

CAPITULO VI



**MODELO ESPACIAL DE COMBUSTIBLES FORESTALES,
COMPORTAMIENTO DEL FUEGO Y DEFINICIÓN DE ZONAS DE
RIESGO POR CARGA DE COMBUSTIBLES**

Reporte Final



CAPITULO VI

MODELO ESPACIAL DE COMBUSTIBLES FORESTALES, COMPORTAMIENTO DEL FUEGO Y DEFINICIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR CARGA DE COMBUSTIBLES

Índice	Página
1. ESTRUCTURAR LA INFORMACIÓN DE CAMPO Y ANALISIS PREVIO	3
1.1 <i>Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán</i>	<i>4</i>
1.2 <i>Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán</i>	<i>6</i>
2. DEFINICION DE LAS VARIABLES AUXILIARES PRIORITARIAS	9
2.1 <i>Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán</i>	<i>13</i>
2.2 <i>Reserva de la Biosfera Sierra de Manantán</i>	<i>38</i>
3. MAPAS DIGITALES CON INFORMACION AMBIENTAL	53
4. PREPARACION DE LAS BANDAS DE LAS IMÁGENES DE SATELITE	57
4.1 <i>Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán</i>	<i>57</i>
4.2 <i>Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán</i>	<i>60</i>
5. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN	62
6. ÁRBOLES DE CLASIFICACION Y REGRESION (30 MODELOS ESPACIALES DEPURADOS).....	64
7. SELECCIÓN Y DEPURACION DE LOS ÁRBOLES DE CLASIFICACION Y REGRESION .	66
7.1 <i>Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán</i>	<i>67</i>
7.2 <i>Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán</i>	<i>69</i>
8. RESULTADOS DE LOS ÁRBOLES DE CLASIFICACIÓN Y REGRESIÓN	71
8.1 <i>Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán</i>	<i>72</i>
8.2 <i>Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán</i>	<i>76</i>
9. GENERACIÓN DE SUPERFICIES CONTINUAS DE COMBUSTIBLES FORESTALES	81
9.1 <i>Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán</i>	<i>82</i>
9.2 <i>Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán</i>	<i>89</i>

1. ESTRUCTURAR LA INFORMACIÓN DE CAMPO Y ANALISIS PREVIO

En secciones anteriores se detallo la metodología usada para el muestreo de combustibles, los resultados de este proceso se resumen en esta parte. Siendo el propósito de esta fase la de estructurar la información de campo, de tal forma que pueda ser usada para los análisis geostadísticos. De los cuales se obtienen las superficies continuas de cada uno de los combustibles. La estructura de los datos se basa en dos ejes: 1) primeramente se tiene las coordenadas de cada uno de los sitios muestreados; y 2) el valor estimado, en cada sitio, para cada uno de los tipos de combustibles que se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de combustibles en que se baso la estructura de datos

COMBUSTIBLES	DESCRIPCION
1 HORA	Ramillas cuyo diámetro es menor a 0.6 cm.
10-HORAS	Ramillas cuyo diámetro esta entre los 0.6 y los 2.5 cm.
100-HORAS	Ramas cuyo diámetro esta entre los 2.5 y los 7.5 cm.
FIRMES	Ramas y troncos de diámetro mayor a 7.5, que no están podridos.
PODRIDOS	Ramas y troncos de diámetro mayor a 7.5, que están podridos.
HOJARASCA	Hojas y/o acículas
FERMENTACION	Hojas y/o acículas en proceso de desintegración. Se incluye materia orgánica.

Es importante remarcar que se cuenta con las coordenadas de cada uno de los sitios, lo cual permite ubicar espacialmente las cargas de los tipos de combustibles, así como sus características ambientales. La asociación entre estos dos componentes se describe mas adelante. En total se analizaron 53 sitios de muestreo por cada una de las siete variables, en cada reserva. A continuación se hace un análisis de los datos obtenidos por cada una de las Reservas estudiadas.

1.1 Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán

La Figura 1 muestra la distribución de los sitios de muestreo que se usaron en la RBTC, los detalles de los criterios usados se señalan en secciones anteriores. Es importante hacer notar que se intentó que la distribución de los sitios correspondiera a la mayor parte de las variaciones ambientales de la reserva, como son tipos de vegetación y altitud. Sin embargo, por razones sociales, en algunos casos no fue posible obtener la muestra directamente del sitio predefinido en gabinete. Esto implicó que fuera necesario reubicar algunos sitios, tratando de que se localizaran en condiciones similares a las inicialmente propuestas.

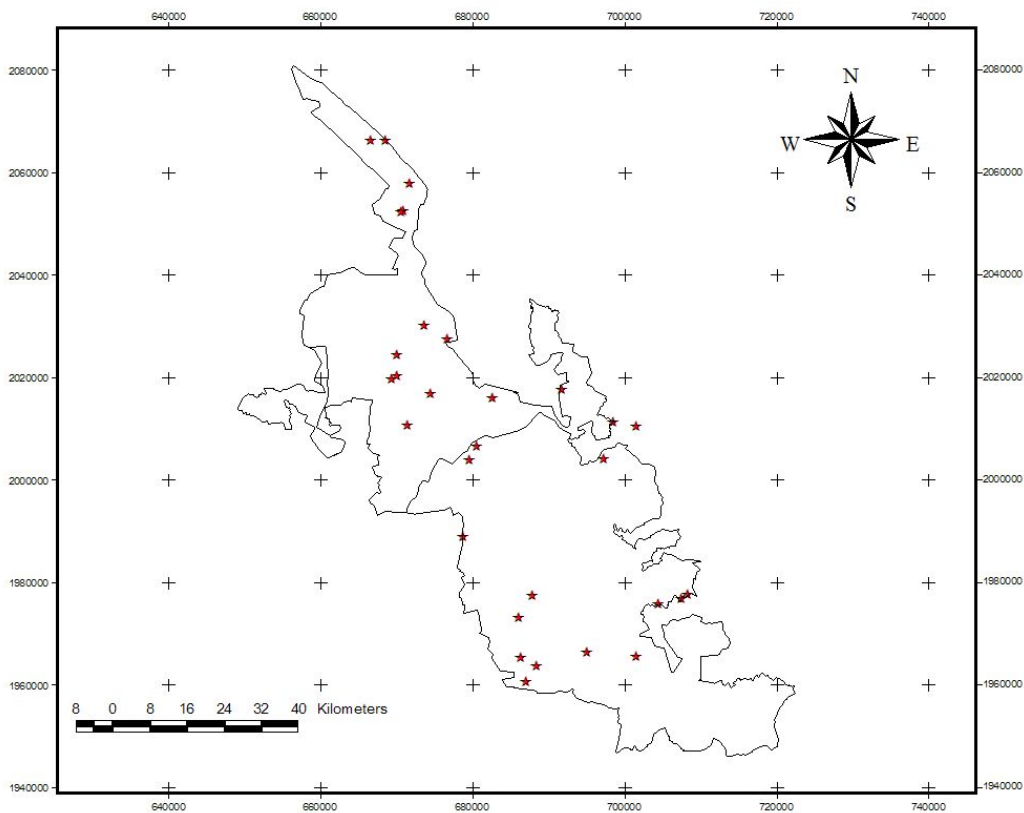


Figura 1. Distribución de los sitios de muestreo de combustibles forestales en la RBTC.

Como puede observarse la distribución fue a lo largo de la RBTC, lo cual fue posible debido a la infraestructura de caminos con que se cuenta. No obstante, la parte sur, que corresponde al estado de Oaxaca, fue la más difícil de acceder, principalmente por el tipo de vegetación y la topografía accidentada. La parte norte fue más accesible, además de que el tipo de vegetación arbustiva hizo menos complicada la toma de información.

En el Cuadro 2 se muestran las cargas de siete tipos de combustibles que fueron estimados para los sitios muestreados en la RBTC. Un rápido análisis de

esta información permite apreciar que las cargas de combustibles no son altas, ya que, por ejemplo, en otros estudios se obtienen entre 3 y 15 toneladas de hojarasca.

Cuadro 2. Cargas de combustibles forestales (toneladas por hectárea) en el RBTC.

CLAVE	X	Y	1-HR	10-HRS	100-HR	FIRME	PODRIDO	HOJA	FERMEN
oax_080606_16rb	687852	1955323	0.13	0.76	0.35	0.00	0.00	0.39	2.18
oax_080606_22rb	690106	1958754	0.13	0.87	0.98	0.00	0.00	0.90	4.14
oax_090606_06rb	686671	1960521	0.13	0.93	2.18	0.00	0.00	1.29	3.09
oax_100606_25rb	689293	1973865	0.25	1.66	0.64	0.00	0.00	3.77	5.90
oax_100606_26rb	686219	1969217	0.07	0.48	0.31	0.00	0.00	2.75	6.74
oax_120606_24rb	674347	1986496	0.12	0.98	0.00	0.00	0.00	2.46	4.24
oax_140606_29rb	700829	1961808	0.26	2.33	1.67	0.00	3.14	2.35	1.54
oax_140606_30rb	711443	1960737	0.22	4.59	0.95	0.00	0.00	0.72	0.02
oax_150606_01rb	721203	1973196	0.14	1.94	3.39	1.67	0.00	4.88	4.40
oax_150606_02rb	722630	1974119	0.30	4.06	1.03	0.00	0.00	3.33	20.35
oax_150606_03rb	716212	1972000	0.11	0.64	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00
oax_160606_04rb	711496	2010154	0.24	2.23	2.34	0.00	0.52	1.85	9.36
oax_160606_05rb	706670	2011022	0.17	2.46	1.53	0.00	0.00	4.94	0.69
oax_170606_17rb	704558	2003339	0.14	0.73	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
pue_070605_23rb	661512	2056440	0.23	1.74	0.00	0.00	0.00	0.49	4.65
pue_070606_19rb	660998	2056208	0.14	0.15	0.00	0.08	0.00	0.33	1.21
pue_080606_18rb	660092	2025680	0.10	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pue_080606_20rb	660142	2021137	0.15	0.44	0.00	23.26	0.00	0.00	0.00
pue_080606_21rb	659023	2020436	0.24	0.48	0.00	0.00	0.00	1.38	0.06
pue_090606_07rb	662834	2062268	0.20	0.61	0.00	0.00	0.00	0.63	3.46
pue_090606_08rb	657638	2071706	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.89	0.75
pue_090606_11rb	654378	2071673	0.04	0.10	0.00	0.00	0.00	3.62	0.08
pue_100606_09rb	662401	2010536	0.38	1.25	0.33	0.00	0.00	0.56	2.19
pue_100606_10rb	667240	2017120	0.25	0.46	0.69	149.03	0.00	0.01	0.00
pue_100606_12rb	665890	2032001	0.03	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pue_120606_14rb	675697	2002932	0.25	1.07	0.63	0.00	0.00	0.53	0.07
pue_130606_13rb	680721	2016306	0.09	0.19	0.00	0.00	0.00	0.24	0.24
pue_130606_27rb	677281	2005929	0.17	0.82	1.70	0.00	0.00	0.63	0.02
pue_130606_28rb	671026	2028889	0.19	0.20	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00
pue_170606_15rb	695461	2018224	0.28	1.85	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00

HOJA: Hojarasca o acículas

FERMEN: Material en pudrición o materia orgánica

X y Y: Coordenadas UTM (Datum WGS84)

Otro caso es el de combustibles mayores a 7.5 de diámetro, cuyos resultados implican que estos son poco abundantes, principalmente en lo que se refiere a los troncos podridos. Esto puede explicarse porque en el área de estudio se practica la colecta de leña en forma intensiva. Además debe considerarse la ocurrencia de incendios anteriores. Los estadísticos que resumen las características de los combustibles de la RBTC se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Estadísticos de los valores estimados sobre combustibles forestales en la RBTC.

ESTADISTICO	1-HR	10-HRS	100-HR	FIRME	PODRIDO	HOJA	FERMEN
media	0.172	1.148	0.624	5.801	0.122	1.360	2.513
varianza	0.007	1.254	0.779	749.797	0.334	2.161	17.403
minimo	0.01	0.04	0	0	0	0	0
maximo	0.38	4.59	3.39	149.03	3.14	4.94	20.35

1.2 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

En la Figura 2 se observa la localización de cada uno de los sitios de muestreo de combustibles que se trabajaron en la RBSM.

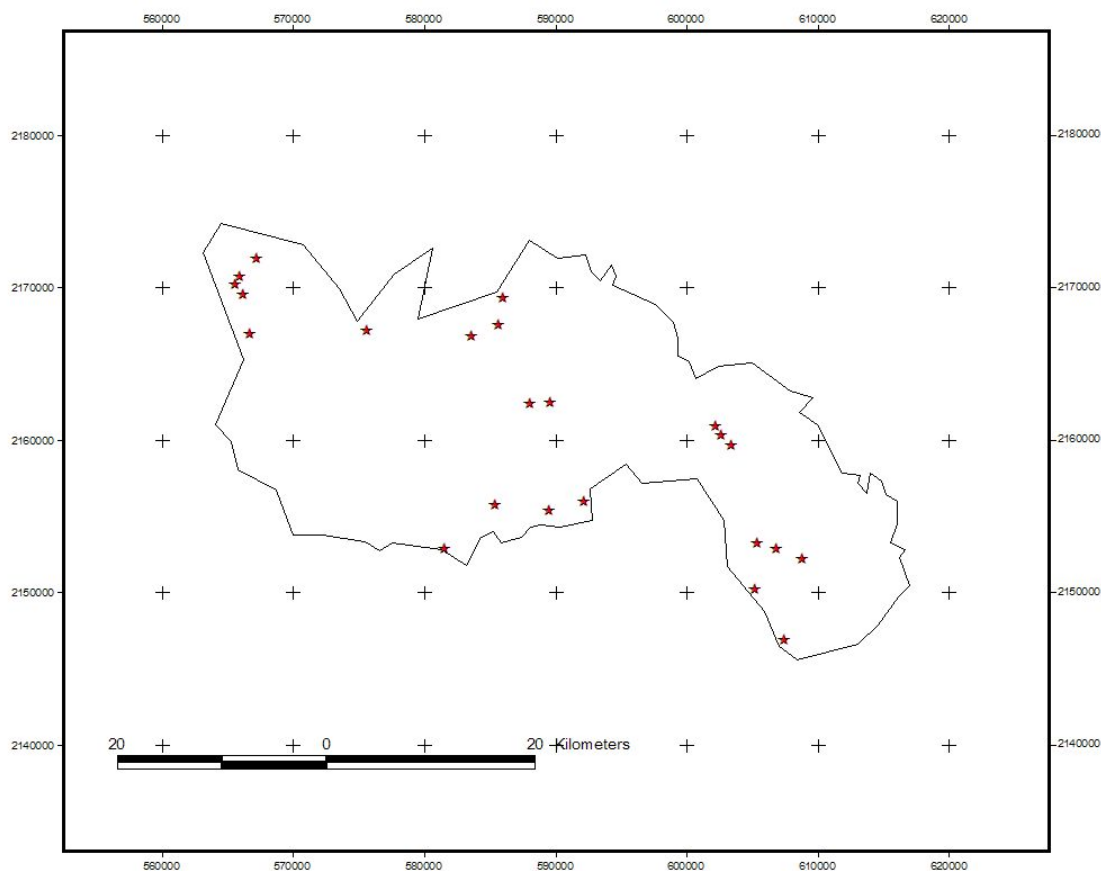


Figura 2. Distribución de los sitios de muestreo de combustibles forestales en la RBSM.

Al igual que en el caso de la RBTC, se trató de cubrir la mayor variación espacial de las condiciones que prevalecen en la RBSM. En este caso no hubo problemas de accesibilidad, aunque las condiciones de lluvia propiciaron que algunos sitios tomaran más tiempo de lo programado. No obstante, se cumplió con todos los sitios en la ubicación inicialmente determinada. Esto fue importante ya

que cada uno de los sitios corresponden a una condición específica, que resulta de la combinación de un tipo de vegetación y cierto rango de altitud). Además debe considerarse que desde gabinete se traza una ruta crítica, de tal forma que se agilice la toma de información de campo. Por lo que cualquier desplazamiento de algún sitio podría implicar la inversión de mayor tiempo, con el aumento de costo correspondiente.

En la RBSM se presenta una mayor abundancia de las cargas de combustibles, lo cual se explica por la ocurrencia de condiciones más templadas (Cuadro 4). Las cuales definen una la presencia de tipos de vegetación más abundantes en biomasa. Se destacan los valores estimados de hojarasca que van de 0 a casi 13 tn/ha.

Cuadro 4. Cargas de combustibles forestales (toneladas por hectárea) en el RBSM.

CLAVE	X	Y	1-HR	10-HR	100-HR	FIRME	PODRIDO	HOJA	FERMEN
man_041106_13rb	560773	2170192	0.04	0.35	1.34	0.00	0.00	1.51	0.07
man_061106_14rb	592754	2154129	0.20	1.52	0.79	0.00	1.92	6.09	9.88
man_030806_15rb	584947	2173697	0.09	0.73	0.32	0.00	0.00	1.17	5.00
man_030806_16rb	584569	2171122	0.16	2.73	0.63	4.59	0.00	3.42	8.80
man_051106_17rb	579365	2149694	0.14	0.72	0.95	39.35	0.00	1.58	0.61
man_071106_18rb	606874	2159526	0.17	1.60	4.61	8.21	2.02	1.30	2.86
man_081106_19rb	609137	2145798	0.15	1.09	1.33	0.00	0.00	0.33	1.07
man_060806_20rb	559315	2174986	0.06	1.10	0.00	0.00	5.23	0.67	4.06
man_051106_21rb	584239	2153863	0.14	0.96	0.63	0.00	0.00	1.89	0.99
man_061106_22rb	589420	2153261	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	2.68	1.47
man_061106_23rb	613652	2148666	0.29	1.82	4.92	0.87	0.89	3.18	5.22
man_121106_01rb	589540	2163689	0.16	1.80	5.09	472.77	19.06	12.90	7.62
man_121106_02rb	605856	2160516	0.24	1.71	0.32	0.00	0.00	0.36	3.14
man_010806_03rb	581914	2170025	0.07	0.84	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
man_050806_04rb	571948	2170492	0.22	2.09	1.26	0.00	0.00	1.46	5.49
man_101106_05rb	609361	2150204	0.33	1.04	4.19	0.45	20.96	3.25	10.03
man_040806_06rb	561421	2177434	0.12	1.27	0.35	0.00	0.00	3.98	0.67
man_101106_07rb	611108	2149658	0.20	1.68	4.25	0.00	0.76	2.63	2.33
man_111106_08rb	605353	2161432	0.10	0.96	0.34	0.00	0.00	2.07	2.37
man_131106_09rb	587609	2163532	0.36	3.97	4.73	1183.37	39.61	7.99	8.31
man_040806_10rb	559729	2175676	0.03	0.30	0.95	0.00	0.00	4.24	0.24
man_040806_11rb	560087	2173983	0.05	0.29	0.64	0.00	0.00	1.31	1.54
man_091106_12rb	611880	2140942	0.15	0.46	0.24	0.71	0.30	1.81	1.00

HOJA: Hojarasca o acículas

FERMEN: Material en pudrición o materia orgánica

X y Y: Coordenadas UTM (Datum WGS84)

Aunque en general los valores estimados no implicaron altas varianzas, es importante remarcar el caso de los combustibles FIRMES (> 7.5), los cuales alcanzaron una varianza muy alta, lo cual es el resultado de la poca presencia de este tipo de combustibles (Cuadro 5). Así como por el hecho de que un sitio represento más de 1000 tn/ha, producto de, tal vez, restos de aprovechamientos forestales previos. Por otra parte, la hojarasca presenta en promedio valores similares a los obtenidos en otros trabajos realizados en el estado de Jalisco. Se

destaca también la abundante presencia de la capa de materia orgánica y materia en desintegración (FERMENTACION). Finalmente, la ocurrencia de ramas y ramillas menores a 7.5 cm no fue abundante, estimándose valores mas bien bajos.

Cuadro 5. Estadísticos de los valores estimados sobre combustibles forestales en la RBSM.

ESTADISTICO	1-HR	10-HRS	100-HR	FIRME	PODRIDO	HOJA	FERMEN
media	0.164	1.288	1.661	74.362	3.946	2.862	3.599
varianza	0.009	0.734	3.422	68106	93.185	8.308	10.973
mínimo	0.03	0.29	0	0	0	0	0
máximo	0.36	3.97	5.09	1183.37	39.61	12.9	10.03

2. DEFINICION DE LAS VARIABLES AUXILIARES PRIORITARIAS

Uno de los principales propósitos de este trabajo fue el de definir mapas de distribución de combustibles. Para esto existen varias técnicas, en este caso se uso la denominada “árboles de regresión”, con base a la cual se asocia una serie de variables conocidas con la variable de interés. En el primer caso se requiere que se tengan mapas de cada una de las variables conocidas (independientes), con base a las cuales se genera el mapa de la variable de interés (dependiente). En total se analizaron 46 variables para cada una de las Reservas de la Biosfera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Variables con distribución espacial analizadas para estimar cargas de combustibles forestales en la RBTC y la RBSM.

VARIABLE	CLAVE	DESCRIPCION
Climas	CLIMA1MC.PAT	Climas, escala 1:1000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Topografía de México, equidistancia entre curvas 200m	CNI250KC.AAT	Curvas de nivel, escala 1:250 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Cuencas hidrológicas	CUENC4MC.PAT	Cuencas, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Edafología 1:250000 y 1:1000000	EDA251MC.PAT	Edafología, escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Mapa de suelos dominantes de la República Mexicana	EDAFO4MC.PAT	Edafología, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Escurrimiento medio anual	ESMEA4MC.PAT	Escurrimiento medio anual, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Estaciones climatológicas (ERIC).	ESTCLIMC.PAT	Estaciones climatológicas. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Evapotranspiración real	EVAPR4MC.PAT	Evapotranspiración real, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Hipsometría de la R. B Calakmul, Campeche	HIPG. PAT	Hipsometría. En Coordenas Geográficas.
Hipsometría y Batimetría	HIPSB4MC.PAT	Hipsometría y Batimetría, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Hipsometría	HIPSO4MC.PAT	Hipsometría, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Rangos de humedad según climas de México	HUMED4MC.PAT	Humedad, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Insolación anual	INSOLA8MC.PAT	Insolación anual, escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.

Insolación anual (isolíneas)	INSOLAV8MC.AAT	Insolación anual (vectores), escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Enero: mes de mínima insolación	INSOLMI8MC.PAT	Insolación mínima, escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Enero: mes de mínima insolación (isolíneas)	INSOLMIV8MC.AAT	Insolación mínima (vectores), escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Mayo: mes de máxima insolación	INSOLMX8MC.PAT	Insolación máxima, escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Mayo: mes de máxima insolación (isolíneas)	INSOLMXV8MC.AAT	Insolación máxima (vectores), escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Isotermas Medias Anuales	ISOTM1MC.PAT	Isotermas Medias Anuales, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Precipitación Total Anual	ISOYT1MC.PAT	Isoyetas Totales, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Divisiones florísticas	PFITO8MC.PAT	Provincias fitogeográficas, escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Moda de Precipitación Anual	PPAMODA8MC.PAT	Polígonos de precipitación modal anual, escala 1:8 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Precipitación media anual	PRECI4MC.PAT	Precipitación, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Provincias biogeográficas de México	RBIOG4MC.PAT	Provincias biogeográficas, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Relieve como atractivo natural	REATN4MC. PAT	Relieve como atractivo natural, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Regímenes de humedad del suelo	REHSU4MC.PAT	Regímenes de humedad del suelo, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Clasificación de Regiones Naturales de México	RENAT4MC.PAT	Clasificación de Regiones Naturales de México, escala 1: 4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Provincias fisiográficas.	RFISIO4MC.PAT	Provincias fisiográficas, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Regiones Hidrológicas	RH1MC.PAT	Regiones Hidrológicas, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Regiones Hidrológicas Administrativas	RHADM1MC.PAT	Regiones Hidrológicas Administrativas, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica

			Conforme de Lambert.
Regiones Prioritarias	Hidrológicas	RHPRI4MC.PAT	Regiones Hidrológicas Prioritarias, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Regiones Prioritarias	Hidrológicas	RHPRI4MC.PAT	Regiones Hidrológicas Prioritarias, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Riqueza faunística de Chiapas		RIQUEZAUTM.PAT	Riqueza. En proyección UTM 15.
Regiones y Provincias Mastogeográficas		RMAST4MC.PAT	Regiones Mastogeográficas, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Provincias bióticas (rasgos morfotectónicos)		RMORF4MC.PAT	rasgos morfotectónicos, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Provincias bióticas (rasgos morfotectónicos)		RMORF4MC.PAT	rasgos morfotectónicos, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Regiones Prioritarias	Terrestres	RPT1MC.PAT	Regiones Terrestres Prioritarias, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Subcuencas CONABIO	Hidrológicas,	SUBCU1MC.PAT	Subcuencas, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Temperatura media anual		TEMPM4MC.PAT	Temperatura media, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Temperaturas absoluta	máxima	TMAXA1MC.PAT	Temperaturas máxima absoluta, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Temperaturas promedio	máxima	TMAXP1MC.PAT	Temperaturas máxima promedio, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Temperaturas absoluta	mínima	TMINA1MC.PAT	Temperaturas mínima absoluta, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Temperaturas promedio	mínima	TMINP1MC.PAT	Temperaturas mínima promedio, escala 1:1 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.
Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO		USV731MC.PAT	Contiene las 27 categorías de uso del suelo y vegetación propuestas por la CONABIO para los polígonos seleccionados (mayores a 25 hectáreas).
Carta Estructural de la Vegetación de México	Fisonómica-	VPOTBT4MC.PAT	Vegetación potencial Balduzzi y Tomaselli, escala 1:4 000 000. En proyección Cónica Conforme de Lambert.

A continuación se presenta mapas temáticos que representan algunos ejemplos de las variables analizadas.

2.1 Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán

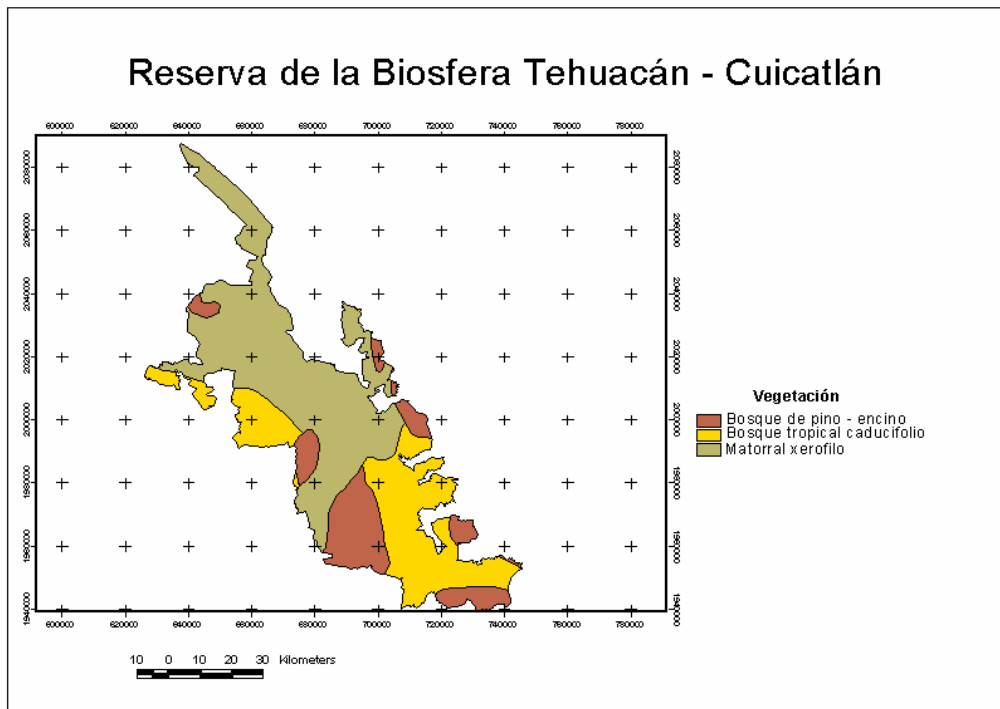


Figura 3. La vegetación mas abundante en la reserva es el matorral xerófilo, que cubre desde el centro hasta el norte de la reserva, debido a las condiciones de clima seco; en segundo término se tiene al bosque tropical caducifolio, también característico de climas secos ubicado al sureste de la reserva y en menor proporción se encuentra en bosque de pino-encino, característicos en climas mas húmedos, ubicado al suroeste de la reserva y unas pequeñas proporciones en el sur y norte de la misma.

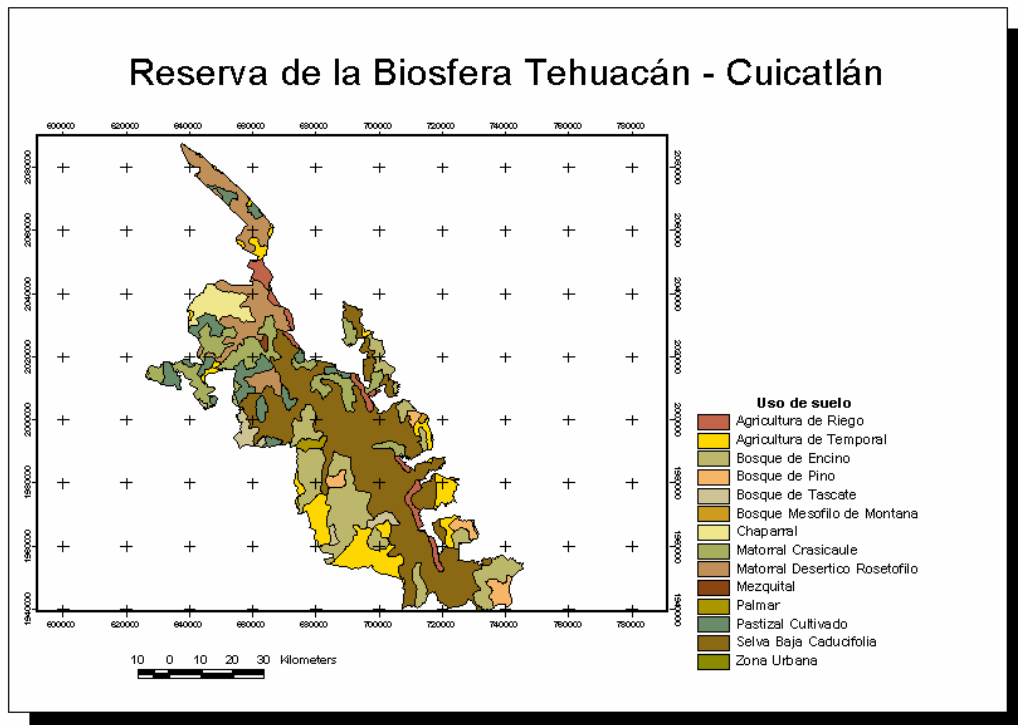


Figura 4. En la mayor parte de la reserva se encuentra la selva baja caducifolia, en segundo termino se tiene al bosque de pino-encino (que tiene su mayor abundancia al suroeste de la reserva). En tercer lugar esta la, ubicándose en las zonas menos escarpadas al suroeste y en menor proporción encontramos al pastizal cultivado, palmar, mezquital, matorral desértico, chaparral, bosque mesófilo de montaña etc.

