Jenks (Natural Breaks) (Caso, 2010). Este método de clasificación se basa en las agrupaciones naturales inherentes a los datos, es decir, los cortes de las clases se caracterizan porque agrupan mejor los valores similares y maximizan las diferencias entre las clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos dónde hay diferencias considerables entre los valores de los datos. Finalmente, con el gráfico resultante se identifican los parches forestales críticos o prioritarios para el mantenimiento de la conectividad para la especie de fauna en estudio.

Para identificar la importancia relativa de los parches forestales críticos o prioritarios en la función a la distancia de desplazamiento de la especie de fauna silvestre, para este estudio, se determinaron distancias medianas de desplazamiento de 11,800 m para puma, 2,100 m para ocelote, 1,100 m para venado cola blanca, 700 m para pecarí de collar, 600 m para zorro y 500 m para coatí. Los desplazamientos señalados se basan en función a los puntos centrales de radio de hábitat y distancias de dispersión mínima y máxima registrada en los estudios para los animales machos de las especies.

### 6.2.1 Índice integral de conectividad para puma

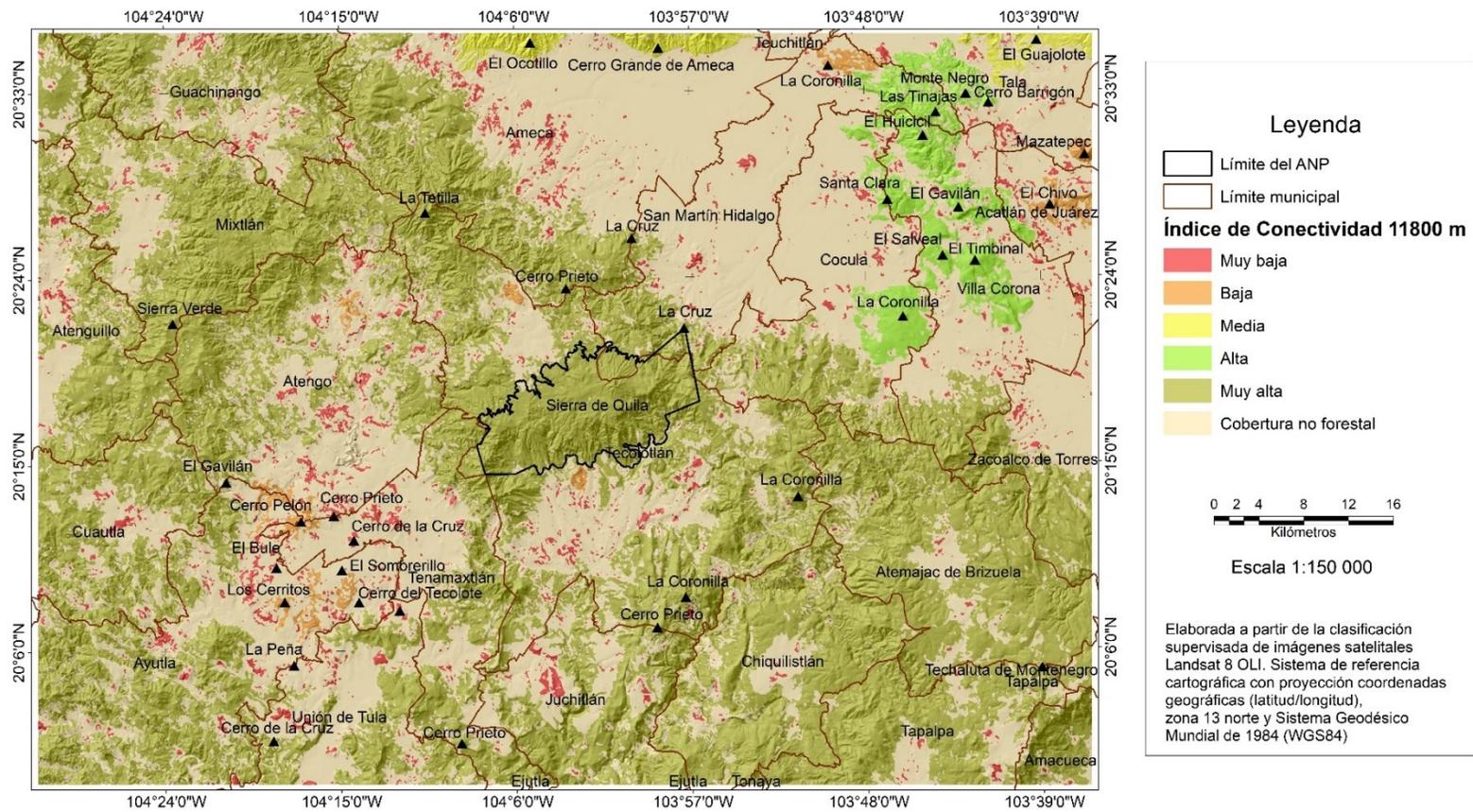
La figura 14 ilustra el hábitat forestal como resultado del análisis de conectividad para el puma; los colores utilizados en los mapas refieren el significado de la importancia de los parches en la conectividad, en este sentido, la calidad muy alta se asocia con el color verde olivo, la calidad alta en verde limón, la calidad media en amarillo, la calidad baja en color naranja y la calidad muy baja en color rojo, esta última categoría se atribuye a los parches

críticos y a su vez, prioritarios para el mantenimiento de la conectividad forestal; para el análisis del IIC se consideró una distancia de dispersión de 11,800 metros.

Como se observa en la figura 14, la mayor extensión de cobertura forestal con muy alta conectividad (305,953 ha  $\approx$  87.5%) se identifica en el sistema montañoso entorno al área protegida “Sierra de Quila”, el complejo representa el 99.3 % del valor acumulado de *dIIC* y la distribución espacial del hábitat se orienta en dirección noroeste, hacia el cerro La Tetilla en el municipio de Tecolotlán que está conectada con el complejo cerril de la Sierra Verde en el municipio de Mixtlán; por otra parte, el complejo tiene conexión hacia el sureste en dirección a la Sierra de Tapalpa en los municipios de Atemajac de Brizuela, Chiquilistlán y Tapalpa principalmente.

Del hábitat forestal que conforma el conjunto del paisaje destacan dos regiones que disminuyen la calidad de la conectividad; en la región noreste orientada hacia el área protegida La Primavera, la conectividad de los parches forestales disminuye; es decir, los parches de alta conectividad (parches en color verde limón) incluyen el cerro La Coronilla en el municipio de Cocula y los cerros Santa Clara, El Salveal y El Timbinal del municipio de Villa Corona. De manera inmediata el complejo cerril Huicicil, Las Tinajas, El Barrigón, El Gavilán y Montenegro, este último en el municipio de Tala, la conectividad se reduce a un nivel medio (parches en color amarillo). En este grado de conectividad se presentan el cerro El Ocotillo y el cerro Grande de Ameca (Municipio de Ameca) (Figura 14).

Otra región es la ubicada al suroeste del área protegida “Sierra de Quila” y que es la zona adyacente que conecta con la Sierra de Cacoma (Sierra Madre del Sur), presenta en su mayoría parches remanentes de selva baja caducifolia, matorral y vegetación secundaria con un nivel de calidad de conectividad baja (cerro Pelón, cerro Prieto, El Bule, Los Cerritos, La Peña, cerro de La Cruz, El Sombrerillo y cerro del Tecolote), ya que estos se encuentran dispersos en medio de un valle de uso de suelo intensivo ubicado en los municipios de Atengo, Tenamaxtlán, Unión de Tula y Ayutla (Figura 14).



**Figura 14:** El análisis de importancia relativa (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales; asume una distancia de dispersión de 11,800 metros para el puma.

La conectividad y disponibilidad de hábitat en el paisaje mediante los diferentes parches pueden jugar diferentes papeles dentro del mosaico del paisaje y las redes de conexiones que en él se establecen; la adecuada cuantificación en que los diferentes elementos del paisaje pueden contribuir a la conectividad global se describen mediante cada una de las fracciones en las que se divide el *dIIC*, que mediante la disponibilidad de hábitat (*dIICintra*), las características intrínsecas de cada uno de los parches, la permeabilidad o movimiento del animal (*dIICflux*) y de su posición topológica en el paisaje a través de las conexiones con otros parches de hábitat (*dIICconnector*) determinan que elemento del paisaje contribuye a la conectividad para dicha especie.

En este sentido, para el puma, la disponibilidad de hábitat (*dIICintra*) proporcionan el 87.4 % de conectividad sobre todo en el parche más grande en color verde oliva (muy alta disponibilidad de superficie) (ver Figura 14), lo cual representa para el puma un parche de mucha importancia ya que juega un papel fundamental para el mantenimiento de la disponibilidad total de hábitat, así como también la fracción *dIICflux*, que representa el 11.8% de la permeabilidad o movimiento de la especie es muy alta; la suma de estas dos fracciones representan el 99.2 % de la conectividad relativa, mientras que la fracción *dIICconnector*, que evalúa la contribución del parche como elemento conector o puente entre el resto de parches de hábitat, obtuvo sólo el 0.12% del valor *dIICconnector*. En la tabla 9 se muestra el número de parches y superficie que abarcan los valores de conectividad global (*dIIC*); desde muy baja, baja, media, alta y muy alta conectividad; así como la suma de las tres fracciones que contribuyen a la conectividad global.

**Tabla 9.** Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (*dIIC*), así como valores relativos que ocupan las fracciones *intra*, *flux* y *connector* para el puma.

Conectividad <i>dIIC</i>	No. de parches	Sup. (ha)	Sup. (%)	Suma de <i>dIIC</i>	Suma de <i>dIICintra</i>	Suma de <i>dIICflux</i>	Suma de <i>dIICconnec</i>
Muy baja	2,313	16,696.8	4.8	5.049	0.001	5.049	0.000
Baja	11	4,831.0	1.4	1.329	0.002	1.327	0.000
Media	3	5,062.0	1.4	1.285	0.008	1.277	0.000
Alta	2	17,299.7	4.9	5.559	0.140	5.411	0.008
Muy alta	1	305,953.0	87.5	99.360	87.397	11.842	0.122
<b>Total</b>	<b>2,330</b>	<b>349,842.4</b>	<b>100.0</b>	<b>112.582</b>	<b>87.548</b>	<b>24.905</b>	<b>0.130</b>

### 6.2.2 Índice integral de conectividad para ocelote y venado cola blanca

Las figuras 15, y 16 ilustran el hábitat forestal como resultado del análisis de conectividad para el ocelote y el venado cola blanca respectivamente; los colores en los mapas refieren el significado de la importancia de los parches en la conectividad global, es decir, el color verde olivo representa una muy conectividad, una alta conectividad en color verde limón, la calidad media en amarillo, la calidad baja en color naranja y la calidad muy baja en color rojo. Para el análisis del IIC se consideró una distancia de dispersión de 2,100 metros para el ocelote, la cual podría cubrir una superficie de ámbito hogareño de aproximadamente de entre 350 y 9,000 ha; mientras que para el venado la distancia mediana de desplazamiento fue de 1,100 metros.

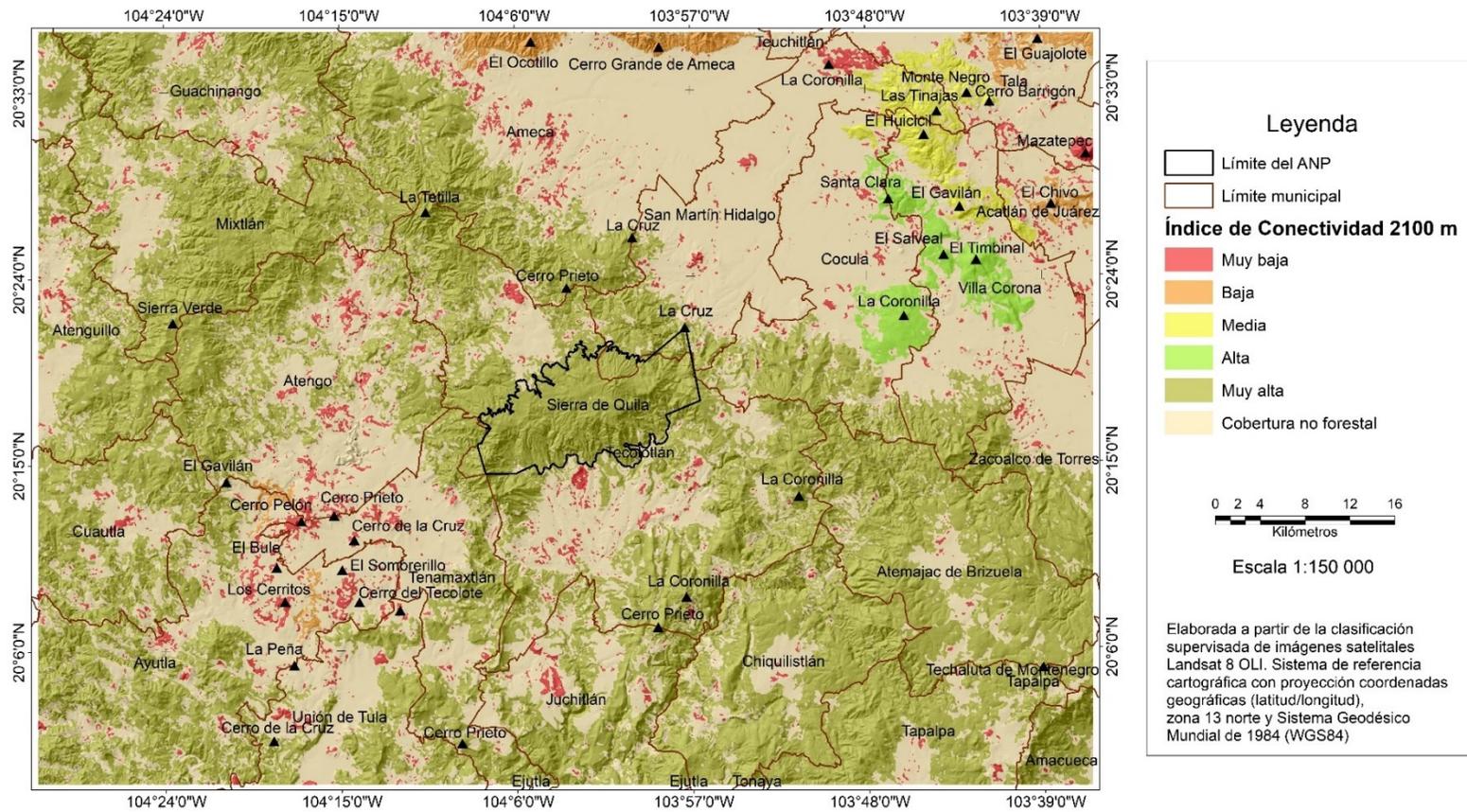
En síntesis, el análisis de la conectividad forestal se describe con base a la distancia y tamaño de los parches, además de la distancia mediana de desplazamiento o movilidad de las especies. Como se observa en las figuras 15 y 16, al igual que en el escenario para el puma, la mayor extensión de cobertura forestal con muy alta conectividad (305,953 ha) se identifica en el sistema montañoso entorno al área protegida “Sierra de Quila”, el complejo también representa para el ocelote y el venado cola blanca el 99.6% del valor acumulado de *dIIIC* y la distribución espacial del hábitat se orienta en dirección noroeste, hacia el cerro La Tetilla en el municipio de Tecolotlán que está conectada con el complejo cerril de la Sierra Verde en el municipio de Mixtlán; por otra parte, el complejo tiene conexión hacia el sureste en dirección a la Sierra de Tapalpa en los municipios de Atemajac de Brizuela, Chiquilistlán y Tapalpa principalmente. Aunque la distancia es mayor para el análisis de conectividad referido al ocelote, su resultado gráfico se representa igual que al del venado cola blanca; para ambas especies se destacan dos regiones que disminuyen la calidad de la conectividad:

- 1) En la región noreste orientada hacia otra área protegida (La Primavera), la conectividad de los parches disminuye de mayor a menor, es decir, de los parches de alta conectividad (parches en verde limón) que incluyen los municipios de Cocula y de Villa Corona, a los contiguos que se encuentran en el municipio de Tala con un nivel medio (parches en amarillo) y finalmente a los parches remanentes de conectividad baja (en color naranja) y muy baja (en rojo), ubicados en los municipios de Acatlán de Juárez, Tala y San Martín Hidalgo.

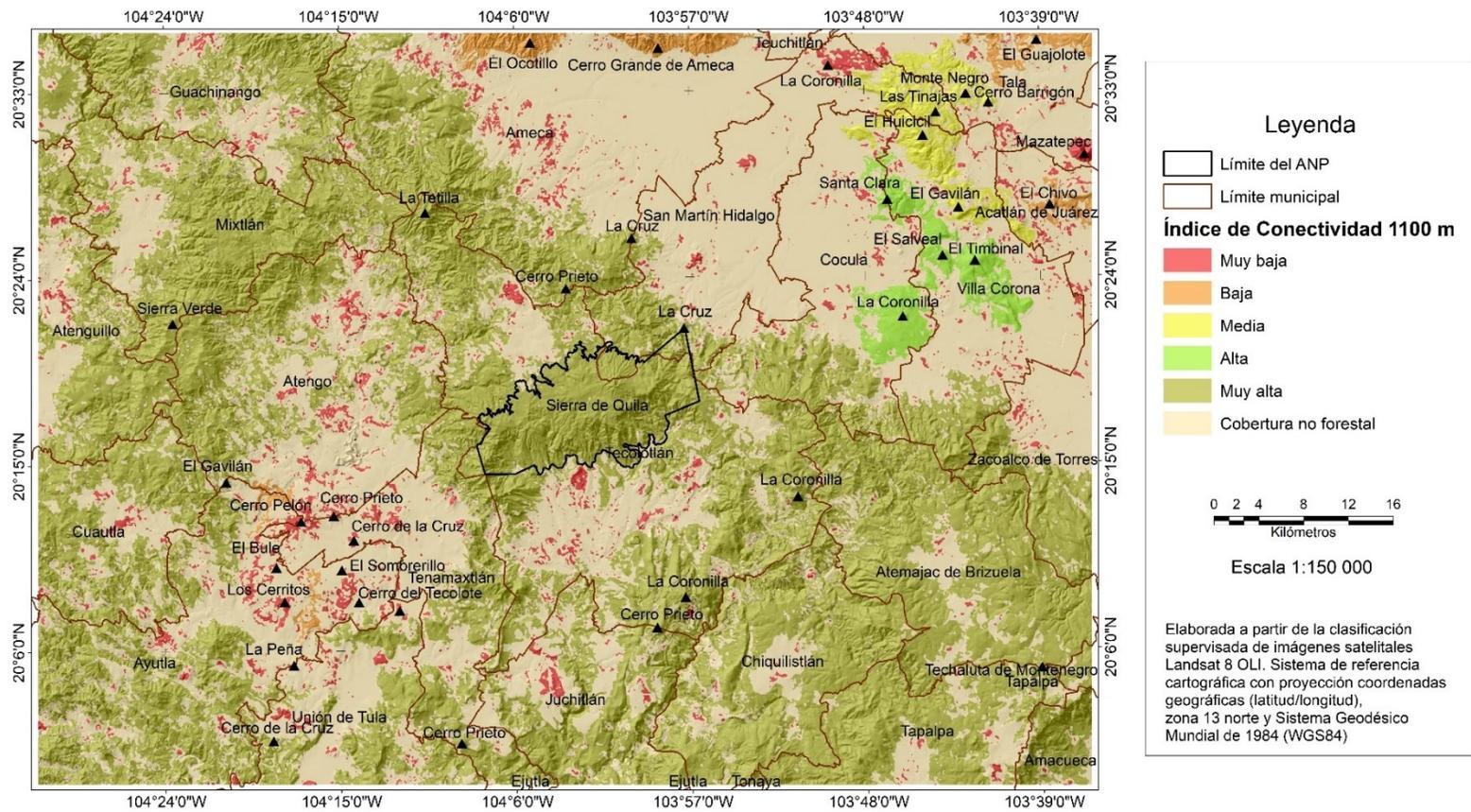
2) La otra zona adyacente de baja conectividad se ubica al suroeste del área protegida Sierra de Quila, es la que conecta con la Sierra de Cacoma (Sierra Madre del Sur), esta zona presenta en su mayoría parches remanentes de selva baja caducifolia, con un nivel de calidad de conectividad baja (parches naranjas) y muy baja (parches rojos), ya que estos se encuentran dispersos en medio de un valle de uso intensivo agropecuario ubicado en los municipios de Atengo, Tenamaxtlán y Ayutla. De la misma manera, otra región que se considera prioritaria para el mantenimiento de la conectividad es la situada en el municipio de Ameca en la dirección norte con respecto al área protegida Sierra de Quila; la zona presenta dos complejos cerriles con una conectividad baja, debido a la actividad intensiva agrícola que presenta esta región y además considerando que no precisamente representan una cobertura forestal aislada, sino que debido a la delimitación del área de estudio, estos complejos cerriles quedaron artificialmente disminuidos de su dimensión real.

Las figuras 15 y 16 muestran algunos remanentes de los parches forestales caracterizados como de alta prioridad (calidad Muy baja de conectividad) se buscará enlazar o mantener estos parches con coberturas forestales más extensas y que tendrían que considerar un manejo especial del conservación e incremento a fin de mitigar su degradación y fomentar su importancia y funcionalidad como eslabones conectores, esto mismo sucede en parches remanentes (en naranja y amarillo) localizados dentro del área de estudio volviéndose críticos para el sostenimiento y dispersión de la fauna además de los requerimientos de ámbito hogareño más amplios. La calidad de la conectividad de la cobertura forestal con base en una distancia de movilidad de entre 2,100 y 1,100 metros no muestra una tendencia de

cambio significativa, sin embargo, la continuidad forestal que presentan las áreas de muy alta y alta conectividad serán fundamentales para la funcionalidad ecológica de esta área de estudio.



**Figura 15:** El análisis de importancia relativa (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales; este gráfico asumió una distancia de dispersión de 2,100 metros para el ocelote.



**Figura 16:** El análisis de importancia relativa (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este gráfico asume una distancia de dispersión de 1,100 metros para el venado cola blanca.

Las tablas 10 y 11 muestran el número de parches y superficies que abarcan cada uno de los valores de conectividad global desde muy baja, baja, media, alta y muy alta conectividad y las descritas por las tres fracciones para el ocelote y el venado cola blanca respectivamente; la fracción *dIICintra* proporcionan el 88.9% (89.3% para venado cola blanca) de conectividad en un solo parche (muy alta disponibilidad de superficie, con 305,953 ha), lo cual representa para ambas especies un parche de mucha importancia, ya que juega un papel fundamental para el mantenimiento de la disponibilidad total de hábitat, así como también la fracción *dIICflux*, que representa el 10.4% y 10% representa una conectividad muy alta. La fracción *dIICconnector*, que evalúa la contribución de cada parche como elemento conector entre el resto de los parches de hábitat representó el 1.6% para ocelote y 2.7% para el venado cola blanca. Sin embargo, los parches que presentan una conectividad alta para esta fracción también son considerados importantes para mantener esta función conectora con otros elementos del paisaje.

**Tabla 10.** Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones *intra*, *flux* y *connector* para el ocelote.

Conectividad dIIC	No. de parches	Sup. (ha)	Sup. (%)	Suma de dIIC	Suma de dIICintra	Suma de dIICflux	Suma de dIICconnec
Muy baja	2,321	19,532.8	5.6	5.3072	0.0019	5.2197	0.0856
Baja	6	7,057.0	2.0	1.7384	0.0095	1.5947	0.1342
Media	1	8,563.0	2.4	2.2027	0.0697	1.8548	0.2782
Alta	1	8,736.8	2.5	4.4300	0.0725	2.7504	1.6071
Muy alta	1	305,953.0	87.5	99.6143	88.9305	10.4123	0.2715
<b>Total</b>	<b>2,330</b>	<b>349,842.4</b>	<b>100.0</b>	<b>113.2926</b>	<b>89.0840</b>	<b>21.8320</b>	<b>2.3766</b>

**Tabla 11.** Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones *intra*, *flux* y *connector* para el venado cola blanca.

