

# Anexo 1.10. Escenario tendencial y contextual.

En los últimos años, las actividades productivas del municipio han presentado un crecimiento sostenido; principalmente las agropecuarias como lo son los cultivos de agave y la ganadería intensiva. A pesar de representar un importante crecimiento económico para el municipio, el cambio de uso de suelo producido por dichas actividades, se asocia directamente a la deforestación de áreas con vegetación natural. Junto con el crecimiento productivo del municipio, también se presenta un incremento en la población total en conjunto de la expansión de la mancha urbana en las localidades con los sectores económicos más productivos. Para conocer el ritmo en el que se presenta el cambio de uso de suelo y el crecimiento de la población y de sus zonas urbanas, se realizaron varios escenarios tendenciales; los cuales son útiles para visualizar una representación del futuro basada en las tendencias actuales que ocurren en el territorio. Lo anterior con el objetivo de facilitar el entendimiento de las consecuencias que conllevan las acciones del presente y así desarrollar estrategias y políticas que fomenten un crecimiento de las actividades más sostenible.

En el presente anexo se agrupan tres análisis que funcionaron para determinar el crecimiento tanto de la ciudad, como de la población y las actividades productivas, que posteriormente se utilizaron para calcular el decremento de la vegetación natural y el cambio de uso de suelo. Dichos análisis fueron los siguientes:

- 1- Población
- 2- Mancha urbana
- 3- Cobertura forestal

## 1- Población

### Introducción

Para conocer el crecimiento poblacional en el municipio de Lagos de Moreno y en sus localidades con el mayor número de habitantes, se estudió el comportamiento de su población en el periodo de años de 1990 a 2020. Se obtuvo la Tasa de Crecimiento Anual Media (TCMA) para cada localidad y a partir de ello se estimó un escenario tendencial para los años 2030, 2040 y 2050.

### Metodología

Para comenzar se recopilaron los datos de la población en cada uno de los años mencionados anteriormente; para ello se descargaron los principales resultados por localidad (ITER) para el estado de Jalisco del Censo de Población y Vivienda de INEGI de 1990, 2000, 2010 y 2020. Se eligió hacer el análisis a partir de las localidades con el mayor número de habitantes; como la cabecera, Paso de Cuarenta, Los Azulitos, El Puesto,

Betulia, Francisco Primo de Verdad y Dieciocho de Marzo y del municipio en general. Los valores se muestran en la siguiente tabla.

Año	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<b>Municipio Lagos de Moreno</b>	106157	128118	153817	172403	196233	218676.7	241120.4
<b>Cabecera municipal</b>	63646	79592	98206	111569	128849	145087.3	161325.6
<b>Paso de Cuarenta</b>	2775	3195	3727	3780	4256	4610.7	4965.4
<b>Los Azulitos</b>	2104	2162	2217	2166	2222.5	2246.6	2270.7
<b>El Puesto</b>	1497	1742	1743	1874	1997	2110.2	2223.4
<b>Betulia</b>	1266	1381	1801	1324	1591.5	1650.9	1710.3
<b>Francisco Primo de Verdad</b>	1099	1275	1251	978	1054	1015.3	976.6
<b>Dieciocho de Marzo</b>	1043	1170	1111	1038	1072	1064.6	1057.2

Tabla 1. Población total en el periodo 1990-2020, de las principales localidades de Lagos de Moreno.  
Fuente: Elaboración propia

Una vez teniendo los datos de población, se calculó la población estimada para los años 2030 y 2050. Lo anterior se realizó en una hoja de cálculo de excel con la función "TENDENCIA". La cual regresa la tendencia lineal de en función de los valores ya existentes; es decir de los años 1990, 2000, 2010 y 2020.