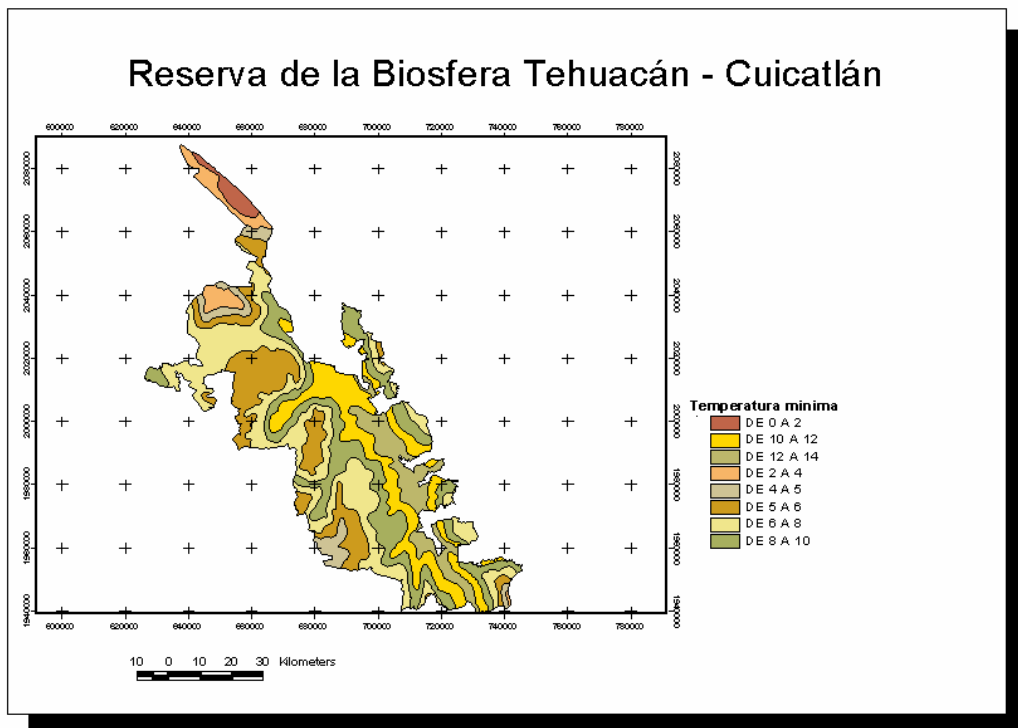


Figura 5. La temperatura mínima que se presentó fue de 2 a 4 grados centígrados en la parte más al norte de la reserva, seguida por otra menos baja de 4 a 5 grados, pero que también se presentó en la parte norte de la reserva; las temperaturas bajas más comunes oscilan entre los 6 y 10 grados, distribuidas en toda la reserva particularmente en las partes más altas de la misma.

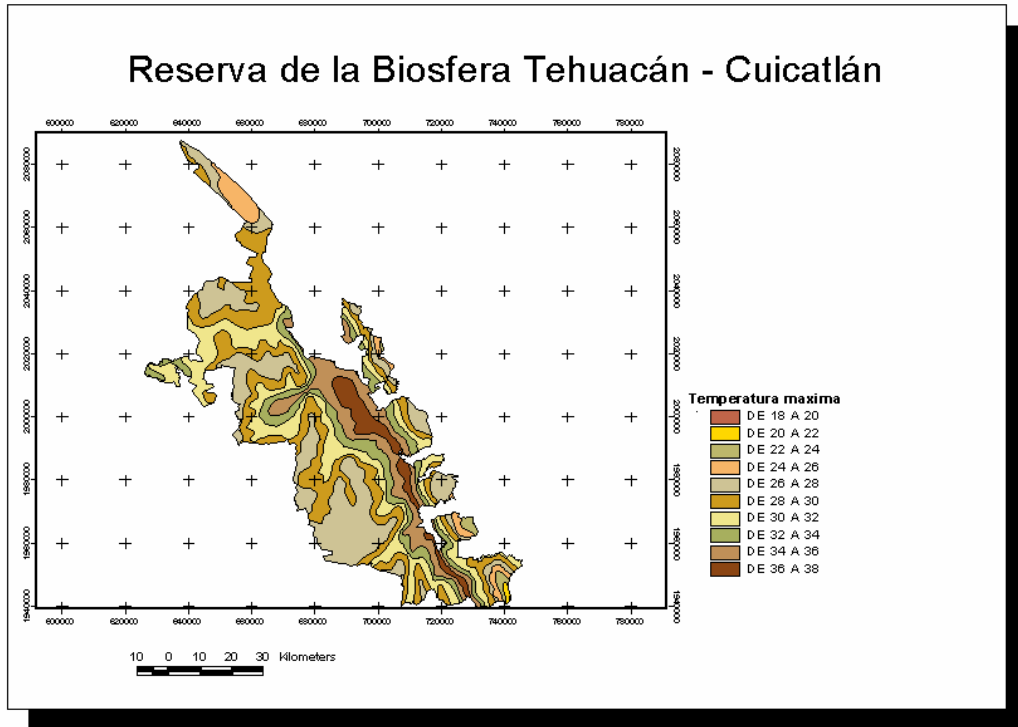


Figura 6. Las temperaturas mas altas que se presentaron fueron el la parte centro un poco cargado al este, mas o menos a una altitud de 1000 metros sobre el nivel del mar esta temperatura fue de 36 a 38 grados centígrados, la segunda temperatura mas alta que se presento fue de 34 a 36 grados en la misma zona que la anterior; las demás temperaturas oscilan de 20 a 30 grados que se han presentado en toda la reserva.

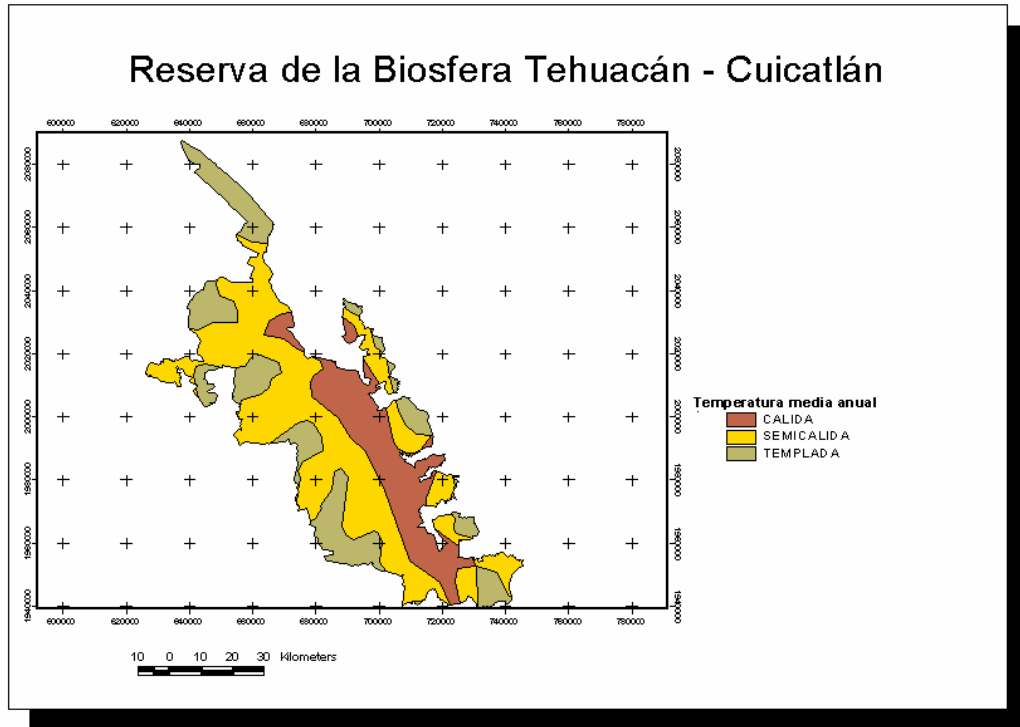


Figura 7. La temperatura media anual mas representativa de la reserva es la semicalida, ya que es la que mas se presenta en el área y casi en igual proporción son la temperatura cálida y la templada, todas distribuidas de norte a sur de la reserva.

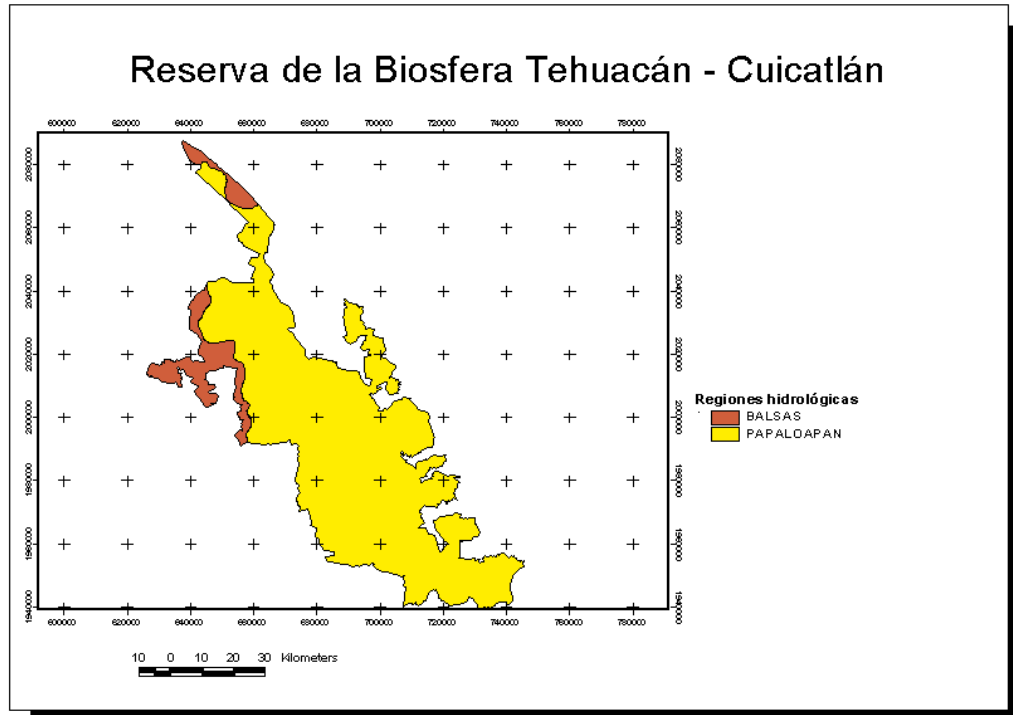


Figura 8. La región hidrológica más representativa de la RBTC es la de Papaloapan que prácticamente abarca el 95 % de la reserva, el 5 % restante es parte de la región hidrológica del Balsas; cada región con sus características propias de cantidad de agua de lluvia sus distintos rasgos hidrológicos que las caracterizan y hacen distintas.

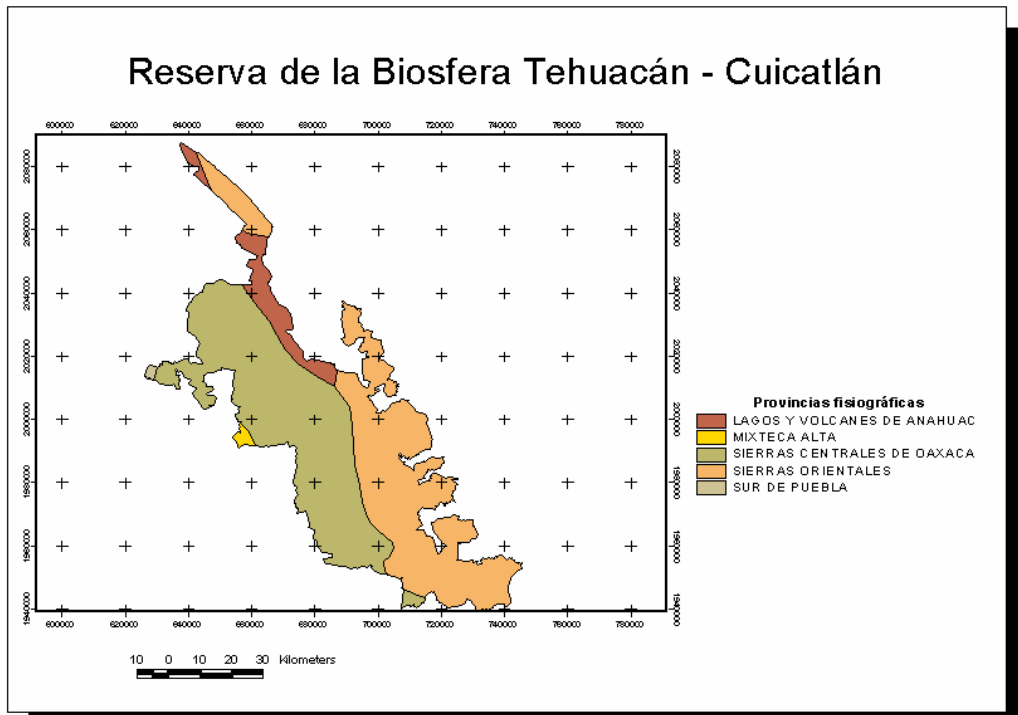


Figura 9. La fisiográfica de la reserva esta compuesta principalmente por las sierras centrales de Oaxaca, ya que cubren el 55 % de toda el área

el 43 % lo constituyen las sierras orientales el 2 % restante corresponde a los lagos y volcanes de Anahuac y la Mixteca alta.

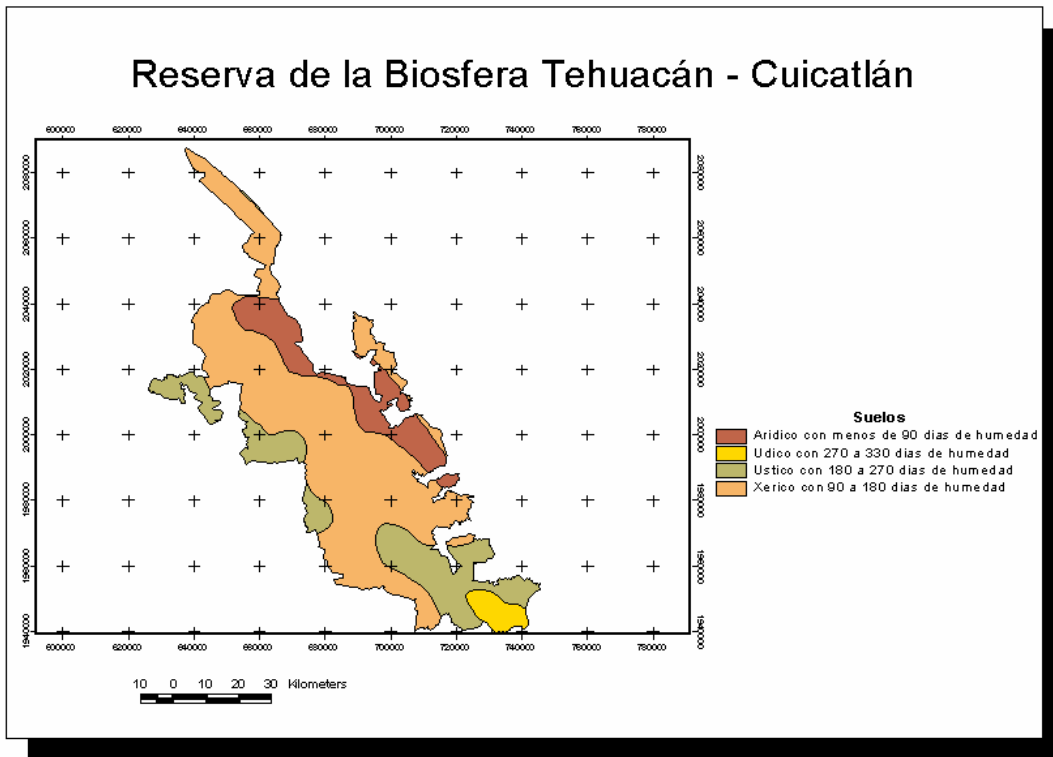


Figura 10. Distribución de suelos en la RBT, donde abunda el suelo de tipo xérico.

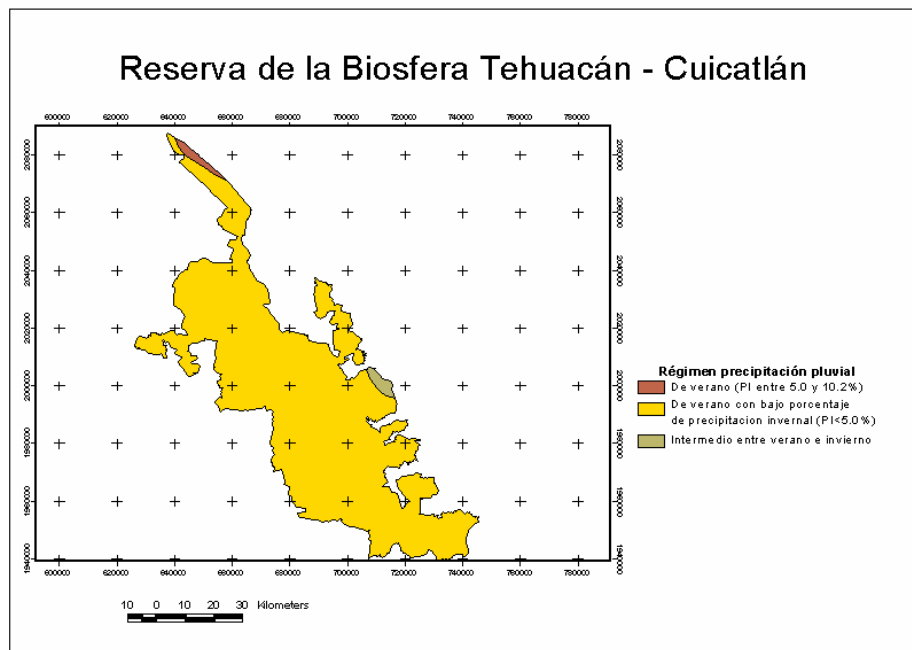


Figura 11. Las lluvias en la reserva son en verano (Julio – Septiembre), prácticamente todas, con algunas lluvias intermedias entre el verano y el invierno.

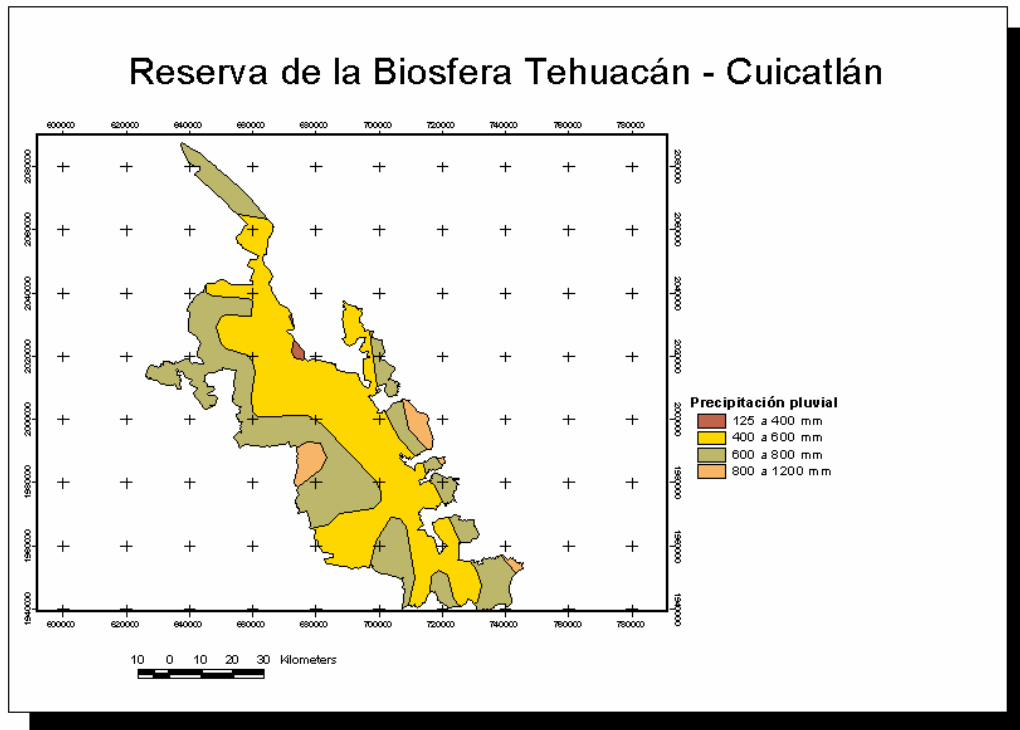


Figura 12. La precipitación promedio en toda el área es relativamente baja (500-800mm. Al año) por lo cual la vegetación es típica de lugares secos, aunque en la zona noreste presenta una precipitación muy baja.

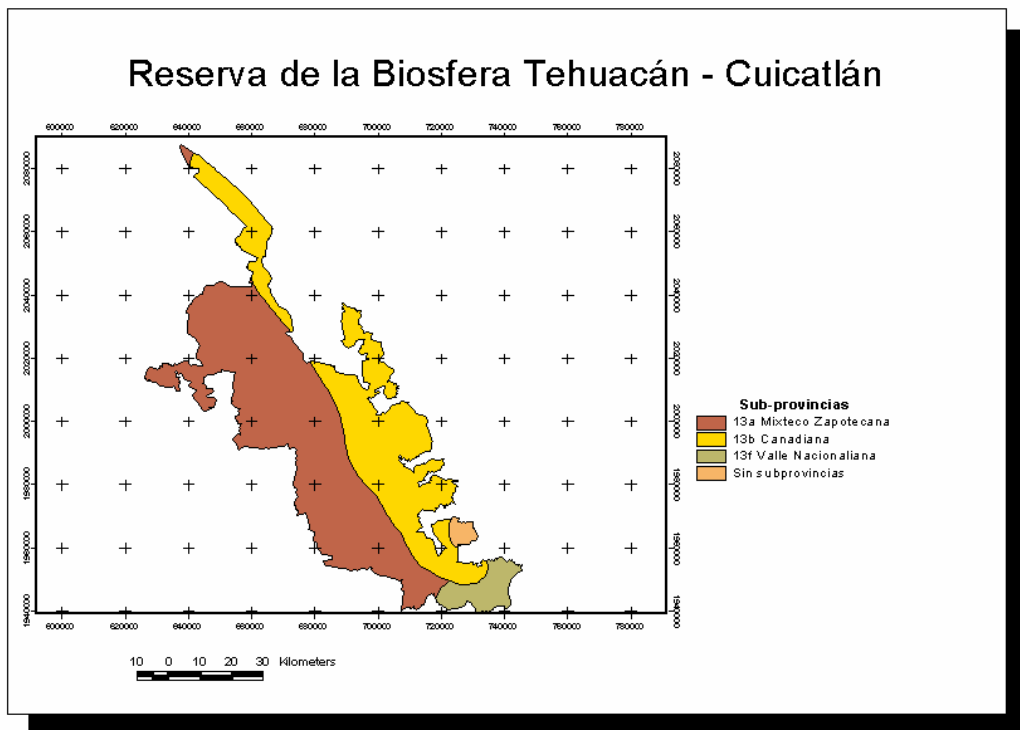


Figura 13. Se denomina provincias en donde las características de altitud, relieve y orografía en general son más o menos parecidas, por consiguiente existen gran variedad de provincias. En la reserva de Tehuacan – Cuicatlan, un poco mas de la mitad pertenece a la sup-provincia de Mixteco Zapotecana, en menor cantidad a la canadiana y en muy pequeña cantidad a la provincia Nacionaliana ubicada al sur de la reserva.

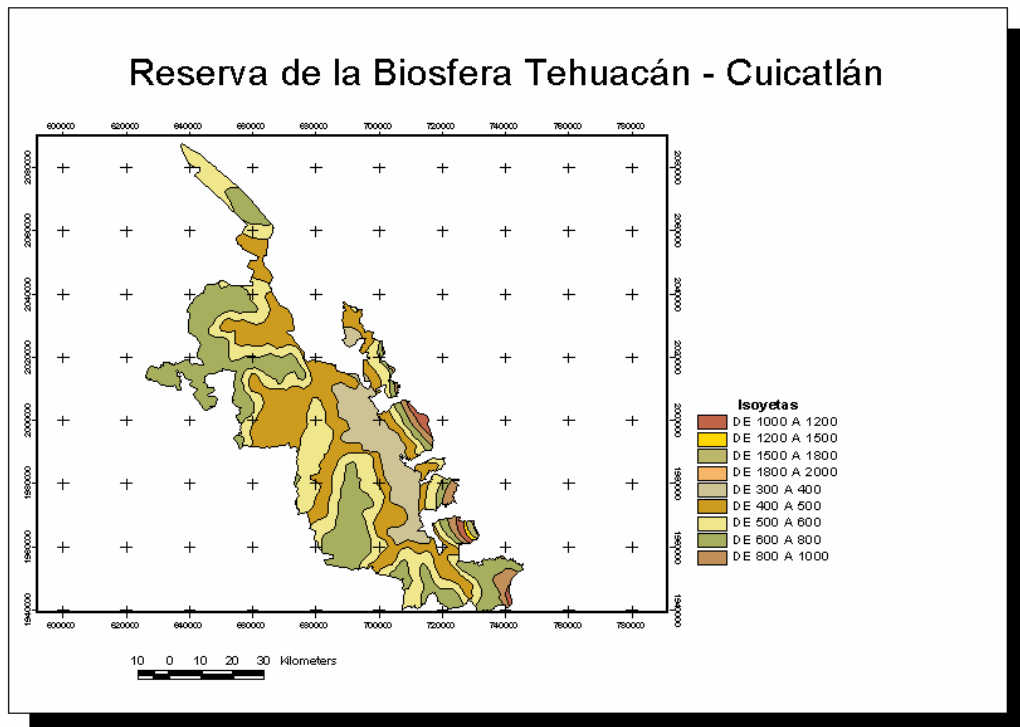


Figura 14. Las isoyetas son franjas donde cae una misma cantidad de lluvia, medida a una hora específica del día generalmente a las ocho de la mañana, la cantidad de lluvia que más comúnmente cae es de 600 a 800 mm, mientras que la menos comunes de 1000 a 1200, con estos datos podemos concluir que en términos generales llueve poco en la reserva.

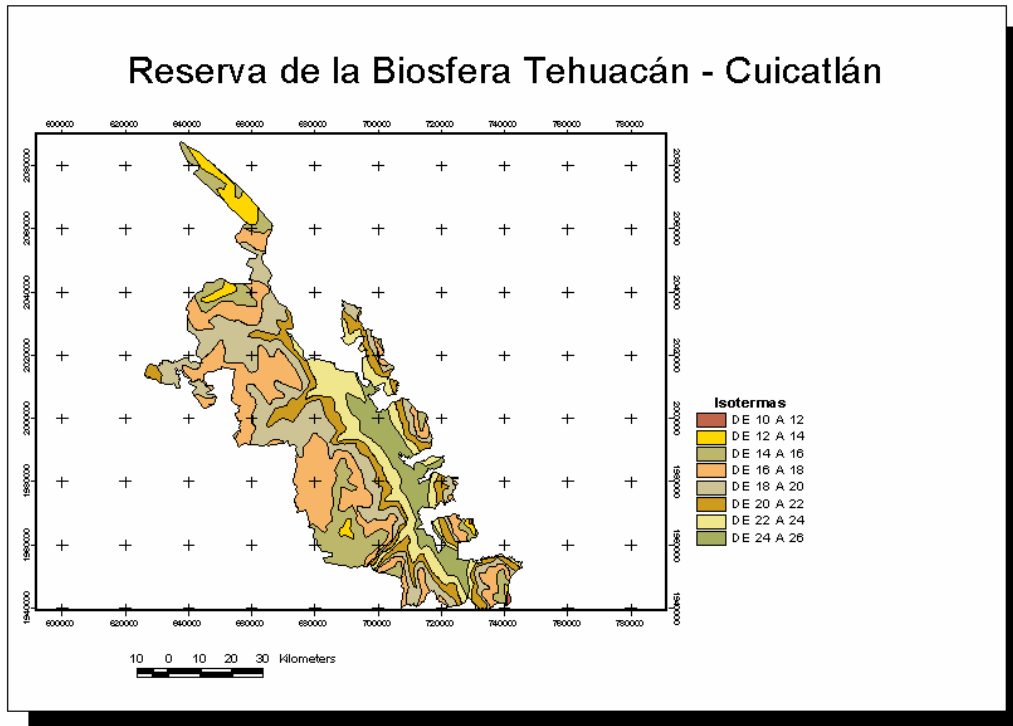


Figura 15. Las isothermas son temperaturas iguales que se manifestaron en un periodo de tiempo predeterminado puede ser por día, por mes o por año. En la reserva la abundancia en la variación de temperaturas y estas varían de 10 a 12 grados, hasta de 24 a 26, todas ampliamente distribuidas en la reserva.

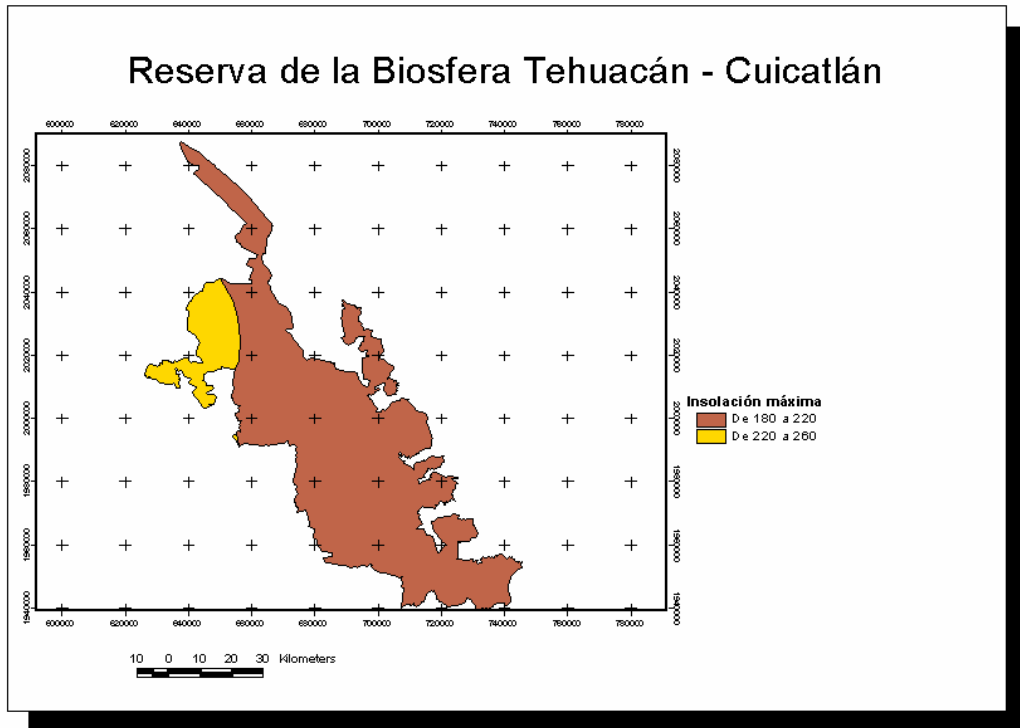


Figura 16. La insolación es la cantidad de calor recibida o captada por una superficie, esto está íntimamente ligado a la latitud que determina la incidencia de los rayos del sol en la tierra. En la reserva la insolación máxima que se ha presentado es de 220 a 260, esto se dio en la parte norte de la misma, y la insolación más frecuente que se ha tenido en los últimos tiempos y en la mayor parte de la reserva es de 180 a 220.

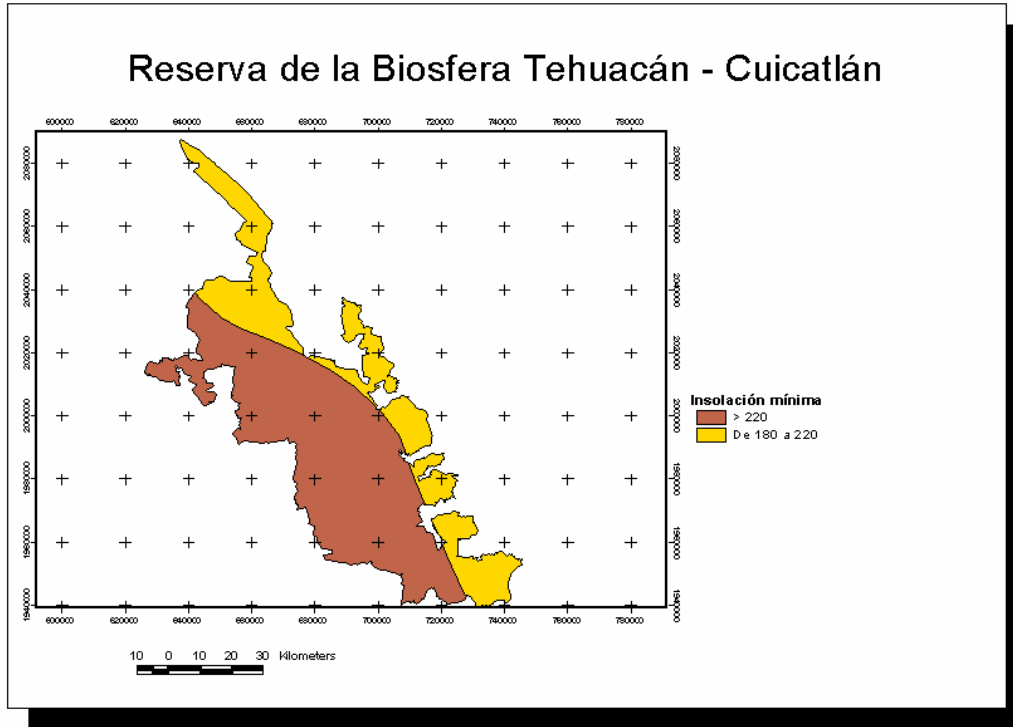


Figura 17. La insolación mínima en la mayor parte de la reserva es superior a 220, y en menor superficie de la reserva se encuentra entre los 180 y 220 ubicada en la orilla cargada al este de la reserva.