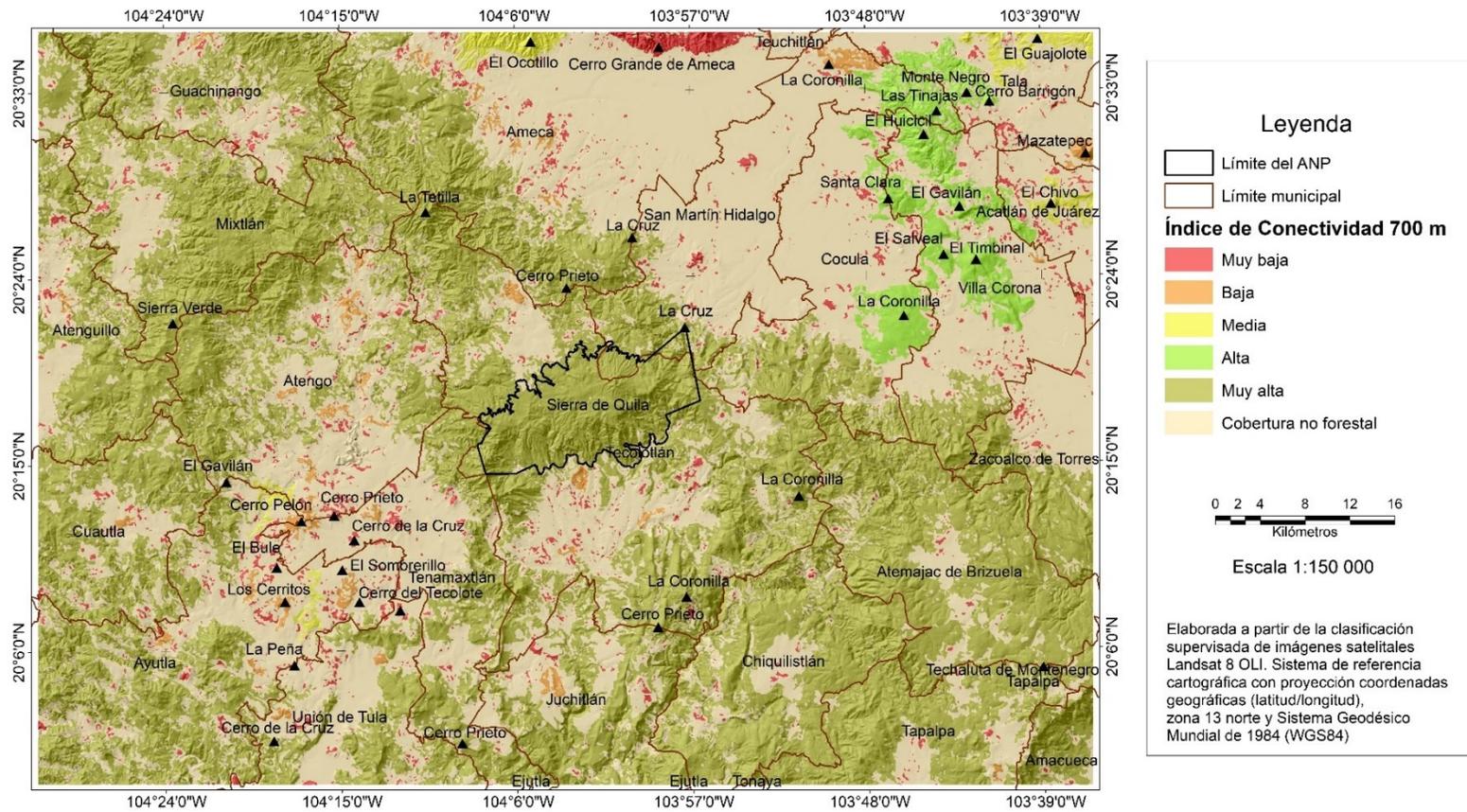
Conectividad dIIC	No. de parches	Sup. (ha)	Sup. (%)	Suma de dIIC	Suma de dIICintra	Suma de dIICflux	Suma de dIICconnec
Muy baja	2,319	19,526.7	5.6	5.0733	0.0019	4.8761	0.1953
Baja	8	7,063.1	2.0	2.1806	0.0095	1.5091	0.6620
Media	1	8,563.0	2.4	2.5141	0.0700	1.8556	0.5885
Alta	1	8,736.8	2.5	5.5302	0.0728	2.7539	2.7035
Muy alta	1	305,953.0	87.5	99.6694	89.3219	10.0531	0.2944
<b>Total</b>	<b>2,330</b>	<b>349842.4</b>	<b>100.0</b>	<b>114.9677</b>	<b>89.4761</b>	<b>21.0478</b>	<b>4.4438</b>

### 6.2.3 Índice integral de conectividad para pecarí de collar, zorro y coatí

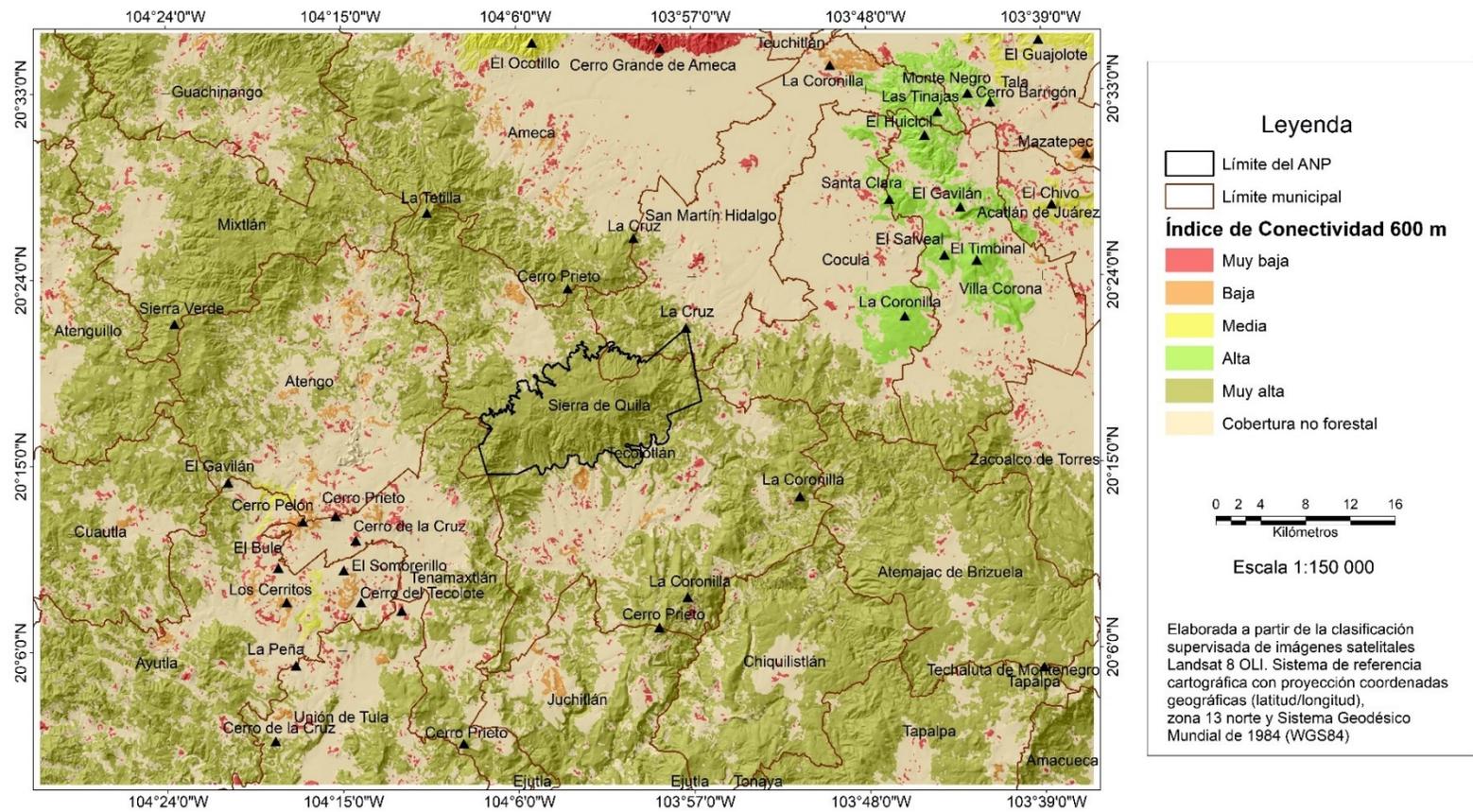
Las figuras 17, 18 y 19 ilustran el hábitat forestal como resultado del análisis de conectividad para el pecarí de collar, zorro y coatí respectivamente; el análisis de conectividad para las tres especies se describe con base al tamaño de los parches forestales, la distancia entre estos y la distancia mediana de desplazamiento de cada especie, es decir, 700 metros para pecarí de collar, 600 para el zorro y 500 para el coatí. Como se observa en las figuras 17, 18

y 19, al igual que los escenarios para las otras tres especies (puma, ocelote y venado cola blanca), la mayor extensión de cobertura forestal con muy alta conectividad se identifica en el sistema montañoso entorno al área protegida “Sierra de Quila”, el mismo complejo o parche que presentó el 99.6 % del valor acumulado de *dIIC*.

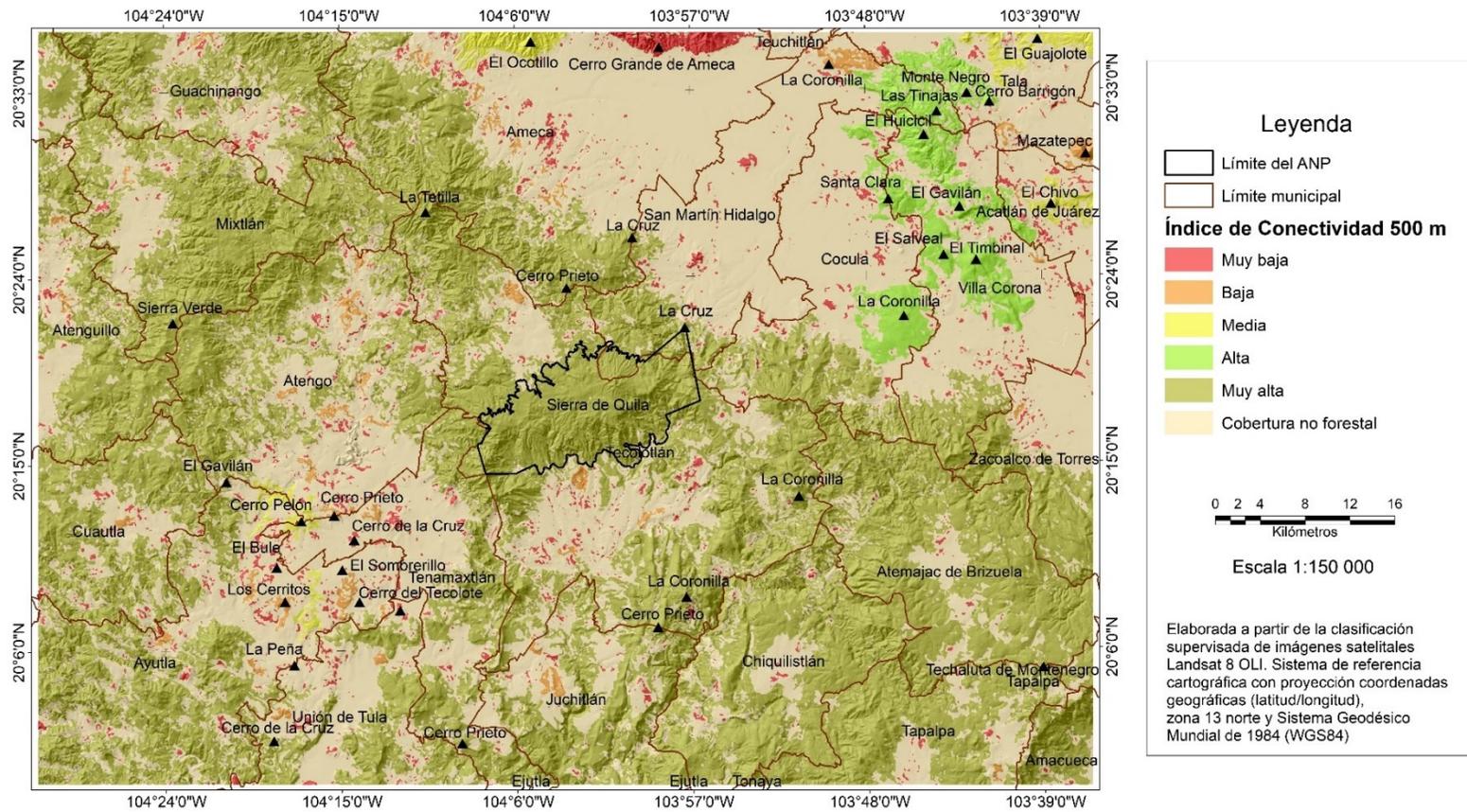
A pesar de haber una diferencia de 200 metros entre la distancia de dispersión del pecarí de collar y el coatí, los escenarios son muy similares entre estas especies; el escenario entre el zorro y el coatí es prácticamente igual, se destacan también las dos regiones donde se disminuyen la calidad de la conectividad que son la región noreste orientada hacia La Primavera y la ubicada al suroeste del área protegida “Sierra de Quila”, la que conecta con la Sierra de Cacoma, esta zona presenta en su mayoría parches remanentes de selva baja caducifolia, con un nivel de calidad de conectividad baja (parches naranjas) y muy baja (parches rojos) para el caso del pecarí de collar y conectividad media (parches amarillos) y baja (parches naranjas) para el caso del zorro y coatí. Estos parches están referidos en los municipios de Atengo, Tenamaxtlán y Ayutla.



**Figura 17:** El análisis de importancia relativa (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este grafico asume una distancia de dispersión de 700 metros para el pecarí de collar.



**Figura 18:** El análisis de importancia relativa (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este grafico asume una distancia de dispersión de 600 metros para el zorro.



**Figura 19:** El análisis de importancia relativa (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad de parches forestales de este grafico asume una distancia de dispersión de 500 metros para el coatí.

Las tablas 12, 13 y 14 muestran el número de parches y superficies que abarcan cada uno de los valores de conectividad global desde muy baja, baja, media, alta y muy alta conectividad y las descritas por las tres fracciones para el venado cola blanca en el área de estudio. Las funciones de estas tres fracciones en las que se divide el *dIIC*, que influyen considerablemente en los parches de hábitat, pueden tener diferentes roles dentro del paisaje, no sólo sirven como sitios de refugio, de forrajeo de crianza, si no también producen (o reciben) los flujos de dispersión a (o desde) otros parches de hábitat, y funcionan como puntos de paso, esto quiere decir que la especie solo usa este parche para moverse a otro parche el cual lo consideraría como un destino final. Dentro de un mismo paisaje y de las especies en estudio, los diferentes parches pueden jugar diferentes funciones dependiendo de su posición topológica y las características intrínsecas del hábitat, tal como se cuantifica por las tres fracciones.

**Tabla 12.** Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (*dIIC*), así como valores relativos que ocupan las fracciones *intra*, *flux* y *connector* para el pecarí de collar.

Conectividad <i>dIIC</i>	No. de parches	Sup. (ha)	Sup. (%)	Suma de <i>dIIC</i>	Suma de <i>dIICintra</i>	Suma de <i>dIICflux</i>	Suma de <i>dIICconnec</i>
Muy baja	2,286	15,227.3	4.4	3.2751	0.0029	3.0625	0.2097
Baja	36	5,951.2	1.7	1.6533	0.0015	1.4996	0.1522
Media	5	5,411.2	1.5	1.2836	0.0070	1.1167	0.1598
Alta	2	17,299.7	4.9	8.1151	0.1438	4.6156	3.3557
Muy alta	1	305,953.0	87.5	99.6834	89.9675	9.4600	0.2559
<b>Total</b>	<b>2,330</b>	<b>349,842.4</b>	<b>100.0</b>	<b>114.0105</b>	<b>90.1228</b>	<b>19.7543</b>	<b>4.1333</b>

**Tabla 13.** Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (*dIIC*), así como valores relativos que ocupan las fracciones *intra*, *flux* y *connector* para el zorro.

Conectividad <i>dIIC</i>	No. de parches	Sup. (ha)	Sup. (%)	Suma de <i>dIIC</i>	Suma de <i>dIICintra</i>	Suma de <i>dIICflux</i>	Suma de <i>dIICconnec</i>
Muy baja	2283	15,020.0	4.3	3.1600	0.0029	2.9173	0.2398
Baja	39	6,158.5	1.8	1.7139	0.0015	1.5593	0.1531
Media	5	5,411.2	1.5	1.3077	0.0070	1.1169	0.1838
Alta	2	17,299.7	4.9	8.1132	0.1440	4.6161	3.3532
Muy alta	1	305,953.0	87.5	99.6858	90.0455	9.3886	0.2517
<b>Total</b>	<b>2330</b>	<b>349,842.4</b>	<b>100.0</b>	<b>113.9806</b>	<b>90.2009</b>	<b>19.5981</b>	<b>4.1815</b>

**Tabla 14.** Número de parches y superficie ocupada de la conectividad general (dIIC), así como valores relativos que ocupan las fracciones *intra*, *flux* y *connector* para el coatí.

<b>Conectividad dIIC</b>	<b>No. de parches</b>	<b>Sup. (ha)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Suma de dIIC</b>	<b>Suma de dIICintra</b>	<b>Suma de dIICflux</b>	<b>Suma de dIICconnec</b>
Muy baja	2,270	14,614.3	4.2	3.0059	0.0029	2.7119	0.2911
Baja	51	6,084.0	1.7	1.9199	0.0014	1.5202	0.3983
Media	6	5,891.5	1.7	1.5450	0.0072	1.2200	0.3178
Alta	2	17,299.7	4.9	8.0921	0.1442	4.6178	3.3301
Muy alta	1	305,953.0	87.5	99.6888	90.1755	9.2678	0.2455
<b>Total</b>	<b>2,330</b>	<b>349,842.4</b>	<b>100.0</b>	<b>114.2517</b>	<b>90.3312</b>	<b>19.3377</b>	<b>4.5829</b>

### 6.3 Corredores de hábitat

Los corredores de hábitat se determinaron mediante el modelo predictivo de idoneidad del hábitat basado en la interacción de las variables espaciales de fricción: carta de uso de suelo y vegetación, modelo digital de elevación, relieve topográfico, distancia a carreteras pavimentadas y distancia a zonas urbanas; asimismo los atributos y rangos de cada capa fueron valorados en función a cada especie mediante el criterio experto y revisión bibliográfica (estudios específicos por especie y catálogos de registro).

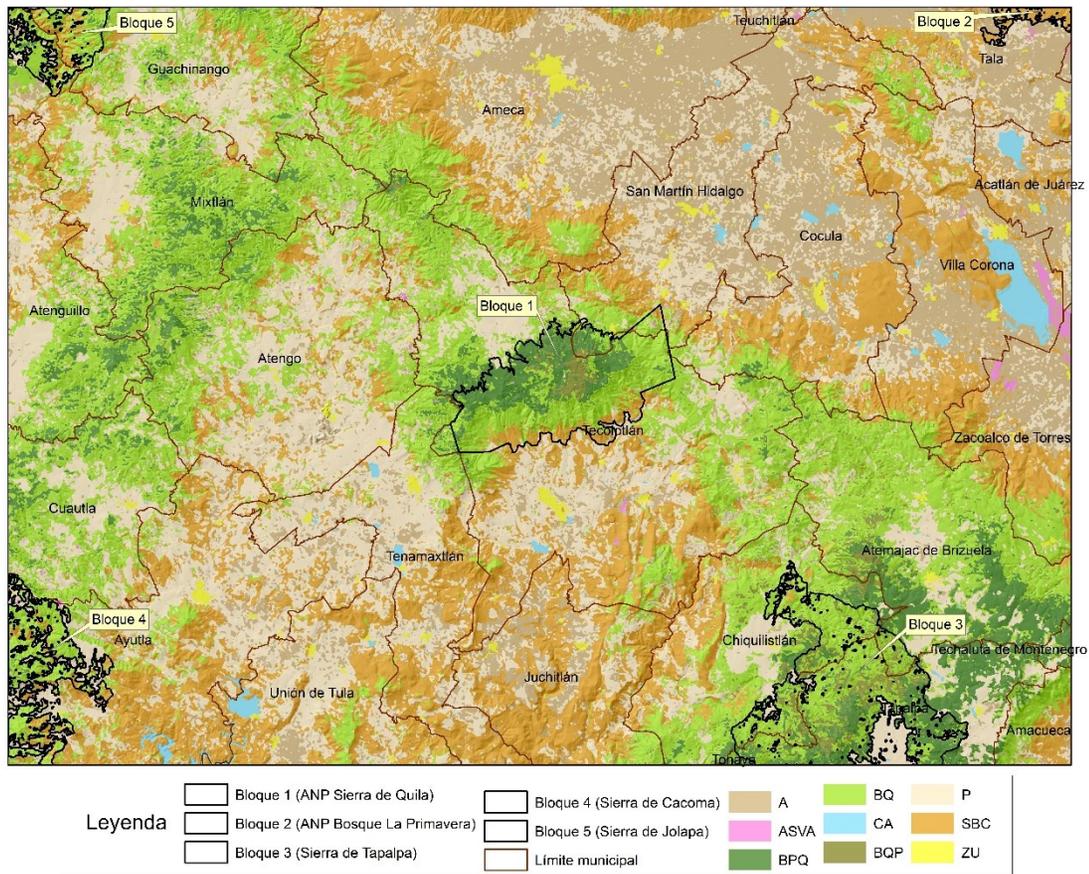
#### 6.3.1 Modelación de hábitats idóneos para las especies en estudio

La elaboración del modelo de idoneidad de hábitat para cada una de las especies se basó en función al valor de fricción (valor intrínseco) promedio dado por el criterio experto en cada uno de los cinco factores ambientales utilizados, además del factor de peso o importancia para cada una de estas variables empleadas por si solas. Las variables espaciales se muestran de manera gráfica en las figuras 20 a la 24; asimismo las tablas 15 a la 19 muestran los valores de fricción y peso de importancia por variable. Los valores de fricción por cada tipo de atributo para cada una de las variables oscilan entre 0 y 100, es decir, no necesariamente la suma de los valores otorgados deberá sumar 100; lo anterior aplica solo para la suma de los pesos de importancia otorgados a cada variable.

En este contexto, se asumen los valores de fricción más altos a las coberturas de bosque de pino-encino, encino y encino-pino para la especie puma; selva baja caducifolia y bosque de encino para ocelote; la selva baja caducifolia y el bosque de pino encino para el venado cola blanca; todos los tipos de vegetación para pecarí de collar; la selva baja caducifolia para el zorro y el coatí (ver Tabla 15 y Figura 20).

**Tabla 15.** Variable de fricción (VF) uso de suelo y vegetación. Utilizando la cartografía de uso del suelo y vegetación de la clasificación satelital.

Núm.	Uso de suelo y vegetación	VF puma	VF ocelote	VF venado cola blanca	VF pecarí de collar	VF zorro	VF coatí
1	Agricultura	0	10	17	30	20	10
2	Área sin vegetación aparente	0	0	2	0	0	0
3	Bosque de pino-encino	80	40	77	60	60	70
4	Bosque de encino	80	80	67	60	60	70
5	Cuerpo de agua	0	5	18	0	0	0
6	Bosque de encino-pino	80	60	77	60	60	70
7	Pastizal	30	5	22	40	50	20
8	Selva baja caducifolia	60	100	87	60	70	80
9	Zona urbana	0	0	0	0	0	0
	Peso a variable	70	70	65	60	60	70

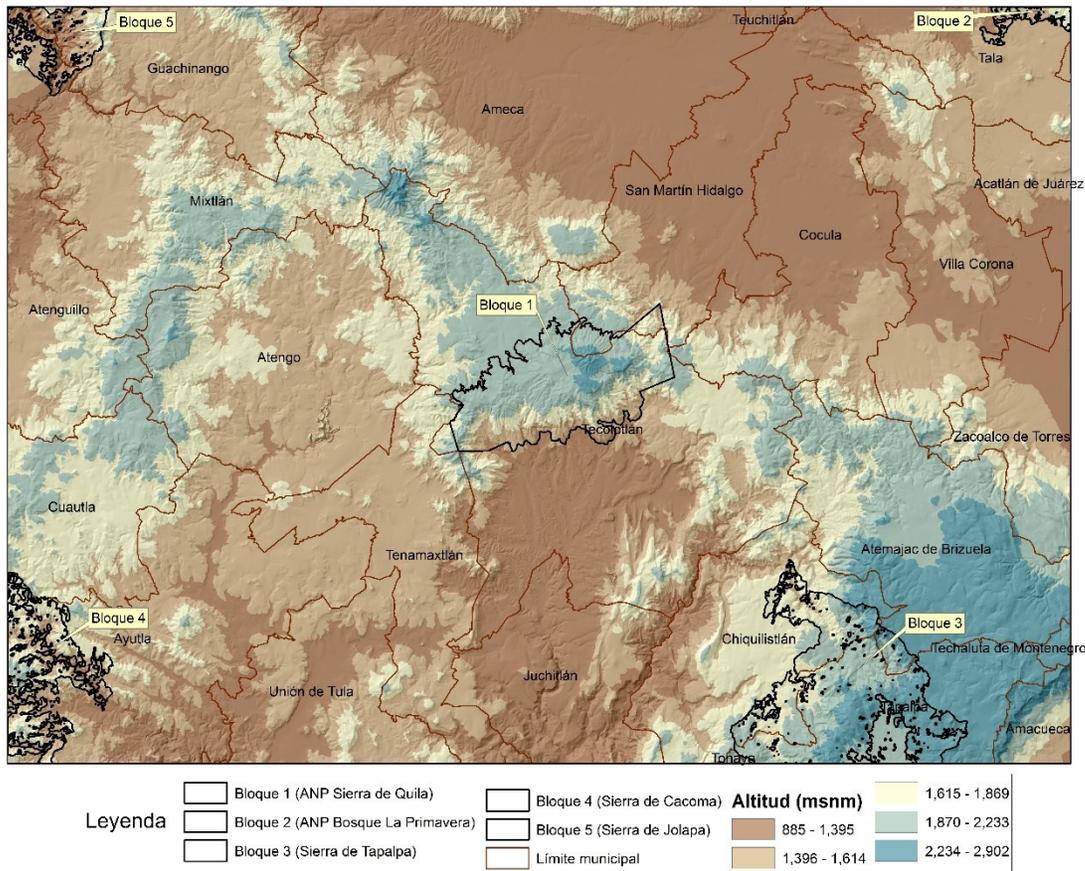


**Figura 20:** Variable de fricción: uso de suelo y vegetación. A (Agricultura), ASVA (Área sin vegetación aparente), BPQ (Bosque de pino encino), BQ (Bosque de encino), CA (Cuerpo de agua), BQP (Bosque de encino pino), P (Pastizal), SBC (Selva baja caducifolia) y ZU (Zona urbana), ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques) (Fuente: elaboración propia, a partir de la clasificación de la imagen Landsat 8 OLI).

Resulta de interés que el ocelote conlleve un valor de 100 dentro del rango altitudinal de entre 500 y 1,000 m, considerándose este rango altitudinal como el área focal de distribución; por otro lado, sin llegar a categorizarse como su máximo, el venado cola blanca adquiere un valor de peso de importancia similar en los tres estratos altitudinales (Tabla 16 y Figura 21).

**Tabla 16.** Variable Altitud. Utilizando el modelo nacional continuo de elevaciones mexicano 3.0 con resolución de 30 m de INEGI.

Altitud (msnm)	VF puma	VF ocelote	VF venado cola blanca	VF pecarí de collar	VF zorro	VF coatí
500-1,000	60	100	78	50	90	70
1,000-1,500	80	60	80	60	90	60
1,500-3,500	90	20	80	60	60	50
Peso a variable	10	5	5	10	15	10



**Figura 21:** Variable de fricción: altitud, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: INEGI, modelo nacional continuo de elevaciones mexicano 3.0, resolución de 30m).