	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Municipio Lagos de Moreno	106,157	128,118	153,817	172,403	196,233	218,677	241,120
Cabecera municipal	63,646	79,592	98,206	111,569	128,849	145,087	161,326
Paso de Cuarenta	2,775	3,195	3,727	3,780	4,256	4,611	4,965
Los Azulitos	2,104	2,162	2,217	2,166	2,223	2,247	2,271
El Puesto	1,497	1,742	1,743	1,874	1,997	2,110	2,223
Betulia	1,266	1,381	1,801	1,324	1,592	1,651	1,710
Francisco Primo de Verdad	1,099	1,275	1,251	978	1,054	1,015	977
Dieciocho de Marzo	1,043	1,170	1,111	1,038	1,072	1,065	1,057

Figura 1. Función "TENDENCIA" en excel.  
Fuente: Elaboración propia

Al igual se calculó la Tasa Media Anual (TMA) promedio de crecimiento poblacional para cada localidad, a partir de la ecuación;

$$TMA = ((población\ inicial - población\ final))^{(1/periodo\ de\ años)} - 1.$$

## Resultados

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Año	2030	2040	2050	TMA (promedio)
<b>Municipio Lagos de Moreno</b>	196233	218676.7	241120.4	0.016300964
<b>Cabecera municipal</b>	128849	145087.3	161325.6	0.018895528
<b>Paso de Cuarenta</b>	4256	4610.7	4965.4	0.010375775
<b>Los Azulitos</b>	2222.5	2246.6	2270.7	0.00097125
<b>El Puesto</b>	1997	2110.2	2223.4	0.007534327
<b>Betulia</b>	1591.5	1650.9	1710.3	0.001780545
<b>Francisco Primo de Verdad</b>	1054	1015.3	976.6	-0.003750458
<b>Dieciocho de Marzo</b>	1072	1064.6	1057.2	-0.000125955

Tabla 2. Escenario tendencial para el 2030, 2040 y 2050 de las principales localidades de Lagos de Moreno

Fuente: Elaboración propia

A nivel municipal, se obtuvo una tasa de 1.63% , con la cual se estima que para los años anteriormente mencionados la población total del municipio sea de 196,233 ; 218,677 y 241,120 habitantes respectivamente. Como se observa en el Gráfico 1 el crecimiento poblacional se concentra principalmente en la cabecera municipal, en la que en un intervalo de 10 años existe un aumento promedio de 22,082 habitantes; para 2050 se pronostica que su población llegue a los 161,326 habitantes. La siguiente localidad con el mayor mayor crecimiento poblacional corresponde a Paso de Cuarenta, que presenta una tasa de crecimiento anual promedio de 1.04% y una población esperada para 2050 de 4,965 habitantes (Ver en Gráfica 1).

## Conclusión

El estudio del crecimiento poblacional en el municipio de Lagos de Moreno y sus localidades más grandes revela un crecimiento anual promedio del 1.63% a nivel municipal. Se estima que para los años 2030, 2040 y 2050, la población total del municipio alcance aproximadamente 196,233, 218,677 y 241,120 habitantes respectivamente. Los datos anteriores proporcionan información resulta pertinente para el desarrollo de políticas públicas, asignación de recursos y el diseño de infraestructura, permitiendo a las autoridades anticipar las necesidades futuras de la comunidad y garantizar un crecimiento sostenible.

## 2- Mancha Urbana

### Introducción

Para determinar el crecimiento de la mancha urbana en las localidades urbanas del área de estudio, se realizó un análisis multitemporal que comprende el periodo de 2000 a 2022. En el que a través de imágenes satelitales, se calculó la superficie de la zona urbana. A partir de la tasa de crecimiento media anual (TCMA) se realizó una proyección para los años 2030, 2040 y 2050; con el fin de conocer la cantidad de hectáreas que tendencialmente podrían llegar a expandirse.

### Metodología

Lo primero que se hizo fue descargar las imágenes satelitales LANDSAT de la plataforma EarthExplorer de la USGS: <https://earthexplorer.usgs.gov/> . En la que se seleccionó el área de estudio, el año de la imagen y la colección y el nivel de la imagen Landsat. Es importante mencionar que se cuidó que la cobertura de nubes no fuera mayor al 10%.