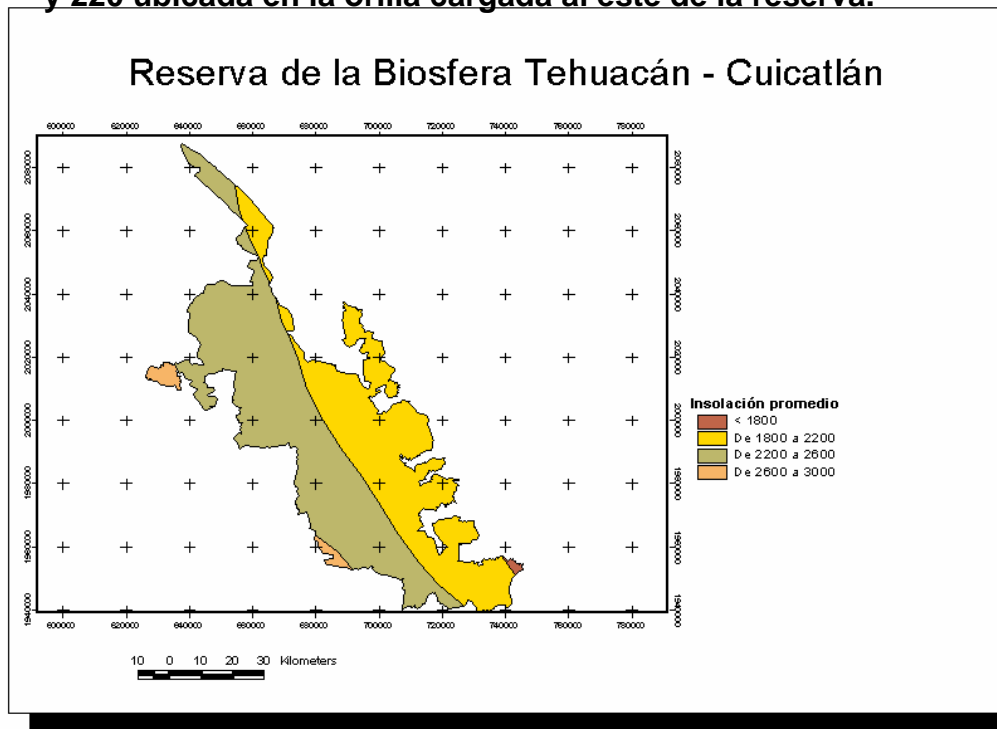


Figura 18. La insolación promedio o que con mayor frecuencia se presenta en el área de la reserva es de 2200 a 2600, literalmente en la mitad cargada al oeste de la reserva, la otra mitad corresponde el

parámetro de 1800 a 2200, esto cargado al este de la reserva, las demás se presentan en muy pequeñas zonas de área que no vale la pena mencionarlas.

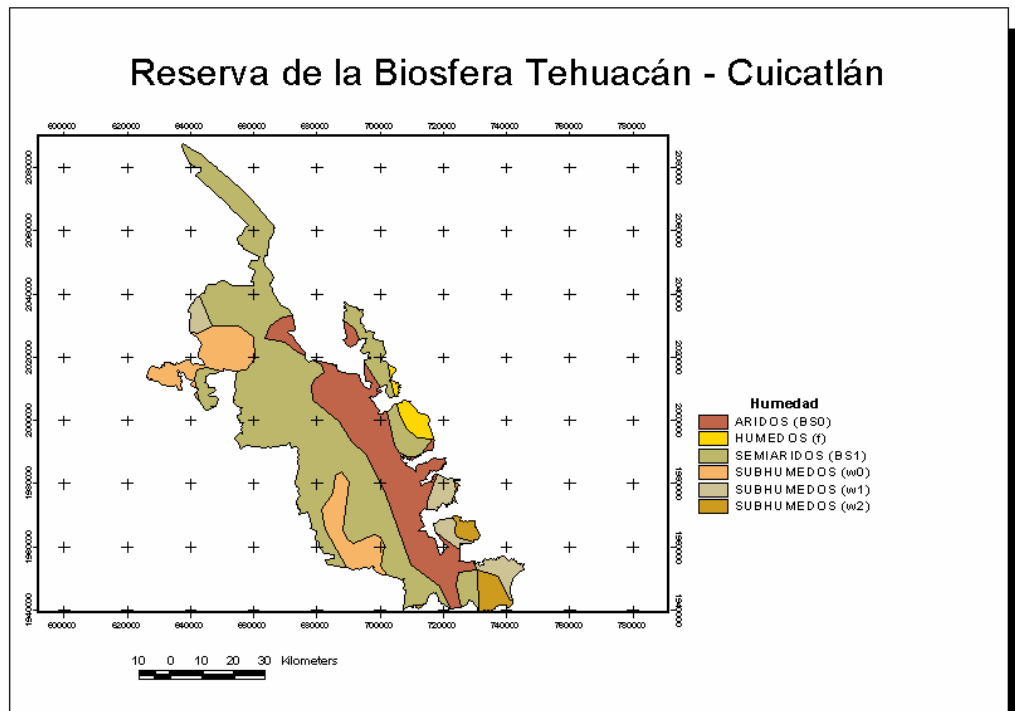


Figura 19. La mayor parte de la reserva presenta un clima seco – semiárido, en segundo término un clima árido con estación seca en verano, en mucho menor proporción los climas húmedos o con una buena cantidad de lluvias; por lo tanto en general el clima en la reserva es semiárido.

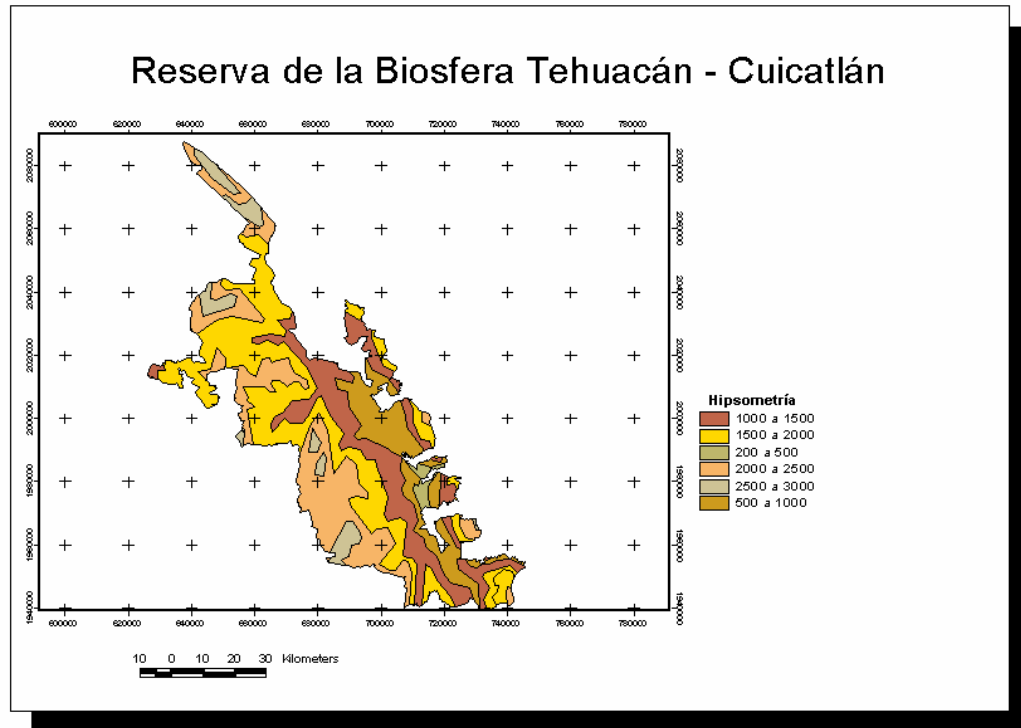


Figura 20. La altitud mayor en la reserva es de 2500 a 3000, pero solo en dos pequeñas porciones al suroeste y la más dominante en la reserva es de 1000 a 1500 metros sobre el nivel del mar, seguido de el rango de 1500 a 2000 metros sobre el nivel del mar, en tercer termino el rango de 2000 a 2500.

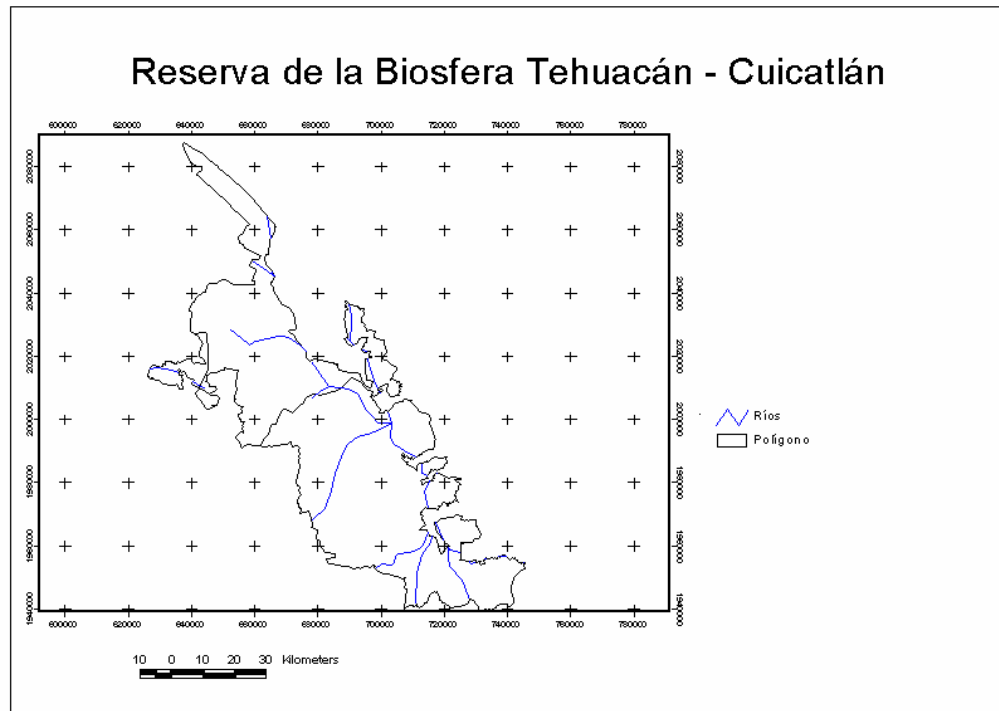


Figura 21. En la reserva se encuentran varios ríos ampliamente distribuidos por toda el área, lo cual nos indica que tiene un buen drenaje, es decir buen flujo de corrientes. La reserva esta compuesta por dos grandes polígonos, el de la parte norte pertenece al estado de Puebla y la parte sur pertenece al estado de Oaxaca .

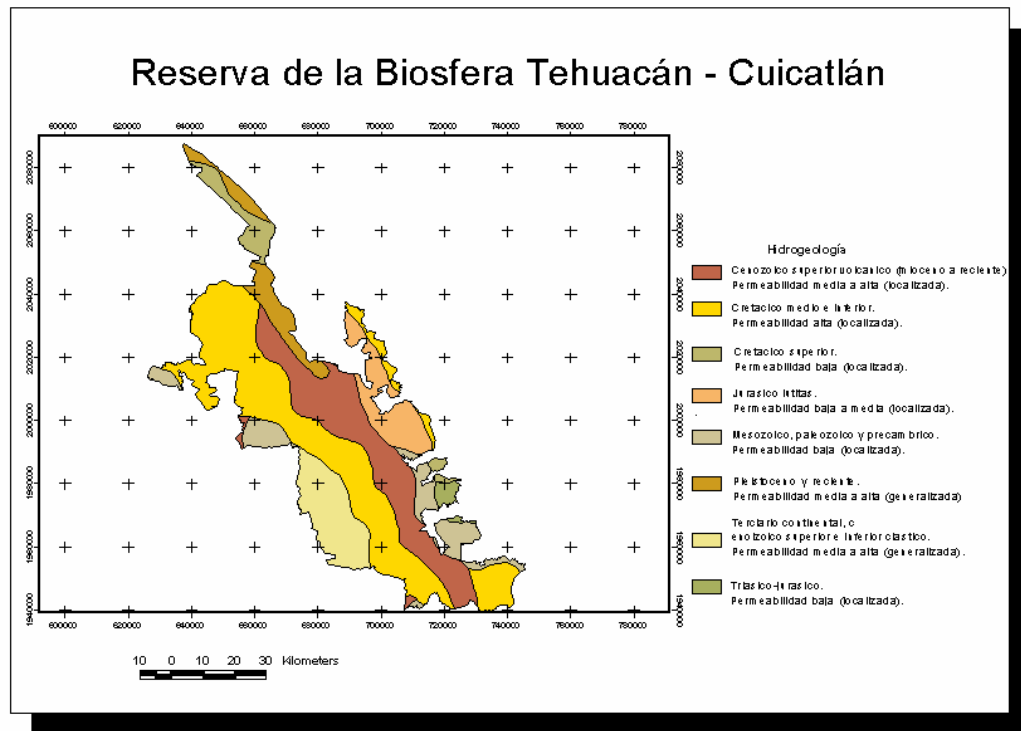


Figura 22. La mayor parte de la reserva pertenece al cretácico medio con una alta capacidad de infiltración, en segundo termino pertenece al cenozoico superior con una capacidad de infiltración de media a alta, el tercer lugar le corresponde al terciario con una capacidad de infiltración alta generalizada, ubicada al suroeste.

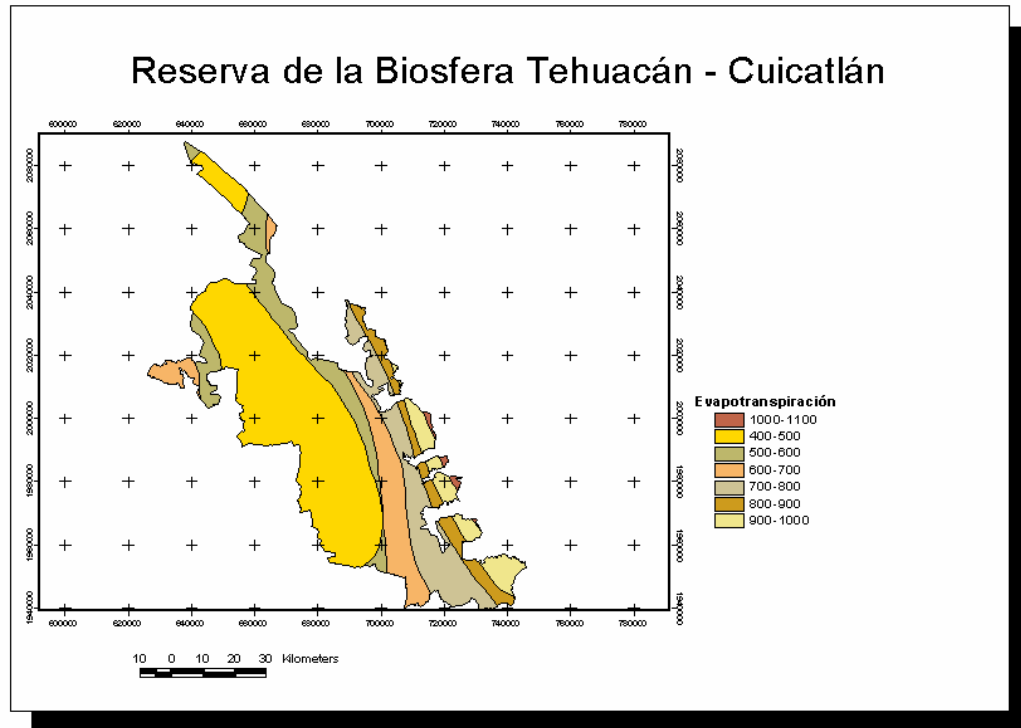


Figura 23. La evaporación mas severa se presenta en una pequeña franja en la zona centro de la reserva con una evaporación de 500 – 600 mm. Anual; en segundo termino se encuentra la zona oeste con una evaporación de 400 - 500 mm. Se concluye que en la reserva se da una muy alta evaporación, lo cual contribuye a las condiciones de sequía que se presentan.

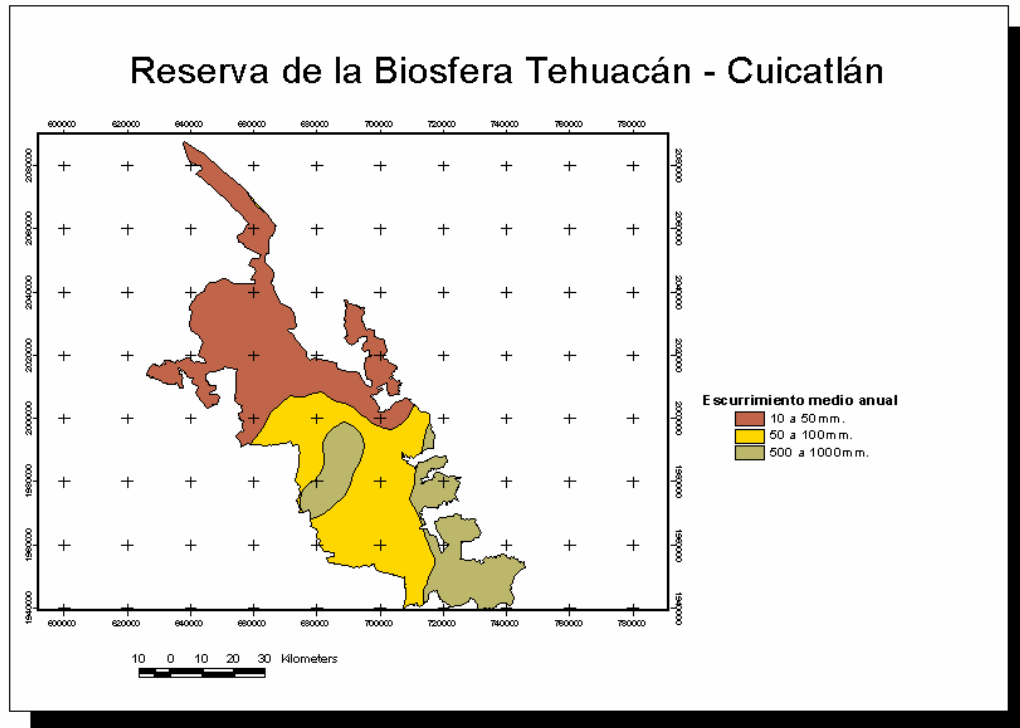


Figura 24. Los escurrimientos en la reserva en general son bajos debido a que también las lluvias son muy escasas. Los escurrimientos más altos se presentan en la parte sur y centro de la reserva con un escurrimiento de 500 a 1000 mm. Por año; los escurrimientos más abundantes son: de 10 a 50 mm. En la parte norte y de 50 a 100 en la parte suroeste.

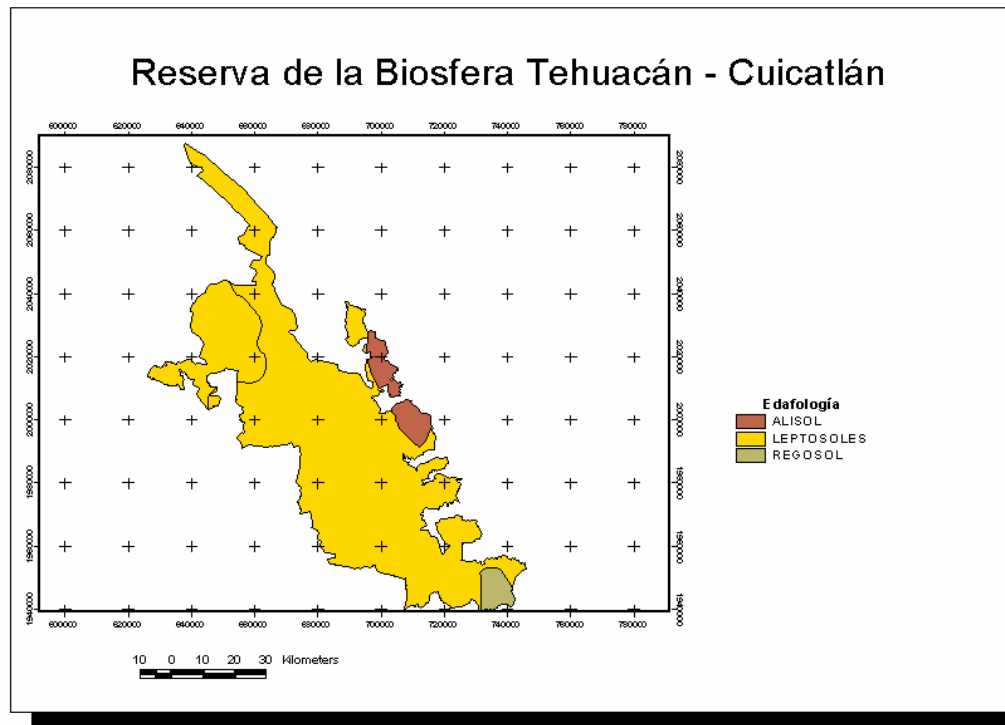


Figura 25. La reserva casi toda presenta un tipo de suelo delgado cerca de la roca madre característico de terrenos erosionados (leptosol), en una pequeña cantidad al noreste de la reserva existe un suelo rico en aluminio y al sur una pequeña porción de regosol, suelo característico de zonas montañosas.

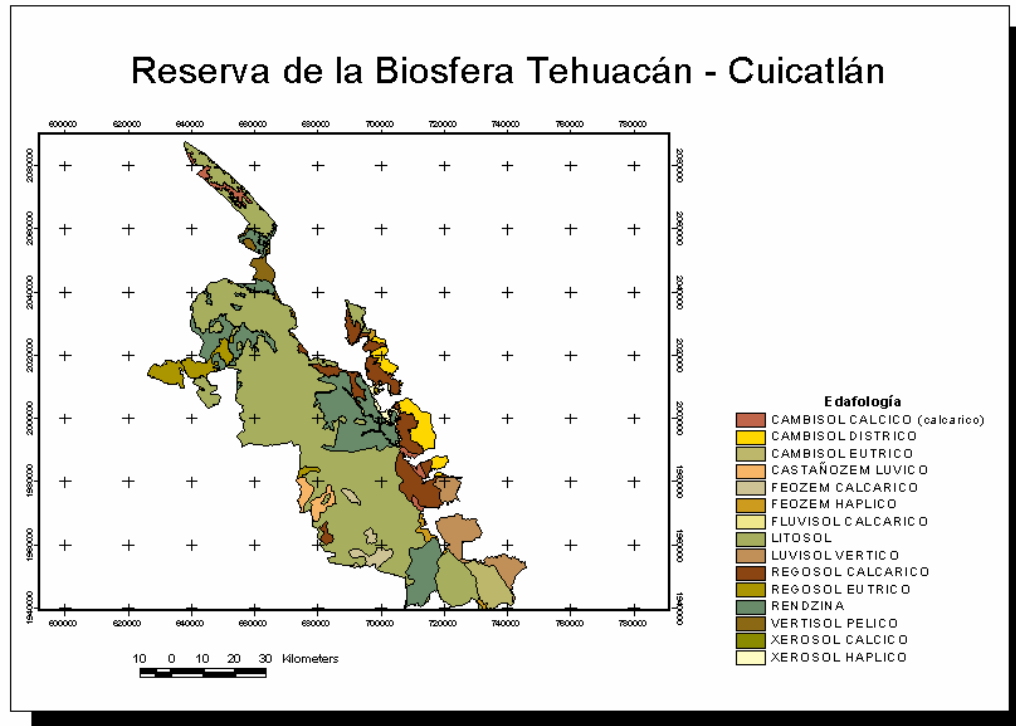


Figura 26. La mayor parte de la reserva tiene un suelo con poca profundidad (litosol); en segundo lugar encontramos un suelo poca desarrollado con muy poca materia orgánica (regosol) ubicado al este de la reserva; en tercer lugar encontramos un suelo que presenta arrastre de arcillas, que se depositan en zonas mas bajas.

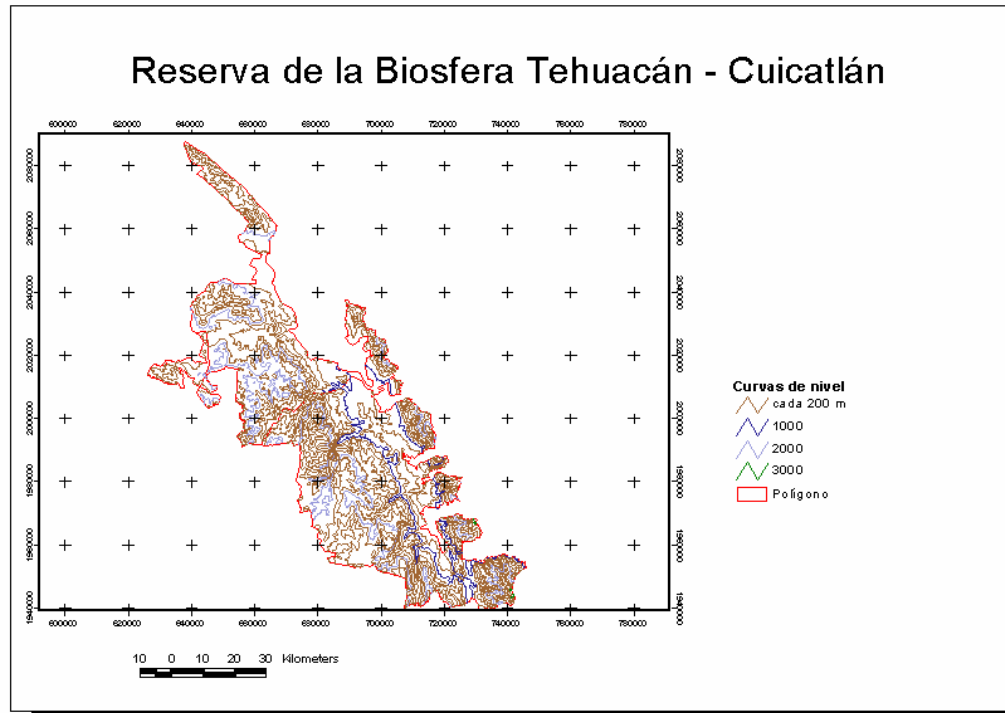


Figura 27. Las curvas de nivel nos indican las diferentes alturas sobre el nivel del mar que presenta la reserva la mayor altitud que presenta es de 2000 msnm. Ubicada en las partes más altas de las montañas de la parte oeste de la reserva, la segunda altitud más dominante en la reserva corresponde a los 1000 msnm; esto en las parte oeste de la reserva.

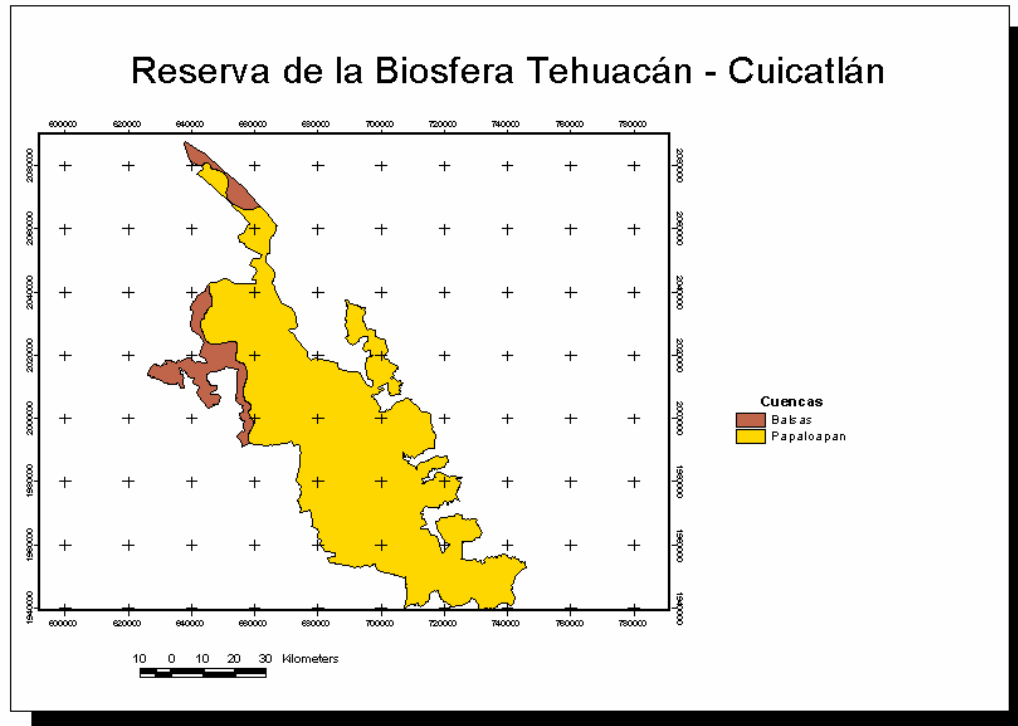


Figura 28. El 97 % de la reserva pertenece a la cuenca del Papaloapan y el 3 % restante pertenece a la cuenca del Balsas. Las cuencas son demasiada importancia para la captación del agua de lluvia, la recarga de los mantos freáticos; el agua que es captada es aprovechada por toda la sociedad, fauna silvestre y toda la vegetación.

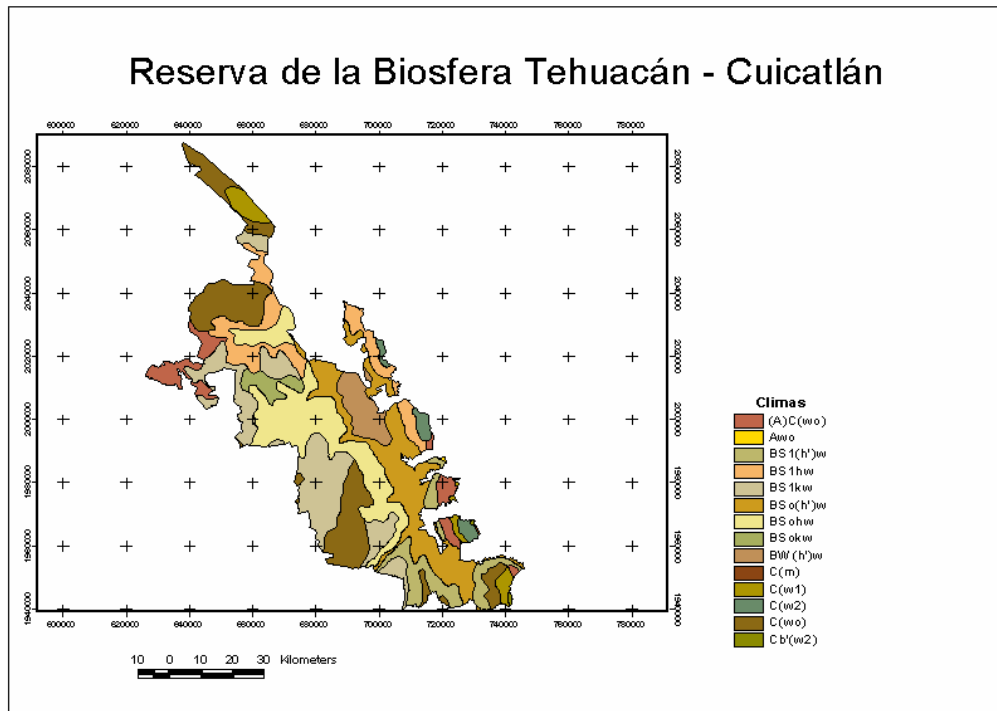


Figura 29. En general los climas que se presentan en la reserva son secos con poca precipitación y temperaturas media ligeramente alta, por ello la vegetación que más abunda en la reserva es típica de estas condiciones climáticas que predominan en la zona.