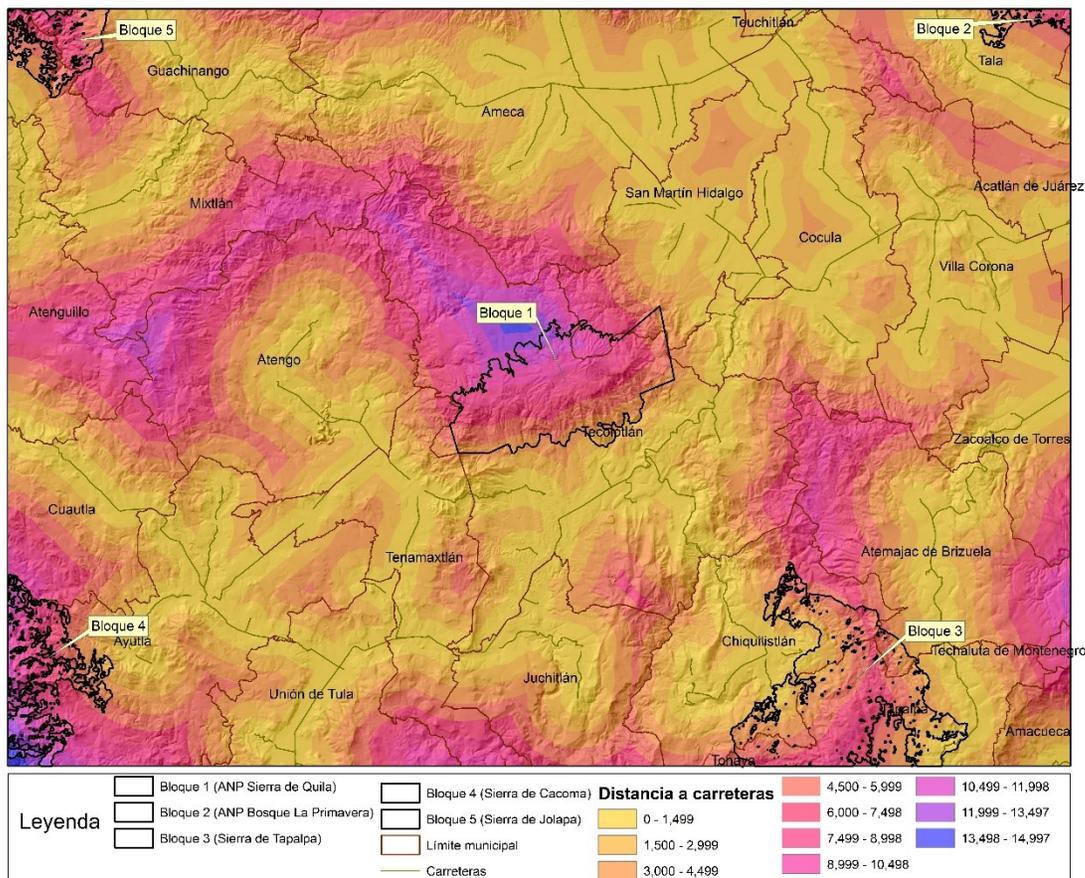
De acuerdo a la opinión experta, el puma prefiere recorrer los fondos de cañón, mientras que el ocelote recorre superficies planas o con pendientes suaves, pero también busca los lugares un tanto inaccesibles y a su vez seguros, como son las cañadas o los fondos de cañones; el venado cola blanca puede encontrarse en todas las posiciones topográficas, con



la especie ocelote será alto para las zonas más distantes a la infraestructura vial y centros de población; para todas las especies los valores pueden tornarse de manera más gradual, es decir, presenta valores reducidos en aquellas zonas próximas a las vías y zonas urbanas y estos aumentan conforme se retiran de las mismas (ver Tablas 18 y 19 y Figuras 23 y 24).

**Tabla 18.** Variable Distancia a carreteras.

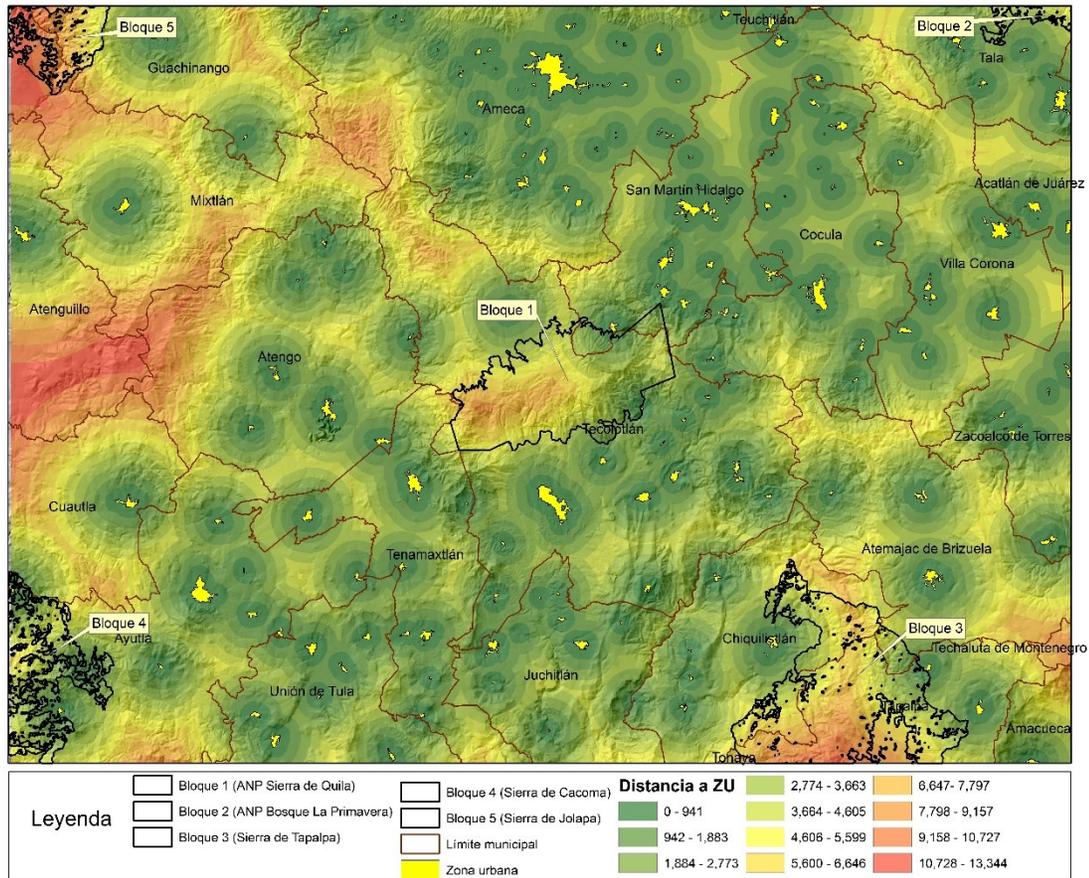
Dist. a carreteras (m)	VF puma	VF ocelote	VF venado cola blanca	VF pecarí de collar	VF zorro	VF coatí
0-100	0	0	12	10	10	10
100-500	40	30	50	40	70	40
500-2,000	80	60	80	60	70	60
2,000-15,000	90	100	93	70	50	80
Peso a variable	5	5	5	5	5	5



**Figura 23:** Variable Distancia a carreteras, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: elaboración propia con base en la red de carreteras del Instituto de Información Territorial de Jalisco, IITEJ, 2011).

**Tabla 19.** Distancia a zonas urbanas.

Dist. a zonas urbanas (m)	VF puma	VF ocelote	VF venado cola blanca	VF pecarí de collar	VF zorro	VF coatí
0-100	5	0	10	15	10	10
100-500	20	20	45	40	50	40
500-2,000	60	80	73	60	70	60
2,000-13,500	90	100	93	70	80	80
Peso a variable	5	5	5	5	5	5

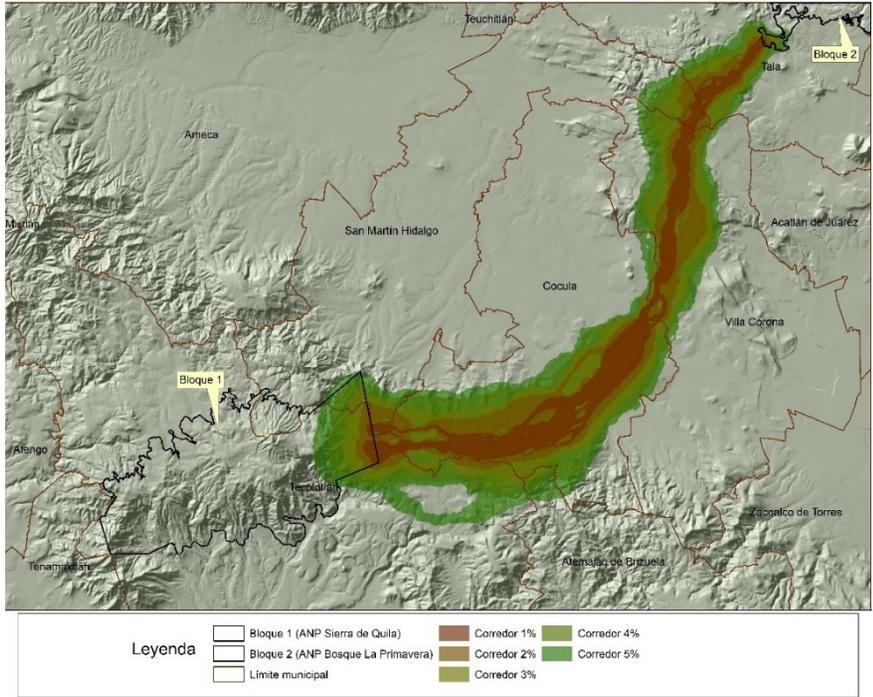


**Figura 24:** Variable Distancia a zonas urbanas, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques). (Fuente: elaboración propia, a partir de la clasificación supervisada de la imagen Landsat 8 OLI).

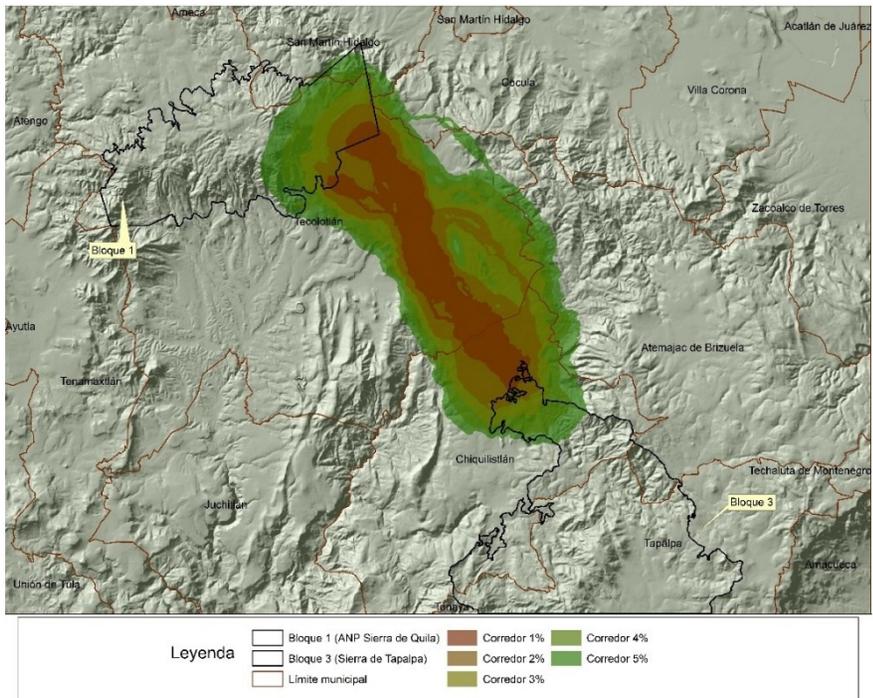
### 6.3.2 Corredores de hábitat para puma

Con el modelo de idoneidad de hábitat para cada especie, se identificaron los corredores de hábitat, estos fueron generados a partir del área natural protegida Sierra de Quila (bloque 1) al bloque 2 o zona de enlace (ANP Sierra de Quila-ANP Bosque La Primavera), del bloque 1 al bloque 3 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa), del bloque 1 al bloque 4 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma) y del bloque 1 al bloque 5 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa). Como resultado, para cada corredor identificado (ANP Sierra de Quila-zona de enlace) se

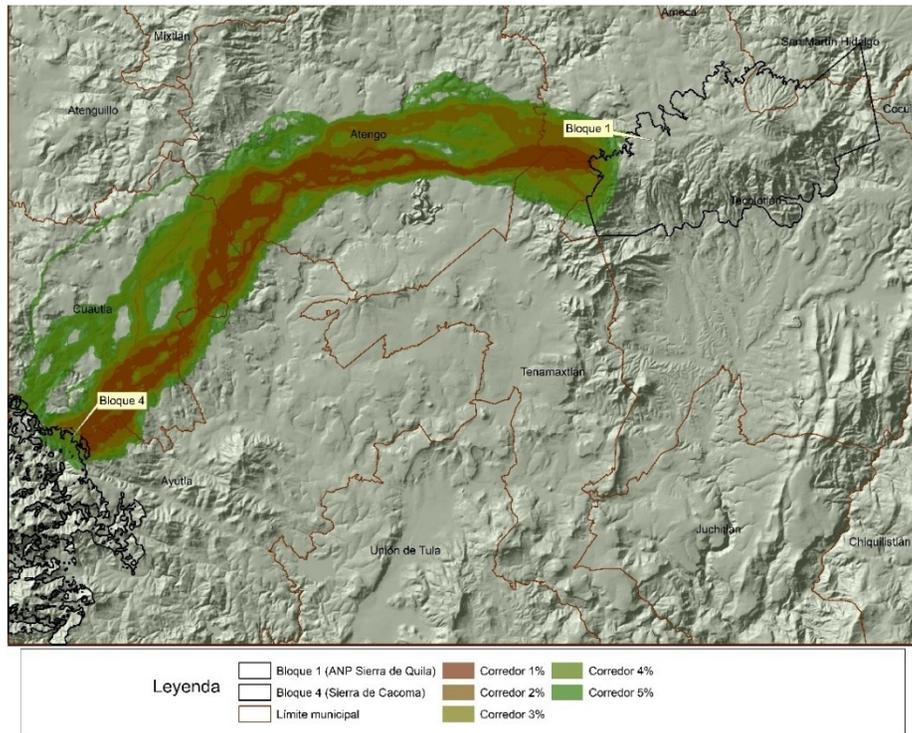
generaron 5 corredores de hábitat con diferente amplitud o tamaño, los cuales ocupan desde el 1 hasta el 5% del total de la superficie del paisaje (Figuras 25 a la 28).



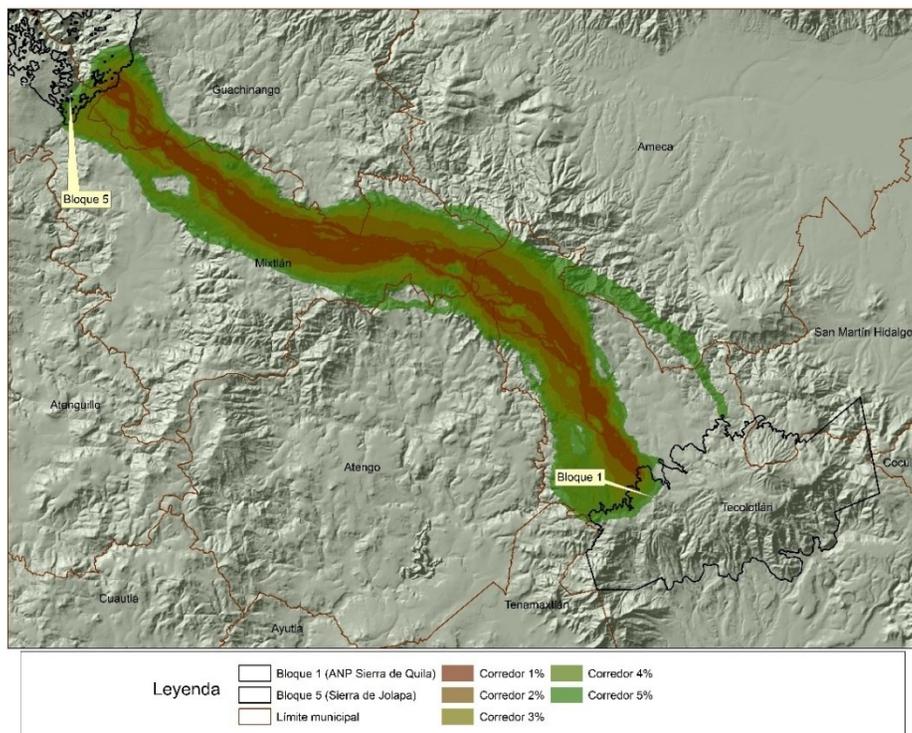
**Figura 25:** Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.



**Figura 26:** Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.



**Figura 27:** Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma.



**Figura 28:** Corredores de hábitat para puma que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.



superficie promedio que ocupan en general todos los corredores del 3% es de 18,982 hectáreas.

**Tabla 20.** Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el puma.

Características generales del corredor	del bloque 1 al 2	del bloque 1 al 3	del bloque 1 al 4	del bloque 1 al 5
Ancho mín. (m)	1,415.0	3,991.1	686.3	1,205.7
Ancho máx. (m)	5,656.7	7,403.6	4,801.9	4,635.8
Ancho promedio (m)	3,217.5	5,556.2	2,364.2	3,081.0
Longitud central lineal (km)	50.0	21.8	48.6	52.4
Segmentos más angostos	2.0	1.0	6	5
Altitud mín. (msnm)	1,281.0	1,285.0	1,387.0	1,147.0
Altitud máx. (msnm)	2,139.0	2,357.0	2,185.0	2,583.0
Altitud promedio (msnm)	1,710.0	1,819.4	1,786.0	1,844.5
Núm. de parches forestales	105	78	137	51
Núm. de parches no forestales	405	501	626	500
Sup. Forestal (ha)	14,012.8	15,149.8	13,505.1	16,385.5
Sup. no forestal (ha)	4,928.6	3,747.9	5,493.1	2,732.8
Sup. Total (ha)	18,914.4	18,897.7	18,998.2	19,118.3

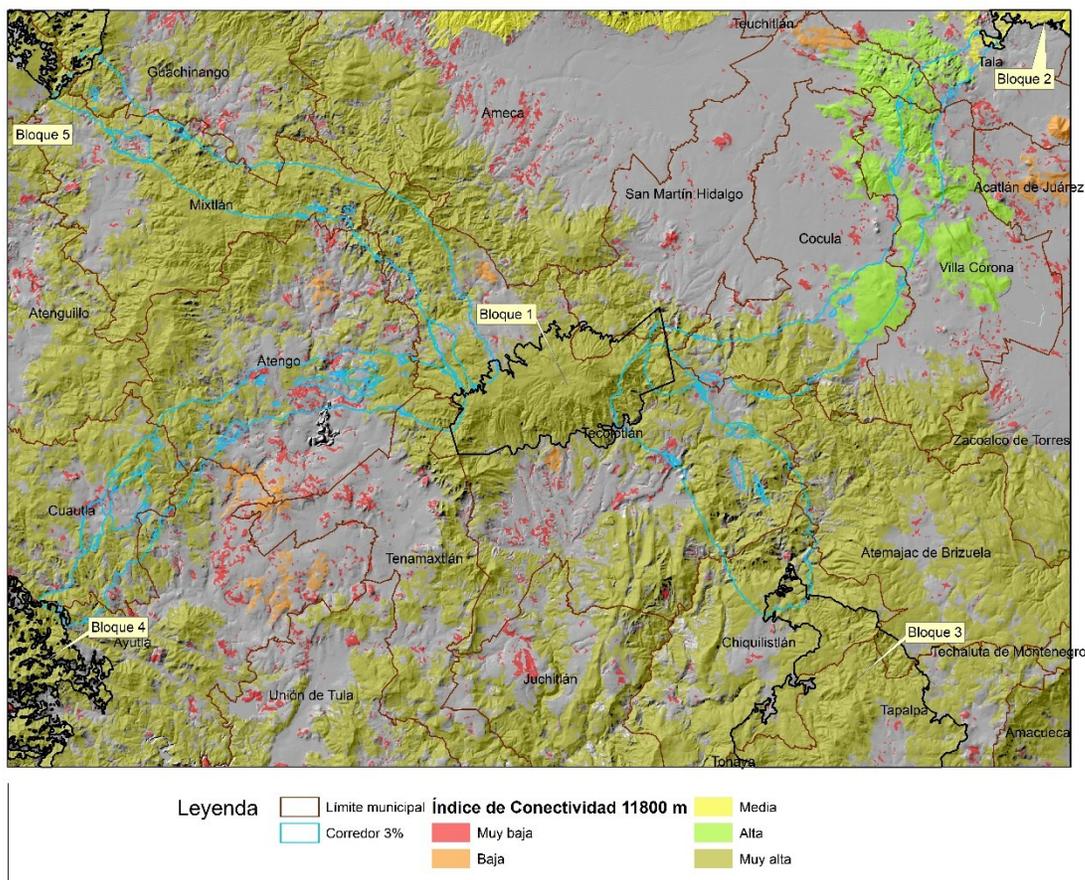
El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a 2) está compuesto por la selva baja caducifolia en un 45% (8,529ha), seguido de bosque de encino con 27.2% (5,150.5ha) y pastizal con 18.9% (3,584.8ha); el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa (bloque 1 a 3) está compuesto principalmente por bosque de encino con 62.4% (11,798.8ha), seguido del pastizal con 19.2% (3,628.6ha) y la selva baja caducifolia con 15.4% (2,915.2ha).

El corredor ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma (bloque 1 a 4) está compuesto por bosque de encino en un 53.1% (10,095.9ha), seguido de pastizal con 28.1% (5,347.6ha) y la selva baja caducifolia con 12.7% (2,409.8ha); por último, el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a 5) está compuesto de bosque de encino con 67.6% (12,918.3ha), pastizal con 14.1% (2,688.1ha) y bosque de pino-encino con 9.6% (1,843.2ha).

Los corredores sobrepuestos con las capas de conectividad forestal analizada para el puma se observó que el hábitat idóneo del corredor que va del Bloque 1 (Sierra de Quila) al Bloque 2 (Bosque La Primavera) tienen un valor acumulado de conectividad (*dIIC*) muy alto cuando el corredor se sitúa cercano al Bloque 1, posteriormente los parches de hábitat adquieren un valor alto, cuando este se encuentra en la parte colindante entre los municipios de Cocula y Villa Corona; posteriormente la conectividad forestal se vuelve media al cruzar los municipios de San Martín Hidalgo y Tala, en este último municipio, la conectividad es media al acercarse al Bloque 2 (Figura 30). En general los parches de hábitat por donde se conduce el corredor poseen un valor muy alto y alto en términos de calidad de hábitat (*dIICintra*), así como también en su flujo de dispersión (*dIICflux*) a través de las conexiones

entre los parches; por último, los parches de hábitat como elementos conectores (*diIConnector*) entre el resto de los parches por donde se delimitó el corredor poseen valores altos a muy altos en sus extremos, solo la parte intermedia tiene conectividad media (cerros La Coronilla y El Salveal).

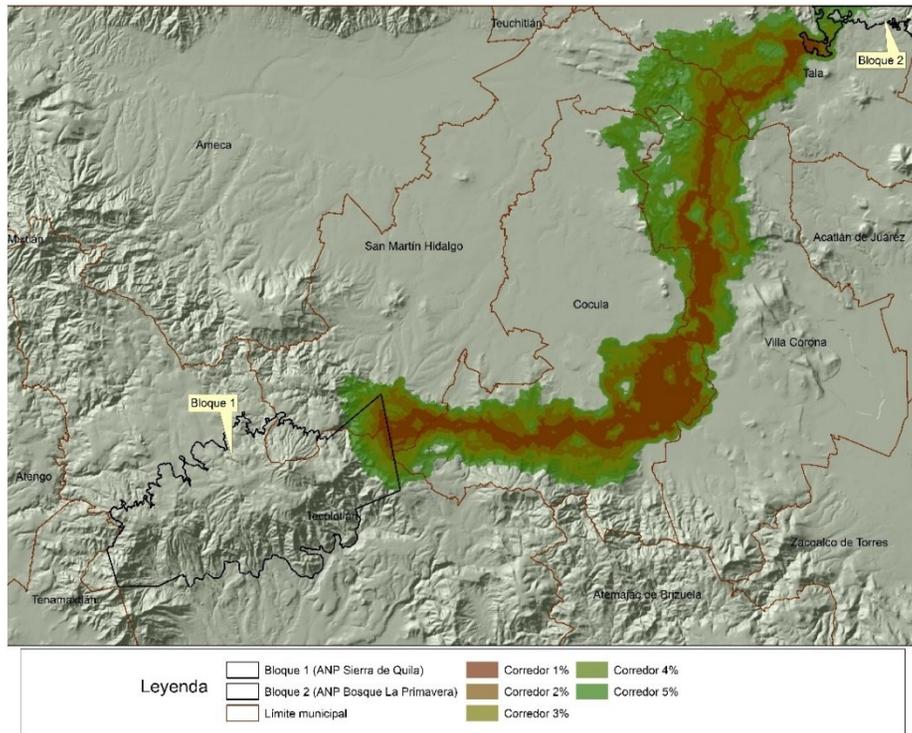
Sobre los corredores para el puma que van hacia el Bloque 3 (Sierra de Tapalpa), el Bloque 4 (Sierra de Cacoma) y el Bloque 5 (Sierra de Jolapa), la importancia del elemento (parche de hábitat) para el mantenimiento de la conectividad y disponibilidad de hábitat es muy alto (Figura 30). La calidad del parche de hábitat por el cual se definen los corredores del Bloque 1 a los Bloques 3, 4 y 5 presentan en general una condición muy favorable en términos de calidad de hábitat (*diICintra*), estar bien conectados (*diICflux*) con el resto del hábitat existente, así como elemento conector (*diIConnector*).



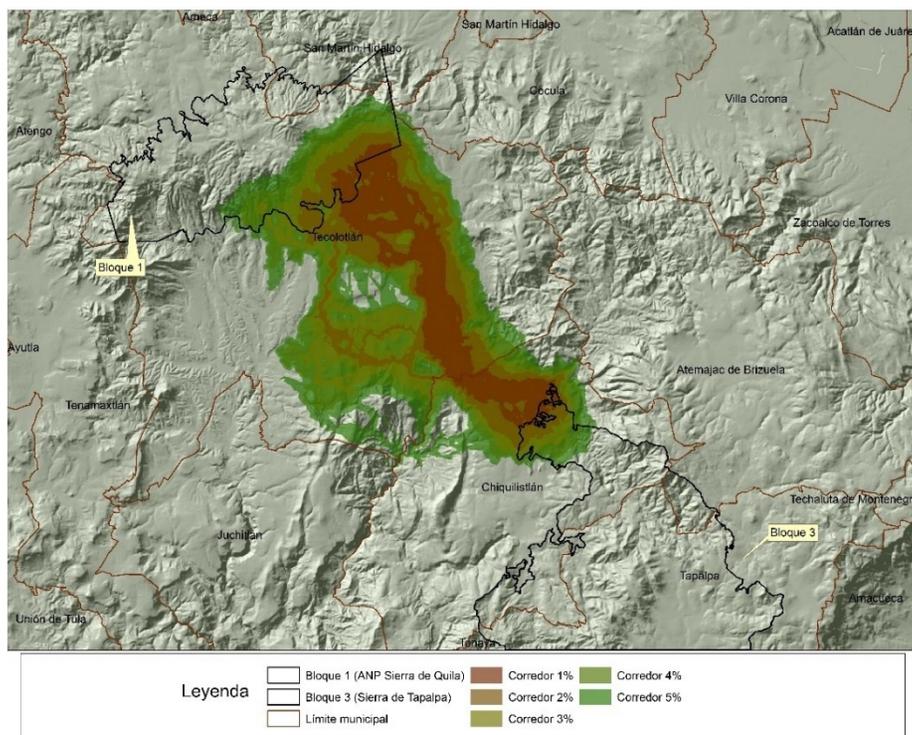
**Figura 30:** Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el puma.