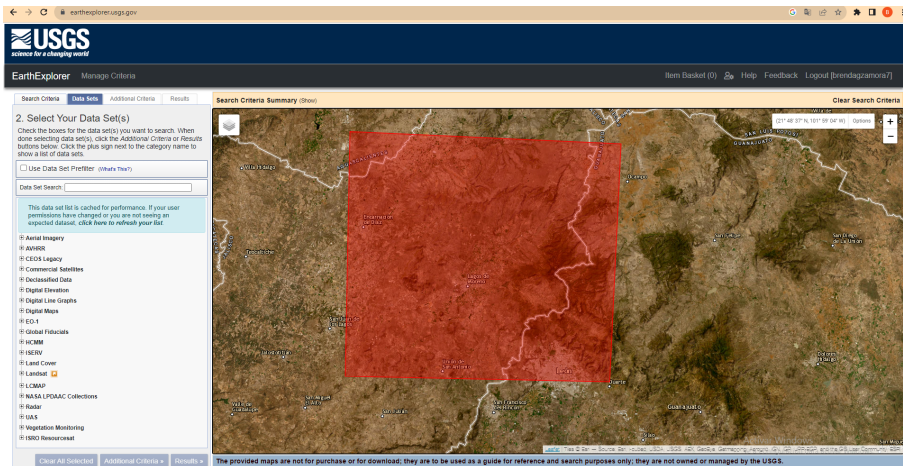


Figura 2. Selección del área de estudio mediante imágenes satelitales LANDSAT.  
Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes se abrieron con el sistema de información geográfica ArcMap y se poligonizó manualmente la mancha urbana para cada año. Se decidió solo hacer el análisis para la cabecera municipal y para la localidad de Paso de Cuarenta; los años del periodo de los cuales se descargaron la imágenes fueron 2000, 2014 y 2020. A continuación se presentan los polígonos obtenidos.

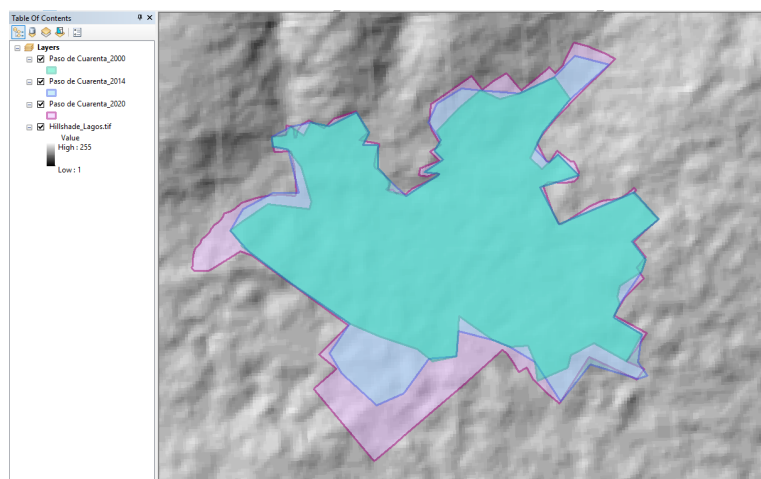


Figura 3. Superficie de la mancha urbana de Paso de Cuarenta en los años 2000, 2014 y 2020.  
Fuente: Elaboración propia

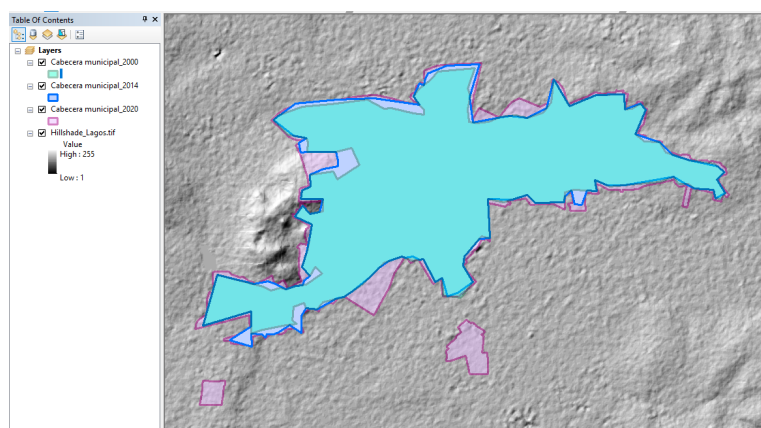


Figura 4. Superficie de la mancha urbana de la cabecera municipal de los años 2000, 2014 y 2020.

Fuente: Elaboración propia

Después de haber creado los polígonos de la mancha urbana, se calcularon sus áreas en hectáreas con la función “Calcular geometría” de la tabla de atributos; los valores obtenidos se presentan a continuación en la Tabla 3.