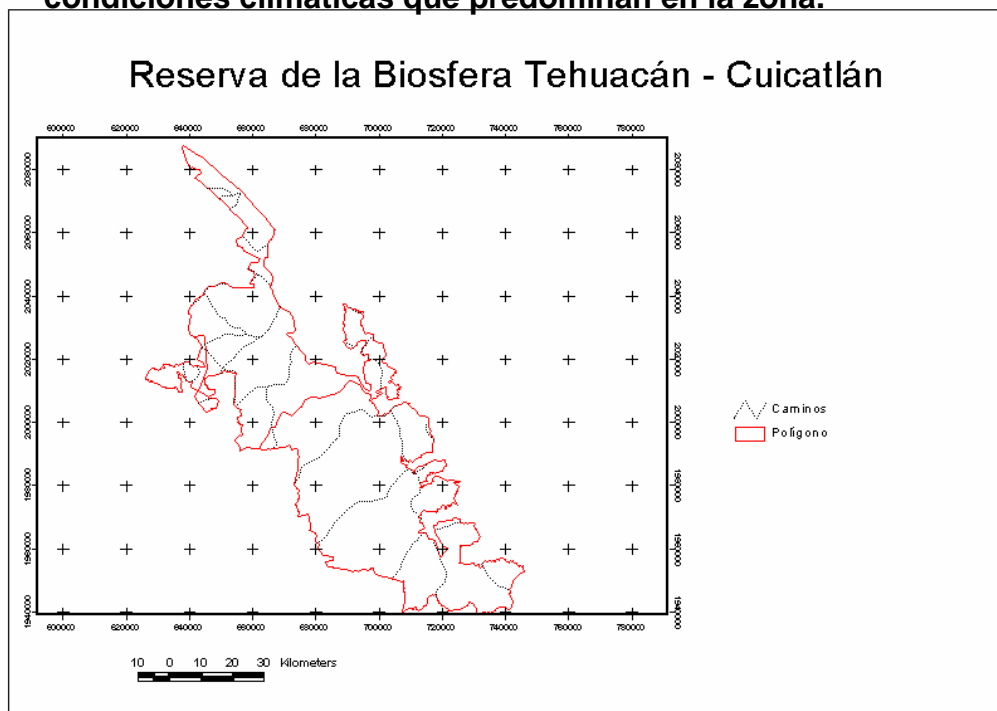


Figura 30. La reserva cuenta con caminos por toda el área, son de terracería, pero suficientes para cumplir con las necesidades de la reserva.

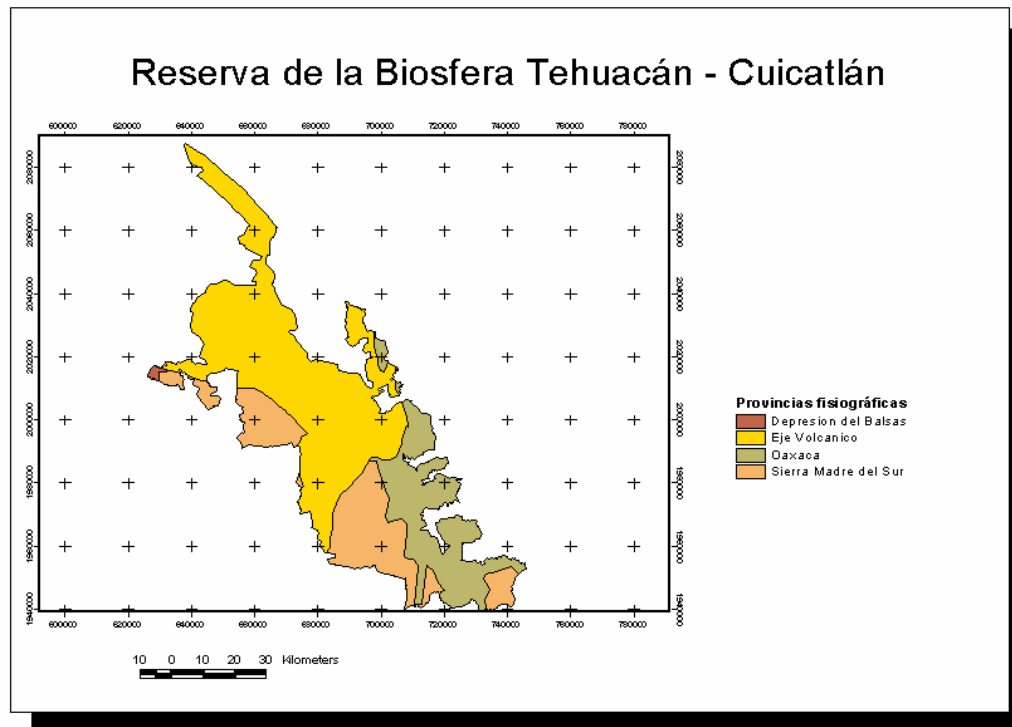


Figura 31. Las provincias fisiográficas son extensiones de terreno con condiciones de forma y estructura bien características que son distinguidas por el relieve. La mitad de la reserva pertenece al eje volcánico, en segundo lugar se encuentra la sierra de Oaxaca la cual tiene lugar en el suroeste de la reserva y por ultimo la sierra del sur la cual ocupa la parte sureste de la reserva.

2.2 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

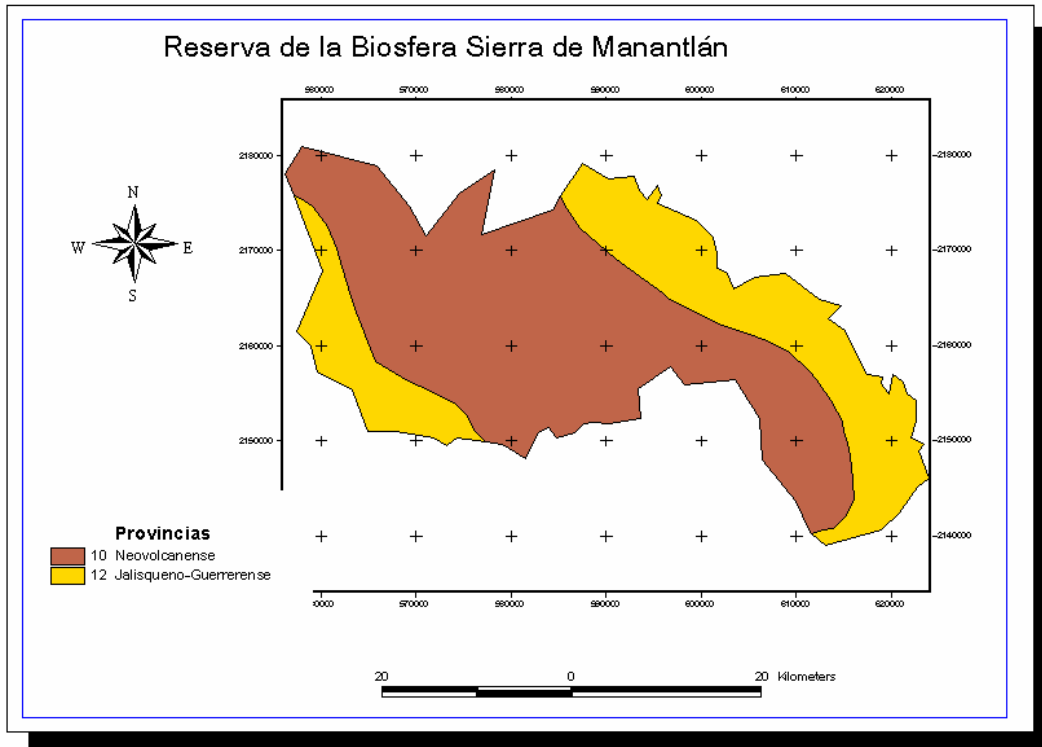


Figura 32. La provincia neovolcanense es la más representativa ya que se encuentra en una región montañosa y los valles son de un espacio menor y significativo.

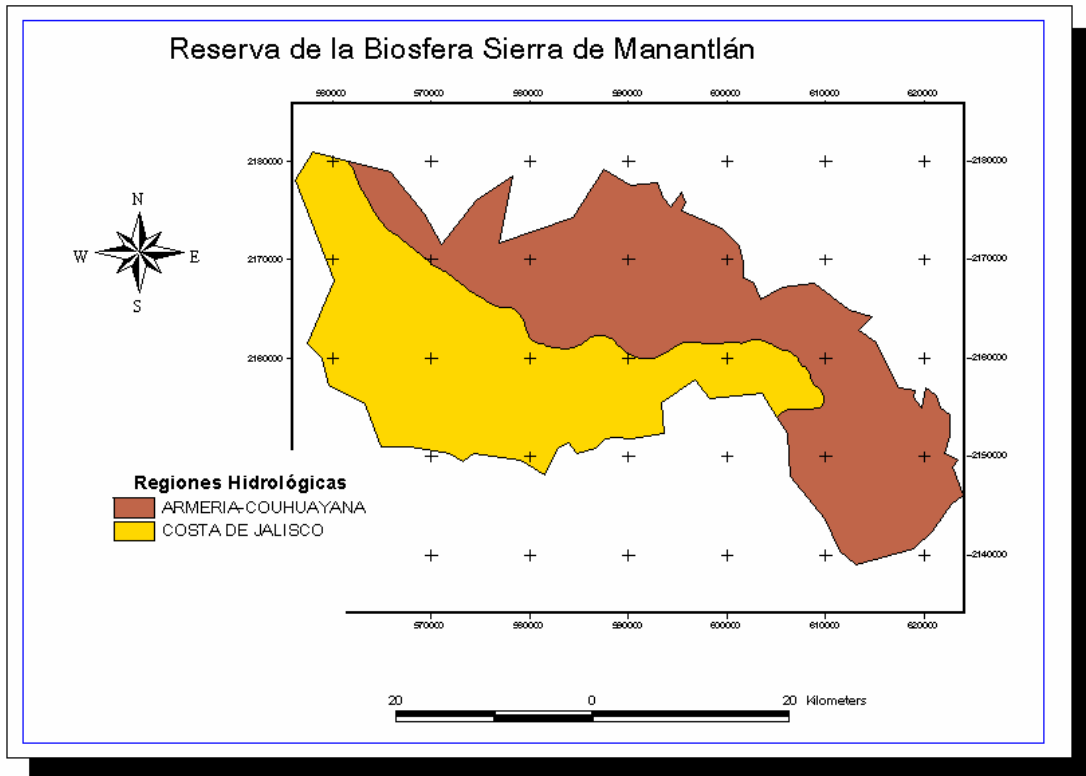


Figura 33. El dren de la localidad esta formada por las principales causas que son cruzados por el estado Jalisco y estos terminan mas directos en el pacifico.

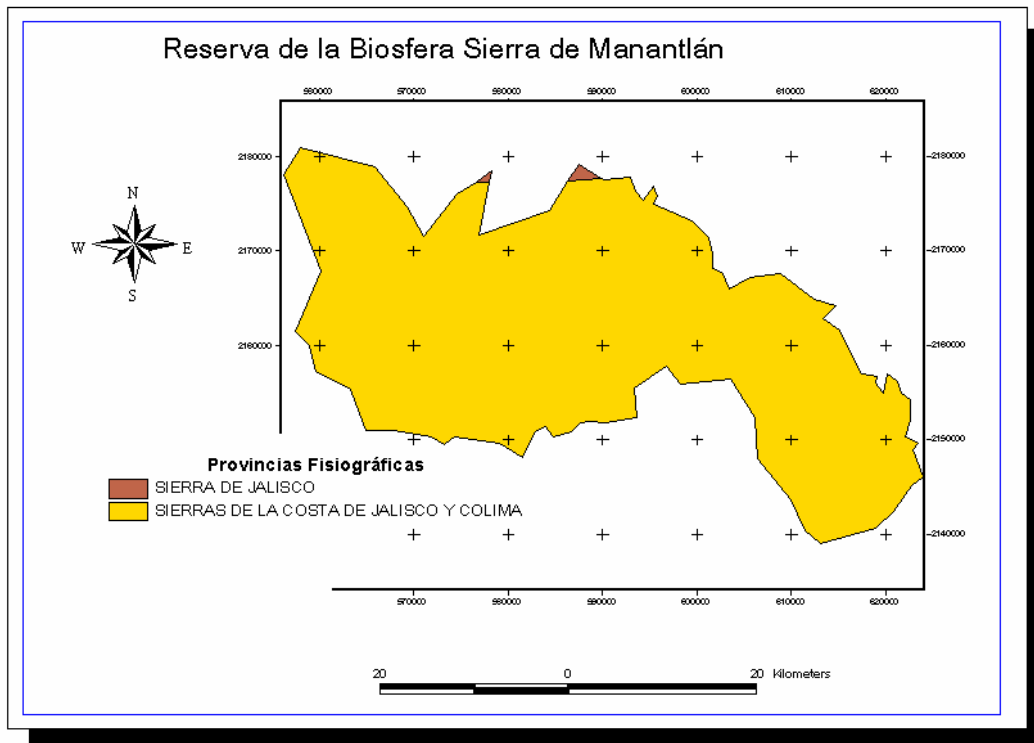


Figura 34. Al norte de esta región se alcanza a ver una pequeña porción de la provincia Sierra de Jalisco. De la provincia de la Sierra madre occidental. Esta sierra inicia desde el océano pacifico, donde se encuentran algunas llanuras costeras como Bahía de Banderas, la Sierra pertenecen a la provincia de Sierra madre del sur.

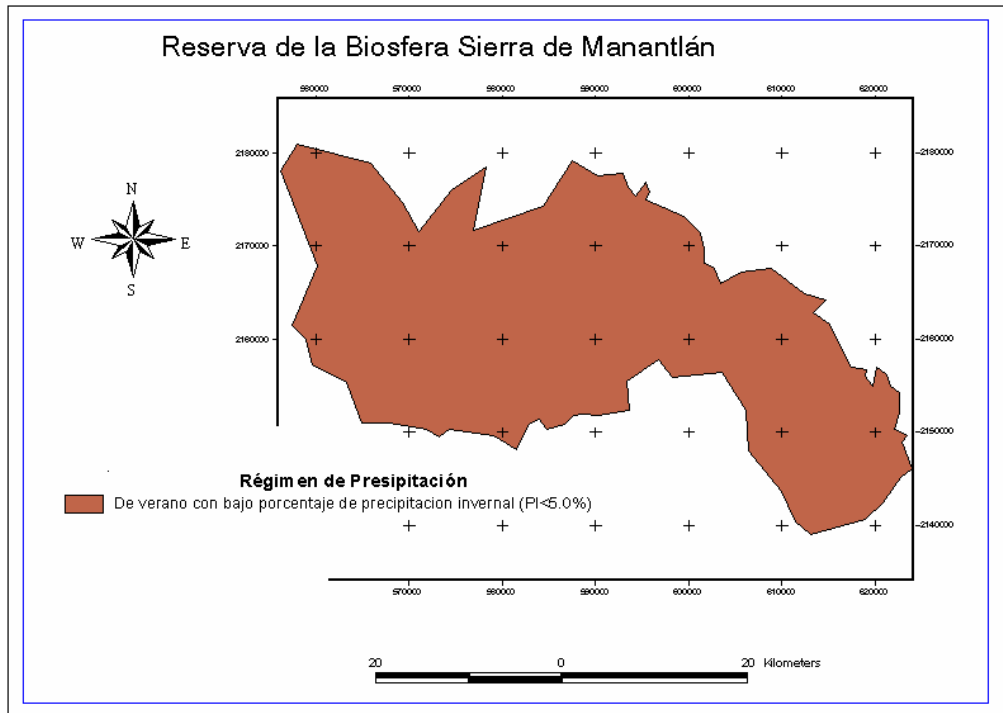


Figura 35. En esta región se presentan lluvias con mayor frecuencia en el verano y con una disminución en el invierno del 5%.

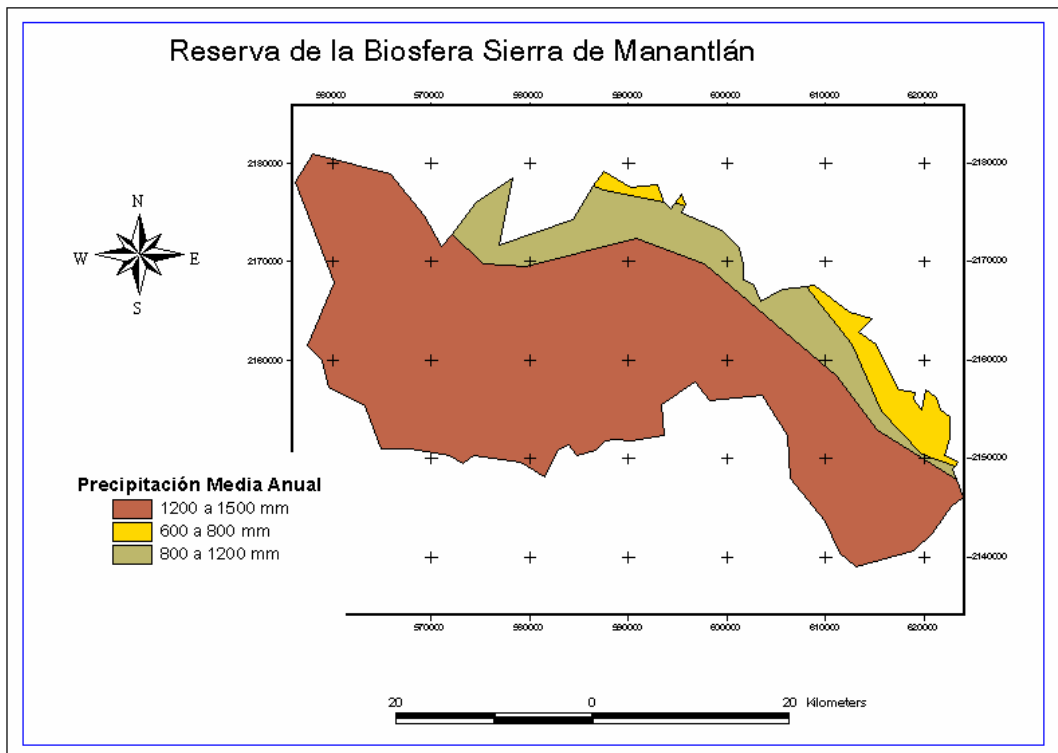


Figura 36. En RBSM. la cantidad de lluvia no es continua, las lluvias se concentran en mayor porcentaje en las zonas de las montañas.

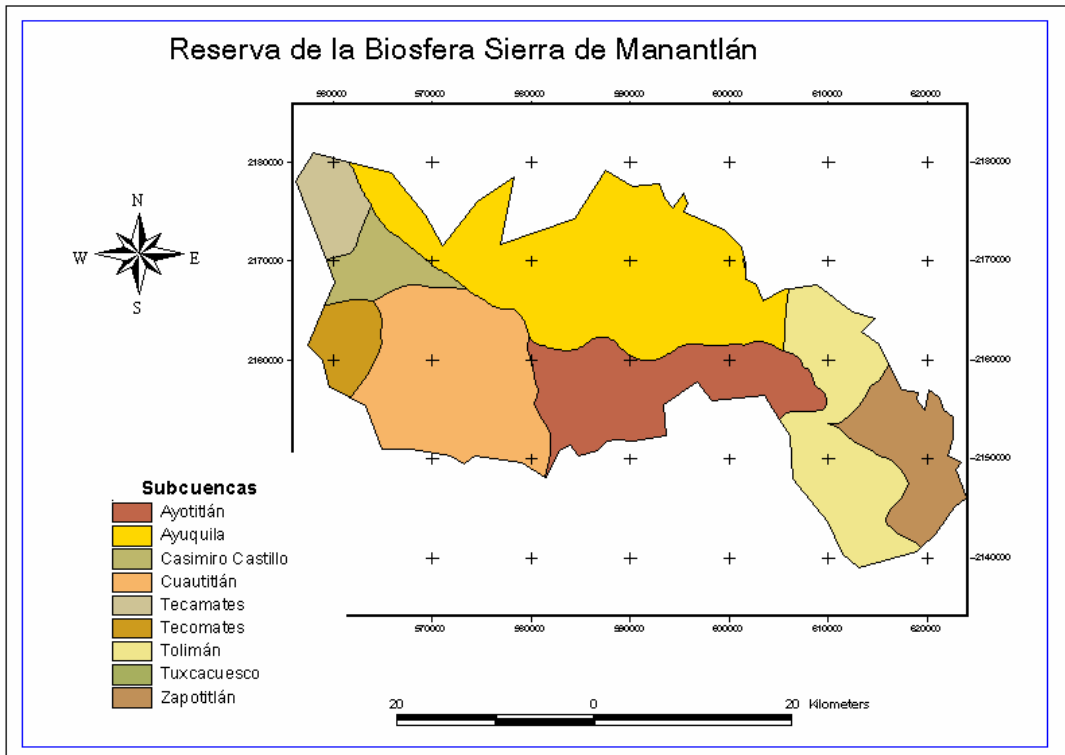


Figura 37. Las subcuencas se localizan en toda la reserva y son de suma importancia mantenerlas en preservación y éstas son distribuidas por 9 distintas y vienen en orden representativo en el mapa.

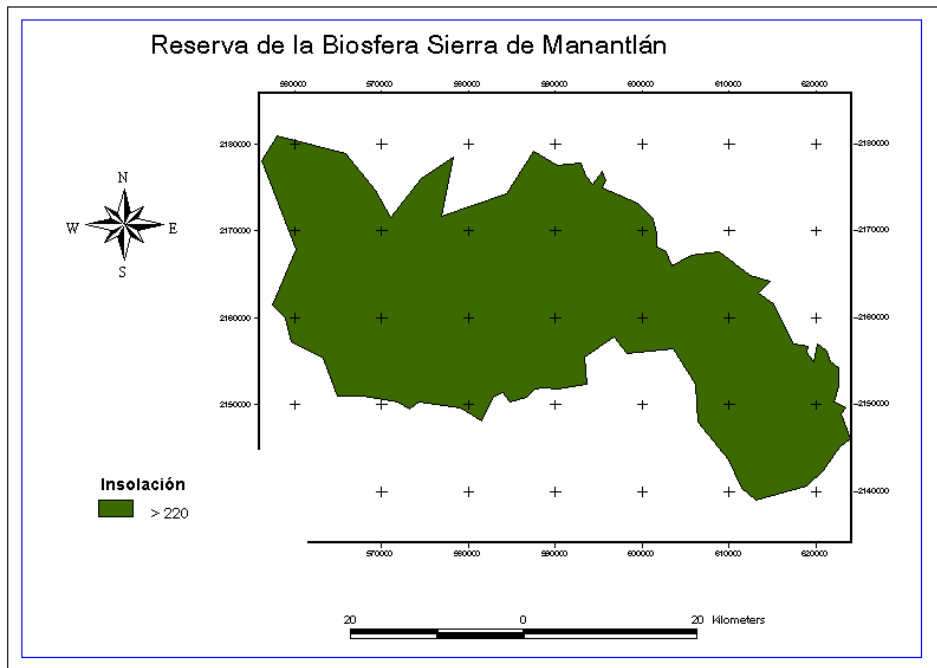


Figura 38. En esta se refiere a la declinación del sol y la forma geológica se sus exposiciones donde se recibe la mayor concentración de luz solar y en esta región es mayor la insolación debido el porcentaje que tiene de lados expuestos al sol en horas luz.

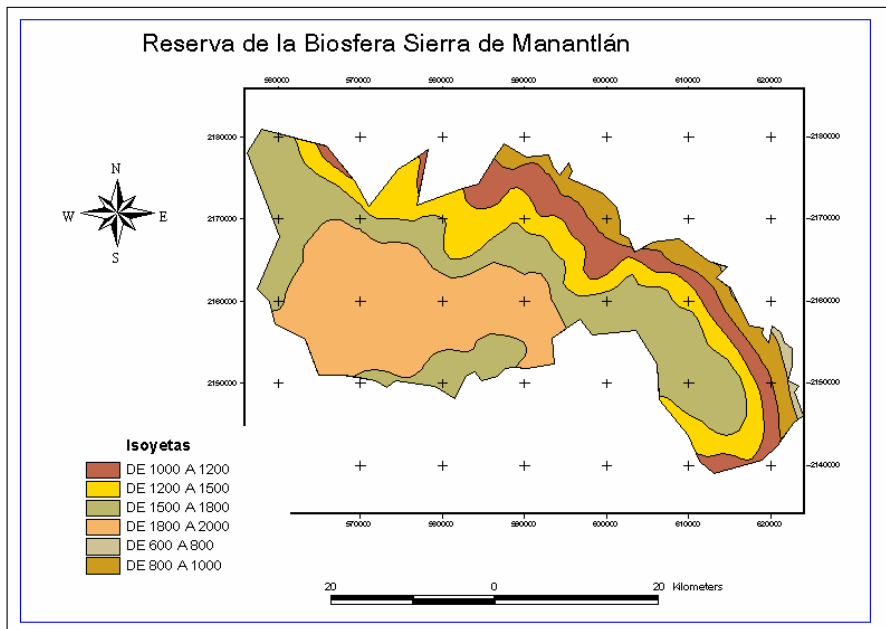


Figura 39. Las Isoyetas son punto representado en un mapa para poder localizar las zonas donde el grado de lluvia es mayor o menor y sus parámetros son por la cantidad de agua que cae al suelo.

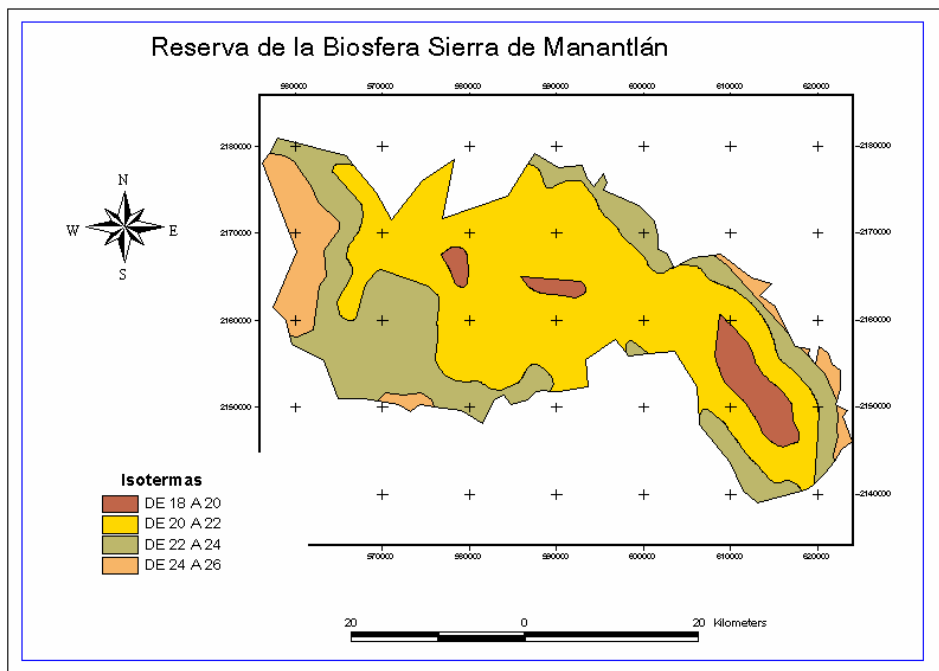


Figura 40. Las isotermas son puntos que son unidos para formar líneas en el mapa de la reserva estos en diferente o igual temperatura esta es medida como grados centígrados.

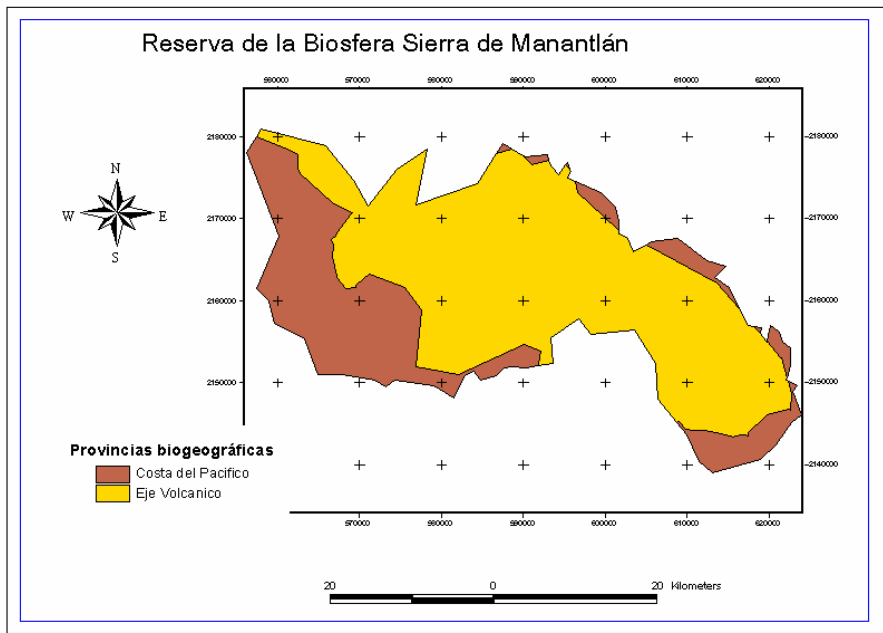


Figura 41. En la zona de la reserva de la biosfera de manantlan esta constituida por dos principalmente relieves (cordilleras, colinas, valles, fosas) y la mas representativa es la del eje neovolcanico su característica son los amplios deposito de lagos, lagunas cerradas y los depósitos de lagos antiguos. El siguiente relieve es el de la costa del pacifico donde sus características principales son: Los valles son en general de poco espacio y las sierras empiezan desde la costa del pacifico son característicos de estas zonas.

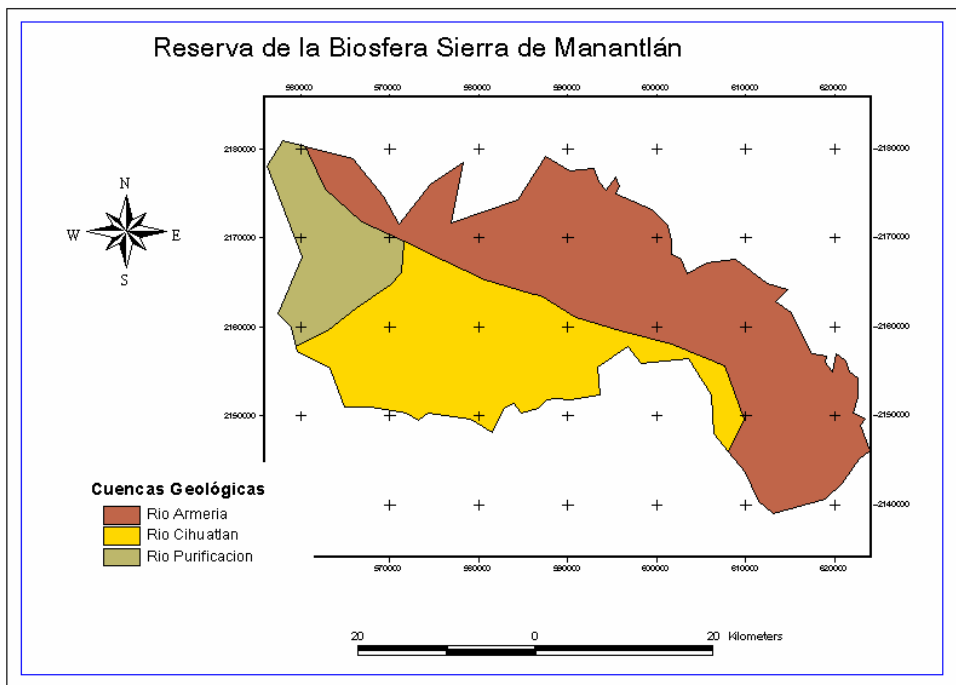


Figura 42. La regiones montañosa y la pendientes de las cordilleras del pacifico se encuentran drenados por un conjunto de ríos de cause

que van hacia el océano y el mas representativo es el río armería, después el río Cihuatlan y el río Purificación.