### 6.3.3 Corredores de hábitat para ocelote

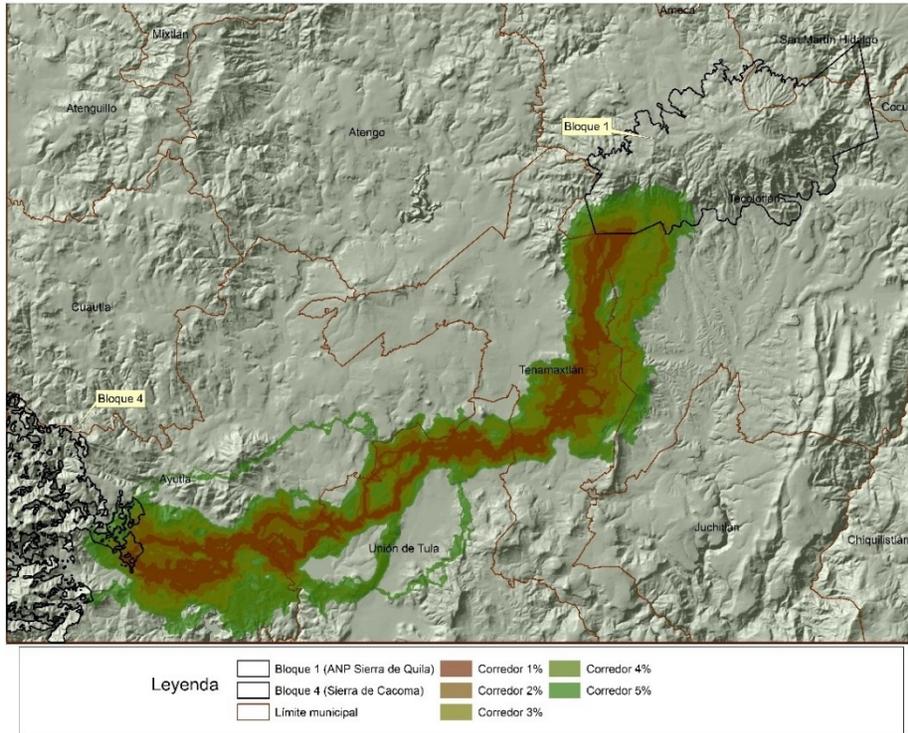
Las figuras 31 a la 34 muestran los corredores de hábitat delimitados con base al modelo de idoneidad de hábitat para el ocelote; los corredores ocupan del 1 al 5% del total de la superficie del paisaje.



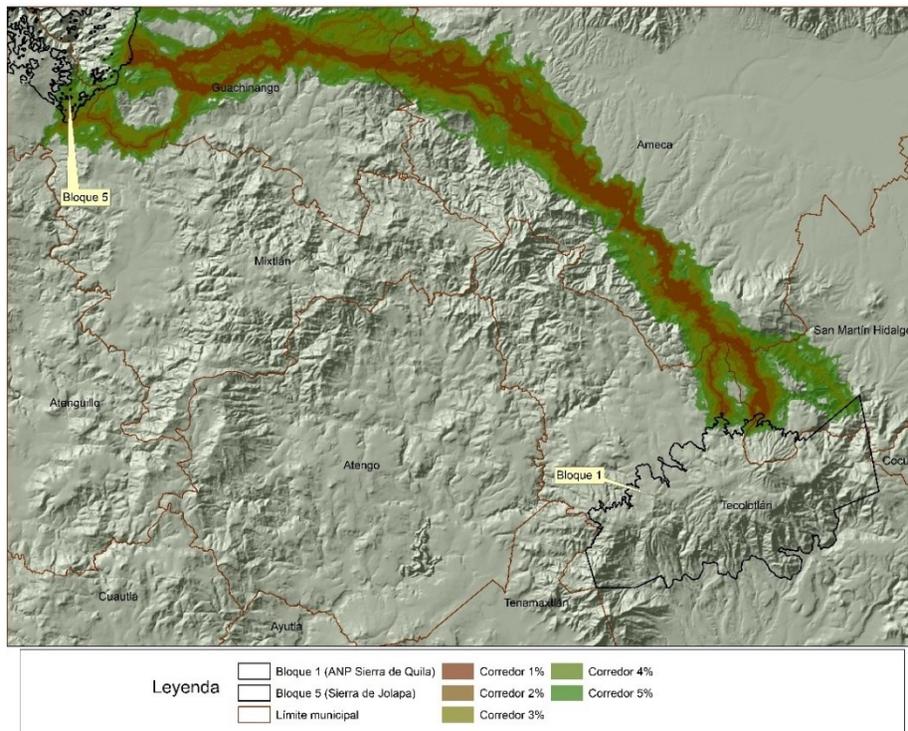
**Figura 31:** Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.



**Figura 32:** Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.

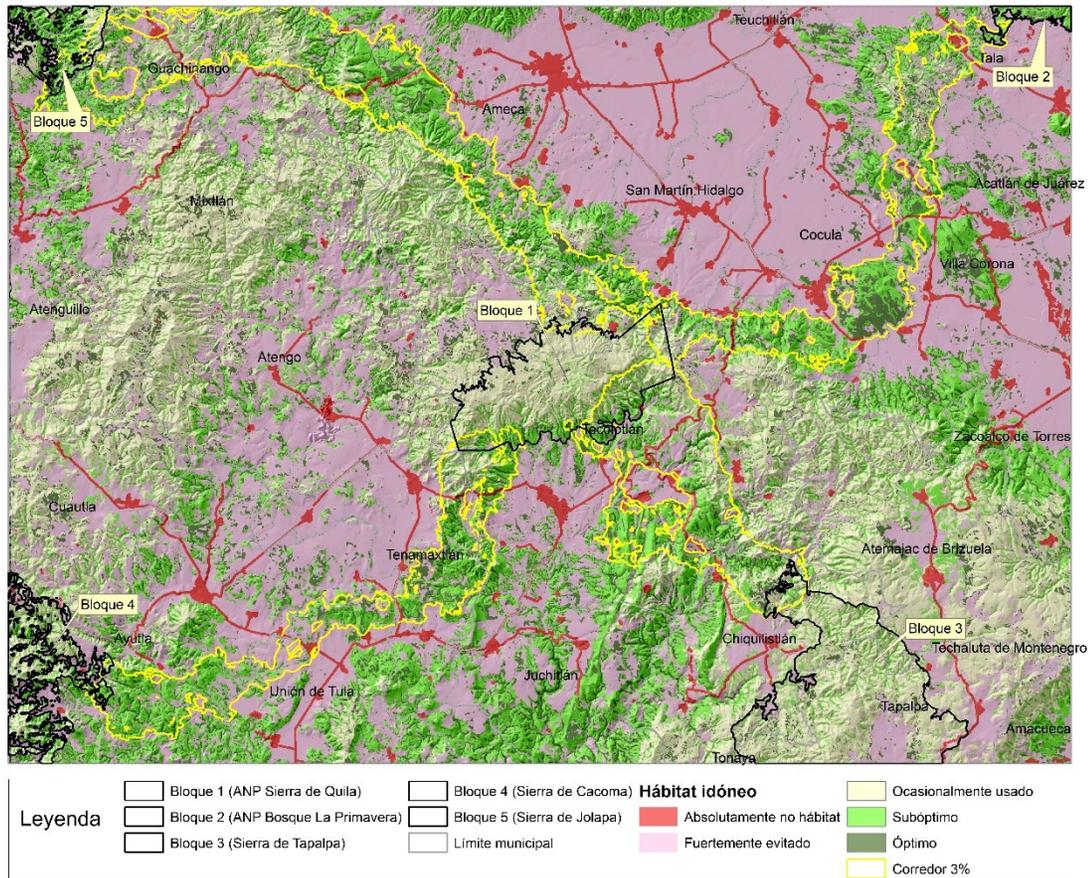


**Figura 33:** Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma.



**Figura 34:** Corredores de hábitat para ocelote que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.

La figura 35 muestra el corredor que ocupa el 3 % del total de la superficie del paisaje; ya que incluye los hábitat subóptimos y óptimos para el ocelote representados en el modelo de idoneidad.



**Figura 35:** Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para ocelote representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).

La tabla 21 desglosa las características principales para cada corredor representado por el 3 % del total del área de estudio, identificado para cada zona de enlace; el corredor con mayor amplitud (7.3 km) es el orientado hacia el sureste (ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa), el corredor de mayor longitud corresponde del ANP Sierra de Quila a la Sierra de Jolapa con 61.2 km, seguido del corredor del bloque 1 al bloque 2 con 52.3 km y del bloque 1 al bloque 4 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma) con 50.1 km, sin embargo es en el segundo de estos al que se le han identificado el mayor número de áreas críticas (segmentos más angostos que van desde los 430 m a los 6, 257 m a lo largo del corredor) para el movimiento animal. La altitud mínima (1,041 y 1,158 msnm) la presentan los corredores del bloque 1 al 5 y la del bloque 1 al 3, mientras que la altitud máxima (2,185 msnm) la presenta el corredor del bloque del 1 al 3, cabe mencionar que todos los corredores tienen una altitud promedio por encima de la cota de los 1,500 msnm. Mayor número de parches forestales (52 y 48) son los que representan los corredores del bloque 1 al 4 y del bloque 1 al 2, así

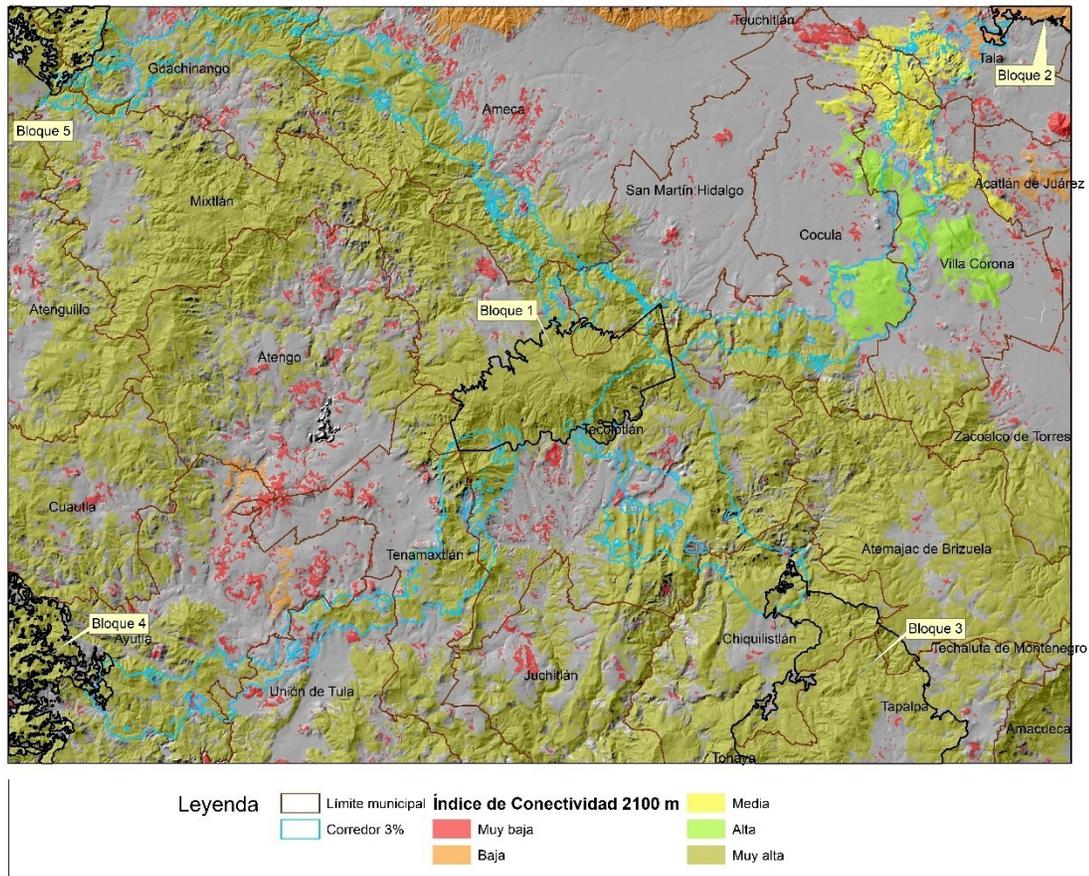
como la mayor superficie (18,969 y 18,966.3 ha). En general todos los corredores del 3 % representan un promedio de 18,943 ha.

**Tabla 21.** Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el ocelote.

<b>Características generales del corredor</b>	<b>del bloque 1 al 2</b>	<b>del bloque 1 al 3</b>	<b>del bloque 1 al 4</b>	<b>del bloque 1 al 5</b>
Ancho mín. (m)	572.9	3,074.4	792.3	697.7
Ancho máx. (m)	4,720.8	7,303.4	3,987.3	3,478.3
Ancho promedio (m)	2,418.4	4,668.2	2,111.8	1,825.8
Longitud central lineal (km)	52.3	23.1	50.1	61.2
Segmentos más angostos	5.0	2.0	3.0	10.0
Altitud mín. (msnm)	1,274.0	1,158.0	1,170.0	1,041.0
Altitud máx. (msnm)	2,071.0	2,185.0	2,181.0	2,091.0
Altitud promedio (msnm)	1,672.0	1,659.7	1,677.0	1,564.6
Núm. de parches forestales	48	34	52	17
Núm. de parches no forestales	209	216	165	270
Sup. Forestal (ha)	14,161.3	14,977.0	13,692.5	16,450.3
Sup. no forestal (ha)	4,806.7	3,949.3	5,273.8	2,463.6
Sup. Total (ha)	18,969.0	18,926.3	18,966.3	18,914.0

El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a 2) está compuesto por selva baja caducifolia en un 60.4 % (11,452.1 ha); el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa (bloque 1 a 3) está compuesto principalmente por bosque de encino con 42.1 % (7,972.7 ha); el corredor ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma (bloque 1 a 4) está compuesto por selva baja caducifolia en un 58.4 % (11,085.2 ha) y el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a 5) está compuesto por selva baja caducifolia con 51.5 % (9,738.5 ha). Los corredores se sobrepusieron con las capas de conectividad forestal analizada para el ocelote y se observó que el hábitat idóneo (óptimo y subóptimo) del corredor de hábitat que va del Bloque 1 (Sierra de Quila) al Bloque 2 (Bosque La Primavera) tienen un valor acumulado de conectividad (*dIIC*) muy alto cuando el corredor se sitúa cercano al Bloque 1, posteriormente los parches de hábitat se convierten a un valor alto, cuando estos se encuentran en la parte colindante entre los municipios de Cocula y Villa Corona; posteriormente la conectividad forestal se vuelve media al cruzar los municipios de San Martín Hidalgo y Tala, en este último, la conectividad se traduce en baja al aproximarse al Bloque 2 (Figura 36). En general los parches de hábitat por donde se conduce el corredor poseen un valor muy alto y alto en términos de calidad de hábitat (*dIICintra*), así como también en su flujo de dispersión (*dIICflux*) recibido u originado a través de las conexiones de los parches con el resto de los parches forestales del área de estudio; por último la contribución de los parches de hábitat como elementos conectores (*dIICconnector*) entre el resto de los parches por donde se delimitó el corredor poseen valores altos a muy altos de contribución conexas.

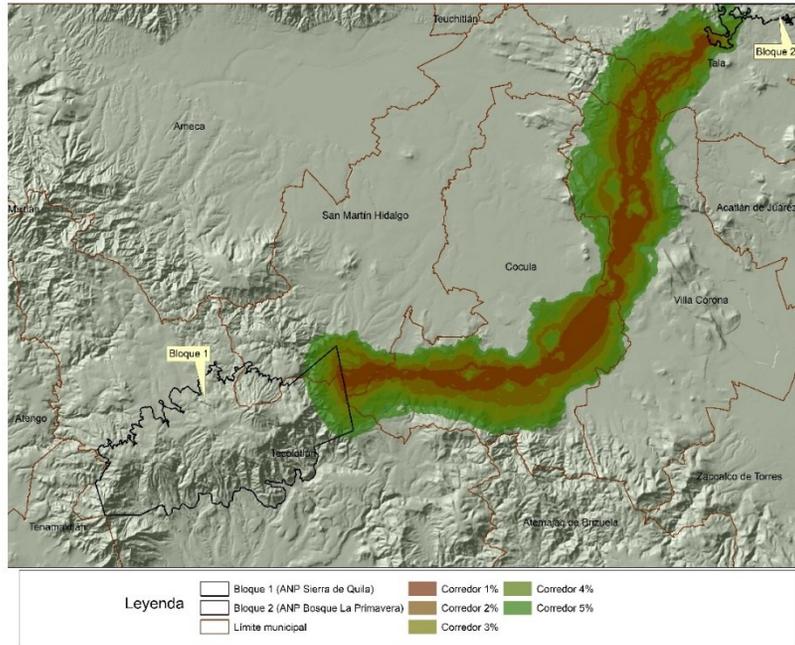
Sobre los corredores para el ocelote que van hacia el Bloque 3 (Sierra de Tapalpa), el Bloque 4 (Sierra de Cacoma) y el Bloque 5 (Sierra de Jolapa), la importancia del elemento (parche de hábitat) para el mantenimiento de la conectividad y disponibilidad de hábitat es muy alto (ver Figura 36); cabe destacar que en el corredor del Bloque 4 presenta una sección más angosta, causada por la reducción y fragmentación de la cobertura vegetal, en este sentido los parches remanentes adquieren una conectividad global baja. Los parches remanentes están ubicados en el municipio de Unión de Tula, situados en la parte más baja del corredor, donde interactúa con factores antropogénicos como la agricultura, además de la cercanía con los centros de población y carreteras. Por otro lado, a pesar de que el corredor que va hacia el Bloque 5 (Sierra de Jolapa) en su mayoría presenta una conectividad muy alta y con un hábitat subóptimo, se observó que al aproximarse al Bloque 5, éste se ramifica en tres pequeños corredores (Figura 36). La calidad del parche de hábitat por el cual se definen los corredores del Bloque 1 a los Bloques 3, 4 y 5 presentan en general una condición muy favorable en términos de calidad de hábitat (*dIICintra*), así como el de estar bien conectados (*dIICflux*) con el resto del hábitat existente, sin embargo, como elemento conector (*dIICconnector*) su clasificación solo es alta.



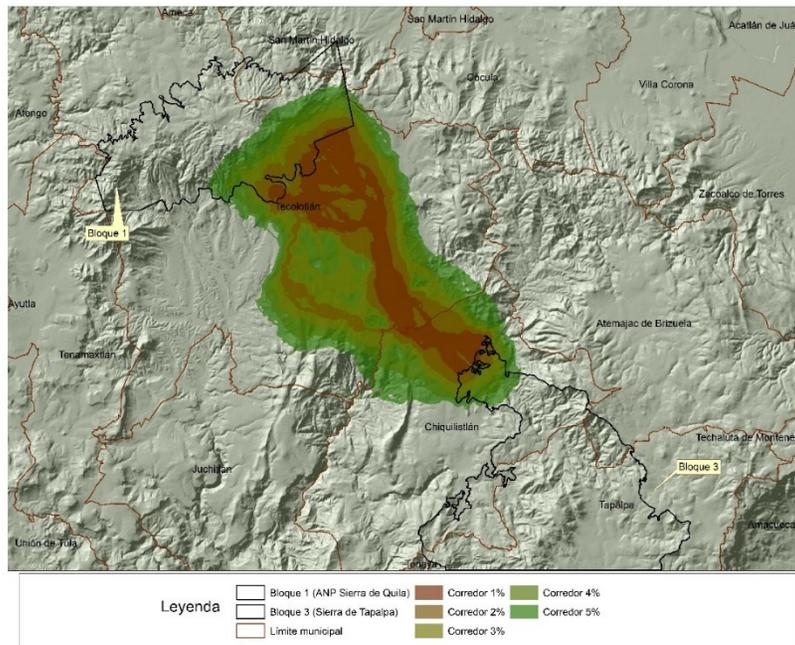
**Figura 36:** Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el ocelote.

### 6.3.4 Corredores de hábitat para venado cola blanca

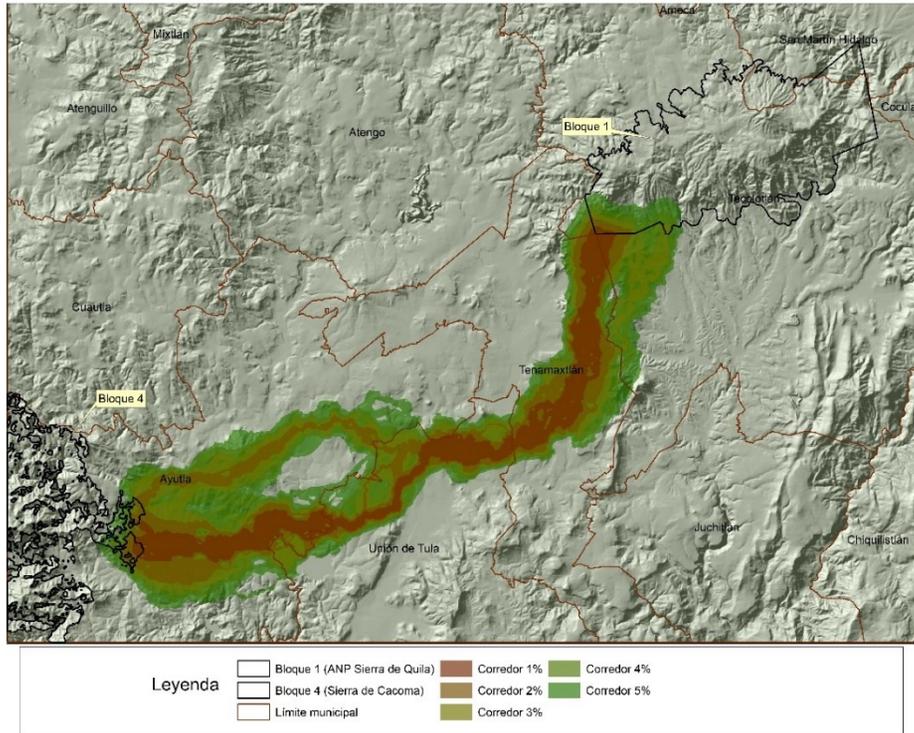
Las figuras 37 a la 40 muestran los corredores de hábitat delimitados con base al modelo de idoneidad de hábitat para el venado cola blanca; los corredores ocupan del 1 al 5% del total de la superficie del paisaje.



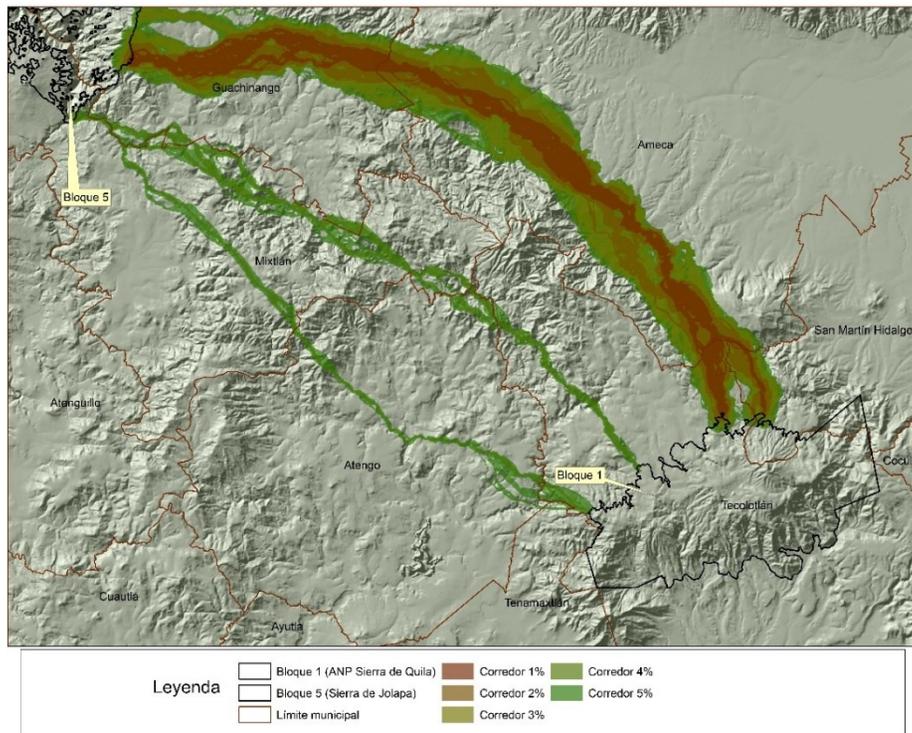
**Figura 37:** Corredores de hábitat para venado cola blanca del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.