## Resultados

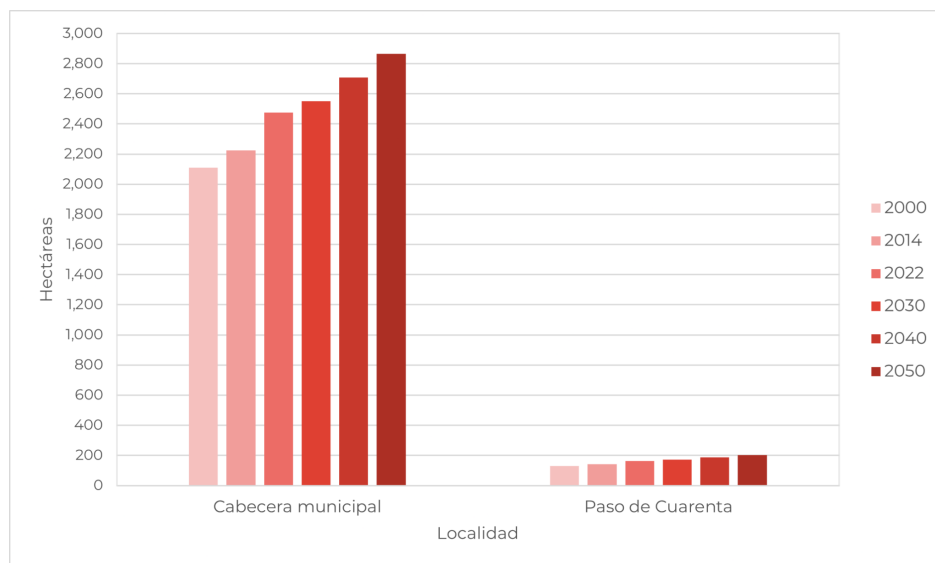
En cuanto a las localidades tienden al crecimiento; la cabecera municipal presenta una tasa promedio de 0.82%, mientras que la de Paso de Cuarenta es de 1.2%.

Localidad	Superficie (Ha)			TCMA (%)			TCMA promedio(%)
	2000	2014	2022	2000-2014	2014-2022	2000-2022	
Cabecera municipal	2,111	2,224	2,476	0.37	1.35	0.73	0.82
Paso de Cuarenta	130	142	165	0.66	1.88	1.10	1.21

Tabla 3. Crecimiento de la superficie de la mancha urbana y TCMA

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales (2000,2014,2022).

En cuanto a las proyecciones para las próximas décadas, se realizó el mismo procedimiento que en el apartado anterior; mediante la función de excel “TENDENCIA”. Utilizando como los valores conocidos el área de las manchas urbanas del 2000, 2014 y 2022 previamente calculadas. En cuanto a los resultados, se estima que la mancha urbana de la cabecera municipal llegue a cubrir una superficie de 2,552ha en 2030; 2,708 ha en 2040 y 2,865 ha en 2050. Mientras que para la localidad de Paso de Cuarenta el pronóstico indica que la superficie será de 172 ha en 2030; 187 ha en 2040 y 202 ha para el 2050. Ver Gráfica 1. Las estimaciones anteriores se basan en el comportamiento poblacional del área de estudio y no considera las limitaciones físicas del territorio.



Gráfica 1. Proyección de mancha urbana. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales (2000,2014,2022).

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales (2000,2014,2022).

## Conclusión

Mediante el análisis de imágenes satelitales se proyectó el crecimiento de la mancha urbana hasta el año 2050. Las proyecciones indican un aumento constante en las áreas urbanas, especialmente en la cabecera municipal y en la localidad Paso de Cuarenta. Este escenario tendencial es esencial para planificar el desarrollo sostenible del municipio, brindando información valiosa para la gestión de recursos y la prevención de problemas urbanos, como la presión sobre los servicios públicos y la degradación ambiental. Es importante tener en cuenta que estas estimaciones se basan en el comportamiento poblacional y no consideran limitaciones geográficas del territorio.

## Bibliografía

U.S. Geological Survey, 2020, Earth Explore: Landsat 8. Recuperado de: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

## 3- Cobertura forestal

### Introducción

Las actividades productivas en el municipio han experimentado una expansión significativa y han alterado los usos originales del suelo en el territorio. En particular, la ganadería y la agricultura son los sectores económicos predominantes en Lagos de Moreno y desempeñan un papel esencial en el desarrollo económico regional. No

obstante, durante el análisis de la Evaluación del Cambio de Uso de Suelo (CUS), se ha identificado que estos sectores son la causa principal de la pérdida de cobertura forestal en la zona de estudio.