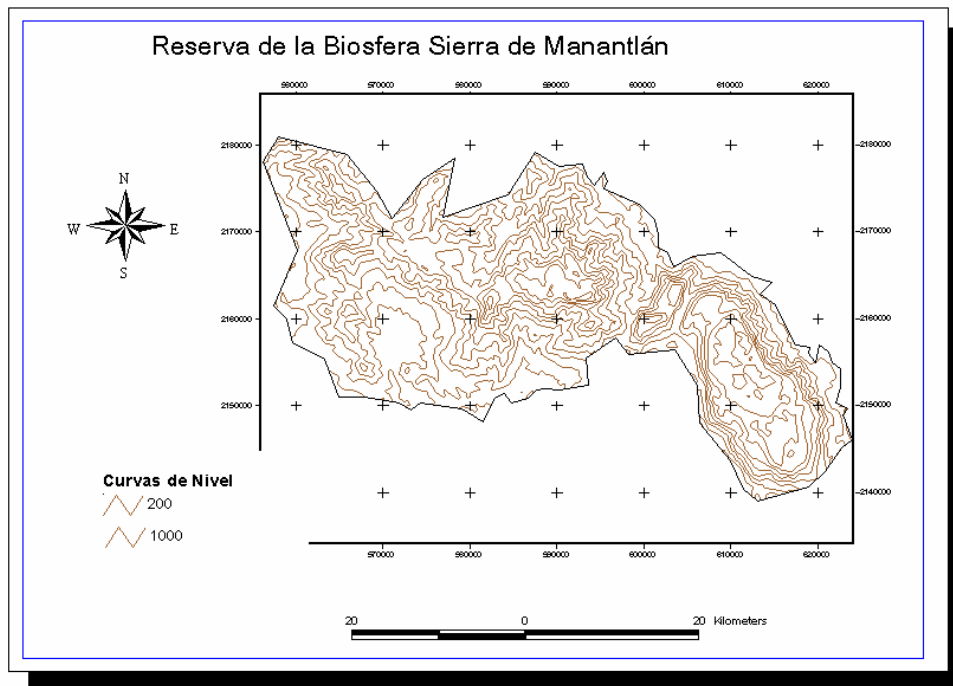


Figura 43. Las líneas que se encuentran juntas una de otra y en conjunto representan algunas elevaciones como (cerros o cordilleras) y las líneas que son angostas son espacios abiertos como: punta de filo y claros mas o menos pequeños.

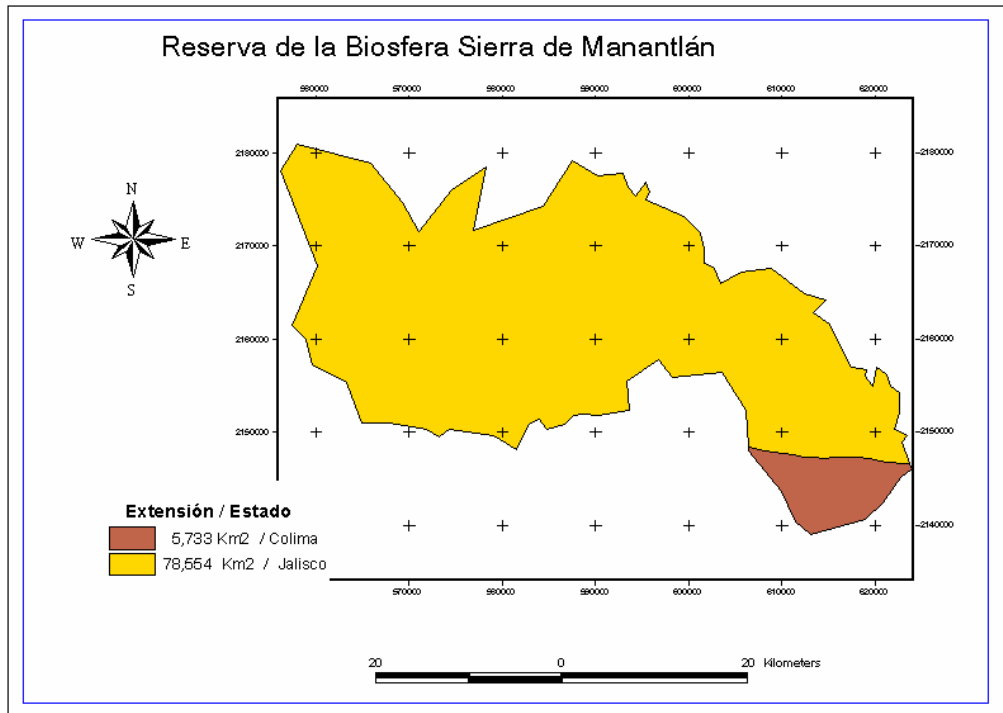


Figura 44. La mayoría de su extensión pertenece al estado de Jalisco y una cuarta parte pertenece al estado de colima.

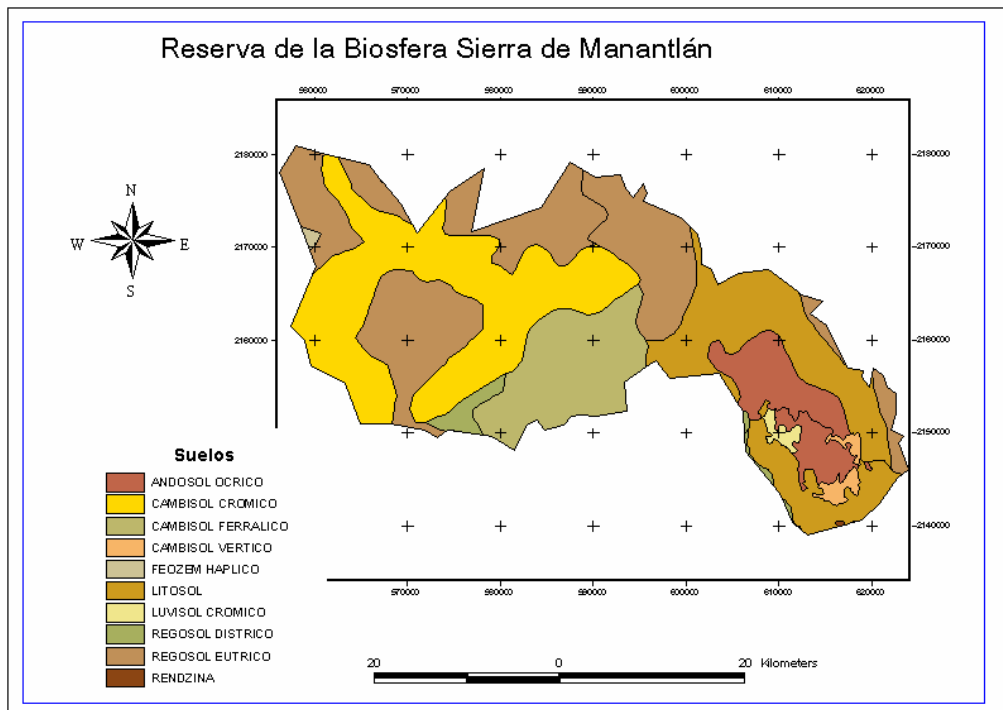


Figura 45. En la RBSM. se encuentran distribuidos varios tipos de suelo en diferentes zonas donde se presentan diferentes tipos de vegetación.

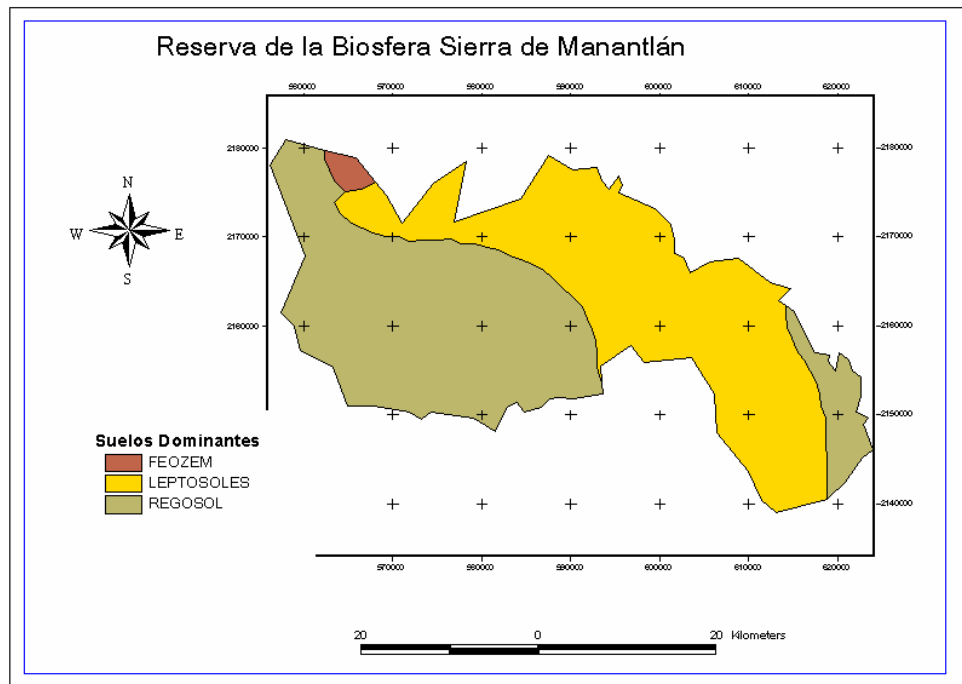


Figura 46. Estos son los suelos de mayor importancia debido a su abarcación en toda la región como el suelo Foezem que se caracteriza por presentar una capa superficial oscura rica en materia orgánica y nutrimentos

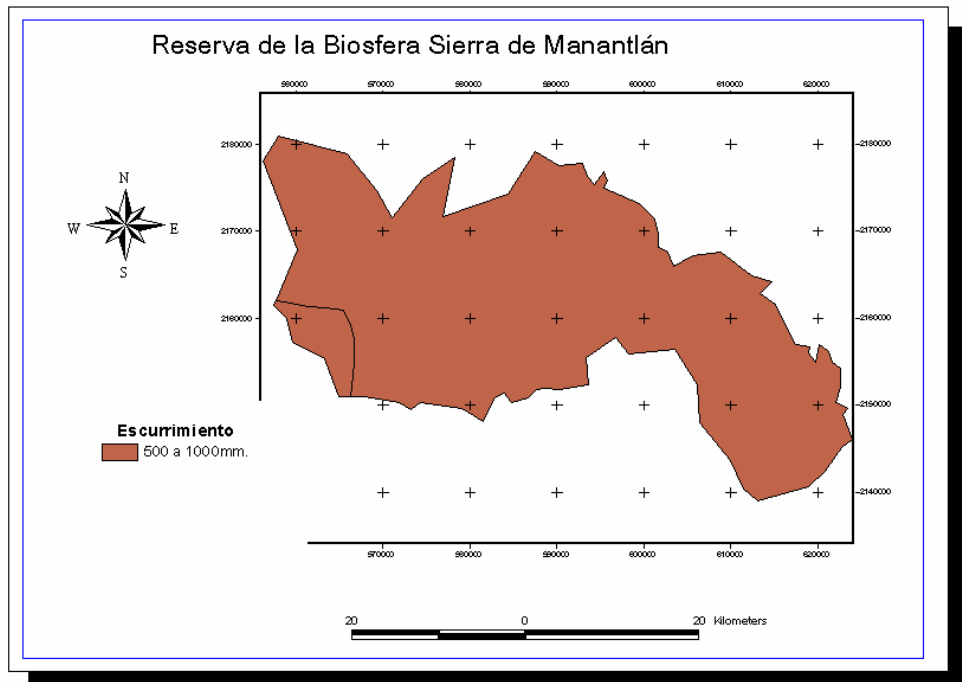


Figura 47. En la región al año se capta de 500 a 1000mm esto debido a los escurrimientos que bajan de las zonas montañosas.

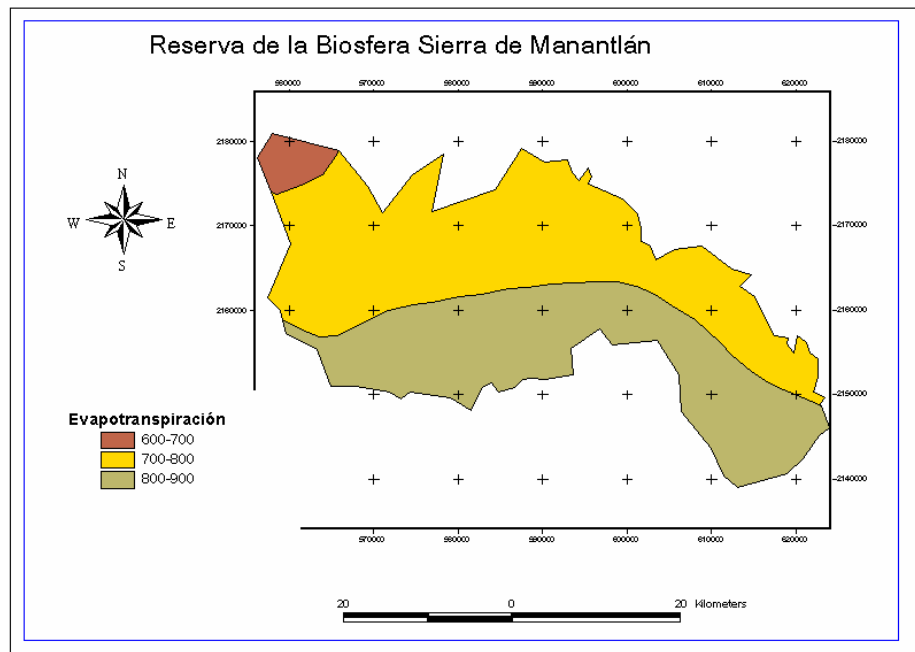


Figura 48. En la reserva se presenta una mayor pérdida de agua de 800 a 900mm al año en casi su 50 % de superficie. En la parte amarilla es moderada la pérdida de agua por este fenómeno que va de 700 a 800mm esto al año. Una cuarta parte la pérdida es menor de 600 a 700mm al año

En primer instancia se busco que la variación espacial de cada una de estas variables fuera suficiente para poder determinar la variación espacial de cada uno de los siete combustibles forestales analizados. De esta forma se eliminaron aquellas variables que presentaron una baja variación espacial, como por ejemplo las regiones hídricas y las subcuencas en el caso de la RBTC (Figura 49. Ejemplo de variables que no presentan una variación espacial adecuada para la estimación de la distribución de combustibles forestales en el RBTC.), y las regiones fisiográficas e hídricas en el caso de la RBSM (Figura 50. Ejemplo de variables que no presentan una variación espacial adecuada para la estimación de la distribución de combustibles forestales en el RBSM.).

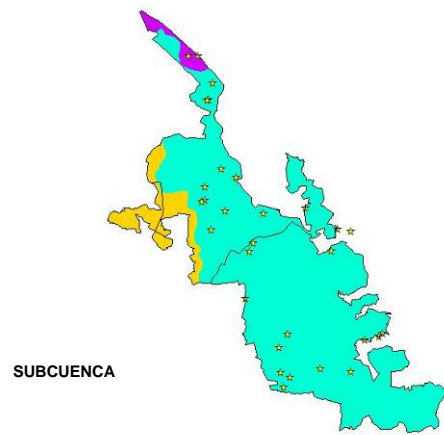
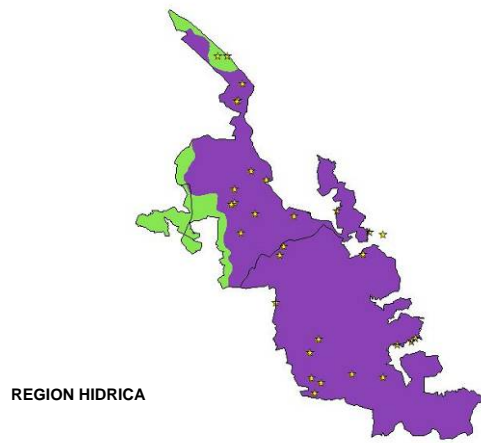


Figura 49. Ejemplo de variables que no presentan una variación espacial adecuada para la estimación de la distribución de combustibles forestales en el RBTC.

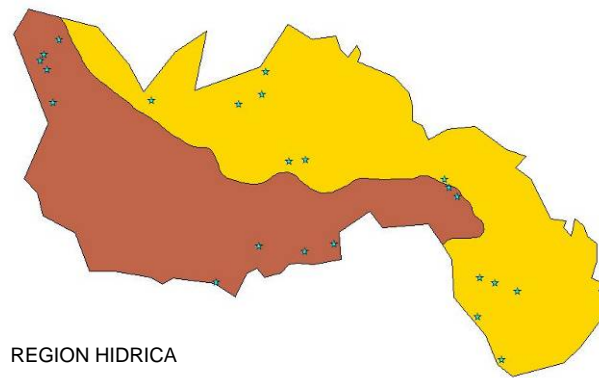


Figura 50. Ejemplo de variables que no presentan una variación espacial adecuada para la estimación de la distribución de combustibles forestales en el RBSM.

Como ejemplo de variables que presentaron buena variación espacial se tiene: 1) para el caso de la RBTC a las variables “clima” y “temperatura máxima” (Figura 51); y 2) para la RBSM se tiene a el “tipo de vegetación” y a la “temperatura máxima” (Figura 52). En ambos casos se observa que las variables no son constantes a lo largo de las reservas. Esto es que no cubren grandes áreas, lo cual permite separar ciertas cualidades ambientales para cada uno de los sitios de muestreo. Esto implica que se tiene posibilidades de que las cargas de combustibles de cada sitio, puedan asociarse a una determinada combinación e variables ambientales. Es por esto que se trata de evitar que el valor de una variable se presente en varios sitios. Esto, por el contrario, podría ser contraproducente en el caso de que varios sitios presenten la misma carga de combustibles. La técnica de árboles de regresión es muy propicia para evitar esta última situación.

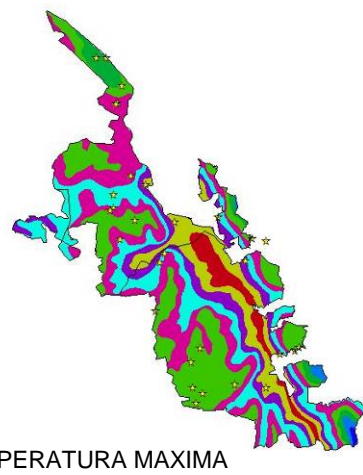
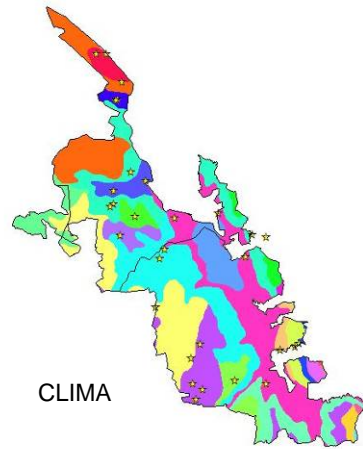


Figura 51. Ejemplo de variables que presentan una variación espacial adecuada para la estimación de la distribución de combustibles forestales en el RBTC.

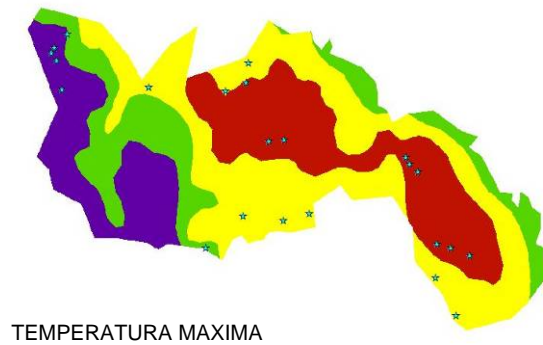
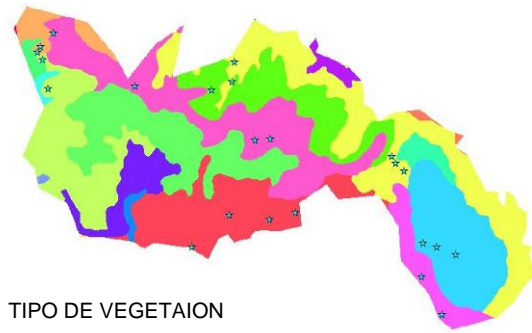


Figura 52. Ejemplo de variables que presentan una variación espacial adecuada para la estimación de la distribución de combustibles forestales en el RBSM.

De acuerdo con el análisis anterior se seleccionaron las siguientes variables, para probarlas como variables auxiliares en la estimación de la distribución espacial de combustibles forestales:

RBTC: 1) Vegetación; 2) Uso de suelo; 3) Temperatura mínima; 4) Temperatura máxima; 5) Temperatura media anual; 6) Precipitación; 7) Isoyetas; 8) Isotermas; 9) Hipsometría; 10) Hidrología; 11) Clima

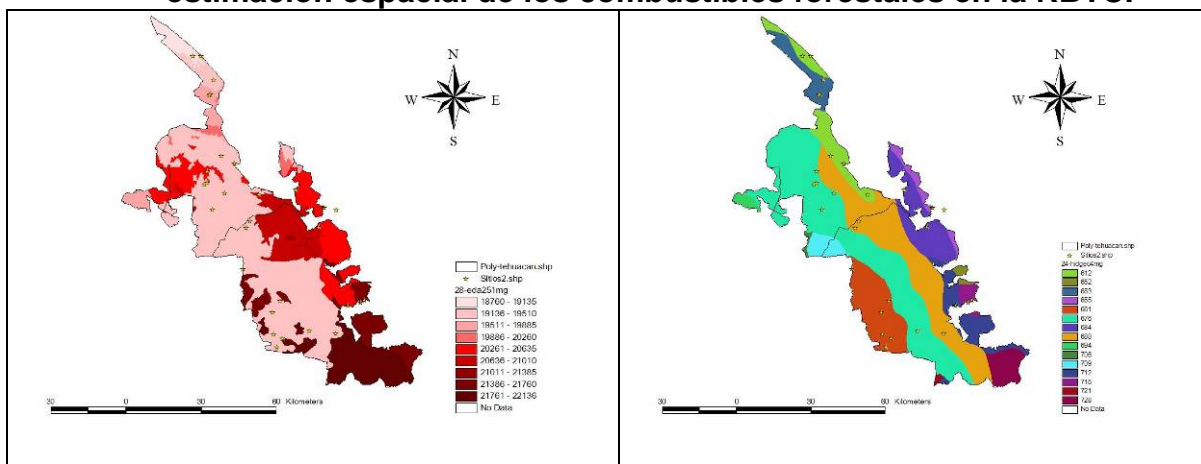
RBSM: 1) Uso de vegetación; 2) Temperatura mínima; 3) Temperatura máxima; 4) Suelo; 5) Subcuencas; 6) Hipsometría; 7) Isoyetas; 8) Isotermas; 9) Edafología.

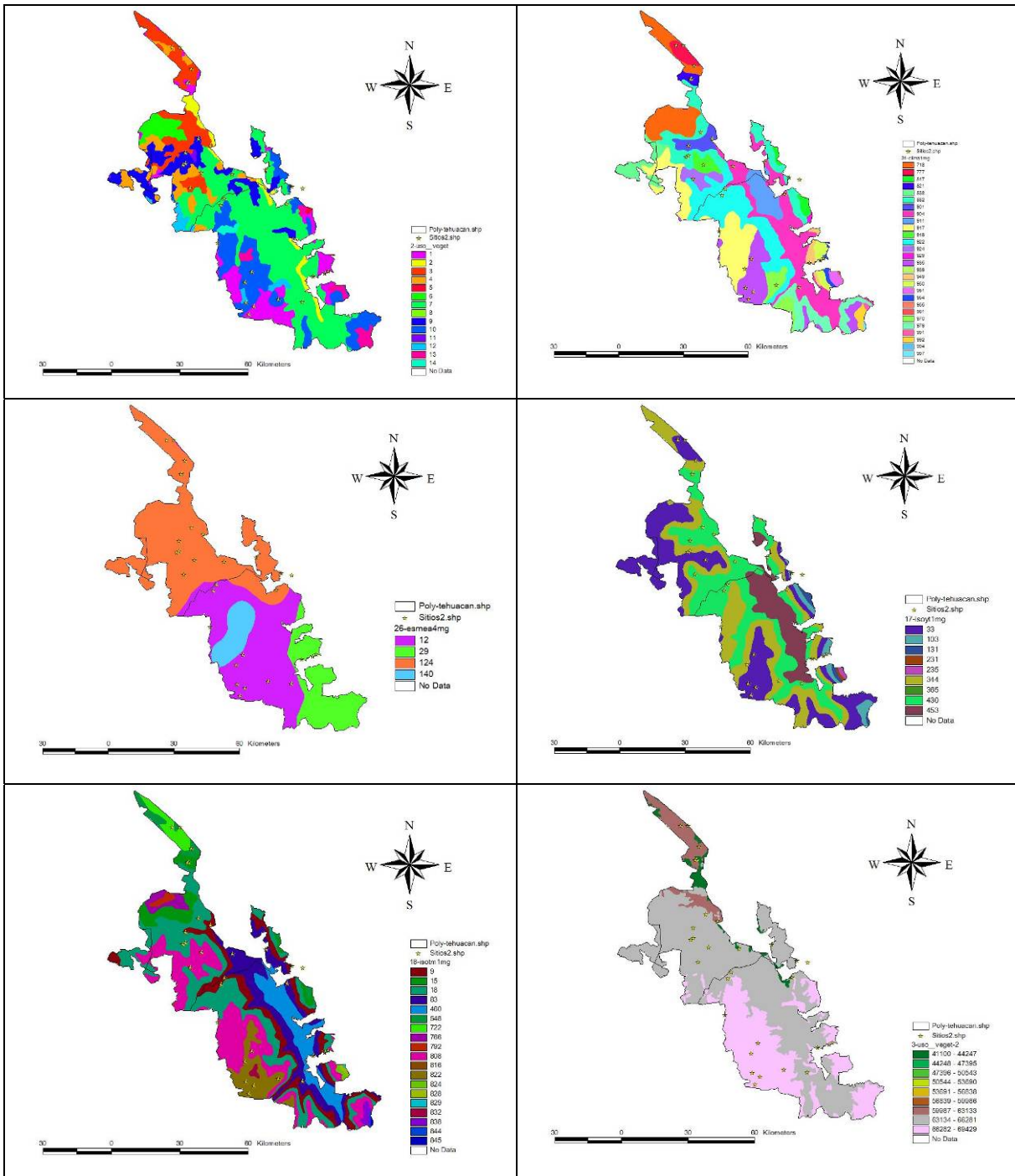
3. MAPAS DIGITALES CON INFORMACION AMBIENTAL

Una vez que se seleccionaron las variables con mejores perspectivas para la estimación de la distribución espacial de los combustibles forestales, se procedió a ubicar, delimitar y referir geográficamente cada una de estas variables. Como resultado de este proceso se generó una serie de mapas temáticos, basados en formato de celdas (“raster”), con una resolución espacial de 90 x 90 m. Esto último debe cuidarse mucho, ya que de la resolución espacial dependerá las interacciones que pueda haber entre los diferentes mapas. El hecho de usar una resolución mayor, o menor, puede implicar que no se aproveche completamente la ubicación de la información que se este manejando.

Los mapas temáticos usados se presentan para la RBTC en la Figura 53, y para la RBSM en la Figura 54. Por el momento no se remarcan los detalles de cada mapa, ya que esto fueron analizados en el punto anterior. Los valores usados por cada mapa corresponden a claves numéricas, que valen por si mismo (como en el caso de altitud) o que representan alguna categoría (como en el caso de tipos de vegetación). Esta consideración numérica permite el análisis geoestadístico, a través de los árboles de regresión.

Figura 53. Mapas temáticos de las variables probadas en el para la estimación espacial de los combustibles forestales en la RBTC.





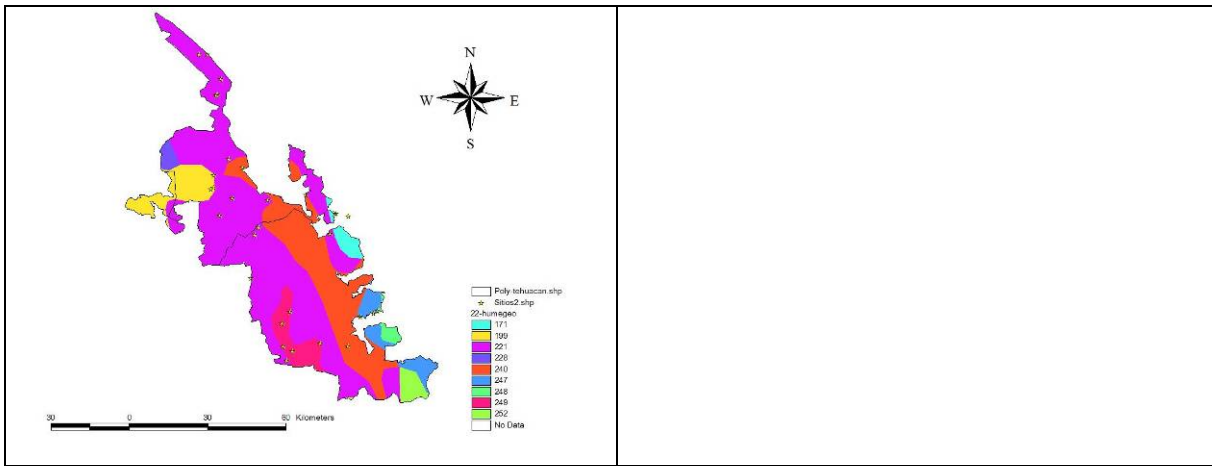
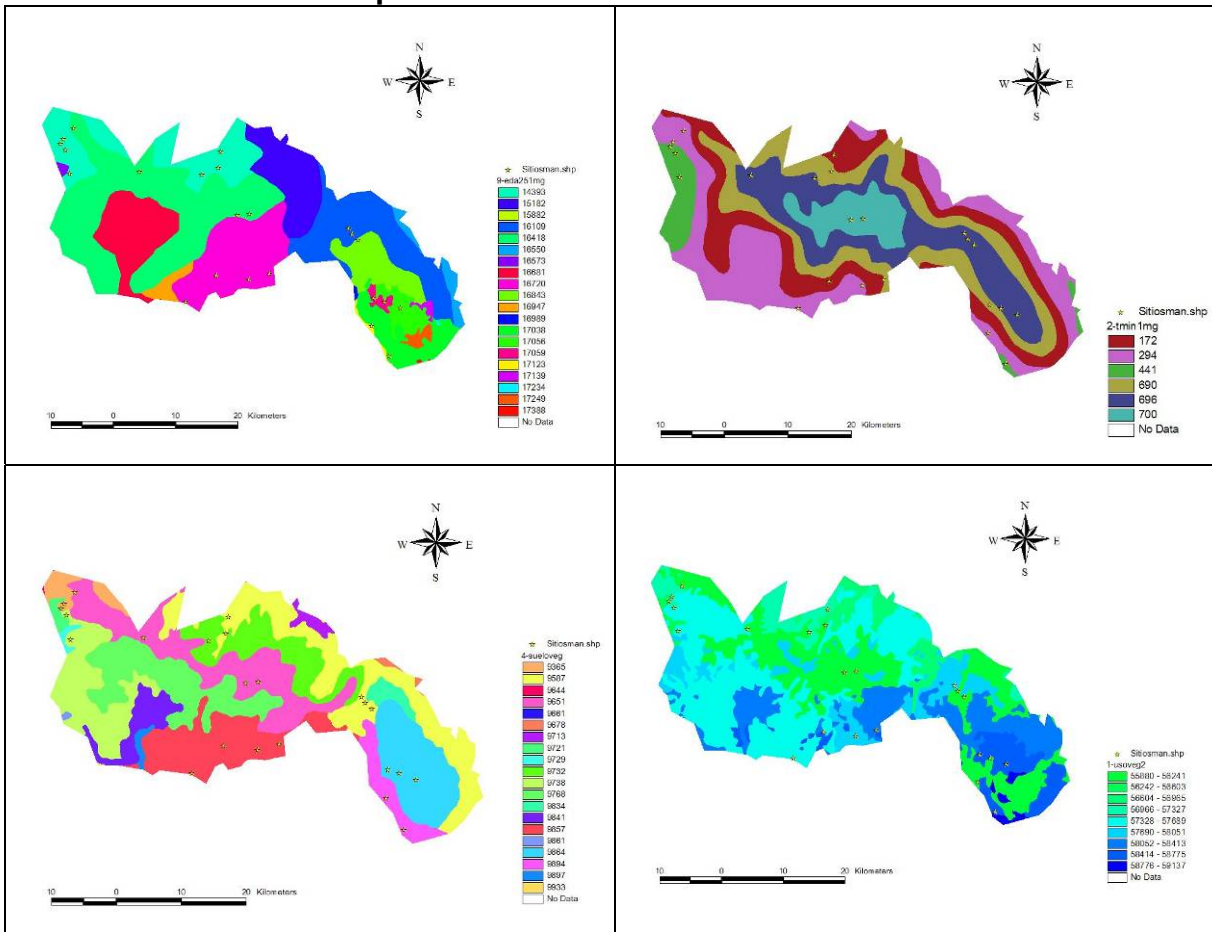
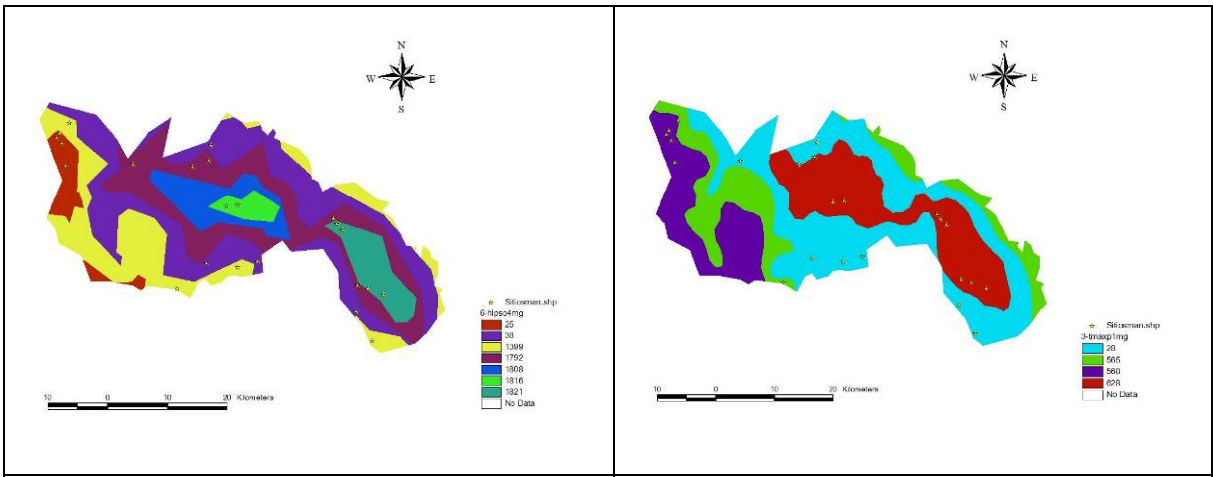


Figura 54. Mapas temáticos de las variables probadas en el para la estimación espacial de los combustibles forestales en la RBSM.