**Figura 38:** Corredores de hábitat para venado cola blanca que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.

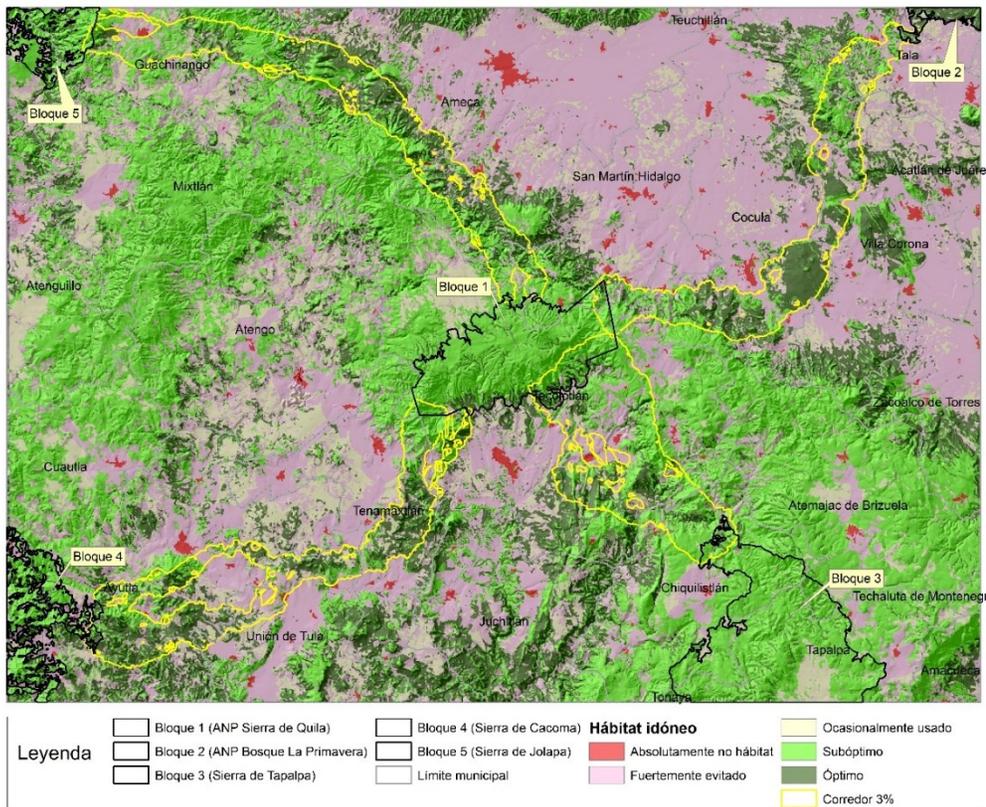


**Figura 39:** Corredores de hábitat para venado cola blanca que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma.



**Figura 40:** Corredores de hábitat para venado cola blanca que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.

A manera de ejemplo, se describe también la caracterización del corredor de hábitat, el cual representa el 3 % del total de la superficie del área de estudio e incluye en términos de las áreas focales los hábitats subóptimos y óptimos para el venado cola blanca de acuerdo con el modelo de idoneidad (Figura 41). En este sentido, se encuentra también que el corredor más ancho en promedio (5.1 km) es el orientado en dirección sureste (ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa); también se observó que los corredores más largos corresponde a los transectos ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a bloque 5) de 56.7 km y ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a bloque 2), mismos que también presentan el mayor número de segmentos más angostos junto con el del bloque 4 con 9 y 6 respectivamente (que van de los 60 m hasta los 8, 773 m para el corredor del bloque 1 al 5; para el corredor del bloque 1 al 4 va desde los 66 m hasta los 21, 593 m y para el corredor del bloque 1 al 2 va desde los 1, 101 hasta los 8, 068 m a lo largo del corredor). La altitud promedio de los cuatro corredores es relativamente homogénea, la cual oscila entre los 1, 640 y 1, 700 m (Tabla 22). Los parches forestales que cuentan con un mayor número (68 y 50) son los que representan los corredores del bloque 1 al 4, y del bloque 1 al 2, así como la mayor superficie (18,981.89 y 18,969.60 ha) que corresponde a los corredores del bloque 1 al 3 y del 1 al 5 y en general todos los corredores del 3 % representan un promedio de 18,970 ha.



**Figura 41:** Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para venado cola blanca representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).

**Tabla 22.** Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el venado cola blanca.

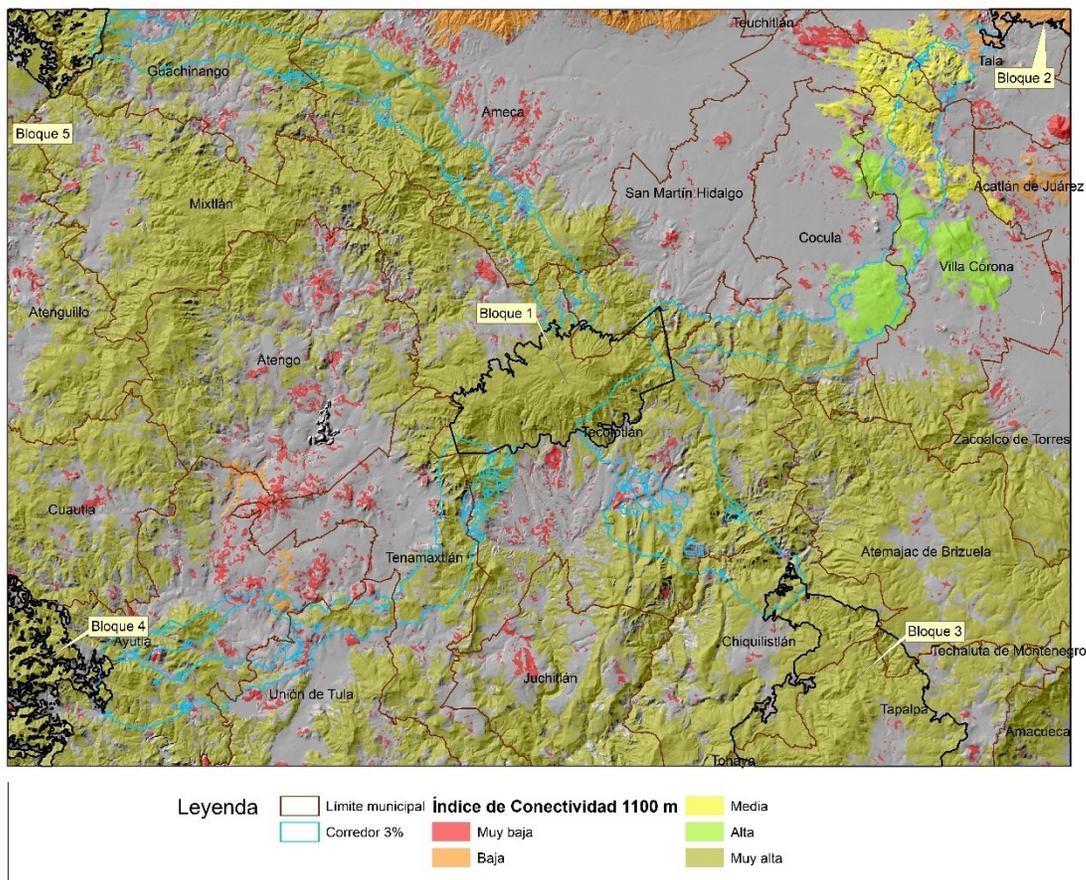
Características generales del corredor	del bloque 1 al 2	del bloque 1 al 3	del bloque 1 al 4	del bloque 1 al 5
Ancho mín. (m)	1,369.3	2,924.7	926.8	1,031.5
Ancho máx. (m)	4,811.0	9,331.0	4,704.7	3,888.6
Ancho promedio (m)	3,010.6	5,145.5	2,359.5	2,550.3
Longitud central lineal (km)	50.8	22.3	47.6	56.7
Segmentos más angostos	6.0	1.0	6.0	9.0
Altitud mín. (msnm)	1,277.0	1,158.0	1,227.0	1,250.0
Altitud máx. (msnm)	2,073.0	2,139.0	2,181.0	2,091.0
Altitud promedio (msnm)	1,674.0	1,641.2	1,702.5	1,669.0
Núm. De parches forestales	50	46	68	28
Núm. De parches no forestales	200	208	160	245
Sup. forestal (ha)	13,869.3	14,355.3	13,519.7	16,137.3
Sup. no forestal (ha)	5,029.7	4,626.5	5,518.4	2,832.1
Sup. Total (ha)	18,899.1	18,981.9	19,038.1	18,969.6

El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a 2) está compuesto por selva baja caducifolia en un 59 % (11,143.9 ha); el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa (bloque 1 a 3) está compuesto principalmente por bosque de encino con 42.1 % (7972.7 ha); el corredor ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma (bloque 1 a 4) está compuesto por selva baja caducifolia con 55.9% (10,645.1 ha), el bosque de encino abarca una superficie de 2,684.9 ha (14.1 %) del total de la superficie del corredor. Sobre este corredor destaca la cobertura pastizal, la cual ocupa el 25.7 % (4,885 ha) de su superficie del corredor. El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a 5) está compuesto por selva baja caducifolia con 49.1 % (9,320.6 ha), el bosque de encino abarca una superficie de 6,458.4 ha (34 %) del total de la superficie del corredor.

En la figura 42 se observan los corredores de hábitat que ocupan el 3% del total de la superficie del área de estudio y, que abarcan las zonas óptimas y subóptimas de la carta de idoneidad de hábitat para el venado cola blanca. El escenario de parches de hábitat presentes sobre los corredores delimitados para venado cola blanca del Bloque 1 (Sierra de Quila) al Bloque 2 (Bosque La Primavera) tienen un valor acumulado de conectividad (*dIIC*) muy alto cuando el corredor se encuentra cercano al Bloque 1, tiene un valor alto, en la parte media del corredor, posteriormente la conectividad se vuelve media y baja en el extremo cercano al Bloque 2. Las fracciones que cuantifican las diferentes maneras en las que cada parche de hábitat contribuye en la conectividad global del paisaje y en particular por donde se delimitan los cuatro corredores poseen un valor muy alto y alto en términos de calidad de hábitat (*dIICintra*), así como también en su flujo de dispersión (*dIICflux*); como elementos conectores (*dIICconnector*) entre el resto de los parches de hábitat por donde se delimitó el corredor poseen valores altos. Cabe mencionar que el corredor al Bloque 3 presentó parches con muy baja conectividad, situados entre zonas agrícolas, además de presentar un hábitat

categorizado como fuertemente evitado, por la cercanía de zonas urbanas; asimismo en el corredor al Bloque 4 también se observaron zonas con parches de baja y muy baja conectividad, los cuales podrían ser remanentes de vegetación entre la zona categorizada como fuertemente evitadas.

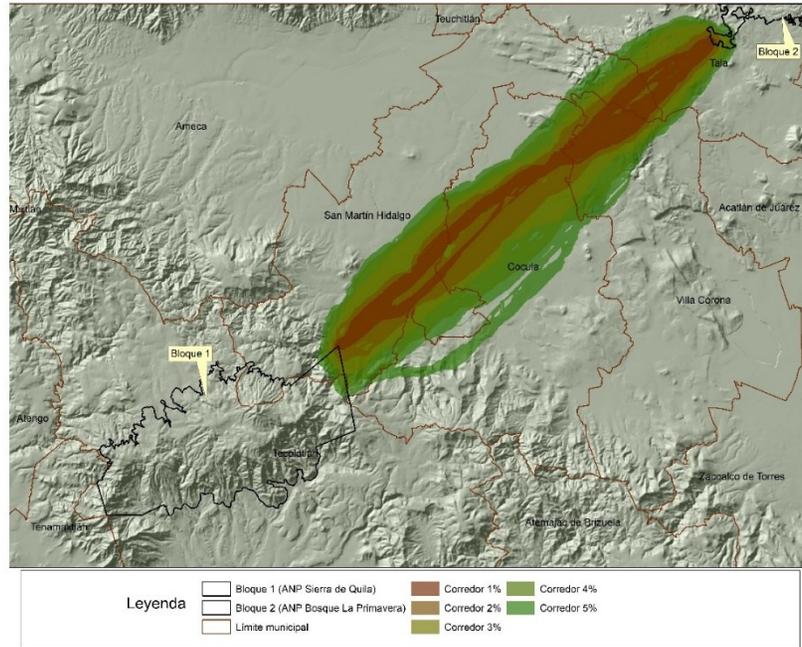
Aunque los venados preferentemente son consumidores de hierbas, arbustos y árboles, Weber (2014), Aguilera *et al.* (2013), Granados *et al.* (2014) y Hernández *et al.* (2011) citan que la especie puede utilizar o desplazarse hacia zonas agrícolas, patios traseros de zonas urbanas, rancherías o carreteras (hábitat fuertemente evitado o absolutamente no hábitat), esto por alguna circunstancia o en alguna época del año, por ejemplo en temporal de cosecha, para la obtención de alimento, ya que en la zona es frecuente la siembra de frijol maíz, sorgo y pasto, cultivos que puede el venado utilizar (Álvarez y Medellín, 2005 y Hernández, 2016); también dependerá de la disponibilidad del recurso (alimento y agua) o hábitat que tenga la especie, como hace mención Bello *et al.* (2004), ya que los venados tienen una capacidad rápida de respuesta a los cambios en las condiciones del hábitat influenciadas ya sea de manera natural o antrópica.



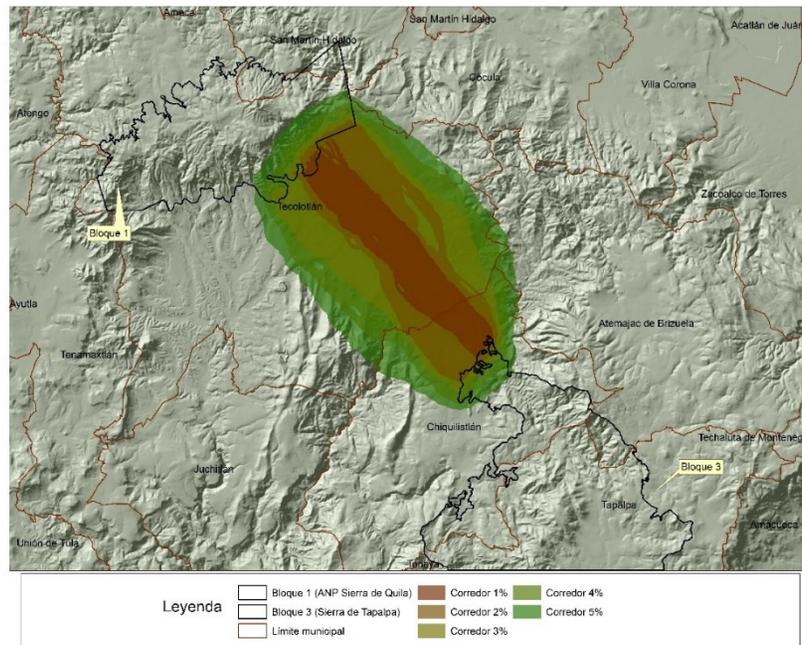
**Figura 42:** Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el venado cola blanca.

### 6.3.5 Corredores de hábitat para pecarí de collar

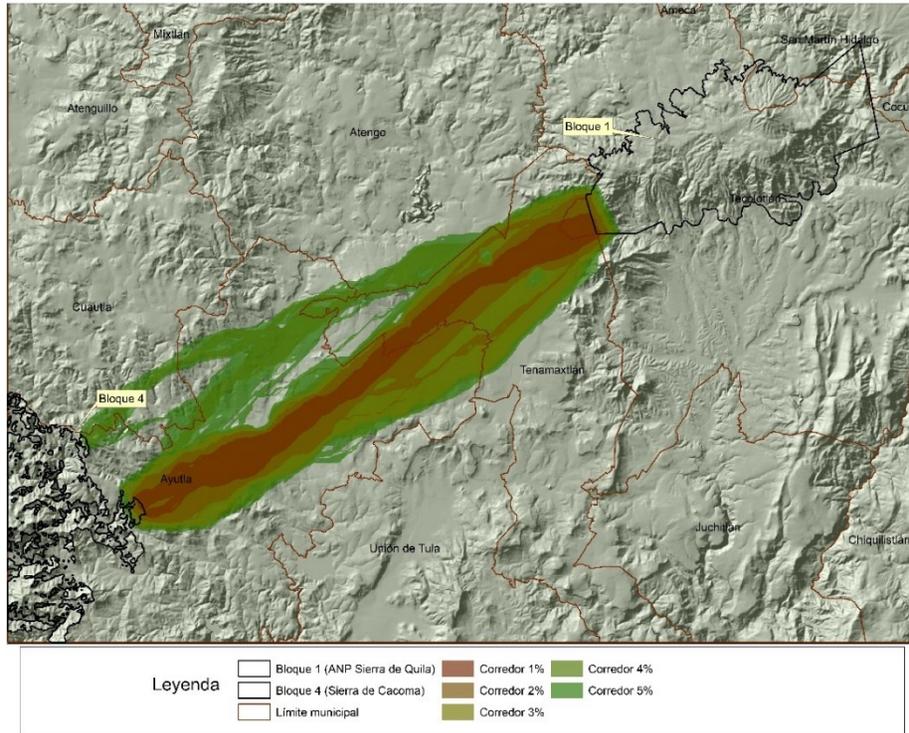
Las figuras 43 a la 46 muestran los corredores de hábitat delimitados con base al modelo de idoneidad de hábitat para el pecarí de collar; los corredores ocupan del 1 al 5% del total de la superficie del paisaje.



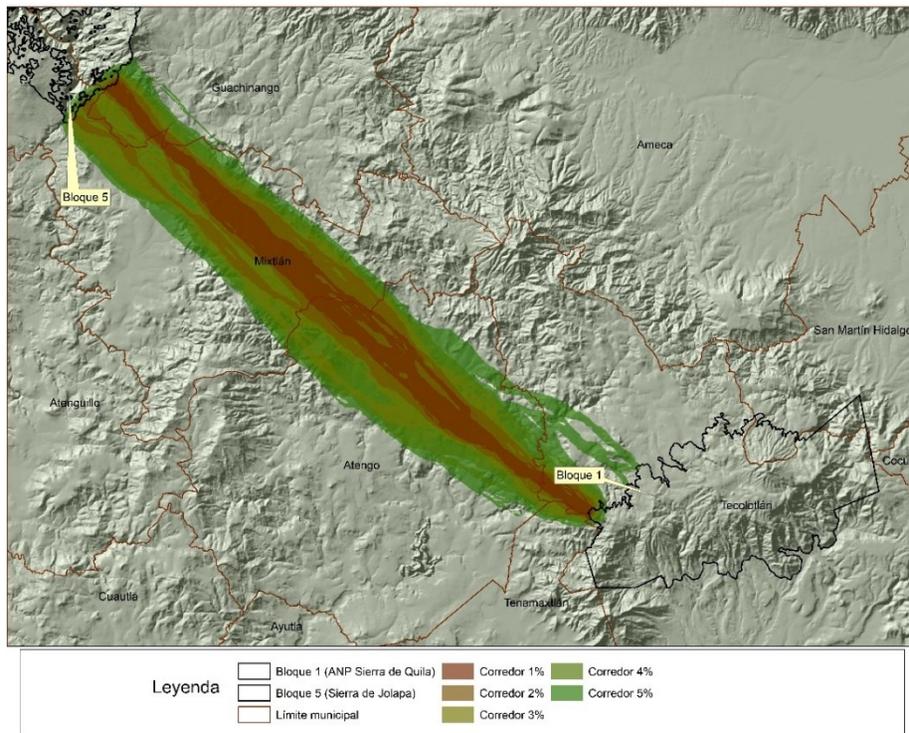
**Figura 43:** Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.



**Figura 44:** Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.

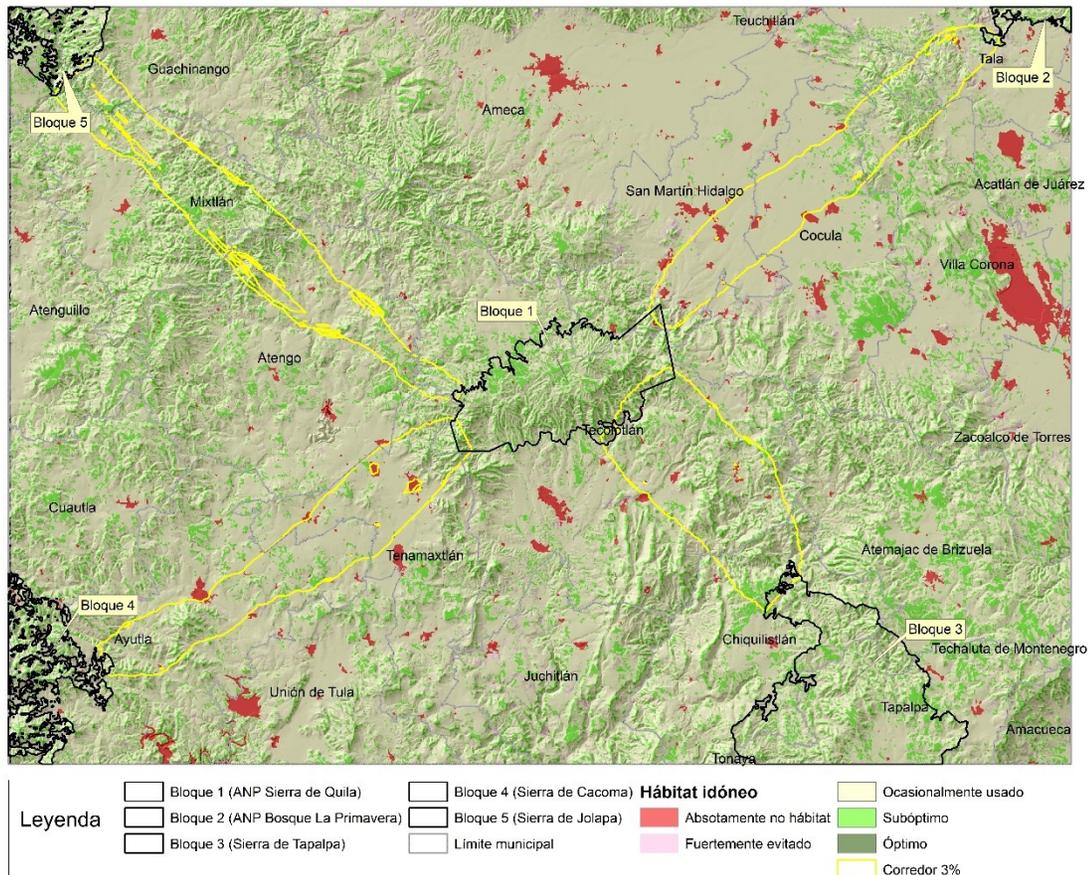


**Figura 45:** Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma.



**Figura 46:** Corredores de hábitat para pecarí de collar que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.

La figura 47 muestra el corredor que ocupa el 3 % del total de la superficie del paisaje representando la ruta de menor costo en términos de las áreas focales que incluyen los hábitat subóptimos y óptimos para la especie pecarí de collar representados en el modelo de idoneidad.



**Figura 47:** Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para pecarí de collar representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).

Para el pecarí de collar, el corredor más amplio lo representa el orientado al sureste (ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa); por el contrario, el orientado al noroeste (ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa) resultó el más angosto y el más largo (45.8 km). El corredor que va del ANP Sierra de Quila a la Sierra de Cacoma posee no solo siete “cuellos de botella”, sino también es el corredor con mayor superficie no forestal con más de 12,000 hectáreas, es decir, más del 63%. Las altitudes mínimas (1,150 y 1,218 msnm) la presentan los corredores del bloque 1 al 5 y la del bloque 1 al 3, mientras que la altitud máxima (2,288 m) la presenta el corredor del bloque del 1 al 5. La mayor superficie forestal encontrada en los corredores corresponde al corredor del bloque 1 al bloque 5 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa); la superficie predominante a cobertura no forestal le corresponde al corredor 3% que va del ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera. El promedio general de superficie de los corredores del 3% fue de 19,000ha (Tabla 23).

**Tabla 23.** Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3 % del total del paisaje para el pecarí de collar.

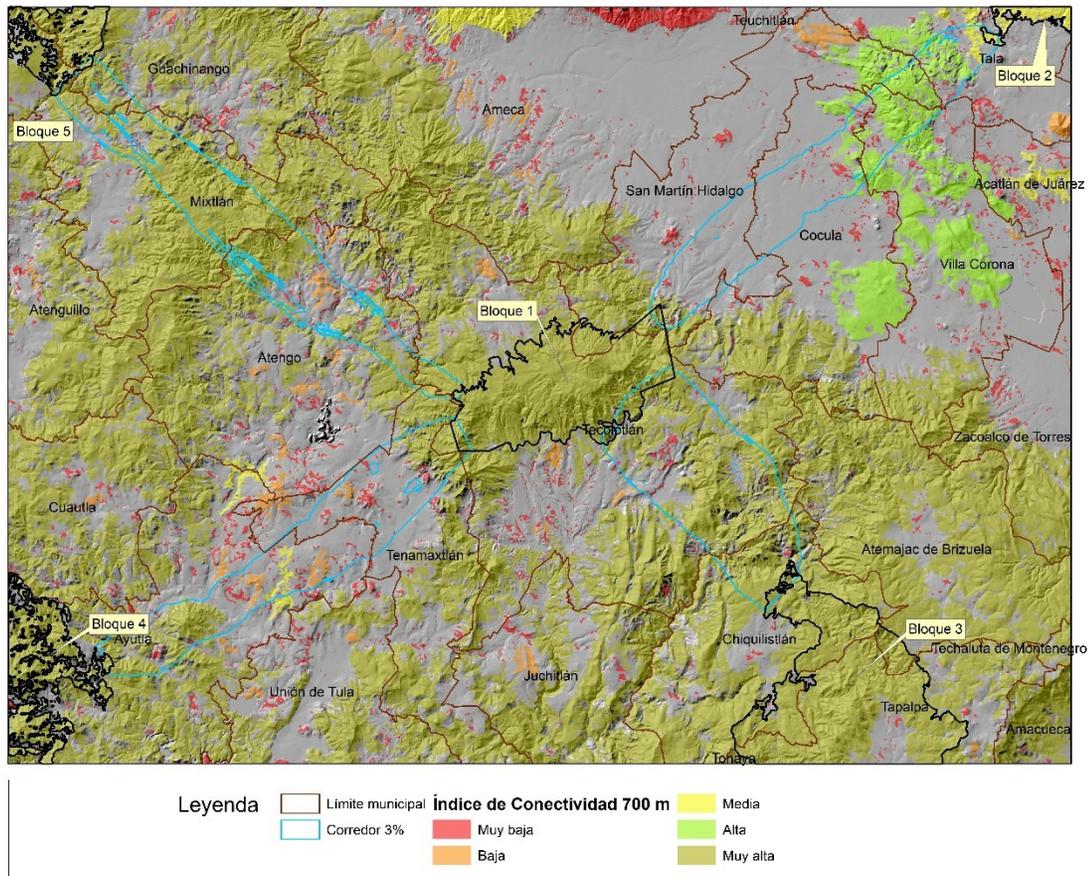
Características generales del corredor	del bloque 1 al 2	del bloque 1 al 3	del bloque 1 al 4	del bloque 1 al 5
Ancho min. (m)	2,023.2	2,566.1	1,902.2	1,296.8
Ancho máx. (m)	5,271.7	9,006.3	5,646.6	5,013.7
Ancho promedio (m)	4,166.7	7,060.8	4,206.1	3,196.1
Longitud central lineal (Km)	40.8	22.8	39.9	45.8
Segmentos más angostos	1.0	1.0	7.0	4.0
Altitud min. (msnm)	1,250.0	1,218.0	1,348.0	1,150.0
Altitud máx. (msnm)	1,970.0	2,139.0	2,147.0	2,288.0
Altitud promedio (msnm)	1,608.5	1,678.0	1,746.5	1,718.5
Núm. de parches forestales	159	148	222	176
Núm. de parches no forestales	192	371	148	357
Sup. forestal	5,739.2	13,203.1	6,905.2	14,424.7
Sup. no forestal	13,236.1	5,807.2	12,039.3	4,646.9
Sup. Total (ha)	18,975.3	19,010.3	18,944.5	19,071.6

El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a 2) está compuesto por zonas agrícolas en un 36% (6,836.5ha), seguido de pastizales con 31.4% (5,956.2ha) y la selva baja caducifolia con 21.3% (4,049.1ha); el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa (bloque 1 a 3) está compuesto principalmente por bosque de encino con 45.4% (8,635.4ha), seguido del pastizal con 28% (5,313.4ha) y la selva baja caducifolia con 22.9% (4,350.4ha).