Mediante la construcción de un escenario proyectado basado en las tendencias actuales, se desarrolla una predicción del cambio en el uso del suelo, como resultado de la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal. Este proceso conlleva un análisis que funge como cimiento para la planificación a largo plazo. Una vez obtenida la proyección del Cambio de Uso de Suelo (CUS) para los años 2030 y 2050, se pone en práctica un modelo contextual que facilita la comparación entre un futuro que sigue la tendencia actual y otro escenario en el que se aplican políticas territoriales y medidas de conservación.

El propósito de estas medidas es controlar el crecimiento de los sectores económicos y mantener el equilibrio ecológico del municipio.

## Escenario tendencial

### Metodología

Para poder realizar el análisis tendencial, se deben identificar las variables que afectan en la pérdida de cobertura forestal. Para el caso del municipio, se tomaron en cuenta: Agave, Agricultura, Ganadería, Urbano y Caminos. Una vez identificados se procede a utilizar la herramienta Insight Maker, programa de uso libre que permite generar modelos dinámicos, que permite observar el comportamiento de un sistema en el tiempo. Los modelos de ambos escenarios albergan las variables en forma de “stocks” así como la cobertura forestal total del área de estudio. El modelo implica un intercambio de superficie mediante la pérdida de cobertura forestal a causa de la deforestación para cambio de uso de suelo a uno de los otros 5 suelos listados anteriormente. El siguiente diagrama muestra la construcción inicial del modelo.

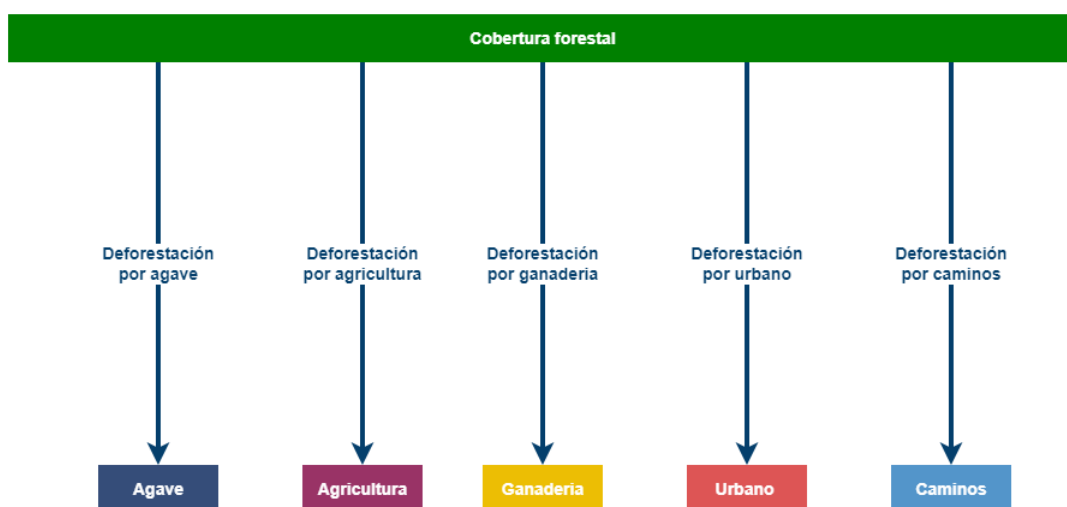


Figura 5. Modelo de Insight Maker con las variables que afectan la pérdida de cobertura forestal  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la imagen, la cobertura forestal se coloca hasta arriba y se agregaron 5 líneas de flujo que conectan la cobertura forestal con los usos de suelo. Una vez que se tiene el esqueleto del modelo, se prosigue a agregar el valor actual de la superficie en (ha) que cubre actualmente el uso de suelo destinado para cada sector económico. Dentro del municipio se agregaron las siguientes cantidades, provenientes de la capa modificada de uso de suelo y vegetación de SEMADET (2023).