4. PREPARACION DE LAS BANDAS DE LAS IMÁGENES DE SATELITE

Como variables auxiliares para la estimación de la distribución espacial de los combustibles forestales, también se usó la información proporcionada con sensores remotos. En este caso se usaron imágenes del sistema MODIS, específicamente las que corresponden a la banda 1 y a la banda de infrarrojo. Antes de usar estas imágenes se procedió a hacer las correcciones correspondientes, tales como la ortorectificación. De esta forma se tiene correspondencia muy aproximada con los píxeles de los mapas temáticos. Es importante señalar que la resolución espacial de las imágenes MODIS es de aproximadamente 250 x 250 m. Esto implicó que un solo píxel de la imagen MODIS abarque más de un poco menos que 9 píxeles de los mapas temáticos. No obstante la variabilidad espacial de la reflectancia de estas imágenes se consideró muy adecuada para captar la variación en la distribución de los combustibles forestales. Además de usar las imágenes directamente, también se usaron las imágenes resultantes de una clasificación no supervisada. Lo cual permite agrupar los píxeles en rangos que denotan cierta similitud. El resultado fueron mapas temáticos, que se agregaron a el análisis espacial.

4.1 Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán

La imagen MODIS que corresponde a la RBTC se presenta en la Figura 55. Donde se observa una abundante presencia de nubes, lo cual pudo implicar problemas en el condiciones para un tipo de cargas de combustibles específico.

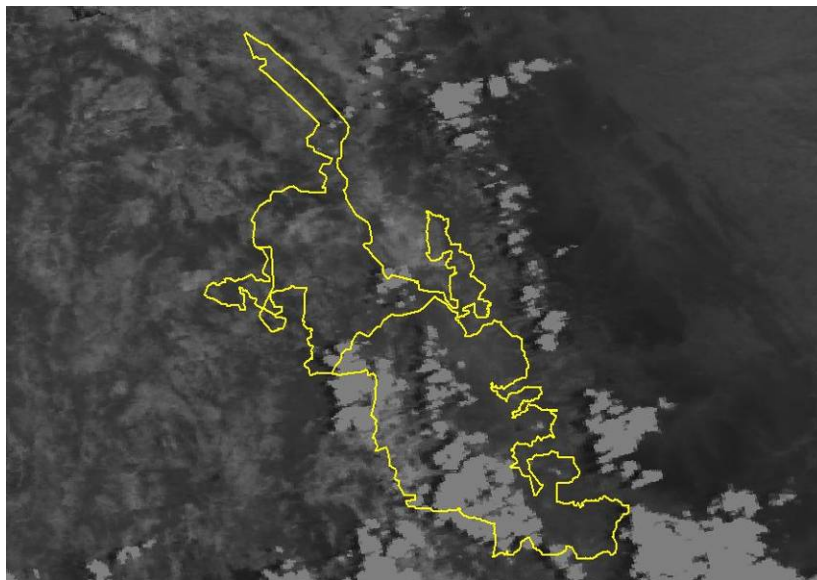


Figura 55. Imagen MODIS (resolución 250 x 250 m) donde se ubica la RBTC.

Por otra parte, el resultado de la clasificación no supervisada se presenta en la Figura 56, donde se manifiesta claramente el área que corresponde a la

nubosidad de la imagen (áreas en blanco). No obstante, en el resto de la imagen se preemite apreciar una mejor diferenciación de los grupos de píxeles.

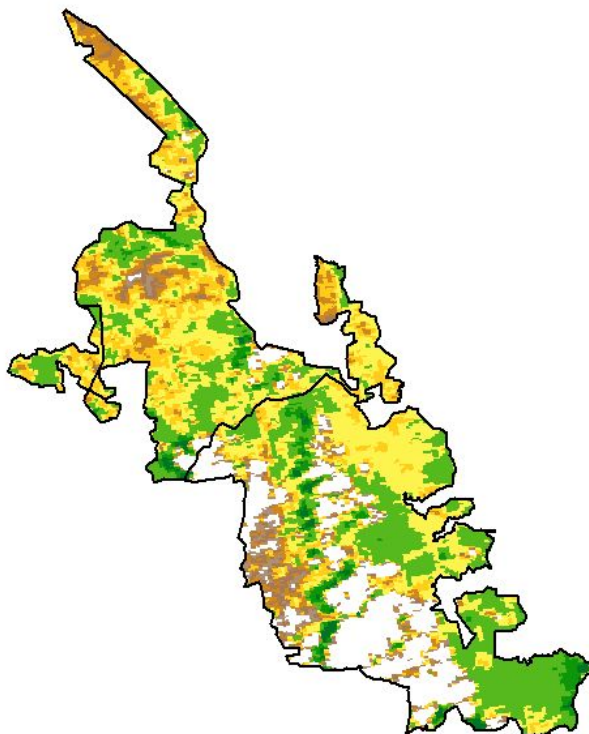


Figura 56. Clasificación no supervisada de la imagen MODIS que corresponde a la RBTC:

La imagen en infrarrojo se presenta en la Figura 57, donde es mas clara la ubicación y dimensión de las nubes que se ubican dentro de la RBTC. En general estas nubes se presentan en la porción sur de la reserva, donde la vegetación tiende a ser de condición mas húmeda. No obstante es importante señalar que se recomienda en futuros trabajos probar con imágenes libres, en lo posible, de nubes. Mas aun, podría usarse imágenes con mejor resolución espacial, como es el caso de las imágenes Landsat (30 x 30m). No obstante, hay que considerar que el costo de estas ultimas puede incrementar el presupuesto del proyecto. Siendo una ventaja importante de las imágenes MODIS el que son de acceso público. La Figura 58 presenta el mapa temático resultante de la clasificación no supervisada, donde las áreas blancas indicas zonas de mayor calor. Mientras que las áreas azules corresponden a las zonas mas frías (presencia de nubes).

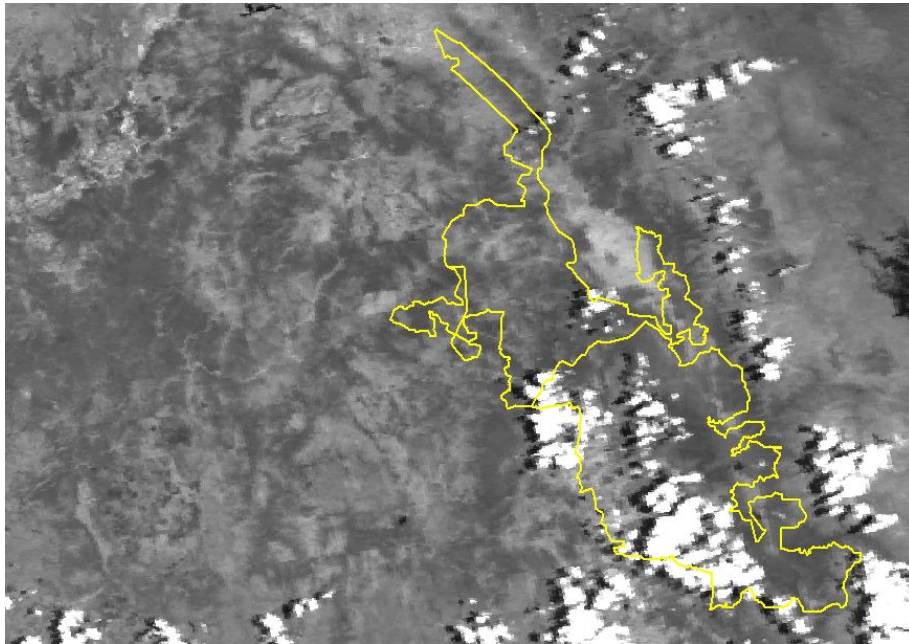


Figura 57. Imagen infrarrojo del sistema MODIS (resolución 250 x 250 m) donde se ubica la RBTC:

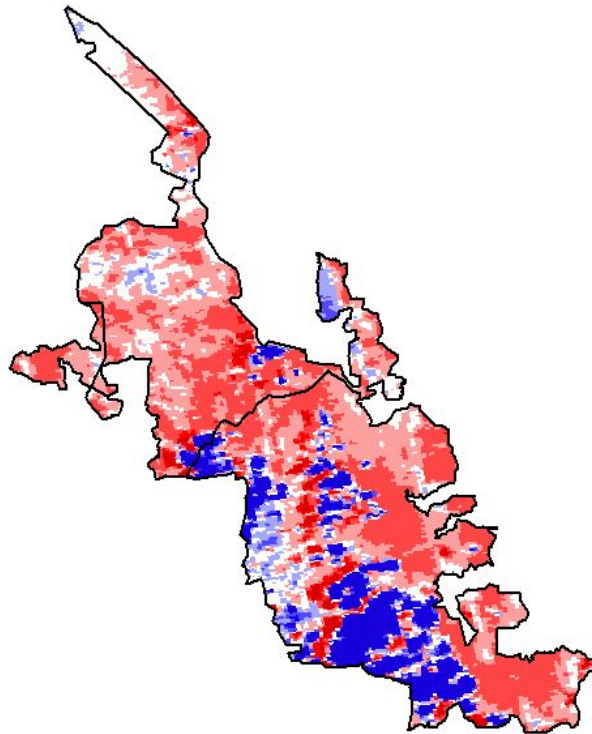


Figura 58. Clasificación no supervisada de la imagen infrarrojo de MODIS que corresponde a la RBTC:

4.2 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

En el caso de la RBSM la porción de la imagen MODIS resulto libre de nubes (Figura 59), lo cual implico un potencial mas alto de utilidad. No obstante, no es muy clara la variación espacial de la reflectancia de sus píxeles, por lo que la clasificación no supervisada (Figura 60) tuvo una mayor importancia.

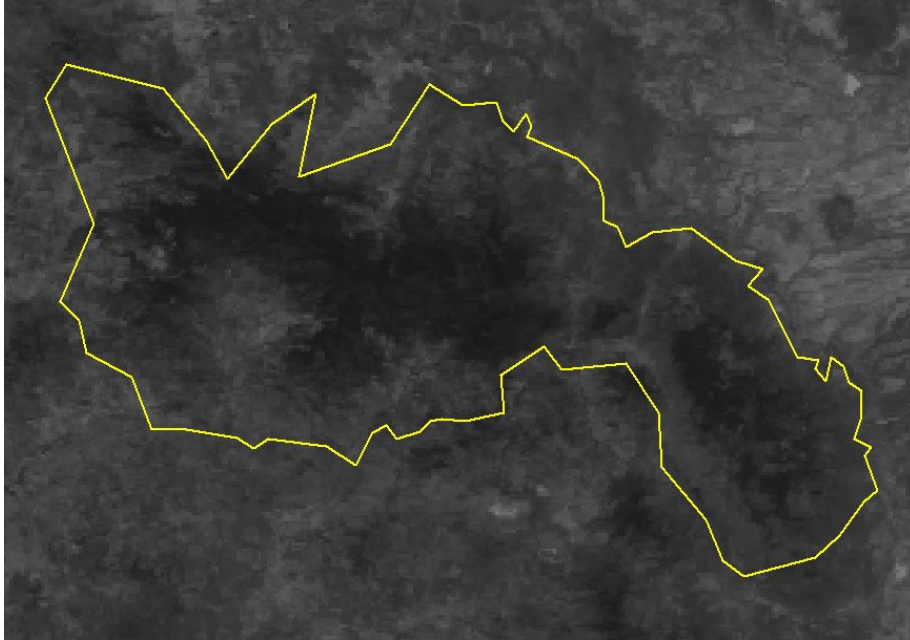


Figura 59. Imagen MODIS (resolución 250 x 250 m) donde se ubica la RBSM:

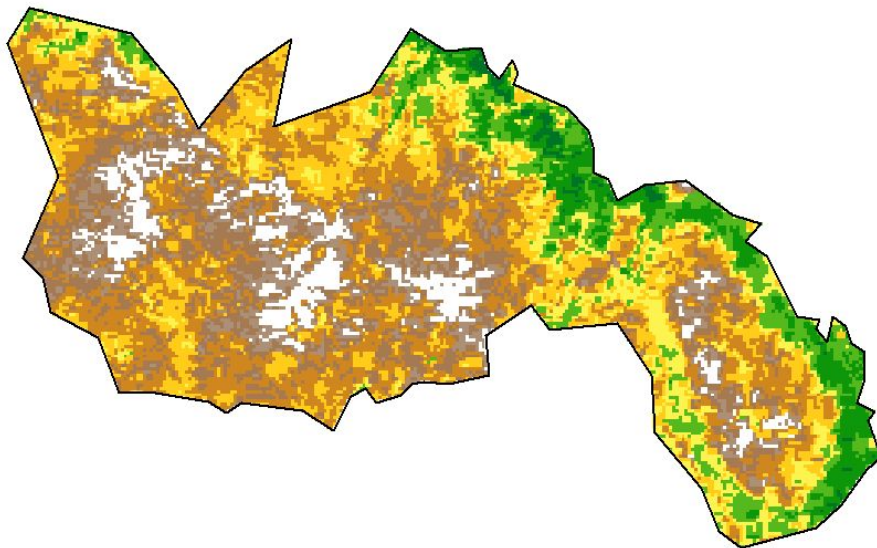


Figura 60. Clasificación no supervisada de la imagen MODIS que corresponde a la RBSM:

En la imagen infrarrojo es mas clara variación espacial de la reflectancia de la imagen MODIS, apreciándose mayores valores de temperatura en las partes altas (Figura 61). Mientras que las temperaturas menores se presentan en las partes bajas, al norte de la RBSN. En este mismo sentido se presenta el mapa temático resultante de la clasificación no supervisada (Figura 62).

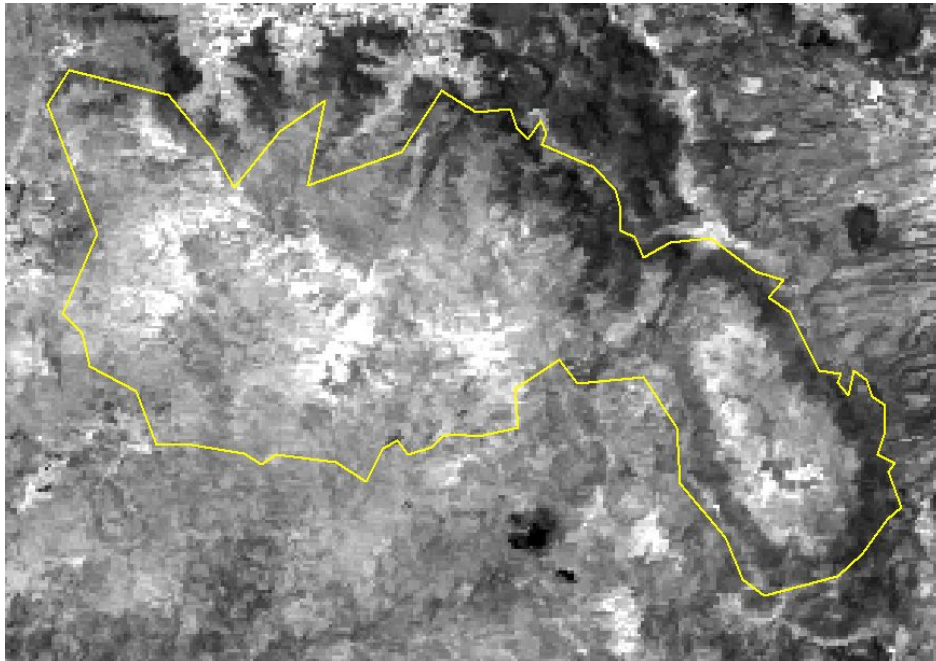


Figura 61. Imagen infrarrojo del sistema MODIS (resolución 250 x 250 m) donde se ubica la RBSM:

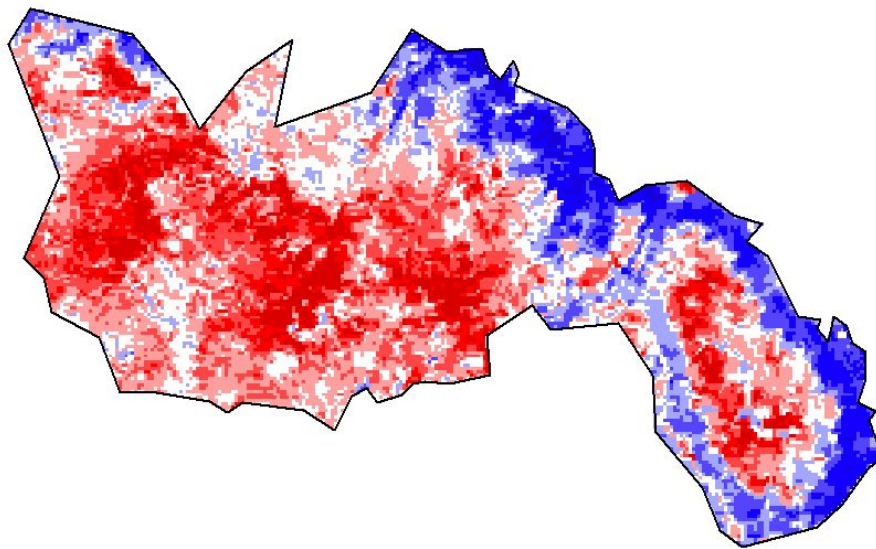


Figura 62. Clasificación no supervisada de la imagen infrarrojo de MODIS que corresponde a la RBSM:

5. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Por la naturaleza de este proyecto se generan muchos datos, mismos que deben administrarse desde dos perspectivas: 1) datos tabulados, que permitan almacenar, administrar, buscar y organizar los datos; 2) una representación gráfica, que ayuda a visualizar el contexto espacial de los datos: De esta forma se puede, no solo administrar los datos, sino también generar nuevos datos. Como resultado de esto y del análisis implícito en los datos se define una base de datos, cuyo mejor manejo se hizo con base a un sistema de información geográfica. Las carátulas de estos sistemas se presentan en la Figura 63 para el caso de la RBTC, y en la Figura 64 para la RBSM..

Algunas capas de información (temas) se han manejado desde la perspectiva vectorial, principalmente a los que se refieren a caminos, ríos, curvas de nivel, etc. Los vectores también se usaron para administrar datos a nivel de polígonos, como lo son subcuencas, regiones hidrográficas, etc.

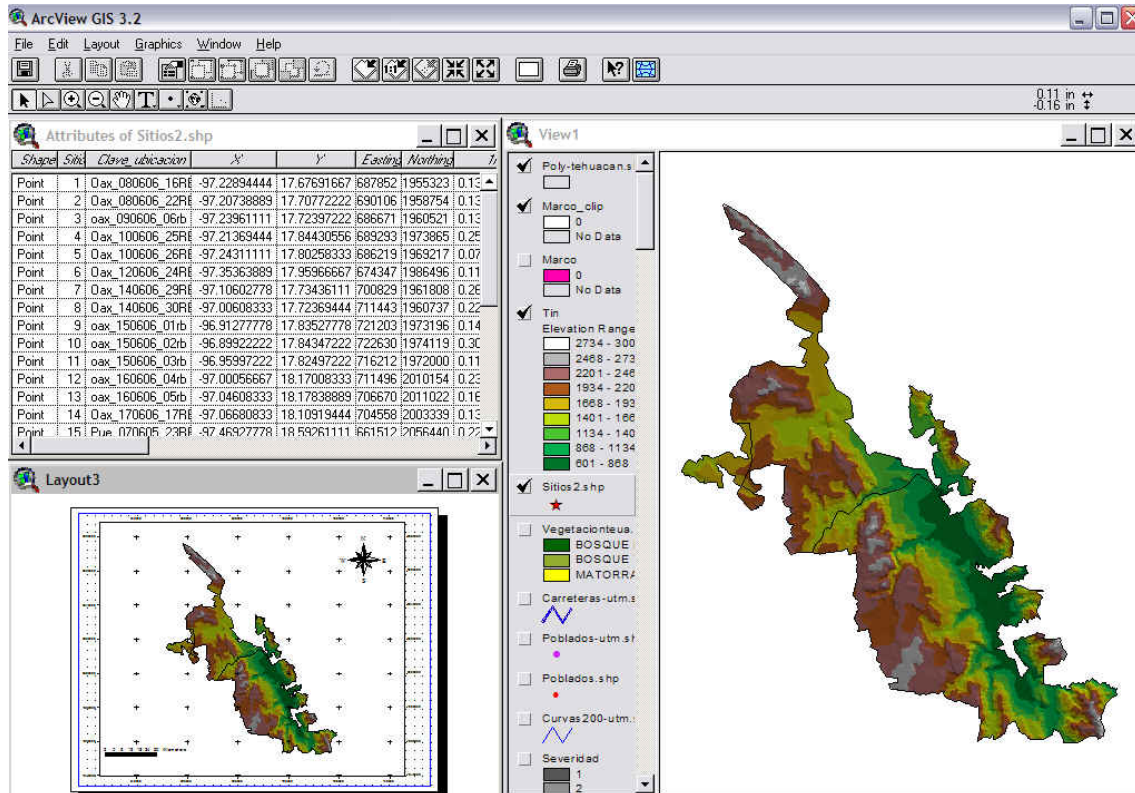


Figura 63. Sistema de información geográfica donde se administra la base de datos de la RBTC.

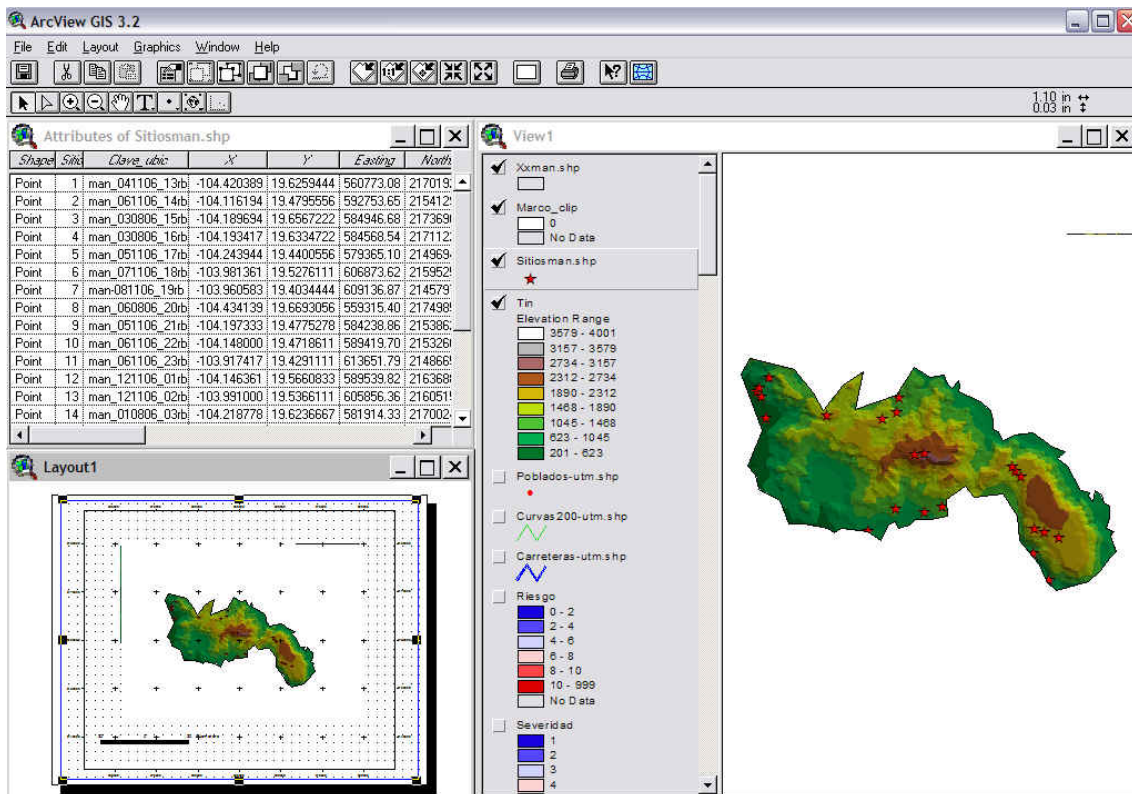


Figura 64. Sistema de información geográfica donde se administra la base de datos de la RBSM.

Por otra parte, algunos datos se trabajaron a través de figuras definidas por matrices (perspectiva “raster”). De hecho el proceso de análisis a través de árboles de regresión requirió que todas las capas de información estuvieran en el formato raster. Es por esto que, una vez seleccionadas las variables relevantes, fueron transformadas del formato vectorial, al formato raster.

Los dos sistemas de información generados, permiten generar resultados a través de cuadros, graficas o mapas. Estos últimos son usados en este trabajo para representar las estimaciones de combustibles forestales, a través de mapas temáticos correspondientes a los siete tipos de combustibles. El sistema también permite hacer análisis usando una sola capa de información, como lo son áreas, clasificaciones, porciones, etc. Asimismo es posible realizar operaciones entre las diferentes capas, de tal forma que pueda, por ejemplo, identificarse aquellas áreas con mayor carga de combustibles (considerando la suma de todas las capas de combustibles forestales). Los mapas también permiten ubicar y dimensionar la proporción de cada uno de los valores de las variables analizadas. Y a su vez hacer asociaciones espaciales con otras variables.

6. ÁRBOLES DE CLASIFICACION Y REGRESION (30 MODELOS ESPACIALES DEPURADOS)

En esta fase se probaron varios modelos basados en la tecnología de árboles de regresión, la cual ya se explico previamente. Los modelos fueron definidos de acuerdo a la combinación del tipo de combustibles (siete), y el numero total de variables seleccionadas en la fase 2. De esta forma para el caso de la RBTC se tienen 14 variables, que se probaron con cada uno de los siete tipos de combustibles. Las cargas de combustibles para el caso de la RBTC se presentaron en el Cuadro 2, mientras que las variables probadas se muestran en el Cuadro 7. Con estas últimas variables se hicieron varias combinaciones a fin de conocer cuales son las variables que mejor estiman las cargas de combustibles. De esta forma se probaron 20 diferentes combinaciones de variables, siendo importante señalar que por lo menos se usaron cuatro variables en cada combinación.

Cuadro 7. Variables auxiliares usadas para estimar la distribución espacial de combustibles forestales en la RBTC.

CLAVE_UBIC	1HR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Oax_080606_16RB	0.13	296	1	68620	11	8	231	33	822	221	2091	661	12	19192	935
Oax_080606_22RB	0.13	296	1	68769	11	8	231	33	822	249	2091	661	12	19192	935
oax_090606_06rb	0.13	296	10	68620	11	8	231	33	822	249	2091	661	12	19192	935
Oax_100606_25RB	0.25	296	10	66691	9	8	231	33	808	249	2037	661	12	19192	935
Oax_100606_26RB	0.07	296	10	66691	10	8	231	344	822	249	2037	661	12	19192	917
Oax_120606_24RB	0.12	294	10	66985	9	8	231	344	808	221	2037	661	12	19192	917
Oax_140606_29RB	0.26	296	10	68486	8	8	17	344	822	221	2037	676	12	19192	970
Oax_140606_30RB	0.22	293	7	65839	7	4	230	430	83	240	38	688	12	19192	904
oax_150606_01rb	0.14	293	1	67997	9	8	17	103	9	247	38	715	29	21551	950
oax_150606_02rb	0.30	293	1	67997	9	9	233	103	808	248	38	715	29	21551	954
oax_150606_03rb	0.11	293	7	65839	6	5	17	344	83	247	246	712	29	20506	949
Oax_170606_17RB	0.14	240	7	65427	7	5	17	344	83	221	246	684	124	20506	904
Pue_070605_23RB	0.23	240	1	41100	10	7	9	430	15	221	62	653	124	19671	821
Pue_070606_19RB	0.14	240	1	41100	10	7	9	430	15	221	62	653	124	19803	821
Pue_080606_18RB	0.10	240	9	64844	9	6	17	430	9	221	38	676	124	20437	901
Pue_080606_20RB	0.15	240	9	64433	10	7	17	344	18	221	62	676	124	20437	882
Pue_080606_21RB	0.24	240	9	64433	10	7	17	344	18	199	62	676	124	19192	882
pue_090606_07rb	0.20	240	3	62318	12	8	9	33	548	221	1948	653	124	19429	777
pue_090606_11rb	0.04	240	4	61498	13	9	9	33	722	221	1921	612	124	19005	777
pue_100606_09rb	0.38	240	3	65265	10	6	231	430	808	221	2037	676	124	19192	924
pue_100606_10rb	0.25	240	7	65435	10	8	231	33	808	221	2037	676	124	19192	919
pue_100606_12rb	0.03	240	9	64433	8	7	17	430	18	221	62	612	124	19192	882
pue_120606_14rb	0.25	240	10	65839	8	6	17	430	9	221	38	688	12	19192	922
pue_130606_13rb	0.09	240	7	41100	7	4	17	430	83	221	38	612	124	20763	904
Pue_130606_27RB	0.17	240	7	65839	8	6	17	430	9	221	38	688	12	19192	922
Pue_130606_28RB	0.19	240	3	63061	7	4	230	430	9	240	38	612	124	19192	901
pue_170606_15rb	0.28	240	7	64672	7	6	17	430	83	221	246	684	124	20506	904

1= VEGETACI

6= TEMP_GEO

11= HIDGEO4

2= USO_VEGE 7= ISOYT1M 12= ESMEA4M
 3= USO_VEGE 8= ISOTM1M 13= EDA251M
 4= TEMP_MIN 9 = HUMEGEO 14= CLIMA1M
 5= TEMP_MAX 10= HIPSO4M

En el caso de la RBSM las cargas de combustibles se mostraron en el Cuadro 4, mientras que las variables auxiliares usadas se presentan en el Cuadro 8. El numero de combinaciones de variables que se probaron fue de 18, con el mismo requerimiento de que se tuviera por lo menos cuatro variables en cada combinación. En esta caso las variables base, anteriormente seleccionadas, solo fueron nueve, no obstante su distribución espacial fue suficiente para la estimación espacial de las cargas de combustibles en la RBSM.

Cuadro 8. Variables auxiliares usadas para estimar la distribución espacial de combustibles forestales en la RBSM.