El corredor ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma (bloque 1 a 4) está compuesto por pastizal en un 52.9% (10,014.8ha), seguido de la selva baja caducifolia con 18.3% (3,472.2ha) y el bosque de encino con 16.6% (3,135.9ha); por último, el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a 5) está compuesto bosque de encino con 52.5% (10,012.2ha), pastizal con 23.6% (4,510.3ha) y bosque de pino-encino con 12.5 % (2,378.2ha).

Los corredores sobrepuestos con la capa de conectividad forestal global analizada para el pecarí de collar se observan que el hábitat del corredor que va del Bloque 1 (Sierra de Quila) al Bloque 2 (Bosque La Primavera) tienen un valor acumulado de conectividad (*dIIC*) alto cuando el corredor se sitúa cercano al Bloque 2, posteriormente los parches de hábitat adquieren un valor medio. Resalta de este corredor que saliendo del ANP Sierra de Quila se conduce hacia La Primavera por zonas no forestales, es decir, su corredor se define sobre áreas de cultivo y pastizales que predominan en los municipios de San Martín Hidalgo y Cocula (Figura 48). En general, los parches de hábitat forestal por donde se delimitan los cuatro corredores del pecarí de collar poseen un valor muy alto y alto en términos de calidad de hábitat (*dIICintra*), sin embargo, existen parches de superficie pequeña y por ende de conectividad muy baja. Los corredores de hábitat del pecarí de collar resultaron haberse trazados de manera recta entre bloque y bloque y ocupando en cada uno en mayor o menor

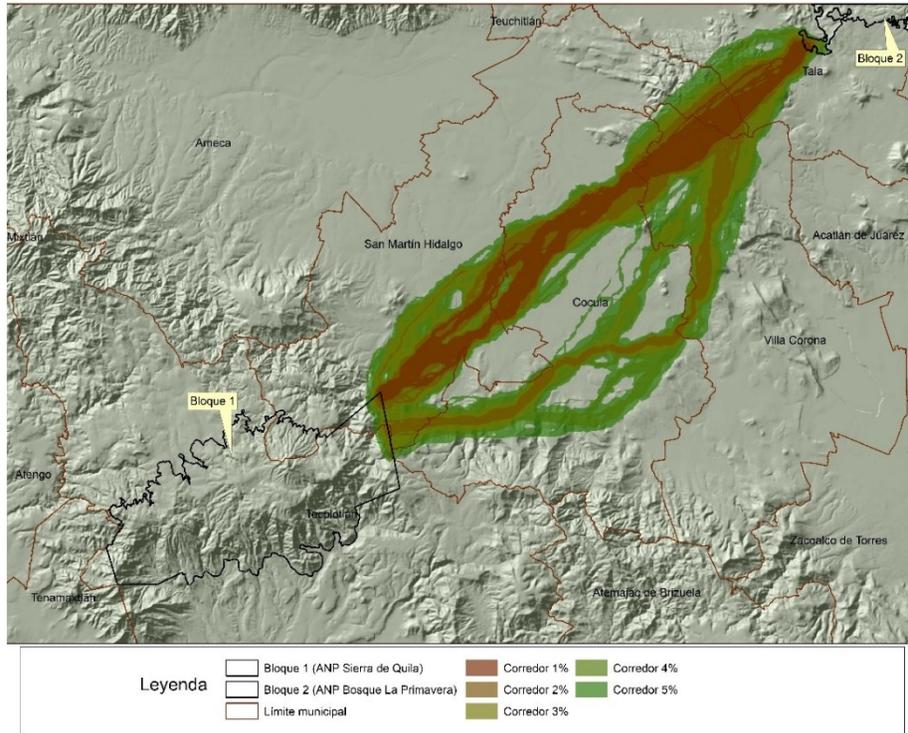
medida superficie no forestal. El pecarí de collar de collar es una especie ampliamente dispersada en América tropical y subtropical; habita en los montes xerófilos y desérticos, pastizales tropicales y subtropicales, sabanas, montes bajos, bosques de hojas anchas tropicales y subtropicales, es decir, se encuentra en distintos hábitats, incluso se ha adaptado a vivir con los humanos (CONABIO, 2018a)



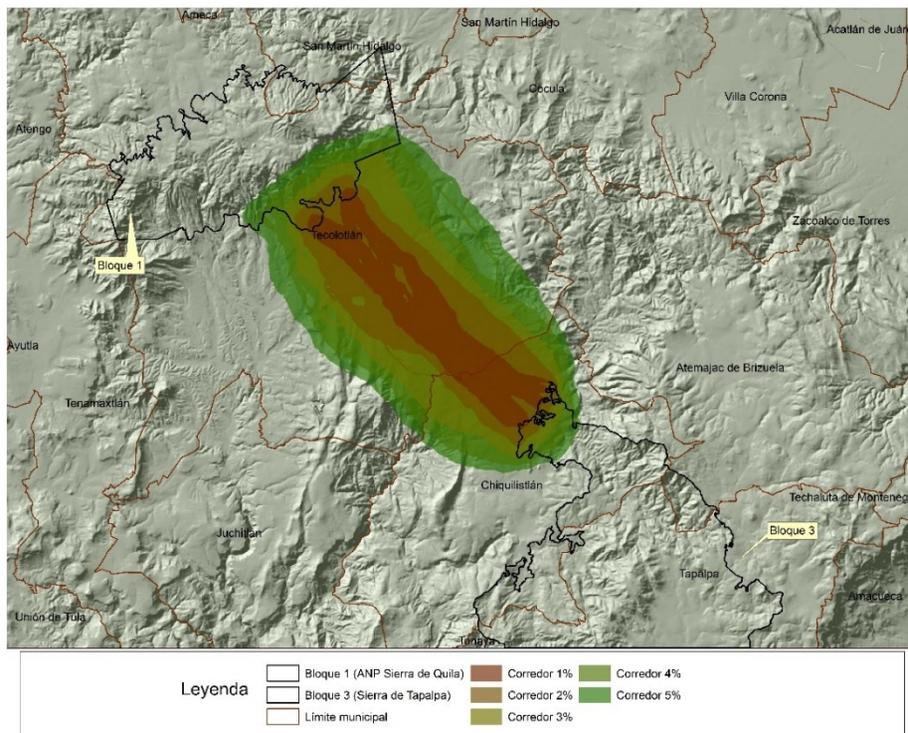
**Figura 48:** Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el pecarí de collar.

### 6.3.6 Corredores de hábitat para zorro

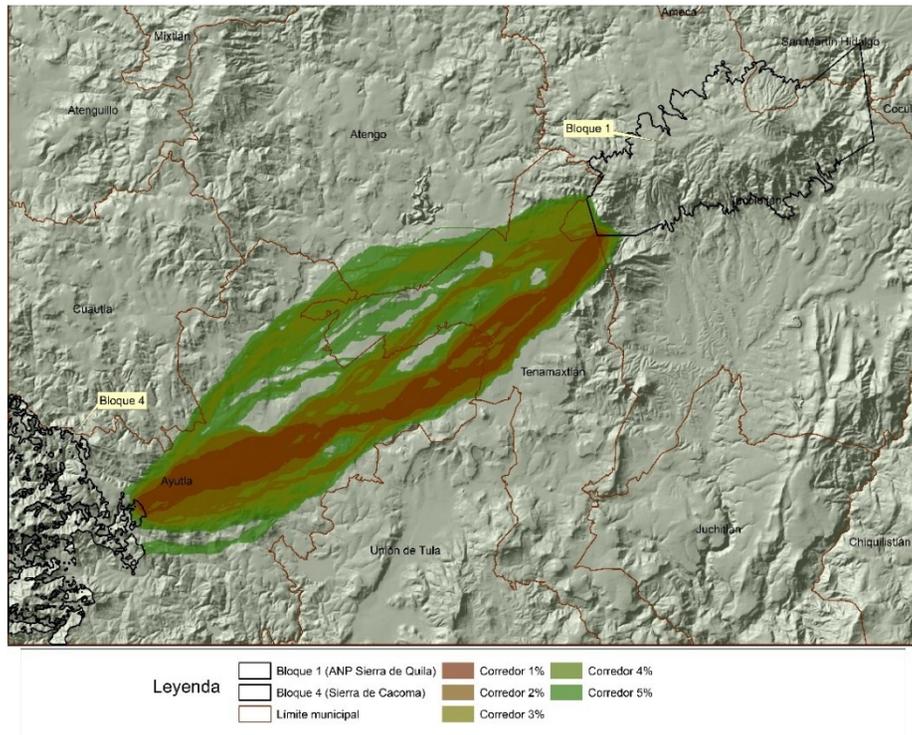
Las figuras 49 a la 52 muestran los corredores de hábitat delimitados con base al modelo de idoneidad de hábitat para el zorro; los corredores ocupan del 1 al 5% del total de la superficie del paisaje.



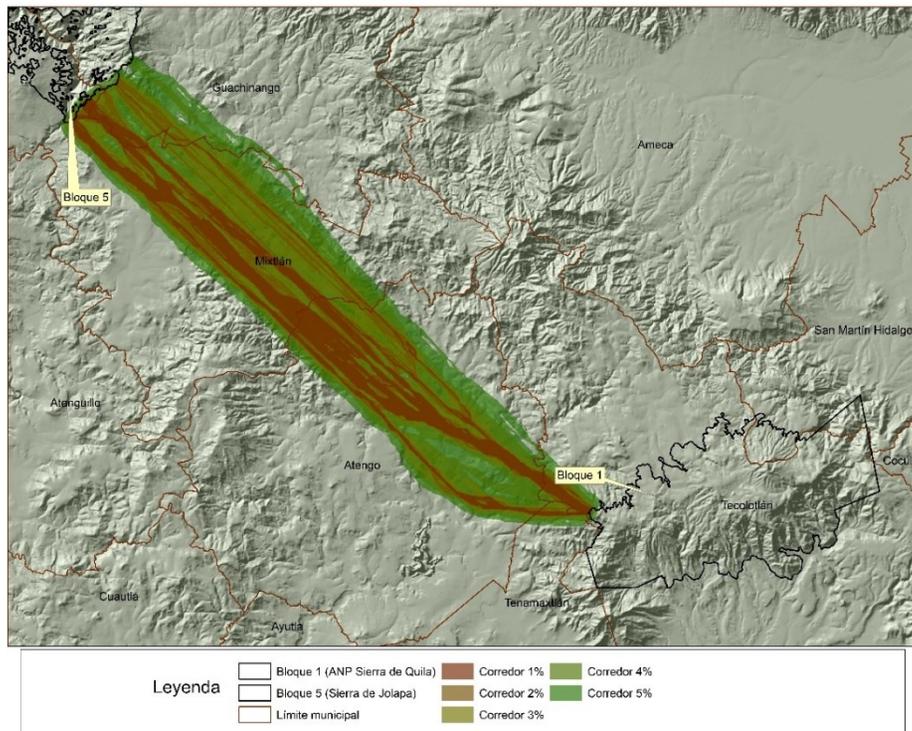
**Figura 49:** Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.



**Figura 50:** Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.

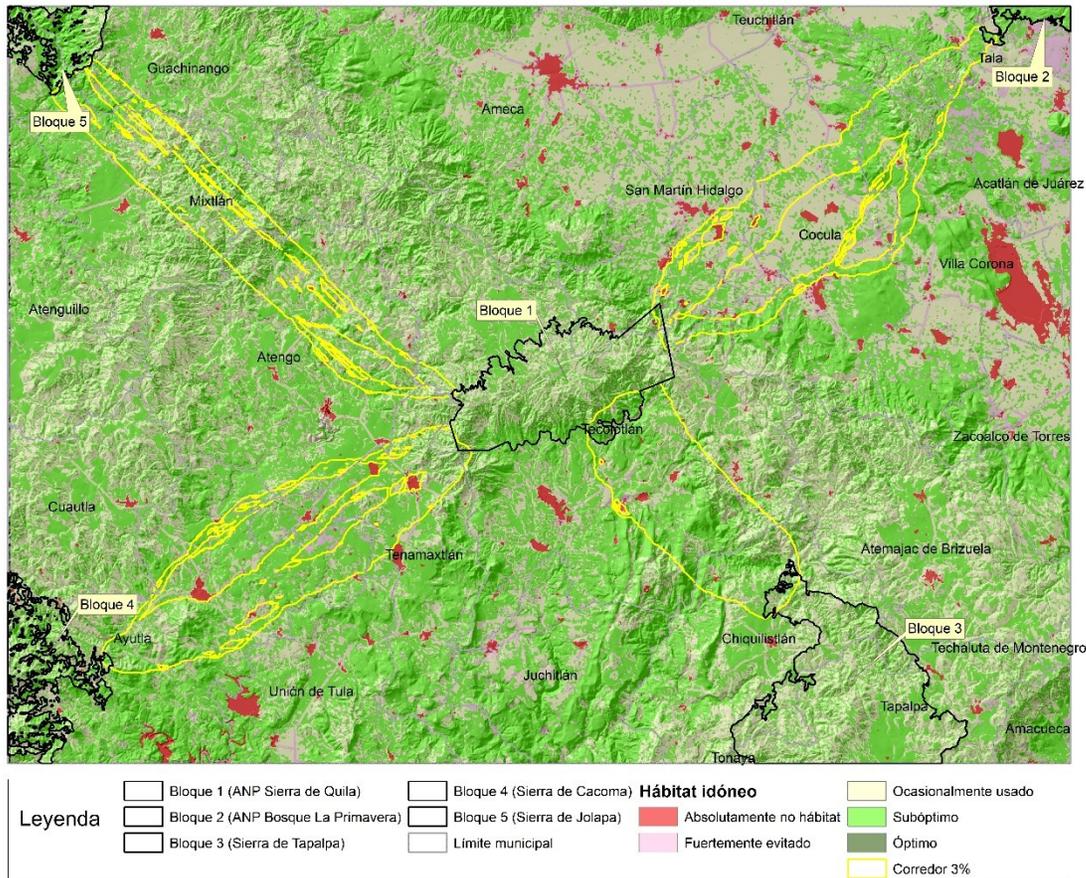


**Figura 51:** Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Cacoma.



**Figura 52:** Corredores de hábitat para zorro que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.

La figura 53 muestra el corredor que ocupa el 3 % del total de la superficie del paisaje, caracterizado por poseer los hábitats subóptimos y óptimos para la especie zorro representados en el modelo de idoneidad.



**Figura 53:** Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para zorro representando el 3% de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).

La tabla 24 caracteriza los principales parámetros del análisis de los corredores definidos para el zorro; en este sentido, el corredor con mayor amplitud (7.7 km) es el orientado hacia la dirección sureste (ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa), el corredor de mayor longitud corresponde del ANP Sierra de Quila a la Sierra de Jolapa con 48.1km, seguido del corredor del bloque 1 al bloque 2 con 40.7km y del bloque 1 al bloque 4 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma) con 40.6km. El corredor que va del ANP Sierra de Quila al ANP La Primavera presentó el mayor número de segmentos angostos (10). Las altitudes mínimas (1,148 y 1,167 msnm) la presentan los corredores del bloque 1 al 5 y la del bloque 1 al 3, mientras que la altitud máxima (2,288 m) la presenta el corredor del bloque del 1 al 5. La mayor superficie forestal que contienen los corredores se sitúa en los que van orientados del ANP Sierra de Quila a las Sierras de Jolapa y Tapalpa respectivamente. En general todos los corredores que ocupan el 3% del total de la superficie del área de estudio representan en promedio 19,104ha.

**Tabla 24.** Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3% del total del paisaje para el zorro.

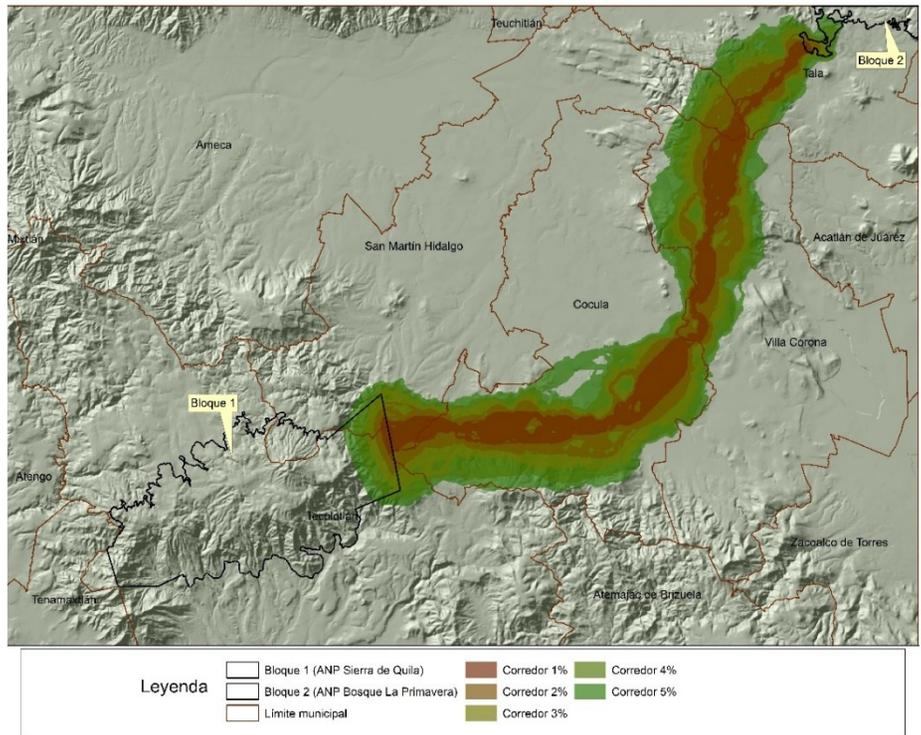
<b>Características generales del corredor</b>	<b>del bloque 1 al 2</b>	<b>del bloque 1 al 3</b>	<b>del bloque 1 al 4</b>	<b>del bloque 1 al 5</b>
Ancho min. (m)	1,143.32	4,654.07	1,376.9	677.9
Ancho máx. (m)	5,065.1	8,664.51	5,477.5	4,012.0
Ancho promedio (m)	2,797.7	7,733.1	3,153.6	1,833.7
Longitud central lineal (Km)	40.7	22.3	40.6	48.1
Segmentos más angostos	10	1	2.0	1.0
Altitud min. (msnm)	1,253.0	1,167.0	1,338.0	1,148.0
Altitud máx. (msnm)	1,970.0	1,982.0	2,147.0	2,288.0
Altitud promedio (msnm)	1,611.0	1,573.1	1,741.5	1,717.5
Núm. de parches forestales	185	174	297	211
Núm. de parches no forestales	343	343	335	516
Sup. forestal	8,014.9	12,673.9	7,658.7	14,358.2
Sup. no forestal	11,072.5	6,358.9	11,617.9	4,665.5
Sup. Total (ha)	19,087.5	19,032.9	19,276.65	19,023.7

El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a 2) está compuesto por pastizal en un 32.1% (6,134.3ha), seguido de la selva baja caducifolia con 31.4% (6,000.6ha) y la agricultura con 24.8% (4,728.5ha); el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa (bloque 1 a 3) está compuesto principalmente por bosque de encino con 33.8% (6,424.7ha), seguido de la selva baja caducifolia con 32.0% (6,088ha) y el pastizal con 29.8% (5,667.5ha).

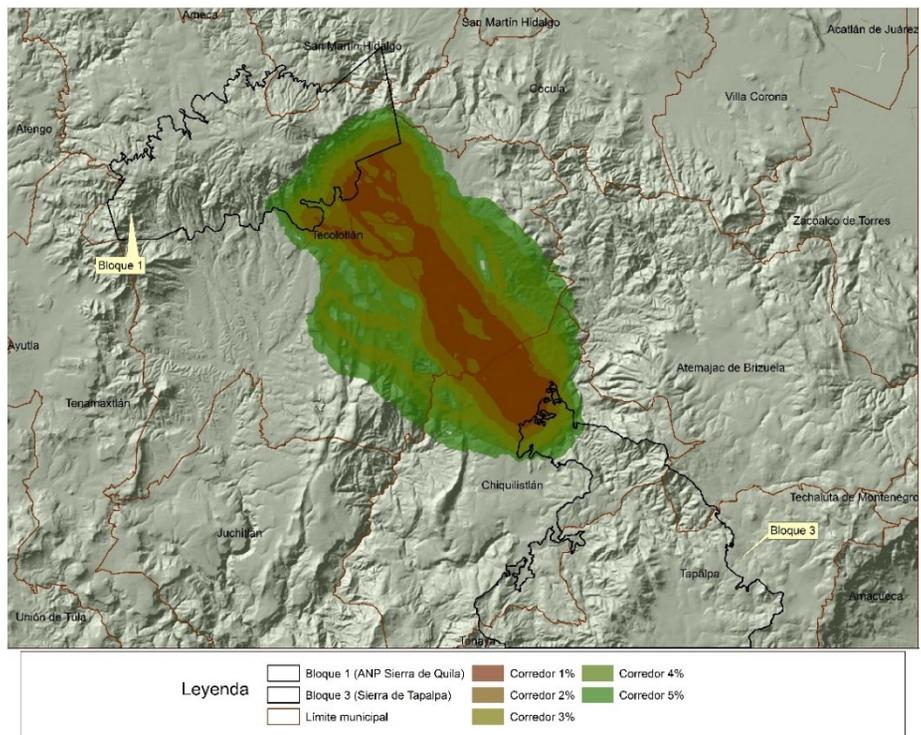
El corredor ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma (bloque 1 a 4) está compuesto por pastizal en un 53.2% (10,248.3ha), seguido de la selva baja caducifolia con 22.4% (4,315.4ha) y el bosque de encino con 15.9% (3,065.6ha); por último, el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a 5) está compuesto bosque de encino con 50.6% (9,631.9ha), pastizal con 24.1% (4,589.1ha) y bosque de pino-encino con 12.5 % (2,382.7ha).

La figura 54 muestra los corredores de hábitat sobrepuestos con la capa de conectividad forestal elaborada para el zorro; se observa que el hábitat idóneo del corredor que va del Bloque 1 (Sierra de Quila) al Bloque 2 (Bosque La Primavera) tienen un valor acumulado de conectividad (*dIIC*) alto cuando el corredor se sitúa cercano al Bloque 2, posteriormente los parches de hábitat adquieren un valor medio, además este corredor al igual que los otros ocupan áreas de cubierta no forestal; el corredor que va hacia La Primavera se ramifica en tres pasos; el primero de estos ocupa una mayor superficie de zonas agrícolas y de pastizales, el segundo o intermedio se resguarda sobre parches remanentes de conectividad muy baja ubicados en el municipio de Cocula, mientras que el tercer paso toma la orilla de hábitat forestal de los cerros La Coronilla, El Saveal y El Huicicil en el municipio de Villa Corona y el cerro Negro en el municipio de Tala.

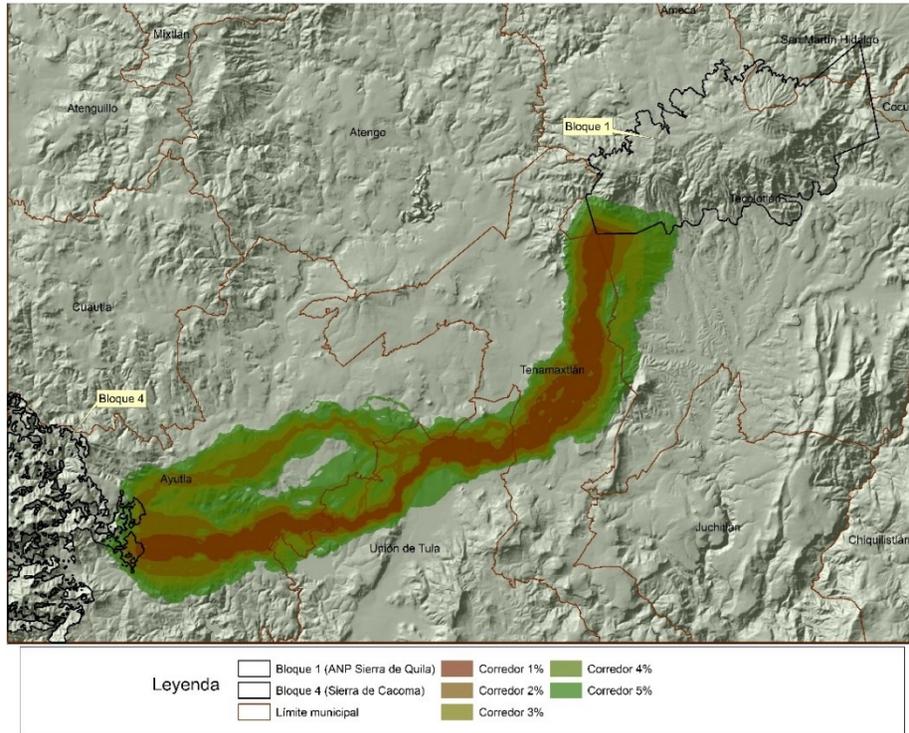




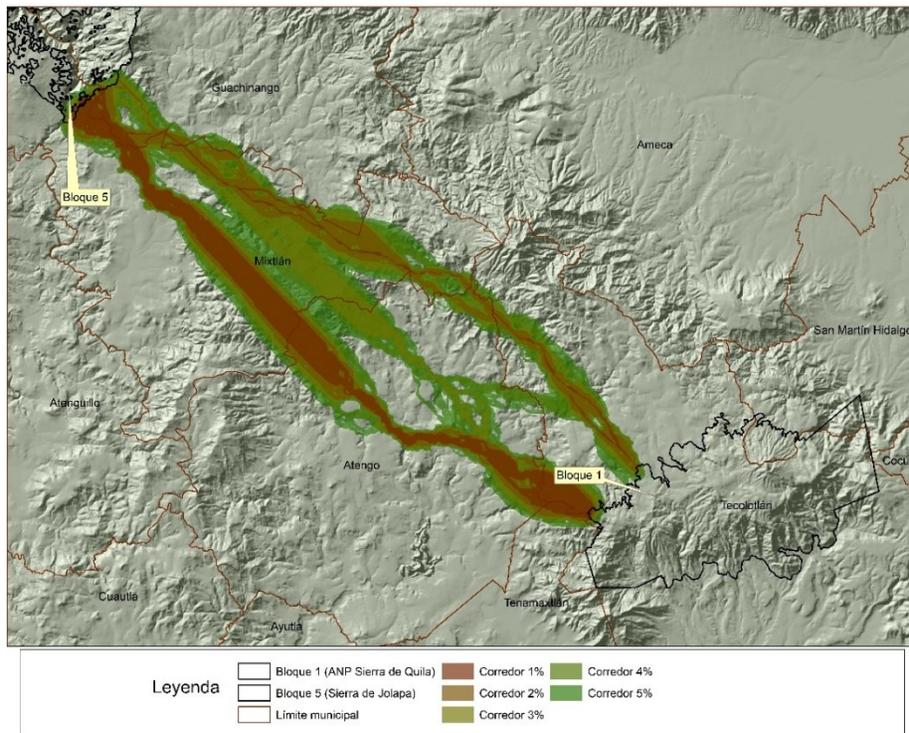
**Figura 55:** Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - ANP La Primavera.