<b>Stock(2023)</b>	<b>Uso de suelo y vegetación</b>	<b>Superficie (Ha)</b>
<b>Cobertura forestal</b>	Bosque de Coníferas	1281.28
	Bosque de Encino	67950.7192
	Bosque de Mezquite	353.138
	Matorral Crasicaule	63106.10499
	Selva Baja Caducifolia	21291.5
	Vegetación de Galería	2622.36299
	<b>Total</b>	<b>156605.1052</b>
<b>Agricultura</b>	Tierras Agrícolas Cultivos Perennes	112.7356
	Tierras Agrícolas Cultivos Anuales	65978.41923
	<b>Total</b>	<b>66091.15483</b>
<b>Ganadería</b>	Pastizales Cultivados e Inducidos	26488.4538
	Pastizales Naturales	30097.45577
	<b>Total</b>	<b>56585.90956</b>
<b>Urbano</b>	Urbano y Construido	<b>7447.94627</b>
<b>Caminos</b>	Suelo Desnudo	<b>1521.5193</b>
<b>Agave</b>	Agave	<b>3075.98</b>

Tabla 4. Superficie de los “stocks” utilizados en el modelo.  
Fuente: Elaboración propia.

Una vez que el modelo tiene la superficie actual del uso de suelo, se asignan las tasas de cambio que se calcularon en el análisis de CUS del periodo de años de 2016 al 2020 para los stocks de Agricultura, Ganadería, Urbano y Caminos.

<b>Uso de suelo</b>	<b>Tasa de cambio(%)</b>
Agricultura	8.05547382
Ganadería	3.444900902
Urbano	18.07124272
Caminos	15.42550454

Tabla 5. Tasa de cambio de los usos de suelo  
Fuente: Elaboración propia con datos de SEMADET (2016) y SEMADET (2023).

En el caso del Agave no se tiene una tasa de cambio así que se utilizó la superficie de vegetación natural deforestada para el cultivo de agave.

La cobertura de uso de suelo y vegetación del año 2016 al 2023 mostró un incremento significativo en la superficie urbana y de caminos, los cuales representan 18.07% y 15.42%

de aumento respectivamente. Por otro lado en el sector agrícola y pecuario, únicamente se tuvo un aumento del 8.05% y 3.44%, esto debido a que son los sectores dominantes desde los inicios de la fundación del municipio, por lo que no es posible identificar un aumento significativo en los últimos años. dentro del municipio, que se han desarrollado desde años atrás, por lo que el aumento de superficie. En el siguiente diagrama se puede observar la adición de la tasa de cambio en el modelo del escenario tendencial.

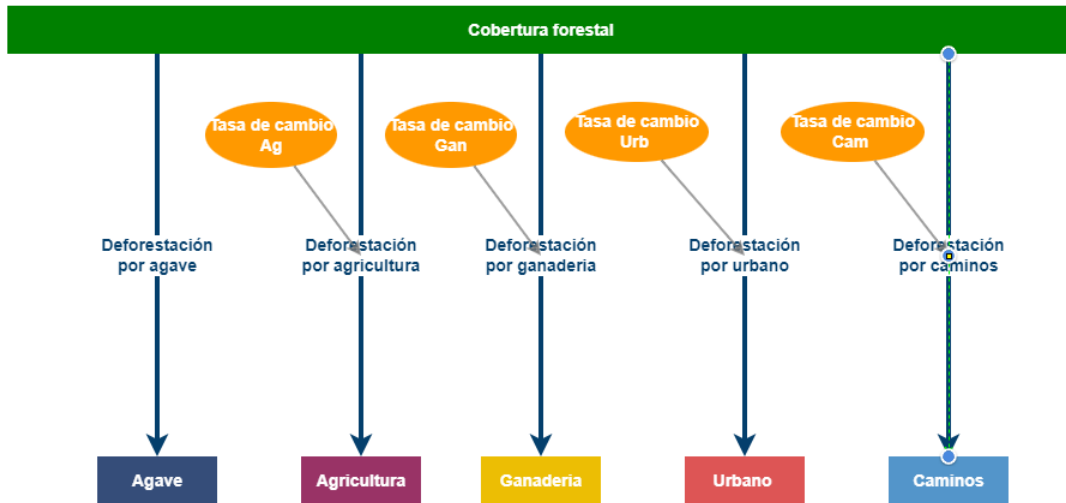


Figura 6. Modelo de Insight Maker con las variables que afectan la pérdida de cobertura forestal y sus tasas de cambio

Fuente: Elaboración propia con datos de SEMADET (2016) y SEMADET (2023).