CLAVE_UBIC	1-HR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
man_041106_13rb	0.04	57476	441	568	9738	1870	25	308	220	14393
man_061106_14rb	0.20	58364	690	28	9857	1943	38	354	628	16720
man_030806_15rb	0.09	57315	172	28	9587	1710	38	211	628	14393
man_030806_16rb	0.16	57411	690	628	9587	1710	1792	296	628	14393
man_051106_17rb	0.14	57331	294	565	9857	1902	1399	308	83	16720
man_071106_18rb	0.17	55880	696	628	9587	1943	1821	308	628	16843
man-081106_19rb	0.15	58708	294	28	9894	1868	38	296	83	17038
man_060806_20rb	0.06	57219	441	568	9365	1848	25	308	220	14393
man_051106_21rb	0.14	58498	172	28	9857	1943	38	308	628	16720
man_061106_22rb	0.30	57843	294	28	9857	1943	1399	308	83	16720
man_061106_23rb	0.29	58503	696	628	9864	1868	1821	308	664	17056
man_121106_01rb	0.16	56129	700	628	9651	1710	1816	308	660	16418
man_121106_02rb	0.24	55880	696	628	9587	1943	1821	308	628	16109
man_010806_03rb	0.07	57230	696	28	9732	1710	1792	296	628	14393
man_050806_04rb	0.22	56129	696	28	9651	1710	1792	296	628	16418
man_101106_05rb	0.33	58642	690	628	9864	1868	1792	308	628	17059
man_040806_06rb	0.12	57219	294	565	9651	1848	1399	308	83	16418
man_101106_07rb	0.20	55880	696	628	9864	1868	1821	308	628	17059
man_111106_08rb	0.10	57843	696	628	9587	1710	1792	308	628	16109
man_131106_09rb	0.36	56129	700	628	9651	1710	1816	354	660	16418
man_040806_10rb	0.03	57219	294	568	9365	1848	25	308	220	14393
man_040806_11rb	0.05	57219	441	568	9738	1848	25	308	220	14393
man_091106_12rb	0.15	58708	441	28	9894	1868	1399	211	83	17038

1= USOVEG2 4= SUELOVEG 7= ISOYT1MG
 2= TMIN1MG 5= SUBCU1MG 8= ISOT1MG
 3= TMAXP1MG 6= HIPSO4MG 9= EDA251MG

7. SELECCIÓN Y DEPURACION DE LOS ÁRBOLES DE CLASIFICACION Y REGRESION

En el caso de la RBTC la variable mas usada en la estimación de las cargas de los siete tipos de combustibles, fue el uso del suelo (USOVEGE) (Cuadro 9). Esta fue geoestadísticamente importante para estimar los combustibles de 1-hora, de 100-horas, la hojarasca y la capa de materia orgánica y material descompuesto. Hubo varias variables que fueron útiles para la estimación de solo dos tipos de combustibles, como por ejemplo la variable edafología (EDA25IMG). La cual se uso para la estimación de las cargas de combustibles de 1-hora y la hojarasca. También hubo variables que solo fueron útiles para la estimación de un solo tipo de combustibles.

En total fueron nueve las variables usadas para la estimación de las cargas de los siete tipos de combustibles: 1) edafología; 2) hidrografía; 3) uso de vegetación; 4) clima; 5) escurrimiento medio anual; 6) isoyetas; 7) isotermas; 8) tipo de vegetación; 9) humedad.

Cuadro 9. Variables auxiliares usadas para la estimación de cargas de combustibles forestales en la RBTC.

VARIABLE	1 HORA	10 HORAS	100 HORAS	FIRMES	PODRIDOS	HOJARASCA	DESCOMPUERTO
EDA25IMG	X					X	
HIDGEO4	X	X					
USOVEGE	X		X			X	X
CLIMAIM		X		X			
ESMEA4M			X				X
ISOYT1M				X			
ISOTM1M					X		
USOVEGE2						X	
HUMEGEO							X

Para la estimación de las cargas de combustibles en la RBSM en total se usaron siete variables(Cuadro 10): 1) edafología; 2) temperatura mínima; 3) uso de suelo; 4) tipo de vegetación; 5) hipsometría; 6) temperatura máxima; 7) isoyetas. De estas la que geoestadísticamente fue mas importante para un mayor numero de tipos de combustibles fue la temperatura mínima. La cual fue útil para estimar los combustibles de 1-hora, de 10-horas, mayores de 7.5 cm podridos, y materia orgánica (decompuesto). LA edafología y la hipsometría ayudaron a estimar la distribución espacial de tres tipos de combustibles cada una. Solo dos variables fueron útiles para la estimación de un solo tipo de combustibles.

Cuadro 10. Variables auxiliares usadas para la estimación de cargas de combustibles forestales en la RBSM.

VARIABLE	1 HORA	10 HORAS	100 HORAS	FIRMES	PODRIDOS	HOJARASCA	DESCOMPUESTO
EDA251MG	X	X				X	
TMIN1MG	X	X			X		X
SUELOVEG		X	X				
USOVEG2			X				X
HIPSO4MG			X	X		X	
TMAXP1MG					X		
ISOYT1M						X	

A continuación se presentan los estadísticos resultantes de cada uno de los árboles de regresión que se definieron para los tipos de combustibles, tanto para la RBTC, como para la RBSM. En estos se presenta el número de variables que se usaron en la construcción de los árboles de regresión, así como el número de nodos terminales resultantes en cada caso. Estos últimos se refieren a las puntas terminales en las que finalizan las "ramas" de los árboles. Es decir, donde el criterio binario (mayor o menor del valor de cierta variable) ya no se aplica, ya que se ha asignado un valor final a la celda que se este calificando. Otro estadístico que se presenta es la desviación media de los residuales (errores de estimación), con base a la cual se seleccionaron los árboles de regresión mas adecuados. Finalmente, se muestran estadísticos específicos definidos por los residuales resultantes de las estimaciones: a) valor mínimo; b) primer cuartil; c) mediana; d) tercer cuartil; e) valor máximo.

7.1 Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán

1 HORA

Variables actually used in tree construction:

[1] "X24.HIDGEO4" "X2.USO.VEGE" "X28.EDA251M"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: 0.00467 = 0.1074 / 23

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-0.08445	-0.03780	-0.01729	0.00000	0.02454	0.14960

10 HORAS

Variables actually used in tree construction:

[1] "X24.HIDGEO4" "X31.CLIMA1M"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: 0.8932 = 20.54 / 23

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-1.5470	-0.3699	-0.2448	0.0000	0.1780	2.4060

100 HORAS

Variables actually used in tree construction:

[1] "X3.USO.VEGE" "X26.ESMEA4M"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: $0.3432 = 7.895 / 23$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-1.24800	-0.20390	0.00000	0.00000	0.03576	1.78900

FIRME

Variables actually used in tree construction:

[1] "X17.ISOYT1M" "X31.CLIMA1M"

Number of terminal nodes: 3

Residual mean deviance: $811.3 = 19470 / 24$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-21.290	-4.667	-0.111	0.000	-0.111	127.700

PODRIDO

Variables actually used in tree construction:

[1] "X18.ISOTM1M"

Number of terminal nodes: 2

Residual mean deviance: $0.3153 = 7.881 / 25$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-0.6278	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.5110

HOJARASCA

Variables actually used in tree construction:

[1] "X3.USO.VEGE" "X2.USO.VEGE" "X28.EDA251M"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: $1.125 = 25.88 / 23$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-2.06800	-0.54000	-0.08423	0.00000	0.21080	2.51500

FERMENTACION (M.O.)

Variables actually used in tree construction:

[1] "X22.HUMEGEO" "X2.USO.VEGE" "X26.ESMEA4M"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: $9.916 = 228.1 / 23$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-4.95200	-1.15600	-0.03782	0.00000	0.12350	12.30000

7.2 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

1 HORA

Variables actually used in tree construction:

[1] "X9.EDA251MG" "X2.TMIN1MG"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: $0.004794 = 0.09109 / 19$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-0.11700	-0.03858	-0.01781	0.00000	0.02087	0.14450

10 HORAS

Variables actually used in tree construction:

[1] "X2.TMIN1MG" "X9.EDA251MG" "X4.SUELOVEG"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: $0.389 = 7.392 / 19$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-1.1610	-0.3335	-0.1309	0.0000	0.2737	1.8490

100 HORAS

Variables actually used in tree construction:

[1] "X6.HIPSO4MG" "X1.USOVEG2" "X4.SUELOVEG"

Number of terminal nodes: 4

Residual mean deviance: $1.51 = 28.68 / 19$

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-3.66900	-0.40420	-0.06038	0.00000	0.59530	2.75000

FIRME

Variables actually used in tree construction:

[1] "X6.HIPSO4MG"

Number of terminal nodes: 2

Residual mean deviance: $55390 = 1163000 / 21$
Distribution of residuals:
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
-277.500 -2.654 -2.654 0.000 -2.427 905.800

PODRIDO

Variables actually used in tree construction:
[1] "X3.TMAXP1MG" "X2.TMIN1MG"
Number of terminal nodes: 3
Residual mean deviance: $81.46 = 1629 / 20$
Distribution of residuals:
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
-9.255 -4.149 0.000 0.000 0.000 30.360

HOJARASCA

Variables actually used in tree construction:
[1] "X6.HIPSO4MG" "X7.ISOYT1MG" "X9.EDA251MG"
Number of terminal nodes: 4
Residual mean deviance: $7.557 = 143.6 / 19$
Distribution of residuals:
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
-4.3680 -1.3590 -0.4491 0.0000 0.5869 8.1750

FERMENTACION

Variables actually used in tree construction:
[1] "X2.TMIN1MG" "X1.USOVEG2"
Number of terminal nodes: 4
Residual mean deviance: $6.223 = 118.2 / 19$
Distribution of residuals:
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
-4.8900 -1.5110 0.1189 0.0000 1.6480 4.0600

8. RESULTADOS DE LOS ÁRBOLES DE CLASIFICACIÓN Y REGRESIÓN

El propósito de esta fase es el de mostrar los árboles de regresión usados para la generación de las superficies continuas (mapas) de cada uno de los tipos de combustibles. Estos árboles se presentan en forma grafica, lo cual permite entender mejor cuales fueron los criterios usados en la clasificación de cada píxel. Para entender esto se describirá el proceso a través de un ejemplo. Tomando el caso de los combustibles de 1-hora correspondientes a la RBTC (Figura 65), lo que se busca es obtener una representación grafica (superficie continua) de este tipo de combustibles, con base a una cuadrícula definida por el tamaño de las celdas (píxeles) y el tamaño del área a modelar. En este caso se trabajo con píxeles de 90 x 90 m, en un área delimitada por el mismo contorno de la reserva. La idea es que cada variable auxiliar este representada por un mapa (cuadrícula), con la misma resolución espacial (90 x 90 m). En teoría se tiene una cuadrícula final, pero vacía, que representa el marco del mapa temático final (combustibles de 1-hora). Como se señala, inicialmente cada cuadro (píxel) se encuentra vacío, a los cuales se les asignara un valor con base a los criterios establecidos por los modelos de regresión (árboles). Volviendo al caso de combustibles de 1-hora, la opción binaria inicial es saber si el píxel a calificar tiene un valor de hidrografía mayor o menor a 668.5. Digamos que el valor del píxel en cuestión es de 756.9. Esto implica que el valor es mayor, por lo que se debe seguir con la rama derecha del árbol. La cual establece nuevamente una opción binaria. En esta ocasión se debe establecer si el píxel a calificar ubica un valor mayor o menor a 19814.5. Digamos que el píxel en cuestión tiene un valor de 12344.8. Esto implica que el valor es menor, por lo que se debe seguir la rama izquierda. Finalmente, en este caso, no se plantea una nueva opción binaria, sino mas bien se ubica una punta Terminal de la rama, la cual se conoce como "nodo terminal". El valor que se indica en este nodo, siguiendo el ejemplo, seria de 0.2533, el cual se refiere a la carga de combustibles de 1-hora (tn/ha) que corresponden al píxel en cuestión. Este proceso es seguido por cada uno de los píxeles que conforman la cuadrículo, obteniéndose las superficies continuas correspondientes.

A continuación se presentan cada uno de los árboles de regresión, que explican gráficamente los criterios de definición de las cargas de combustibles, para los siete diferentes tipos, en cada una de las reservas de la biosfera.

8.1 Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán

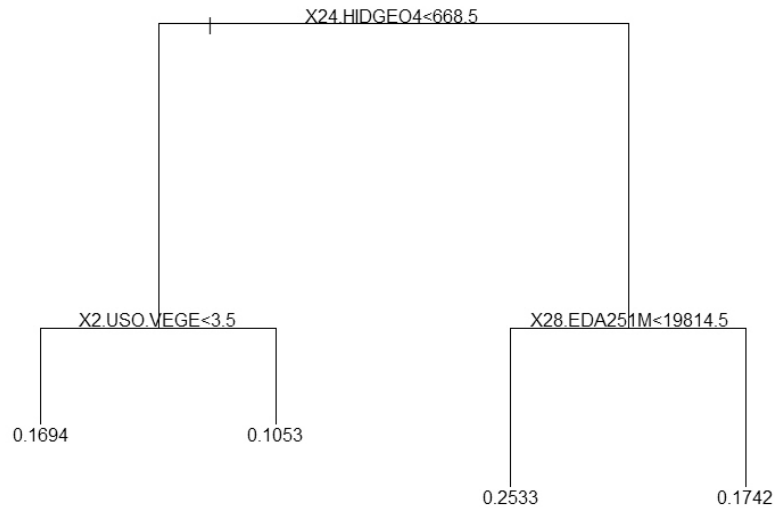


Figura 65. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de 1-HORA en la RBTC.

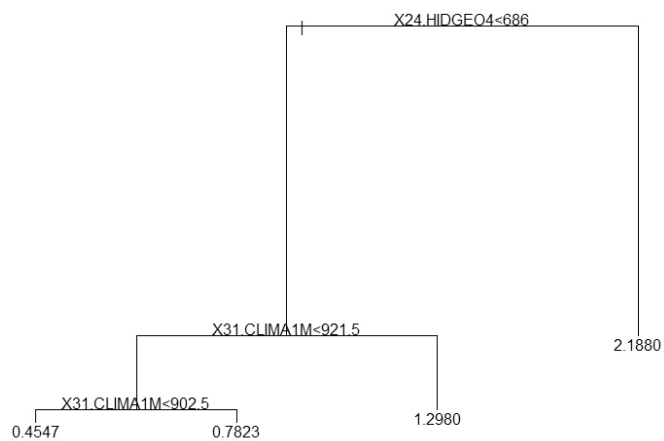


Figura 66. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de 10-HORAS en la RBTC.

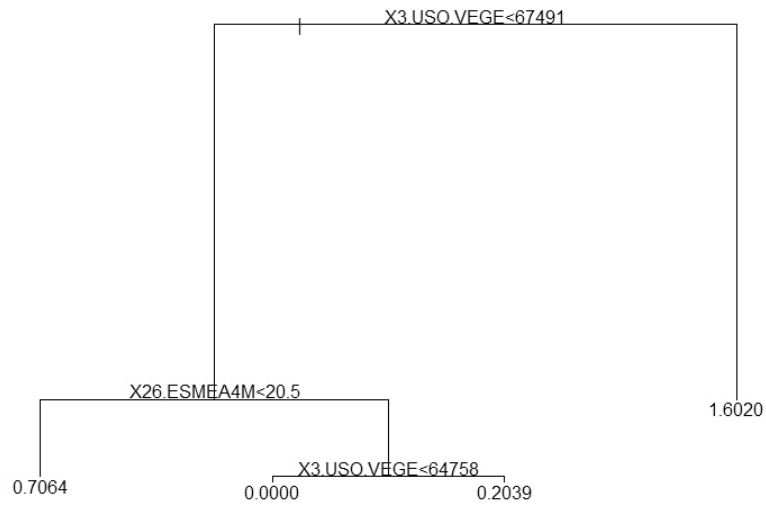


Figura 67. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de 100-HORAS en la RBTC.

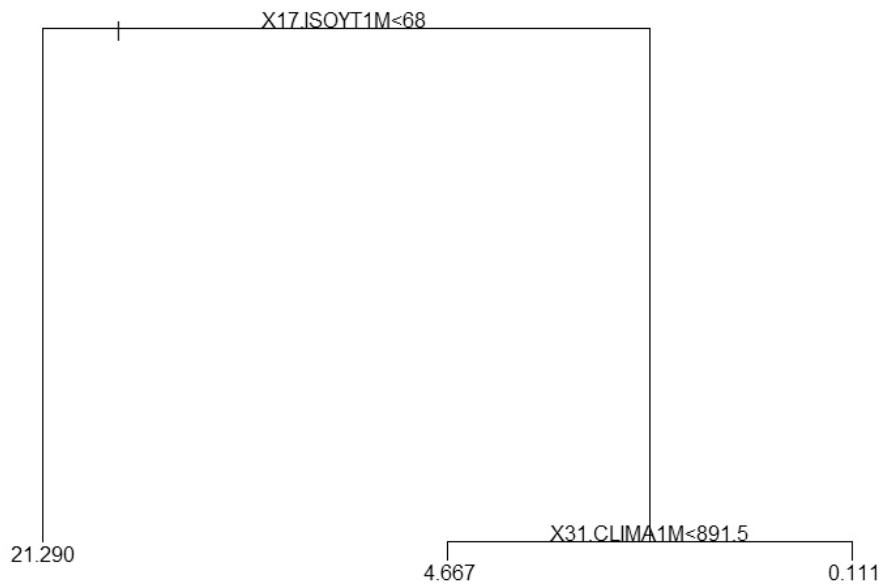


Figura 68. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de FIRMES en la RBTC.

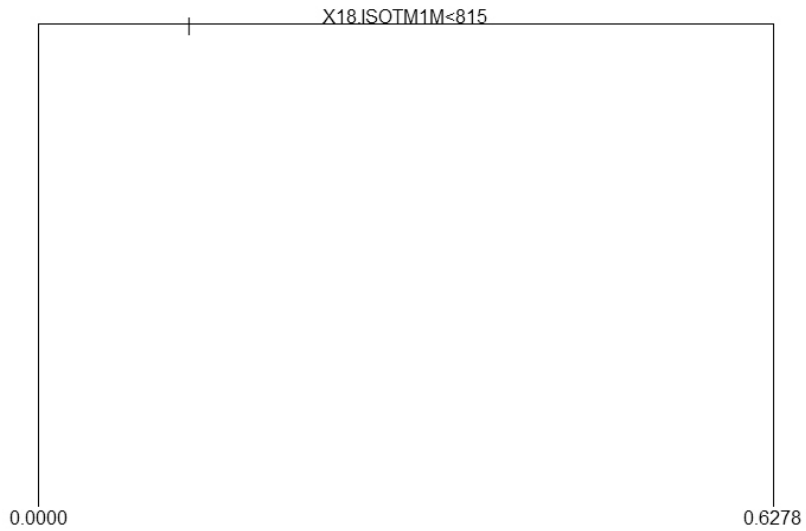


Figura 69. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de PODRIDOS en la RBTC.

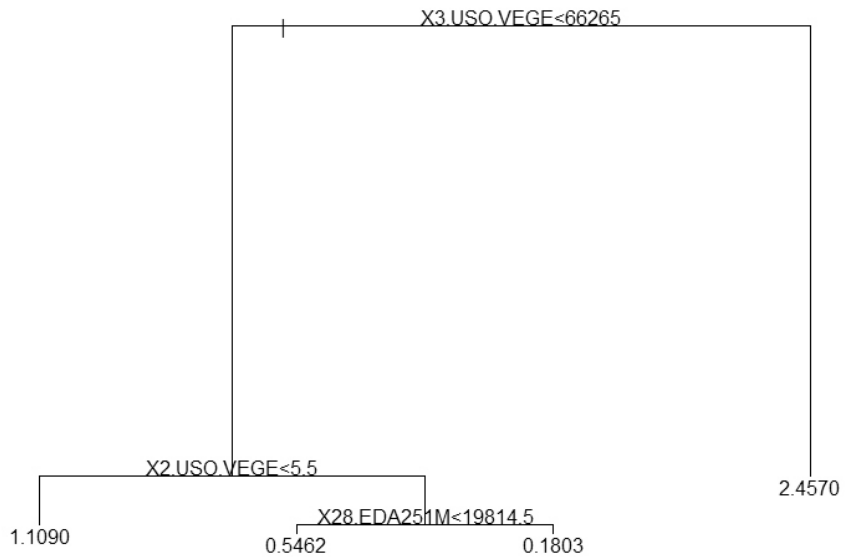


Figura 70. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de HOJARASCA en la RBTC.

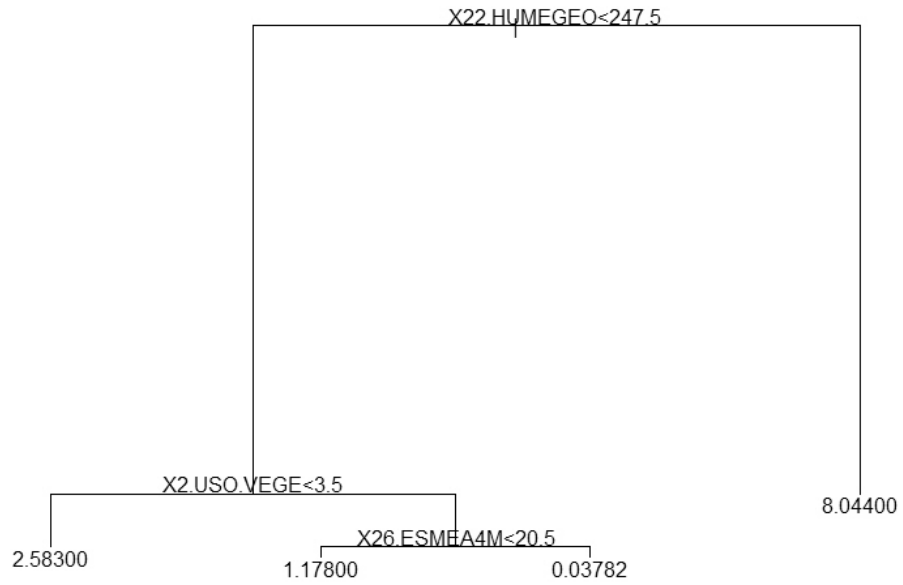


Figura 71. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de FERMENTACION (M.O.) en la RBTC.

8.2 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

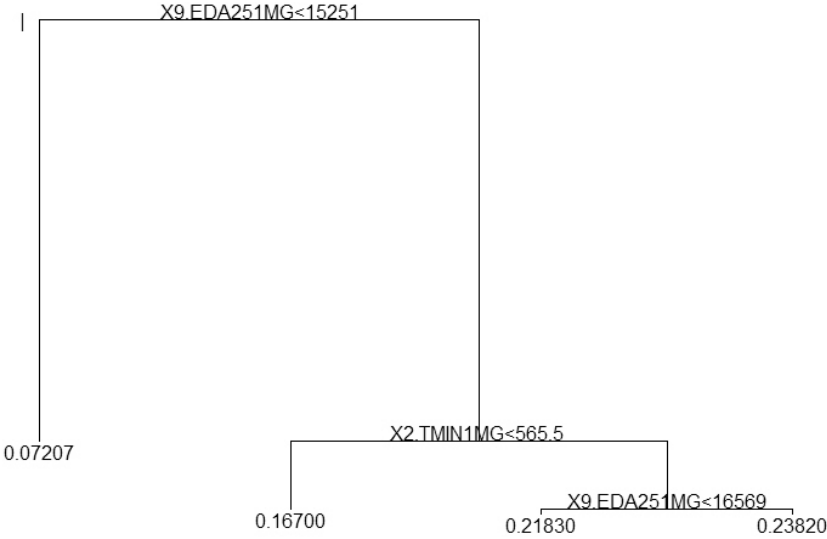


Figura 72. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de 1-HORA en la RBSM.

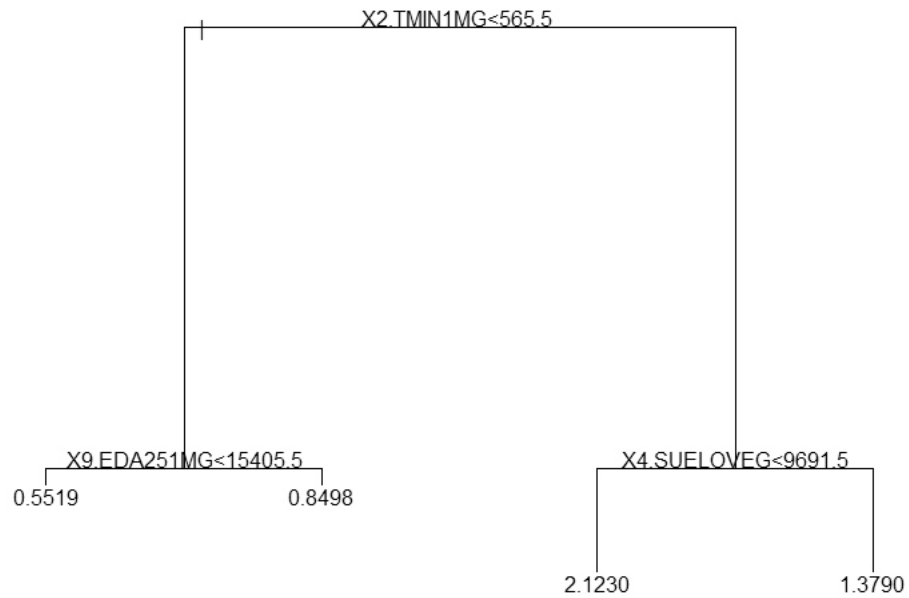


Figura 73. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de 10-HORAS en la RBSM.

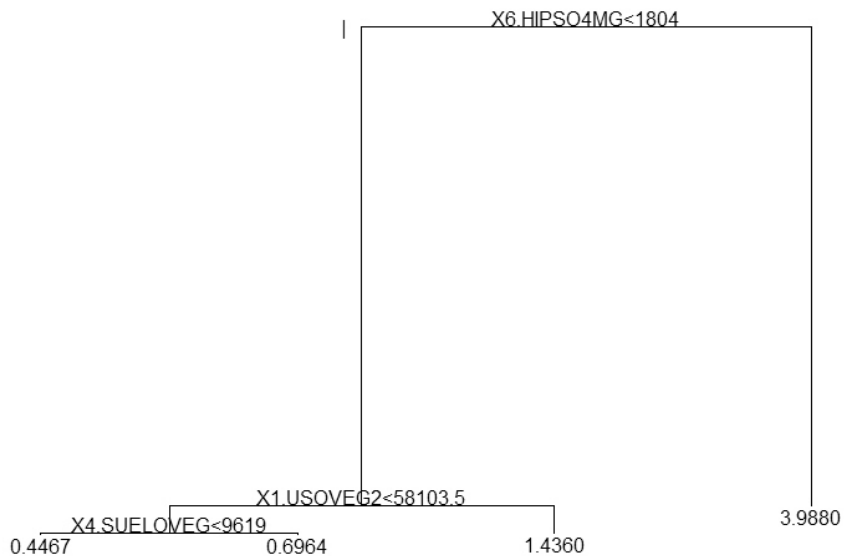


Figura 74. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de 100-HORAS en la RBSM.

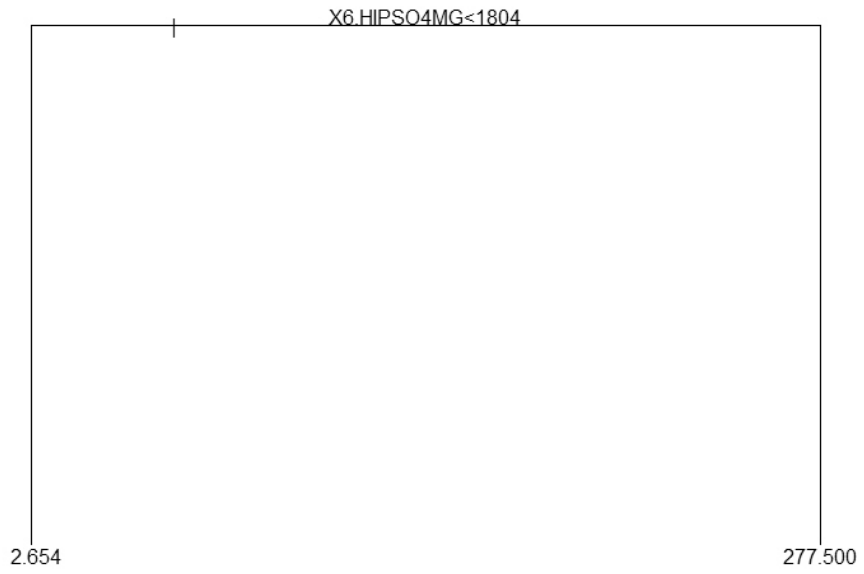


Figura 75. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de FIRMES en la RBSM.

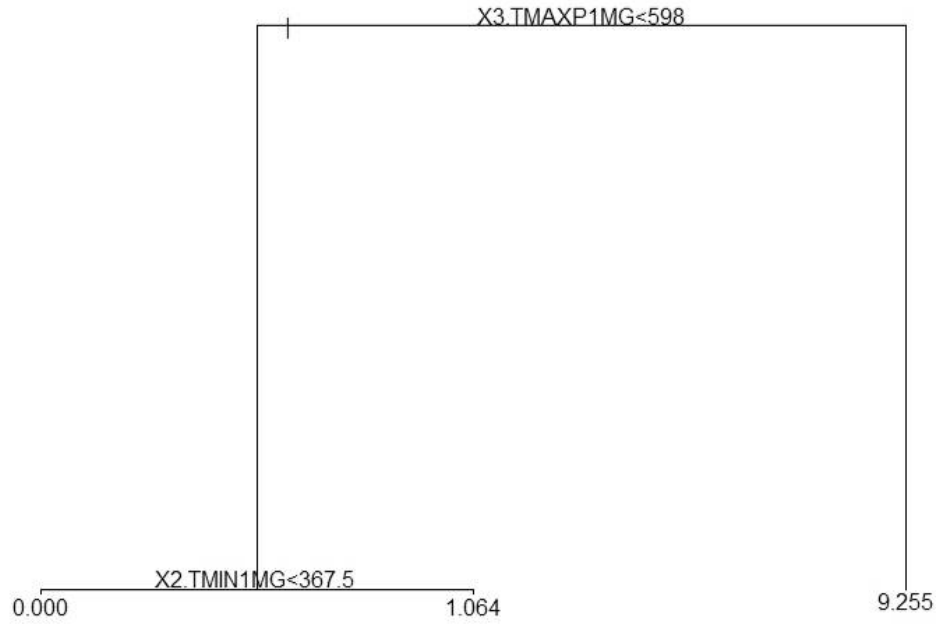


Figura 76. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de PODRIDOS en la RBSM.

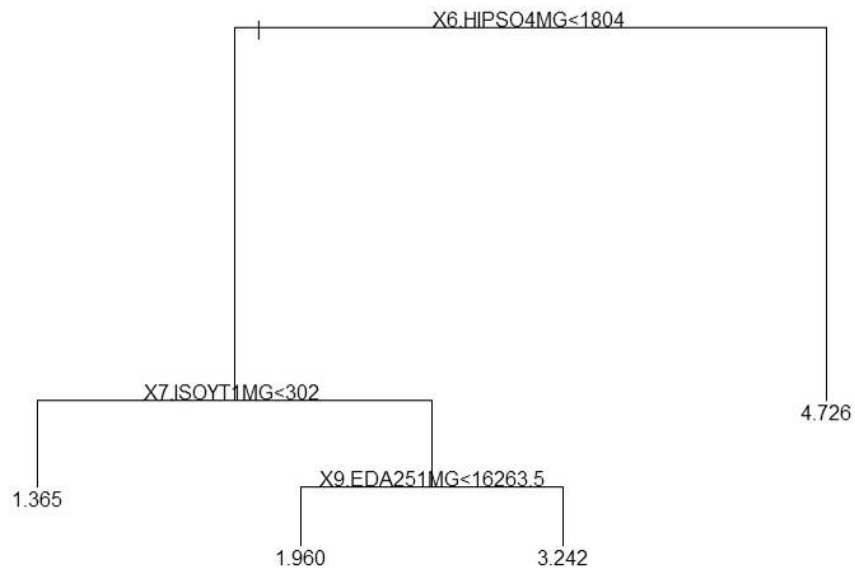


Figura 77. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de HOJARASCA en la RBSM.