**Figura 56:** Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Tapalpa.

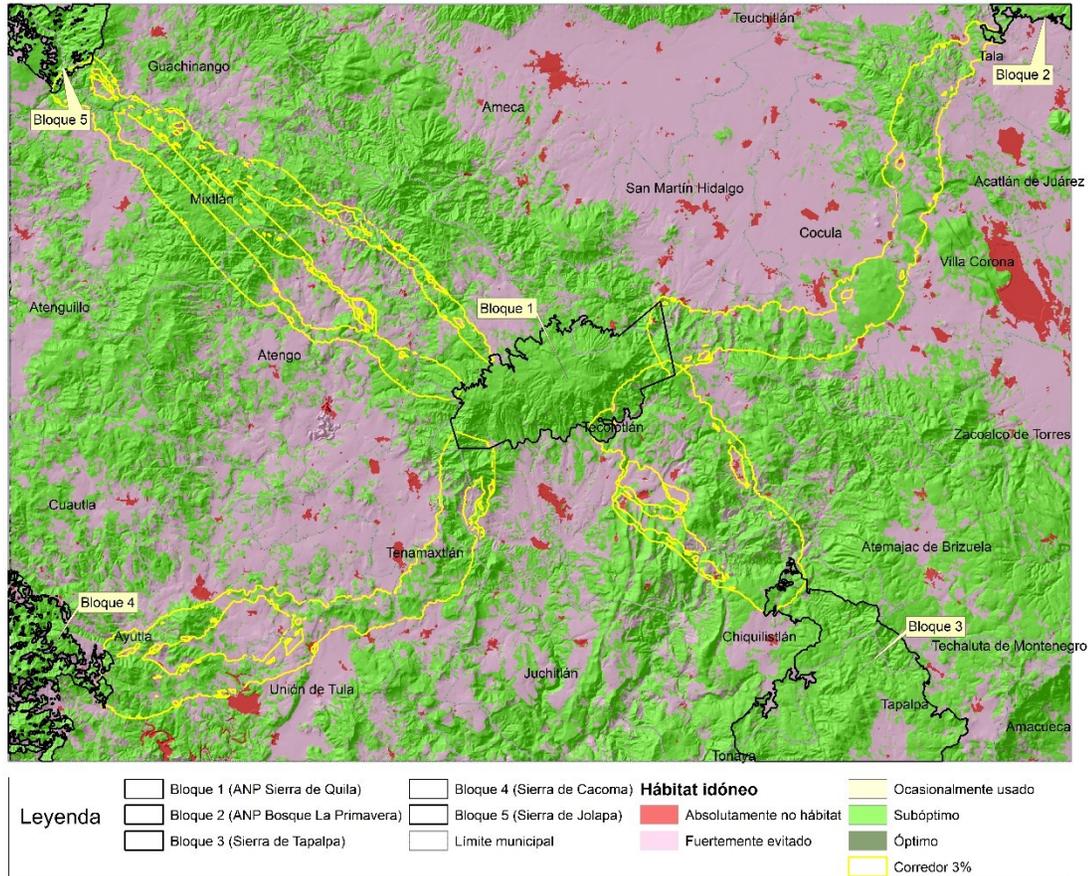


**Figura 57:** Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila a la Sierra de Cacoma.



**Figura 58:** Corredores de hábitat para coatí que ocupan del 1 al 5% de la superficie total del paisaje. Corredor ANP Sierra de Quila - Sierra de Jolapa.

La figura 59 muestra el corredor que ocupa el 3 % del total de la superficie del paisaje; representa la ruta de menor costo en términos de las áreas focales que incluyeran los hábitat subóptimos y óptimos para la especie coatí representados en el modelo de idoneidad.



**Figura 59:** Modelo de idoneidad de hábitat y corredores para coatí representando el 3 % de la superficie del paisaje, ANP Sierra de Quila y zonas de enlace (bloques).

Para el coatí, el corredor con mayor amplitud promedio (6.2km) es el orientado hacia el sureste (ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa), el corredor de mayor longitud corresponde del ANP Sierra de Quila a ANP La Primavera con 50.3km, seguido del corredor del bloque 1 al bloque 5 con 49.1 km y del bloque 1 al bloque 4 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma) con 47.3km. Sin embargo, es al primero de estos, al que se le han identificado el mayor número de áreas críticas (o segmentos más angostos) para el movimiento animal (14). La altitud mínima (1,140 m) y máxima (2,288 m) las presenta el corredor del bloque 1 al 5 (ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa); a pesar de ser el corredor que mayor superficie de cobertura forestal es también es el más fragmentado en términos de uso de suelo no forestal como son las zonas agrícolas y pastizales (Tabla 25).

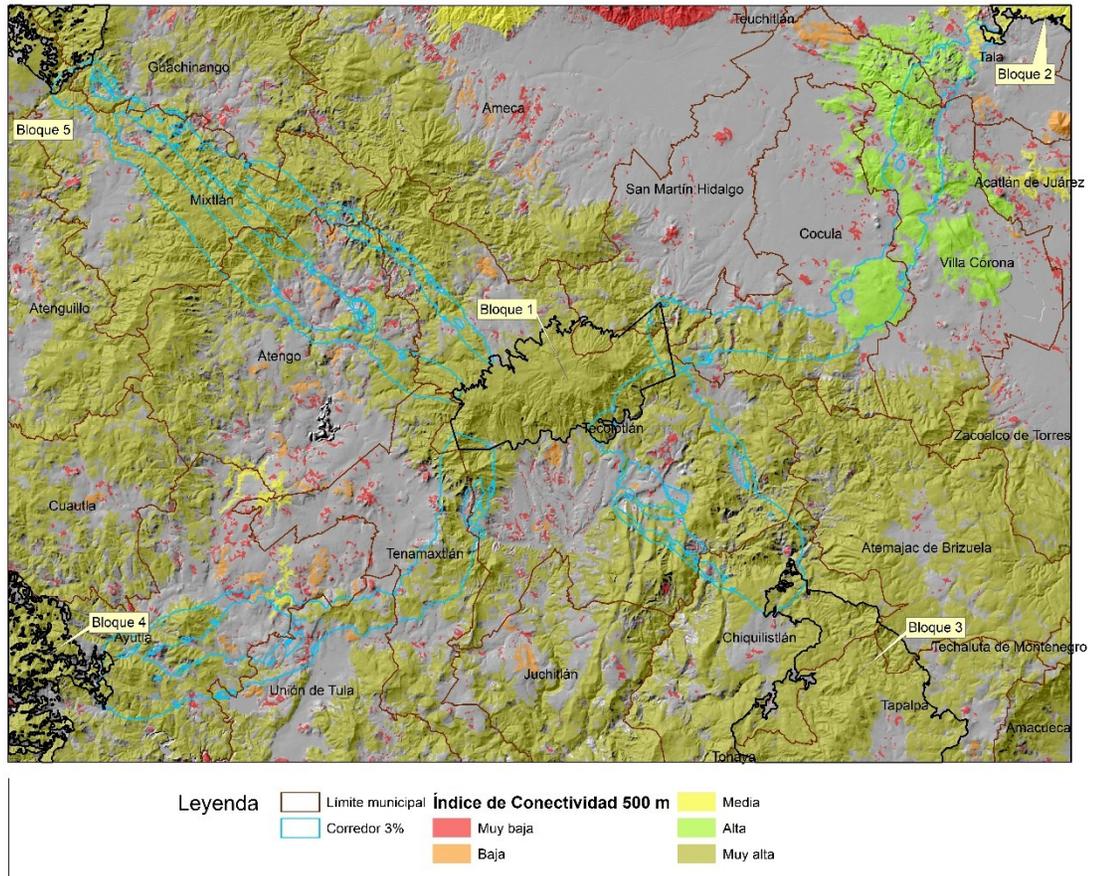
**Tabla 25.** Características principales de cada uno de los corredores representados por el 3 % del total del paisaje para el coatí.

<b>Características generales del corredor</b>	<b>del bloque 1 al 2</b>	<b>del bloque 1 al 3</b>	<b>del bloque 1 al 4</b>	<b>del bloque 1 al 5</b>
Ancho min. (m)	1,501.3	4,463.4	1,047.5	578.7
Ancho máx. (m)	5,345.3	7,842.4	4,765.3	3,279.1
Ancho promedio (m)	3,138.5	6,225.0	2,575.7	1,839.0
Longitud central lineal (km)	50.3	22.1	47.3	49.1
Segmentos más angostos	14	1	4.0	5.0
Altitud min. (msnm)	1,278.0	1,166.0	1,227.0	1,140.0
Altitud máx. (msnm)	2,122.0	2,139.0	2,181.0	2,288.0
Altitud promedio (msnm)	1,690.6	1,645.2	1,702.5	1,714.0
Núm. de parches forestales	102	104	126	73
Núm. de parches no forestales	430	576	467	829
Sup. Forestal (ha)	13,663.6	14,704.2	13,076.5	17,316.8
Sup. no forestal (ha)	5,276.2	4,456.9	5,883.2	2,215.7
Sup. Total (ha)	18,939.8	19,161.1	18,959.7	19,532.0

El corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-ANP La Primavera (bloque 1 a 2) está compuesto por selva baja caducifolia en un 55.6 % (10,524.3ha), seguido de bosque de encino con 16.3% (3,083.2ha) y el pastizal con 18.8% (3,562.6ha); el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Tapalpa (bloque 1 a 3) está compuesto principalmente por bosque de encino con 46.9 % (8,994.1ha), seguido de la selva baja caducifolia con 28.7% (5,490ha) y el pastizal con 22.1% (4,235.7ha).

El corredor ANP Sierra de Quila-Sierra de Cacoma (bloque 1 a 4) está compuesto por selva baja caducifolia en un 52.5 % (9,947.2ha), seguido del pastizal con 27.5% (5,216.9ha) y el bosque de encino con 15.5% (2,946.9ha); por último, el corredor de hábitat ANP Sierra de Quila-Sierra de Jolapa (bloque 1 a 5) está compuesto bosque de encino con 63.2% (12,340.5ha), bosque de pino-encino con 13.2% (2,578.7ha) y selva baja caducifolia con 12.2 % (2,379.3ha).

La figura 60 muestran los corredores sobrepuestos con las capas de conectividad forestal desarrollada para el coatí, los corredores muestran en la mayoría de sus trazos, sobreponerse sobre la cobertura forestal, donde en su mayoría prevalece un alto grado de conectividad según el índice dIIC. El coatí evita aquellas zonas intervenidas por la agricultura y otros usos de suelo. En general, los parches de hábitat por donde se conduce el corredor poseen un valores muy altos y altos en términos de calidad de hábitat (*dIICintra*).



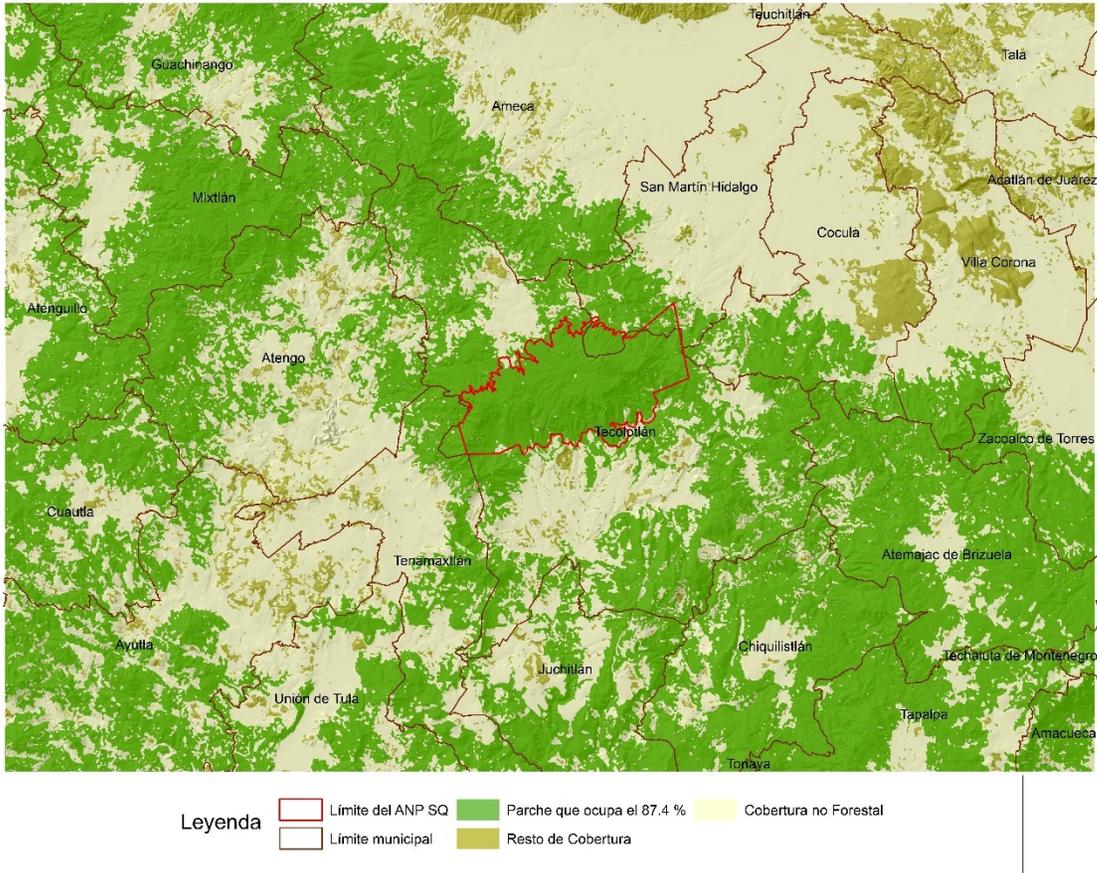
**Figura 60:** Modelo de conectividad y representación de corredores del 3% hacia cada uno de los bloques para el coatí.



## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Carta de uso de suelo y vegetación

- a) La elaboración de la carta de uso del suelo y vegetación permitió obtener algunas métricas del paisaje mediante herramientas de SIG, las cuales facilitaron la evaluación cuantitativa de las coberturas del ANP Sierra de Quila y su zona de influencia; además se logró identificar la conectividad, priorizar hábitats forestales y definir corredores para seis especies de fauna silvestre.
- b) El mapeo de las coberturas de uso de suelo y vegetación fue complejo, debido a los distintos factores que intervienen en el proceso, entre estos, cabe resaltar las del medio físico como: la irregularidad topográfica del terreno y por consiguiente la heterogeneidad de las coberturas vegetales del área de estudio; que vinculadas a su respuesta espectral en las imágenes satelitales, demandaron no sólo del conocimiento técnico clasificatorio, particularmente en la fase de designación de áreas homogéneas de entrenamiento, sino también en su reconocimiento (*in situ*) para lograr una mejor discriminación de las clases y de validación.
- c) Las coberturas forestales más fragmentadas en función al número de parches fueron el bosque de encino y la selva baja caducifolia; no obstante, estas ocupan la mayor superficie de la cobertura forestal y tienen una distribución más uniforme dentro del área de estudio. Por otro lado, las coberturas de menor extensión fueron el bosque de pino-encino y el bosque de encino-pino, las cuales se presentan fragmentadas o bien, están dispersas de manera aislada en el paisaje.
- d) En el área de estudio se identificó un parche de configuración espacial extremadamente compleja, su superficie ocupa el 87.4% de la cobertura forestal (Figura 61); sin embargo, su gran tamaño posee áreas cuyas propiedades y características favorecen la disponibilidad de hábitat para las especies y en general, a la continuidad de los procesos ecológicos.



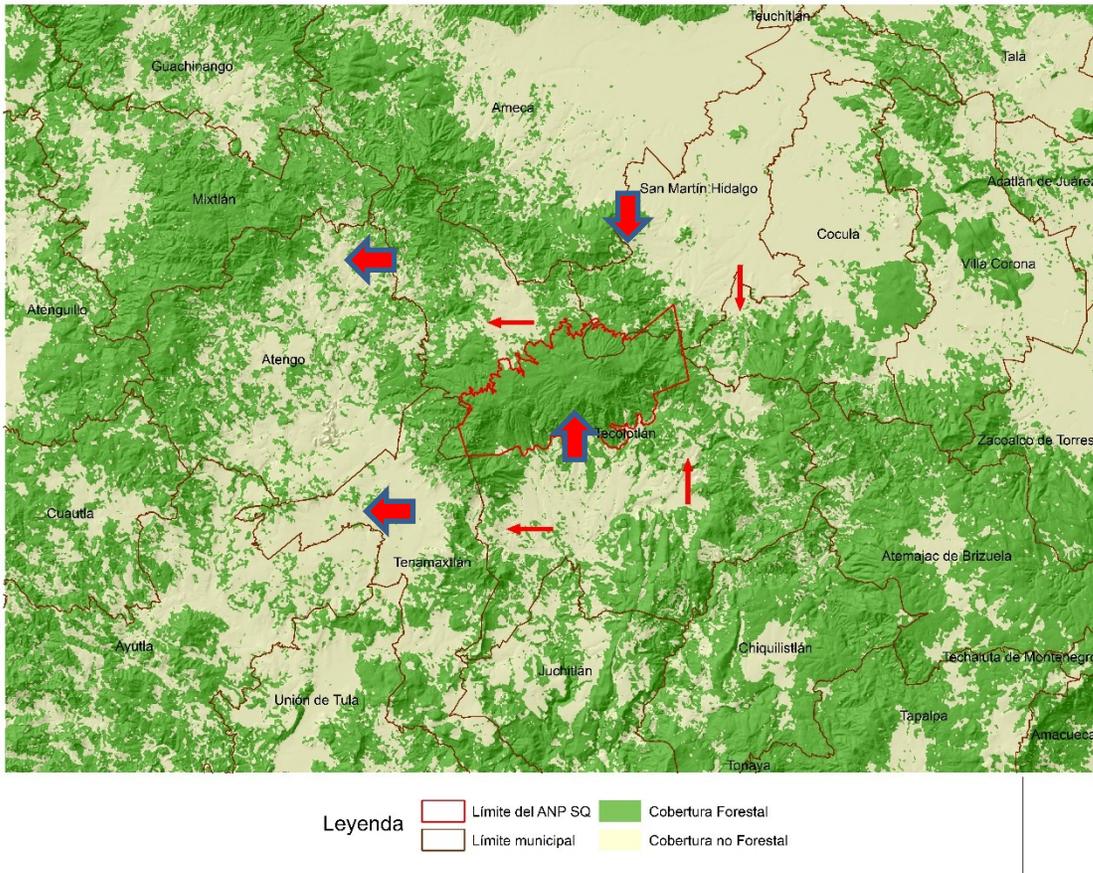
**Figura 61:** Parche que ocupa el 87.4 % del total de la cobertura forestal en el área de estudio.

## 7.2 Conectividad forestal

- e) Las distancias de dispersión de las especies son un elemento fundamental de la demografía, dispersión de la población, colonización y flujo genético de las mismas; en este estudio, solo se emplearon las distancias medianas (por ser menos sensible que la media a oscilaciones de los valores de una variable) de dispersión y se basan en la revisión bibliográfica sobre estudios de las especies en México. Se calcularon en 11.8 km para puma, 2.1 km para el ocelote, 1.1 km para venado cola blanca, 0.7 km para pecarí de collar, 0.6 para zorro y 0.5 para coatí.
- f) El conjunto del paisaje del área de estudio que alberga el hábitat forestal idóneo para las seis especies contiene de manera general una muy alta conectividad. Sin embargo, las regiones noreste y suroeste con referente al ANP Sierra de Quila presentan una falta de cobertura forestal continua y/o bien, un mayor número de parches pequeños debidos a la expansión agrícola, ganadera y urbana, disminuyendo la capacidad dispersiva y de supervivencia de estas especies.

- g) La aplicación del Índice Integral de Conectividad (IIC) acoplado a un Sistema de Información Geográfica, proporcionó una visualización regional sobre la condición funcional actual del hábitat forestal para las seis especies en el ANP Sierra de Quila y su zona de influencia; la sierra es un complejo forestal importante por la disponibilidad y calidad de hábitat, ya que contribuye al mantenimiento de la conectividad y flujo dispersivo de diversas especies hacia otros elementos del paisaje del occidente de México; asimismo, es una zona de transición muy importante entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. También debe resaltarse, que el complejo Sierra de Quila es un área conexas con otras dos zonas federales protegidas y dos zonas forestales productivas del estado de Jalisco.
- h) Con el propósito de mantener la conectividad del hábitat a mediano y largo plazo y asegurar el éxito dispersivo de las especies hacia otros espacios naturales, deben considerarse como prioritarios aquellos parches con valor muy bajo, bajo y medio del IIC representados para ambas especies en las fracciones *intra*, *flux* y *connector*; en este sentido, se recomienda a nivel municipal, mantener la conectividad entre esos parches a través de acciones tendientes a la planificación del uso del suelo como son: la ampliación de hábitats protegidos, maximizar la calidad de los hábitats existentes, minimizar los impactos de usos de tierras y fomentar la conectividad de hábitats para contrarrestar los efectos del aislamiento.
- i) Dentro del mosaico del paisaje del área de estudio y para las especies ocelote y venado cola blanca, los parches de hábitat juegan un papel casi similar debido a su función, su posición topológica y las características intrínsecas del hábitat, tal como se cuantifican en las tres fracciones del IIC, que son los valores relativos de *intra* (disponibilidad de hábitat del parche), *flux* (importancia del parche como medio de flujo hacia otros parches) y *connector* (importancia del parche como conector entre el resto de parches). Este mismo escenario ocurre también para las especies zorro y coatí.
- j) La fracción *intra* para todas las especies es muy alta, ya que un solo parche de hábitat ocupó el 87.5% de la cobertura forestal, por el contrario, se registraron en promedio 2,300 parches (≈5% de la cobertura forestal) con muy baja disponibilidad de hábitat, de estos, 563 parches poseen una superficie menor a una hectárea.
- k) En el caso de los parches como medio de flujo o *flux* se observó para todas las especies que las unidades localizadas al noreste del ANP Sierra de Quila en dirección al ANP La Primavera presentan valores desde muy bajos hasta altos, por lo que esta zona se podría considerar como una de la más críticas y por lo tanto prioritaria para el mantenimiento de la conectividad.
- l) El valor de importancia relativa de *dIIC* para todas las especies promedió 99.61%, un valor muy alto de conectividad que se concentra en un solo parche forestal el cual ocupa 305,953 ha (87.5 % de la cobertura forestal); dada la importancia de este parche, debe prestarse atención a las presiones derivadas de las actividades humanas en el área, ya que estas podrían llegar a comprometer la integridad ecológica del hábitat, sobre todo en algunas

zonas de riesgo, por ejemplo, las coberturas forestales que se encuentran separadas entre sí y con interacción con una matriz de actividades antrópicas, que se observaron alrededor del ANP Sierra de Quila, las cuales pueden afectar a la degradación del hábitat a corto plazo, a través de la fragmentación y por ende pérdida de conectividad hacia otros espacios naturales (Figura 62).



**Figura 62:** Zonas de riesgo alrededor del ANP Sierra de Quila.

### 7.3 Idoneidad de hábitat

m) Cinco fueron las capas de fricción empleadas para la modelación del mapa de idoneidad de hábitat para cada especie, sin embargo, los valores intrínsecos de cada capa fueron diferentes por especie. Su sustento se basa con la consulta bibliográfica y el valor promedio designado por especialistas (Guerrero, 2016, Hernández, 2016 y Mora, 2016, Guerrero, 2018). Para reducir la subjetividad y fortalecer la decisión en la designación de los valores, se sugiere contar en medida de lo posible con registros de las especies en la zona de estudio, así como con estudios geográficos relacionados como, mapas de distribución potencial de especies a partir de variables ambientales locales, estudios regionales biogeográficos, modelos basados en datos fisiológicos y etológicos (comportamiento) de las especies y de la interacción de éstas con el medio e incluso estudios de radiotelemetría.

- n) La capa de uso de suelo y vegetación es la principal para todas las especies de fauna; como variable de fricción se ponderó con más del 60% de “peso” o importancia, seguida de la capa de relieve hasta con 20%. Sobre la primera variable Vargas (2013), Martínez (2009), Delfín *et al.* (2009), Hernández *et al.* (2011), Gallina *et al.* (2014) e Isaacs (2011), destacan que la composición y estructura de la vegetación es un factor clave de hábitat para las especies además de la altitud, la cual mantiene una estrecha relación con la distribución de los tipos de vegetación y la pendiente.
- o) En misma capa de uso de suelo y vegetación, a la clase de zona urbana, no se le asignó ningún valor de fricción debido a que esta no es considerada como una clase vinculada al tipo de hábitat de la especie en estudio; sin embargo, si se consideró como una variable de fricción independiente (distancia a zona urbana), ya que esta se considera como un variable que sí influye en el desplazamiento de las especies.
- p) La capa distancia a caminos y a zonas urbanas son factores antrópicos que pueden influenciar en el comportamiento, presencia u hábitat de los animales, ya que al no tener cobertura son considerados factores de presión, cambio y susceptibilidad a lugares abiertos.
- q) Particularmente para el venado cola blanca la preferencia por el tipo de vegetación fue diversa; los ecosistemas conformados por bosque templado y la selva baja son marcados como preferentes, también algunos autores refieren su presencia en las áreas agrícolas (Gallina *et al.* 2007); Buen Rostro *et al.* 2008; Delfín *et al.* 2014; Hernández 2014 y Gallina *et al.* 2014). Sobre esta última cobertura y también predominancia sobre la cobertura pastizal, se asocian las especies pecarí de collar y zorro.
- r) Para el ocelote, las zonas de alta idoneidad abarcan la cobertura de selva baja caducifolia principalmente, como vegetación óptima, y la cobertura de bosque de encino como subóptimo a altitudes que van desde los 1,200 a los 1,600 m en el área de estudio; ocasionalmente podría ocupar la cobertura de bosque de encino pino que se encuentran mayor a los 1,600 m.
- s) En el caso del venado cola blanca, este ocupa las mismas coberturas que el ocelote como hábitat óptimo y subóptimo, además de la cobertura de bosque de pino encino que se distribuye hasta los 2,900 m en el área de estudio.
- t) Para el puma, de acuerdo o a la categorización de superficies del mapa de idoneidad de hábitat, el 18.3% de la superficie será fuertemente evitada o bien, absolutamente de no hábitat, el 28% lo ocupan superficies que ocasionalmente podría utilizar; las áreas subóptimas ocupan el 43.1% del territorio y sólo el 10.6% contiene áreas óptimas para la especie.
- u) Continuando con el enciso “r”, para el caso del ocelote, casi la mitad de la superficie (45.2%) será fuertemente evitada o bien, absolutamente de no hábitat, el 23.1% lo ocupan

superficies que ocasionalmente podría utilizar y solo el 31.5% del territorio contiene áreas óptimas y subóptimas para la especie.