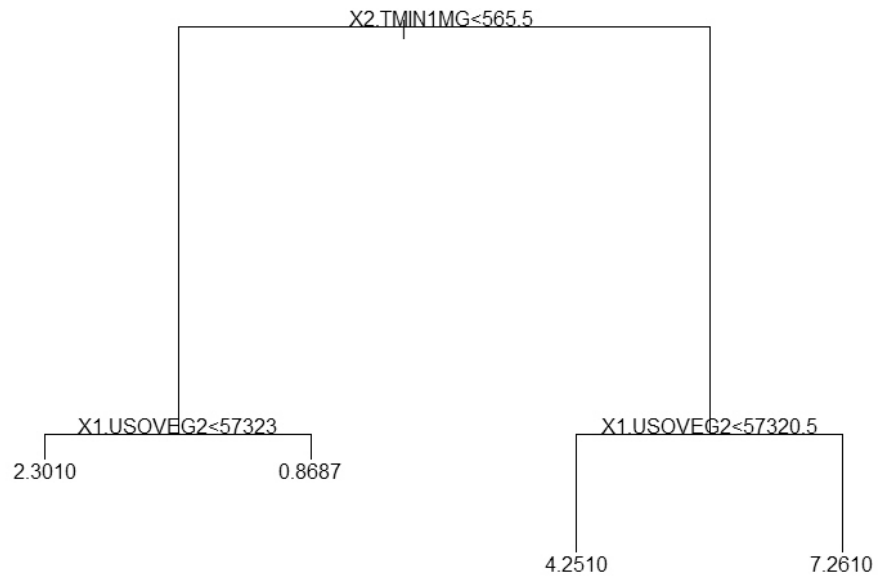


Figura 78. Representación grafica del árbol de regresión usado para la estimación de combustibles de FERMENTACION (M.O.) en la RBSM.

9. GENERACIÓN DE SUPERFICIES CONTINUAS DE COMBUSTIBLES FORESTALES

El paso final en esta fase es la obtención de la representación gráfica de los resultados de los modelos de regresión (árboles). Esto se hace a través de un sistema de información geográfica, a través del cual se puede manipular la información resultante. Por manipular se refiere a clasificar u ordenar los resultados, de tal forma que el producto gráfico obtenido sea de fácil interpretación por el lector.

Las representaciones gráficas que se presentan en esta fase no son otra cosa más que la asignación de colores a los píxeles de las cuadrículas, con base a cierto rango de valores de cargas de combustibles. Lo que se obtiene, en su conjunto, es una superficie continua de valores (colores), es decir que a cada píxel le siguen en forma otros píxeles con valores específicos, que lo ubican en una clasificación u otra. El término de superficie continua tal vez se entienda mejor si se considera que la alternativa opuesta sería la representación de las cargas de combustibles por medio de puntos. Lo cual sería una representación puntual, que no permite definir una continuidad en el mapa final. Por lo que al manejar la información a nivel de píxeles, conteniendo cada píxel un valor dado, es posible darle continuidad a la variación espacial de las cargas de combustibles. Con lo cual, a su vez, se definen superficies continuas, que permiten clasificar píxeles con valores similares (dentro de cierto rango). Las superficies continuas son la base para la definición de los mapas temáticos finales. Los cuales se presentan posteriormente.

A continuación se presentan las superficies continuas resultantes de la aplicación de los árboles de regresión que se usaron para estimar las cargas de combustibles, para cada uno de los siete tipos correspondientes a cada una de las reservas de la biosfera estudiadas. La tabla de rangos de valores que se presenta al extremo derecho, corresponden a las clases de cargas de combustibles (tn/ha), y no representan un rango específico. Como se menciona este rango puede manipularse de acuerdo a los objetivos específicos que se persigan. Esta es una de las ventajas de administrar la información a través de un sistema de información geográfica.

9.1 Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán

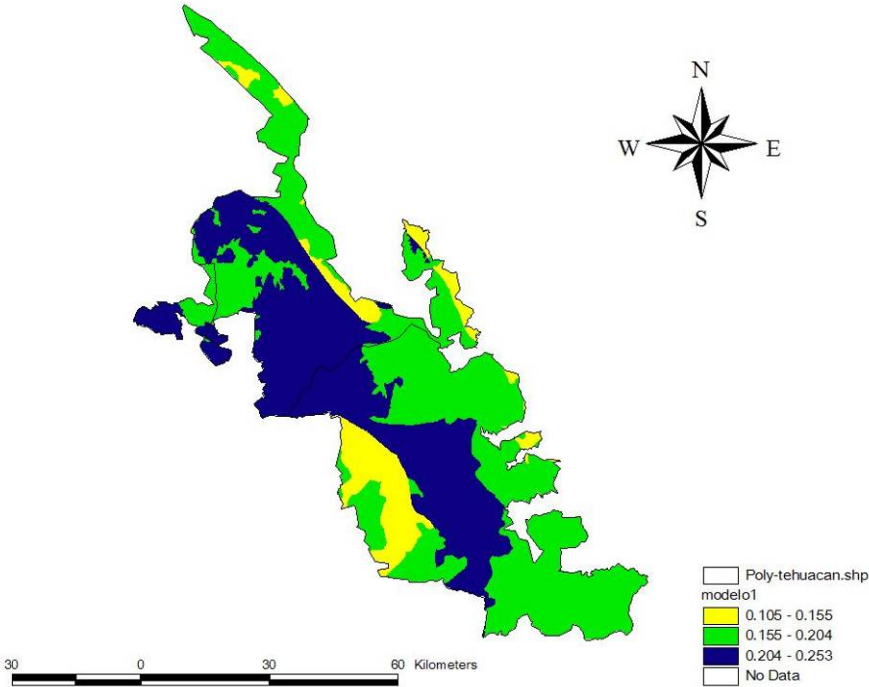


Figura 79. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de 1-HORA en la RBTC.

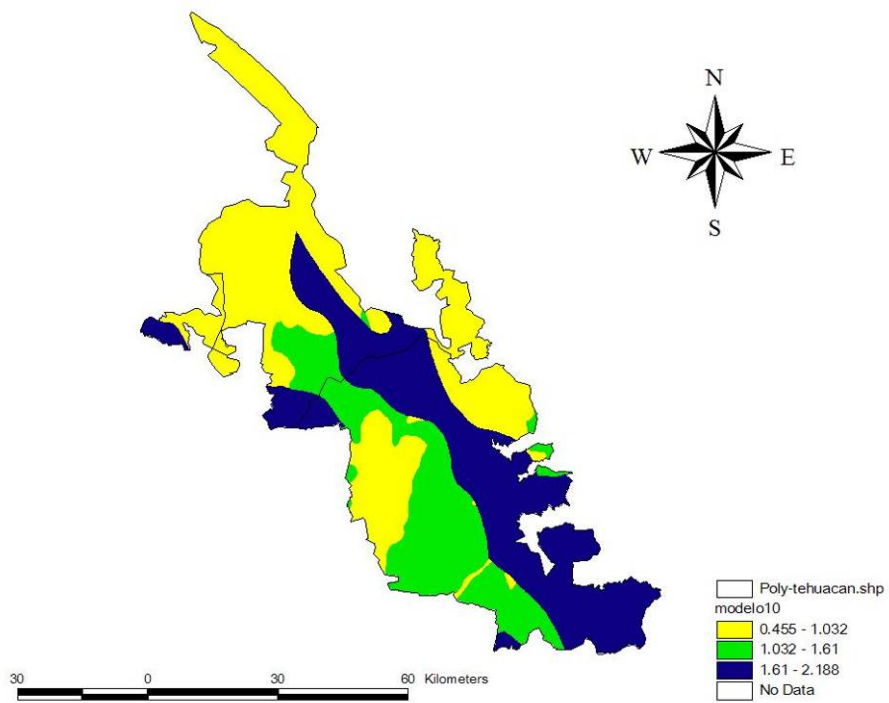


Figura 80. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de 10-HORAS en la RBTC.

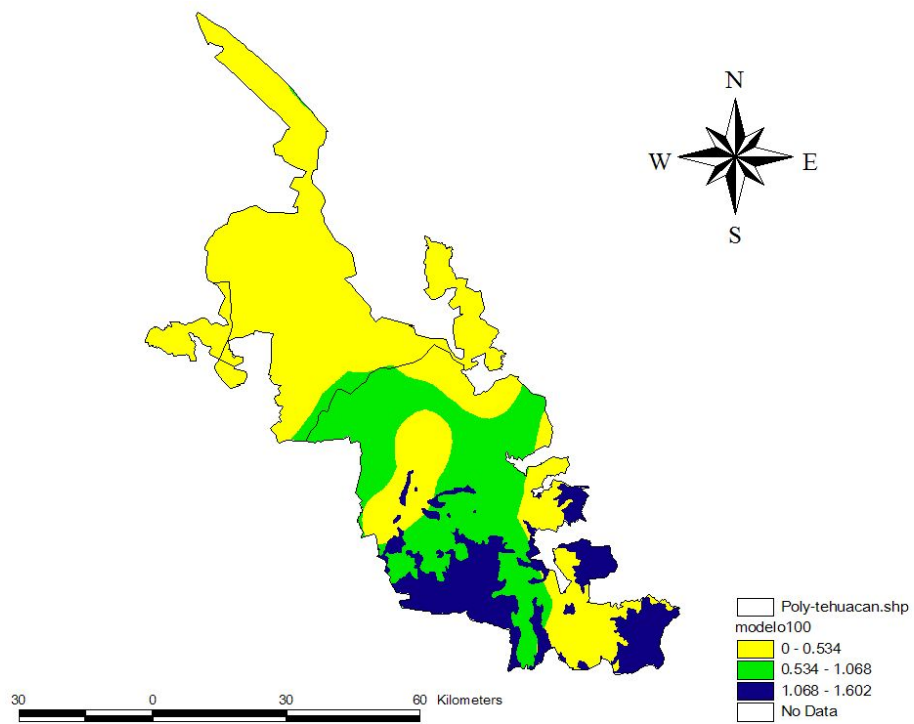


Figura 81. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de 100-HORAS en la RBTC.

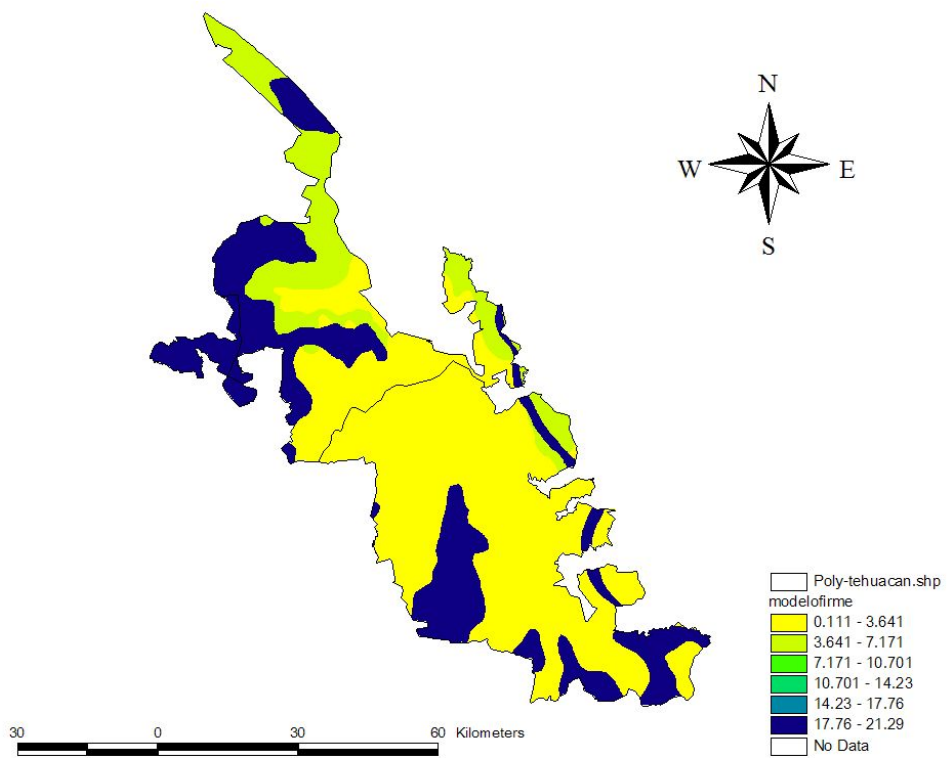


Figura 82. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles FIRMES en la RBTC.

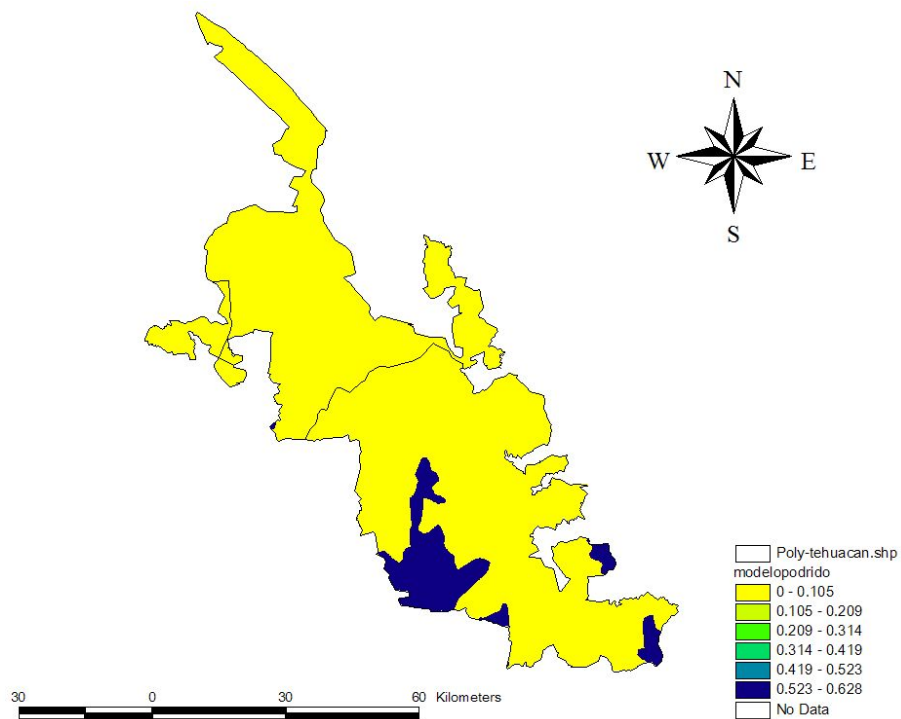


Figura 83. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles PODRIDOS en la RBTC.

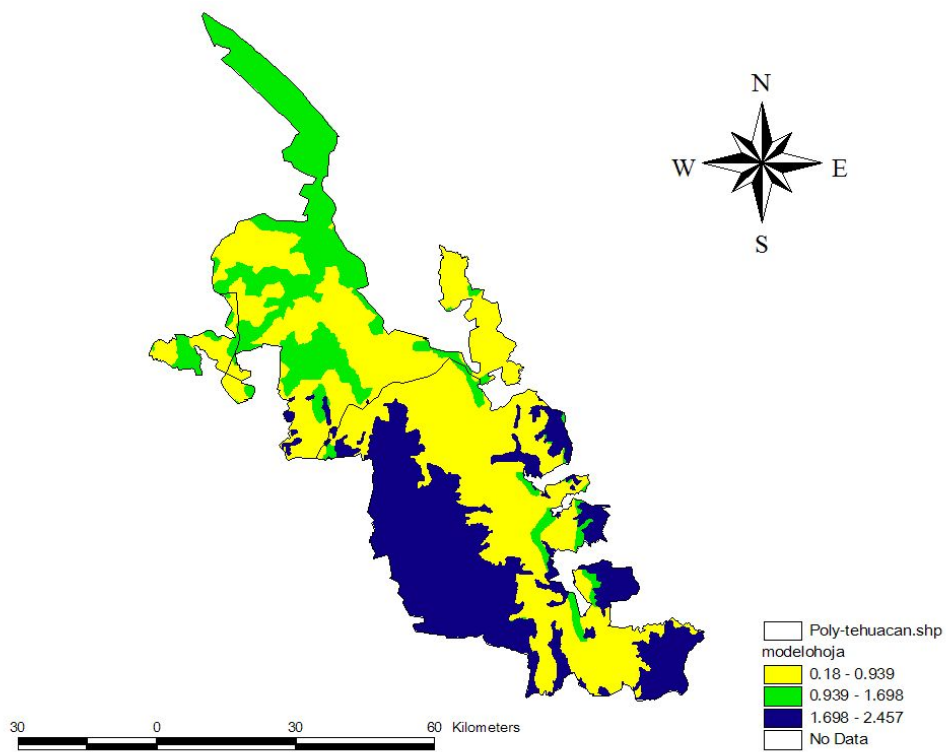


Figura 84. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de HOJARASCA en la RBTC.

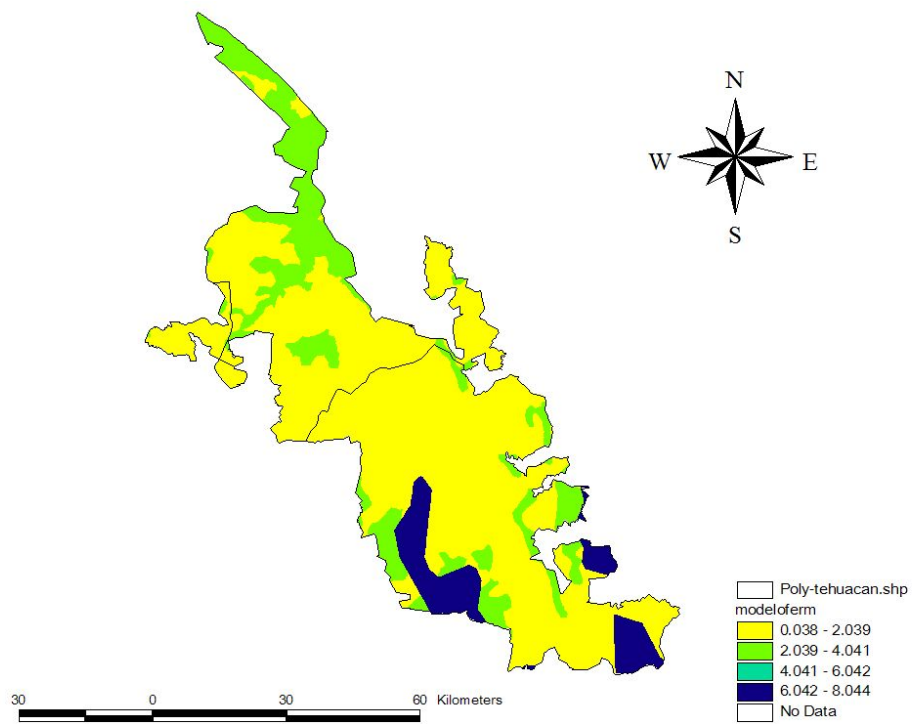


Figura 85. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de FERMENTACION (M.O.) en la RBTC.

9.2 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

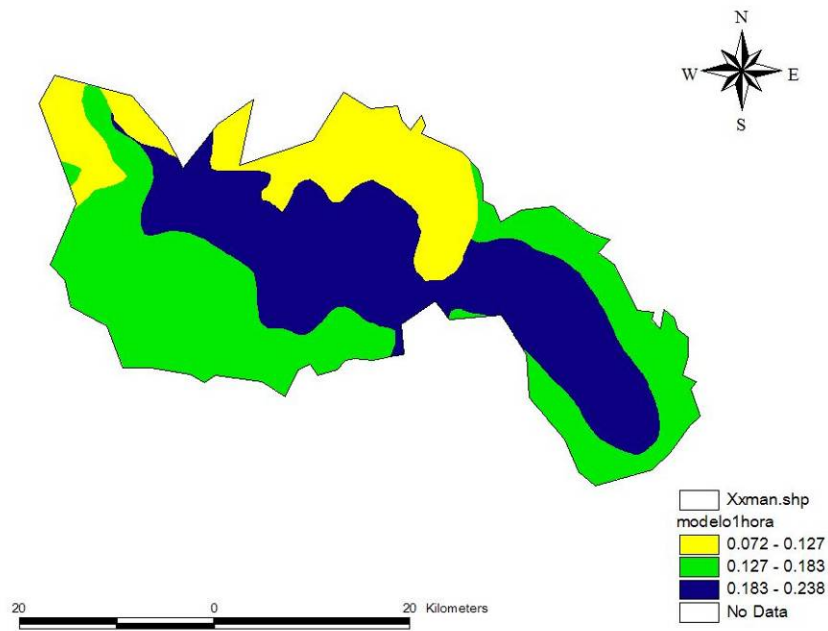


Figura 86. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de 1-HORA en la RBSM.

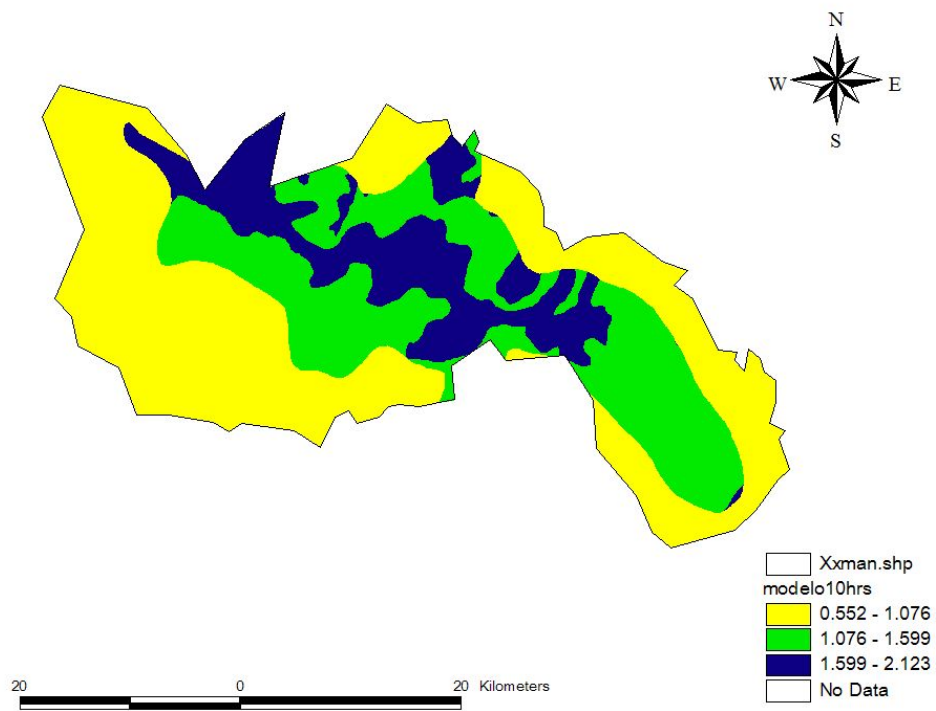


Figura 87. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de 10-HORAS en la RBSM.

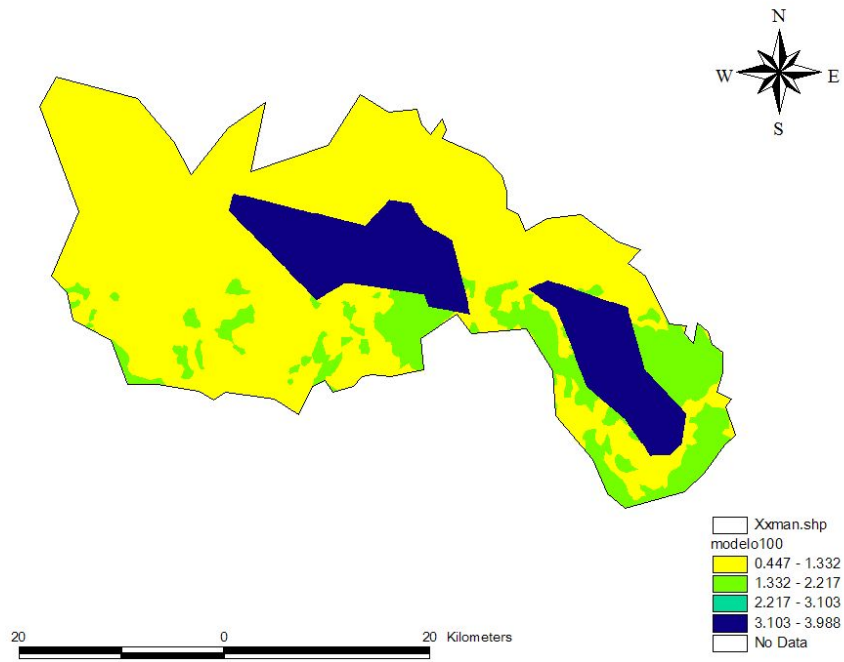


Figura 88. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de 100-HORAS en la RBSM.

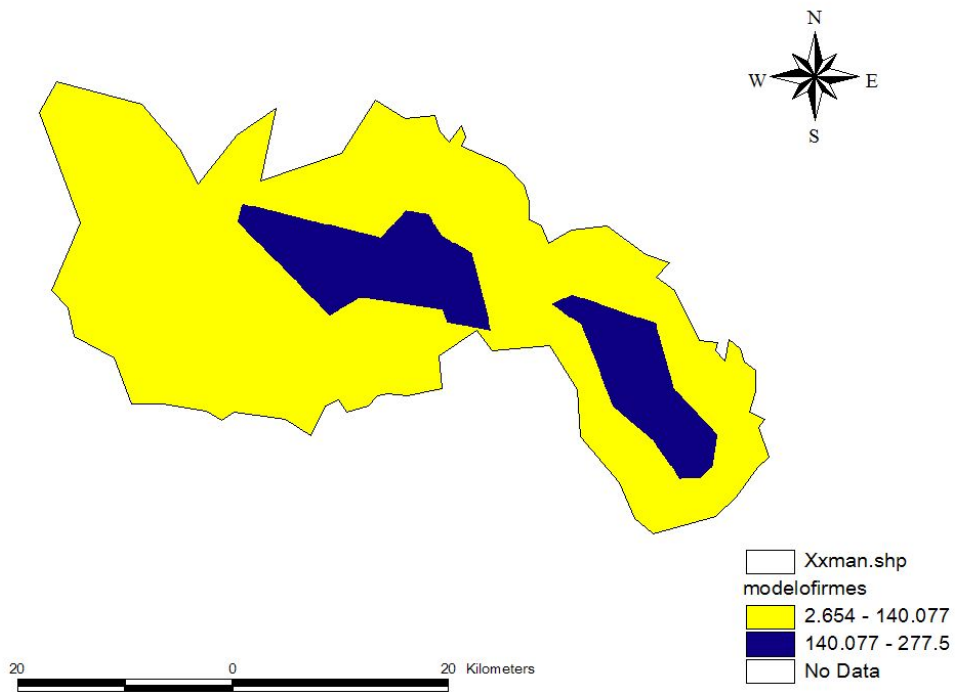


Figura 89. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles FIRMES en la RBSM.

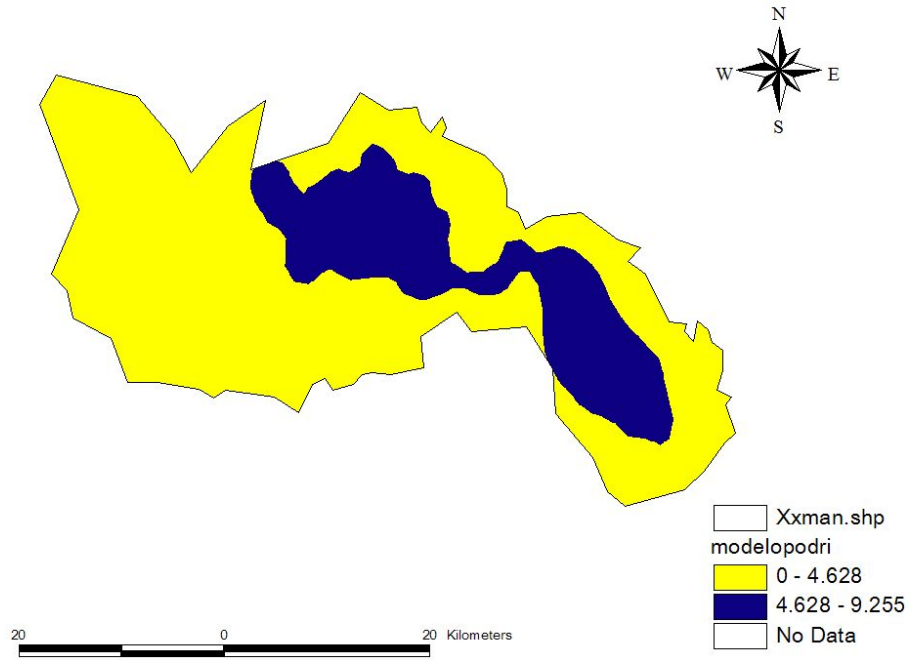


Figura 90. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles PODRIDOS en la RBSM.

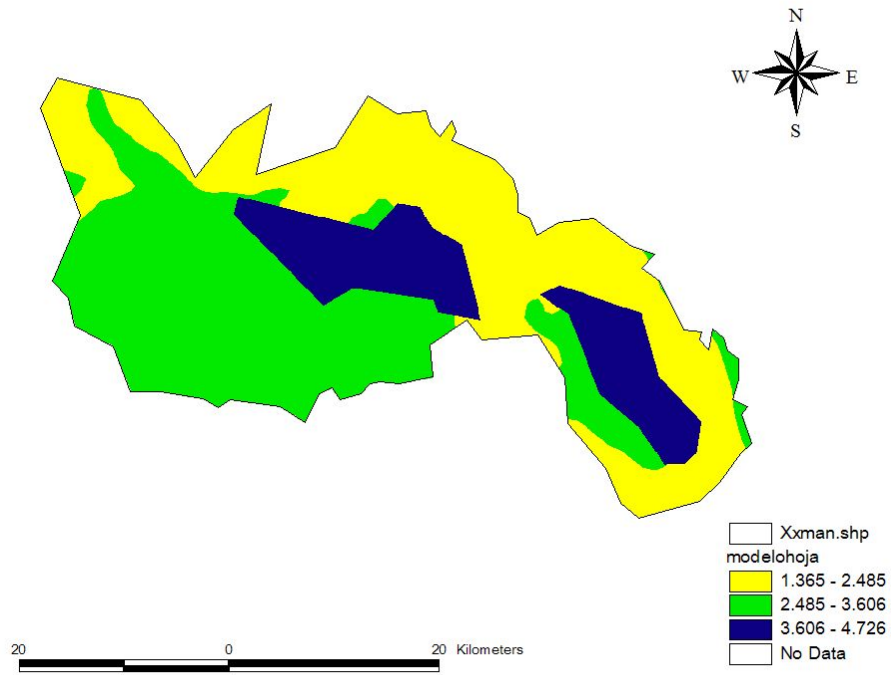


Figura 91. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de HOJARASCA en la RBSM.

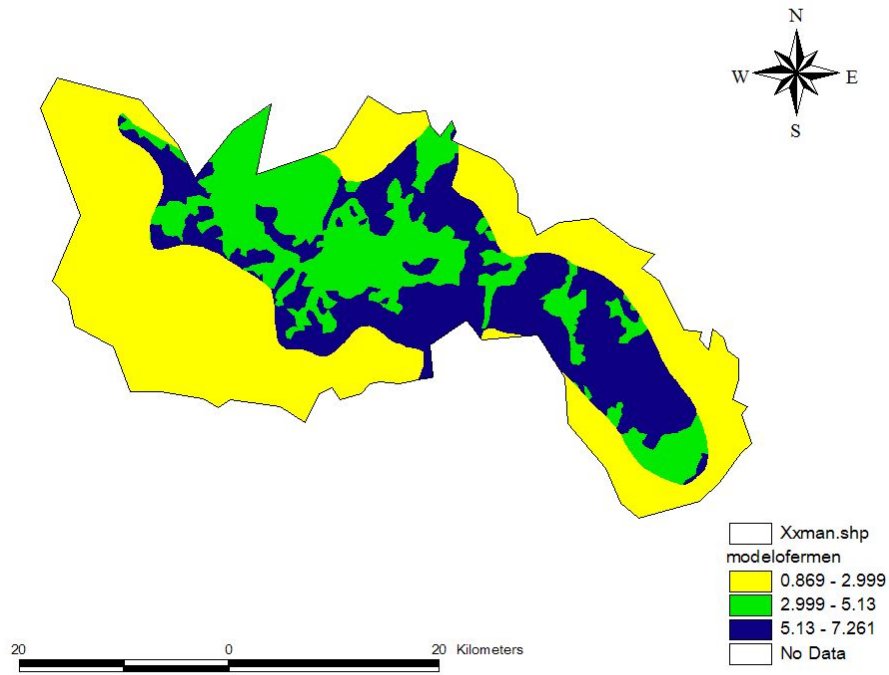


Figura 92. Superficie continua resultante de la aplicación del árbol de regresión para estimar la distribución espacial de combustibles de FERMENTACION (M.O.) en la RBSM.