- v) Para el venado cola blanca, más de la mitad de la superficie del área de estudio (55.4%) presenta condiciones óptimas y subóptimas de hábitat; como áreas que ocasionalmente podría usar solo el 10.1%, mientras que el restante 34.5% son áreas fuertemente evitadas o bien de absolutamente no hábitat para la especie.
- w) Para el pecarí de collar, el 81% de la superficie del área de estudio representa un hábitat que ocasionalmente podrá ser usado y sólo el 15.9% del territorio contiene una condición subóptima de hábitat, no prevalece el hábitat óptimo. el restante 3.2 por ciento son áreas que evitará o bien, son absolutamente de no hábitat para la especie.
- x) Para el zorro, el 55.2% del área de estudio presenta condiciones subóptimas de hábitat, no prevalece el hábitat óptimo; las áreas que ocasionalmente podría usar cubren el 40%, mientras que el restante 5.2 por ciento son áreas que evitará fuertemente o bien, son absolutamente de no hábitat.
- y) Para el coatí, más de la mitad de la superficie del área de estudio (55.4%) presenta condiciones subóptimas de hábitat, no prevalece el hábitat óptimo; como áreas que ocasionalmente podría usar solo el 0.01%, mientras que el restante 44.6% son áreas fuertemente evitadas o bien de absolutamente no hábitat para la especie.

#### **7.4 Definición de corredores de hábitat**

- z) El diseño de los corredores de hábitat fue adaptado a partir de información básica de las especies puma, ocelote, venado cola blanca, pecarí de collar, zorro y coatí, principalmente sobre sus preferencias de vegetación, de tipo de relieve, alcance altitudinal y distancias a zonas urbanas y carreteras; estas variables podrían funcionar para otras especies de hábitos iguales, sin dejar de considerar las distancias dispersivas que ocupe cada especie.
- aa) La delimitación de corredores de hábitat proporcionada con herramientas SIG entre un bloque y otro se definió en cinco, es decir, cada uno ocupa del uno al cinco por ciento del total del área de estudio. Estos se expanden por el área de estudio y pueden llegar a ocupar en los mapas de idoneidad, las clases de: hábitat óptimo, hábitat subóptimo, zonas ocasionalmente usadas, zonas fuertemente evitadas y zonas de absolutamente no hábitat.
- bb) Los corredores caracterizados en este estudio ocupan el 3% de la superficie (aprox. 19,000 ha), ya que están acotados con las clases de hábitat óptimo y subóptimo, los cuales beneficiarían a las especies seguir su ruta más natural.
- cc) Los corredores que se orientan del ANP Sierra de Quila (Bloque 1) al ANP Bosque La Primavera (Bloque 2) y del Bloque 1 a la Sierra de Cacoma (Bloque 4) presentaron el mayor número de parches forestales y contienen la mayor superficie de uso no forestal

representado por zonas urbanas, agrícolas, ganaderas y carreteras; por el contrario, el corredor orientado del Bloque 1 a la Sierra de Jolapa (Bloque 5), presentó una menor afectación antropogénica.

- dd) Se sugiere que una siguiente fase de investigación se enfoque a evaluar hasta qué punto los corredores sirven a las especies de interés, mediante la identificación de caminos que minimicen la distancia entre parches de alta calidad o el cálculo de distancias mínimas para recorrer de un bloque de hábitat a otro.
- ee) Se sugiere continuar la investigación con estudios de factibilidad del establecimiento de un sistema eficiente de protección y restauración de los corredores de hábitat definidos, a fin de garantizar el flujo de las especies de fauna y mantenimiento de la flora para la disponibilidad de hábitats óptimos.
- ff) Con el propósito de mantener la conectividad forestal para todas las especies animales y que estas cumplan con sus requerimientos de hábitat, se sugiere realizar estudios y acciones específicas de restauración de hábitats en zonas frágiles ubicadas en cada uno de los corredores. De acuerdo con Bennet (1998), García (2012) y Vargas (2013), las estrategias diseñadas parten de evaluar cuál es la configuración del paisaje que permite una mejor movilidad de individuos, especies y procesos ecológicos; dentro de estas estrategias los corredores biológicos se han constituido como una de las principales medidas para la conservación de la biodiversidad, ya que el concepto de corredor ha sido exitoso como medida de manejo y ha tenido el apoyo de los planificadores y manejadores de los recursos naturales.
- gg) En general, los corredores orientados hacia el Bloque 2 (ANP La Primavera) para todas las especies, son los corredores que quizá más problema tiene debido al uso del suelo intensivo por el que cruzan, por lo que sus parches conectores tienen más probabilidad de desaparecer; estos deberán considerarse prioritarios para su conservación a fin de que estas especies puedan dispersarse hacia este lugar del territorio.
- hh) Estos corredores orientados al ANP La Primavera también son los más interceptados por las vías de tránsito como la carretera estatal Guadalajara-Barra de Navidad (Carr. Méx. 080), la carretera Tala-San Isidro Mazatepec, y la carretera Buenavista-Cofradía de La Luz, mismas que influyen en la permeabilidad de las coberturas.
- ii) Con el corredor de hábitat orientado hacia el Bloque 3, se detectó una zona frágil o de riesgo, por la cual intercepta la carretera Guadalajara-Barra de Navidad (080) y además de otras zonas urbanas como Tamazulita y Ayotitlán (municipio de Tecolotlán) y zonas agrícolas que están dentro de este corredor, presentando algunos parches remanentes de vegetación con conectividad muy baja; mientras que en el corredor orientado hacia el Bloque 4 intercepta varias vías de comunicación, la zona más frágil o afectada es la parte que cruza con la carretera estatal 533 San José de Ávila-Ayutla (municipios Unión de Tula y Ayutla), identificándose zonas agrícolas y parches de vegetación con conectividad desde muy baja y

baja. Con respecto al corredor del Bloque 1 al Bloque 5, se identificó una zona frágil, donde cruza la carretera estatal que va de Ameca a Guachinango, esto debido a la presencia de una matriz antropogénica presente en esa zona, la cual deriva principalmente el deterioro de la cobertura vegetal (fragmentación) y por ende el cambio de uso del suelo.

## 8 LITERATURA UTILIZADA

- Aguilera, R. U., Sánchez, C. V., Ramírez, P. J., Monroy, V. O., García, L. G. I. y Janczur, M. 2013. Hábitos alimentarios del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (*Artiodactyla: Cervidae*) en el Parque Natural Sierra Nanchititla, Estado de México. *Revista de Biología Tropical* 61 (1): 243-253.
- Álvarez, R. J. y Medellín, R. A. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. Pp. 6.
- APRN-CADNR-043, 2016. Área de Protección de los Recursos Naturales; Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043. En: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=4&reg=11> (acceso 01 de junio de 2016).
- Ariza, A. 2013. Descripción y corrección de productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission). Centro de Investigación y Desarrollo (CIAF): Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá Colombia. Pp.46.
- Alonso, F. A. M., Gunter, S., Finegan, B. y Brenes, C. 2014. Estado actual de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conectividad Podocarpus-Yacuambi. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Pp. 35-84.
- Altamirano, A. T. A., Soriano, S. M., De la Luz, M. R. M. 2013. Alimentación del coatí (*Nasua narica*), en la comunidad de las Ánimas, Municipio de Chapa de Mota, Tlalnepantla, Estado de México, México. *Revista de Zoología*, núm. 24, Pp. 16-26.
- Avila, C. R. 2017. Conectividad del paisaje y corredores de hábitat en la Sierra de Quila Jalisco, México. Tesis de Maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Pp. 160.
- Belden, C. R., Frankenberger, B. W., McBride, T. R., Schwikert, T. S. (1988). Panther Habitat Use in Southern Florida. *The Journal of Wildlife Management*. 52. 660. 10.2307/3800927.
- Bello, G. J. Gallina, S. y Equihua, M. 2004. Distancias de desplazamiento del Venado Cola Blanca y su relación con factores ambientales en el noreste de México. *Memorias: Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica*. Pp. 146-151. En: <http://manejofaunasilvestre.org/Congresos/Iquitos-2004/Ponencias.aspx>.
- Bennet, A. F. 1998. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, RU. 2: 15-41.
- Carranza, S. J. y Oseguera, S. K. A. 2014. Integrar de manera armónica el aporte de los servicios ecosistémicos y las opciones de uso de suelo, en el marco de los esfuerzos para la mitigación de la pobreza y la planificación del desarrollo en la Mixteca: Conocido como Proyecto GEF Mixteca. Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). México. Pp. 62.
- Caso, O. E. E. 2010. Proyecto desarrollo de capacidades para la zonificación ecológica y económica de la región Junín con R.E.R. N°419-2009-GRJ-JUNIN/PR. Manual de ArcGis 9.3-Basico: Descripción de la suite ArcGis, representación y consulta de datos. Huancayo. Pp. 25.

- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. (Coord.) Los mamíferos silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 359-520.
- Chávez, H. A., Vázquez, A. C., Shalisco, V., Navarro, P. S., Villavicencio, G. R., Aceves, I. M. del R., V. A. C., 2014. Estudio conectividad ecosistémica La Primavera, Estado de Jalisco, México. Geosíntesis SC. Estudios Integrales del Territorio. Pp. 350.
- Chuvieco, S. E. 2010. Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio. Ariel Ciencia, España Pp. 590.
- CONABIO, 2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Información general. En: file:///E:/Mundial/INFO\_Mexico\_CONABIO\_INEGI/UTM\_WGS84/ (acceso 30 de mayo de 2015).
- CONABIO, 2015a. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: Biodiversidad Mexicana; categorías de riesgo en México. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico.html> (acceso 17 de julio de 2015).
- CONABIO, 2016. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Biodiversidad. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxC20.pdf> (acceso 30 de mayo de 2016).
- CONABIO, 2018. Carta de uso de suelo y vegetación (serie VI). En: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (acceso 17 de noviembre de 2018)
- CONABIO, 2018a. Pecarí de collar de collar. Naturalista. En: <https://www.naturalista.mx/taxa/42113-Pecari-tajacu> (acceso 12 de diciembre de 2018)
- CONABIO, 2019. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: [dhttps://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico.html](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico.html). (acceso 03 de enero de 2019).
- CONANP, 2000. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. En: [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/primavera.pdf](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/primavera.pdf) (acceso 01 de junio de 2016).
- CONANP, S/F. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Acceso a borrador preliminar (Programa de Manejo aun no publicado).
- Costa, E.M.J., Mauro, R. A. and Silva, J. S. V. 2009. Group composition and activity patterns of brown-nosed coatis in savanna fragments, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 69(4): Pp. 985-991.
- Cuarón, A. D., Helgen, K., Reid, F., Pino, J. y González-Maya, J.F. 2016. *Nasua narica*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016: e.T41683A45216060. En: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41683A45216060.en> (acceso el 03 de enero de 2019).
- De la Cruz, M. y Maestre, F. T. (eds.). 2013. Avances en el análisis espacial de datos ecológicos: aspectos metodológicos y aplicados. ECESPA-Asociación Española de Ecología Terrestre. Móstoles. Pp. 355.

- De la Torre, J. A. y Torres, K. L. 2014. Distribución potencial del puma (*Puma concolor*) en el estado de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época*, año 4, núm.2. Pp. 45-56.
- De la Torre, J. A., Núñez, J. M. y Medellín, A. R. 2017. Spatial requirements of jaguars and pumas in Southern Mexico. *Mammalian Biology. Zeitschrift für Säugetierkunde*. Volume 84. pp. 52-60.
- Delfín, A. C., Gallina, S. y López, G. C. A. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science* 2 (2): 215-228.
- Delfín, A. C. A., Gallina, S. y López, G. C.A. 2014. Modelos de idoneidad del hábitat (HSI) para el venado cola blanca. En: Gallina, T. S., Mandujano, R. S. y Villarreal, E. B. O. A. (eds.). *Monitoreo y manejo del venado cola blanca conceptos y métodos*. Instituto de Ecología, A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Ver. México. Pp. 220.
- Díaz, P. A. y Payan, G. E. 2011. Densidad de ocelote (*Leopardus pardalis*) en los llanos colombianos. *Mastozoología Neotropical*, 18(1). Pp. 63-71.
- Ellisor, J. E. and Harwell, W. F. 1969. Mobility and home range of collared peccary in southern Texas. *Journal of Wildlife Management*, Vol. 33(2): Pp. 425-425.
- Espinoza, G. C. R., Martínez, C. J. M., Palacio, N. J. y Hernández, S. A. D. 2014. Distribución potencial del coatí (*Nasua narica*) en el noreste de México: implicaciones para su conservación. *THERYA*, Vol. 5(1): 331-345.
- ESRI, 2015. ESRI. En: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline/maps/maps-and-map-layers> (acceso 16 de abril de 2015).
- Flores, A. V. H., Botello, F. Sánchez, C. V., García, B. R., Jaramillo, F. y Gallina, T. S. 2013. Caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en los bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano. *THERYA*. 4(2):377-393.
- Forman, T. T. R., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. P., Fahrig, L., France, R., Goldman, Ch. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, Th. Y Winter, T. C. 2003. *Ecología carretera: Ciencia y Soluciones*. Island Press, Washington, DC. Pp. 481.
- Forman, R. T. T. y Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. Nueva York. Pp. 644.
- Fulbright, T. E. y Ortega, S. J. A. 2007. *Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca*. Texas A & M, University Press College Station. Pp. 265.
- Gallina, S., Mandujano, S. y Villarreal, O. 2014. Monitoreo y manejo del venado cola blanca "Conceptos y Métodos". Instituto de Ecología, A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Veracruz, México. Pp.220.
- Gallina, T. S. A., Delfín, A. C. A., Mandujano, R. S., Escobedo, M. L. A. y González, T. R. G. 2007. Situación actual del venado cola blanca en la zona centro del estado de Veracruz, México. *Newsletter* N° 22. Pp.7.
- Gallina, S., López, C. P., Valdespino, C. y Farías, V. 2016. Abundancia relativa de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnívora: Canidae) en la zona centro de Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 64, (1): Pp. 237-249.

- García, M. J. R. 2012. Corredores biológicos en la amazonia colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad. Documento de consultaría para el proyecto Amazonia Posible y Sostenible. Bogotá, Colombia. Pp. 32.
- Gascón, C., Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr., R. O., Malcom, J. R., Stouffer, P. C., Vasconcelos, H. L., Laurance, W. F., Zimmerman, B., Tocher, M. and Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* (91): 223-230.
- Granados, D., Tarango, L., Olmos, G., Palacio, J. Clemente, F. y Mendoza, G. 2014. Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (*Artiodactyla:Cervidae*) en un campo experimental de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*. 62 (2): 699-710.
- Graf, M. S. H. 1988. Fauna silvestre en el bosque La Primavera; hábitos alimentarios de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara- Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Guadalajara Jalisco, México. Pp.72.
- Grigione, M. M., Menke, K., González, L. C., List, R., Carrera, J. A.B., Carrera, R. Giordano, A. J., Morrison, J., Sternberg, M., Thomas, R. y Van Pelt, B. 2009. Identifying potential conservation areas for felids in the USA and Mexico: integrating reliable knowledge across an international border. *Fauna y Flora International, Oryx* 43(1): 78-86.
- Guerrero, V. S. 2016. Consulta personal. Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Guerrero, V. S. 2018. Consulta personal. Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Hass, C. C. 2002. Home range dynamics of white-nosed coatis in southeastern Arizona. *Journal of Mammalogy*, 83(4): Pp. 934-946.
- Hernández, S. D. A. 2013. Pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo- Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Área Académica de Biología, Centro de Investigaciones Biológicas, Mineral de la Reforma, Hidalgo. Pp. 89.
- Hernández, L. A. R. 2014. Variabilidad genética y relación filogeografía de tres subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región Centro-Norte de México. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Pp. 67.
- Hernández, G. R. J. 2016. Consulta personal. Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Hernández, S. D. A., Cortez, D. E., Zaragoza, R. J. L., Martínez, H. P. A., González, B. G. T., Rodríguez, C. B. y Hernández, S. D. A. 2011. Hábitat del venado cola blanca, en la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 27(1): 47-66.
- IIEG, 2014. Instituto de Información Estadística y Geográfica. Regiones Hidrológicas y Cuencas. En: <http://sitel.jalisco.gob.mx/index2.php> (acceso 14 noviembre de 2014).
- IIEG, 2018. Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco (IITEJ): Conjunto de datos vectoriales del Atlas de Caminos y Carreteras del Estado de Jalisco. Escala 1:250,000. En: <https://iieg.gob.mx/general.php?id=7&idg=643> (acceso 12 noviembre de 2018).
- INEGI, 2013. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie V. México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. En:

- <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/Default.aspx> (acceso 2 de enero de 2014).
- INEGI, 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Diccionario de datos de Uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/doc/dd\\_usyv\\_v2\\_250k.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/doc/dd_usyv_v2_250k.pdf) (acceso 16 de junio de 2016).
- INEGI, 2007. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Diccionario de datos de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. En: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/doc/dd\\_usyv\\_v1\\_250k.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/doc/dd_usyv_v1_250k.pdf) (acceso 16 de junio de 2016).
- Isaacs, C. P. J. 2011. Modelo de conectividad espacial empleando Sistemas de Información Geográfica, calidad del hábitat y distribución caso tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*) en el eje cafetero colombiano. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Pp.100.
- Jiménez, M. R. E. 2007. Modelación del nicho ecológico y coexistencia de ocelotes (*Leopardus pardalis*) y gatos monteses (*Lynx rufus*) en México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Pp. 90.
- Judas, J. and Henry, O. 1999. Seasonal variation of home range of collared peccary in tropical rain forests of French Guiana. *Journal of Wildlife Management*, Vol. 63(2): Pp. 546-552.
- Keuroghlian, A., Eaton, D. P. and Longland, W. S. 2004. Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological conservation*, 120: Pp. 411-425.
- López, G. C. A., Lara, D. N. E. Ávila, A. D. y Cruz, T. F. 2012. Áreas de interés binacional para mantener la conectividad de poblaciones de fauna silvestre compartida con potenciales afectaciones por la construcción del muro fronterizo. Informe Final de la Universidad Autónoma de Querétaro al Instituto Nacional de Ecología. Pp. 292.
- Majka, D., Beier, P. y Jenness, J. 2014. Corridor Designer ArcGis Toolbox Tutorial. En: <http://corridordesign.org>. (acceso 22 marzo de 2014).
- Martínez, H. A. 2013. Patrones de actividad del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la reserva de la biosfera Sierra del Abratanchipa, San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México. Pp. 72.
- Martínez, A. C., Múgica, G. M., Castell, P. C. y Lucio, F. J. V. 2009. Monografía 02: Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos. EUROPARC-España. Ed. FUNGOBE. Madrid. Pp. 86.
- Martínez, C. J. M. 2009. Nuevos registros y distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*) en el noreste de México. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Texcoco. Estado de México. Pp. 96.
- Mather, P. M. 2004. Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. England: Wiley 3 rd. Pp. 442.
- Medina, T. S. M., García, M. E., Márquez, O. M., Romero, M. A., Vaquera, H. H y Martínez, M. M. 2015. Relación hábitat-densidad de *Odocoileus virginianus couesi* (Coues y Yarrow, 1875) en la Sierra del Laurel, Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6(32): 17-36.

- Mora, S. A. 2016. Consulta personal. Departamento de Producción Forestal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Múgica, M., De Lucio, F. M. A., Martínez, A. C., Sastre, O. P., Atauri-Mezquida, J. A. y Montes, O. C. 2002. Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos, RENP y S. A., Madrid; Pp. 27-47.
- Nielsen, C., Thompson, D., Kelly, M. y López, G. C.A. 2015. *Puma concolor* (versión de errata publicada en 2016). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2015: e.T18868A97216466. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en> (acceso el 03 de enero de 2019).
- Noguera, F. A., Vega, R. J. H., García, A. A. N. 2002. Historia Natural de Chamela: *Odocoileus virginianus sinaloae* (J. A. Allen 1903). Venado cola blanca. Universidad Autónoma de México. Pp. 11.
- Ontiveros, Ch. J. C. 2012. Evaluación del crecimiento de cervatos cola blanca Texanos (*Odocoileus virginianus texanus*), alimentados con diferentes fórmulas lácteas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México. Pp. 113.
- Ortiz, M. T., Gallina, S., Briones, S. M. y González, G. 2006. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Golman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana. 21(3): 65-78.
- Pascual, H. L. y Saura, M. S. 2007. Integración de la conectividad ecológica de los bosques en los instrumentos de planificación forestal a escala comarcal y regional. Propuesta metodológica y nueva herramienta de decisión. Revista Montes, España. Pp.13.
- Pascual, H. L. y Saura, M. S. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology. 21:959–967.
- Paviolo, A., Crawshaw, P., Caso, A., de Oliveira, T., López, G. C.A., Kelly, M., De Angelo, C. and Payan, E. 2015. *Leopardus pardalis*. The IUCN Red List of Threatened Species: T11509A97212355. En: <http://www.iucnredlist.org/details/11509/0> (acceso 04 octubre 2015).
- Payán, G, E. y Soto, V. C. 2012. Los felinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera. Colombia. Pp. 48.
- Pérez, C. S. y Reyna, H. R. 2008. La dieta de los pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*) en la región de Calakmul, Campeche, México. Revista Mexicana de Mastozoología 12:17-42.
- Pérez, I. G. y Santos, M. A. 2015. El ocelote: el que está marcado con manchas. CONABIO. Biodiversitas, 117: 7-5.
- Pienaar, F. E. y Rubino, C. E. 2014. Habitat requirements of the Florida Panther. Wildlife Ecology and Conservation. p. 3.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas. 1ª edición. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Ramírez, M. M. M., Iñiguez, D. L. I. e Ibarra, L. M. P. 2014. Carnívoros del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Jalisco. THERYA 5 (2): 437-448.

- Roemer, G., Cypher, B. & List, R. 2016. *Urocyon cinereoargenteus*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016: e.T22780A46178068. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T22780A46178068.en> (acceso el 03 de enero de 2019).
- Romero, A. J. y Medellín, R. A. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D. F. Pp.6
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. Pp. 283-313.
- Saura, S. y Torne, J. 2012. Conefor Sensinode 2.6. User's Manual. Quantifying the importance of habitat patches and links for maintaining or enhancing landscape connectivity through spatial graphs and habitat availability (reachability) metrics. Spain. University of Lleida. Pp.18.
- Saura, S. y Rubio, L. 2010. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography* 33:523-537. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x.
- Saura, S., Estreguil, C., Mouton, C. y Rodríguez, F. M. 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends: Application to European forest (1990-2000). *Ecological Indicators*. 11. Pp. 407-416.
- Sánchez, O., M. A. Pineda., H. Benítez., H. Berlanga y Rivera, T. E. 2015. Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES, 2a. Edición, Volumen II: MAMÍFEROS. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D. F. Pp. 398.
- Schweinsburg, R. E. 1971. Home range, movements, and herd integrity of the collared peccary. *Journal of Wildlife Management*, Vol. 35(3): Pp. 455-460.
- Seidensticker, J. y Lumpkin, S. 2004. *Cats in question*. Smithsonian Books. Washington, DC.
- SEMARNAT, 2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Plan de manejo tipo para la conservación y aprovechamiento sustentable del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en climas templados y tropicales de México extensiva y cría en cautiverio. México, D.F. Pp. 71.
- Servín, J., Bejarano, A., Alonso, P. N. y Chacón, E. 2014. El tamaño del ámbito hogareño y el uso de hábitat de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en un bosque templado de Durango, México. *THERYA*, Vol. 5(1): Pp. 257-269.
- Siegel, M. P. 1931. The home range of the collared peccary *Pecari tajacu* (Mearns) in the Tucson Mountains. The University of Arizona. Pp: 42.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K. y Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*. 68(3): 571-573.
- Thatcher, C. A., Van Manen, T. F., y Clark, D. J. (2009). A habitat assessment for Florida pather population expansion into central Florida. *Journal of Mammalogy* 90(4): 918-925.
- Troll, C. 2010. Ecología del paisaje. *Investigación Ambiental* 2(1): 94-105.
- USGS, 2014. U.S. Geological Survey (USGS). Landsat Missions. En: [http://landsat.usgs.gov/descriptions\\_for\\_the\\_levels\\_of\\_processing.php](http://landsat.usgs.gov/descriptions_for_the_levels_of_processing.php) (acceso 02 de diciembre de 2014).

- Valenzuela, D. and Ceballos, G. 2000. Habitat selection, home range and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a mexican tropical dry forest. *Journal of Mammalogy*, 81(3): Pp. 810-819.
- Vargas, L. B. 2013. Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México. Impresos Florida S.A. de C.V. CONAFOR. México. Pp. 87.
- Vila, S. J., Varga, L. D., Llausás, P. A. y A. Ribas P. 2006. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. Documento Análogo Geográfico. 48: 151-166.
- Villa, M. A., Martínez, M. E. y López, G. C. A. 2002. Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous forest of Jalisco, México. *BioOne*. 148(1):146-154.
- Villanueva, A., J. A. (Ed.) 2007. Tercer inventario forestal nacional 1997-2007. Cataluña Lleida. Ministerio de Medio Ambiente. España. Pp. 530.
- Villavicencio, G. R., Avila, C. R., Treviño, G. E. y Muñiz, C. M. A. 2016. Cartografía de la cobertura vegetal y uso actual del suelo de la Sierra de Quila, Jalisco, México. En: Alatorre, C. L. C., Bravo, P. L. C., Wiebe, Q. L. C., Torres, O. M. E., Uc, C. M. I. y González, L. M. O. (Coord.). *Estudios Territoriales en México: Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, México, Pp. 49-61.
- Villavicencio, G. R., Saura, M de T. S., Santiago, P. A. L. y Chávez, H. A. 2009. La conectividad forestal de las áreas protegidas del estado de Jalisco con otros ambientes naturales. *Scientia-CUCBA* 11(1-2):43-50.
- Weber, M. 2014. Temazates y venados cola blanca tropicales. En: Valdez, R. y Ortega, S. J. A. (editores) *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México*. Colegio de Posgraduados y Biblioteca Básica de Agricultura. Edición 2014, Guadalajara Jalisco México. Pp.421- 452.
- With, K. A., Gardner, R. H. y Turner, M. G. 1997. Landscape connectivity and population distribution in heterogeneous landscapes. *Oikos*, Copenhagen; 78: 51-169.