## Resultados

Escenario tendencial

<https://insightmaker.com/insight/7y3Vi1O9mMyXZCLq3Au5P1/Escenario-tendencial>

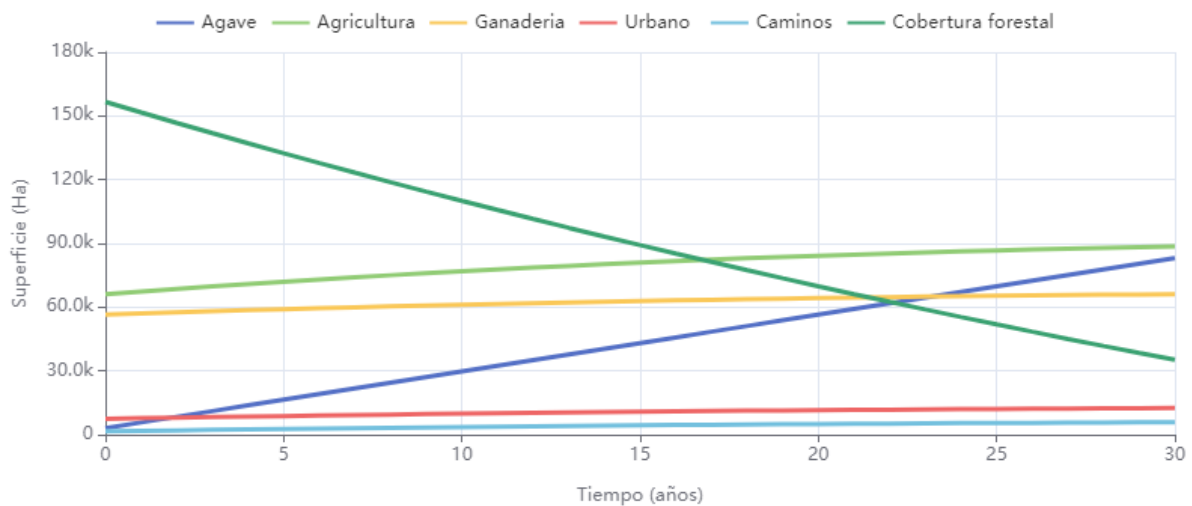
Según las tendencias actuales, el desarrollo de las actividades económicas y los cambios de uso de suelo asociados a ellas, proyectan un decremento en la cobertura vegetal de Lagos de Moreno de 156,605 ha a 45,063.98 ha para el año 2050. Esta disminución, se puede atribuir a la deforestación, la cual es causada por el aumento en los sectores económicos que requieren un cambio en el uso del suelo para llevar a cabo sus actividades. El sector que representa un mayor aumento de superficie es el cultivo de agave, el cual en los últimos años ha crecido de manera drástica en el área de estudio, siendo prioritario el control de su expansión y la regulación del desarrollo de esta actividad.

Uso de suelo	2023 (ha)	2030 (ha)	2050 (ha)
Cobertura forestal	156,605.105	123,265.5891	45,063.9821
Agave	3,075.98	21,758.455	75,136.955

Uso de suelo	2023 (ha)	2030 (ha)	2050 (ha)
Agricultura	66,091.1548	74,045.05045	87,515.7366
Caminos	1,521.5193	3,054.63268	5,651.10744
Ganadería	56,585.9096	59,966.3152	65,691.3568
Urbano	7,447.94627	9,237.572784	12,268.4772

Tabla 6. Escenario tendencial de cambio de uso de suelo  
Fuente: Elaboración propia

El gráfico del escenario tendencial se muestra a continuación.



Gráfica 2. Escenario tendencial de cambio de uso de suelo.  
Fuente: Elaboración propia.

## Escenario contextual

### Metodología

Para realizar el escenario contextual, se utilizó el mismo modelo de Insight maker, realizado para el escenario tendencial y se le agregaron dos líneas de flujo que afectan la cobertura forestal, la restauración natural y medidas de conservación, las cuales se les asignaron los valores de 250 y 10 respectivamente. También se toma en cuenta una variable adicional, denominada política territorial, que es lo que se espera que mitigue la política territorial aplicable para el municipio, que en este caso es el 25%. Esta última variable se relaciona con todos los sectores, para llegar al resultado final.

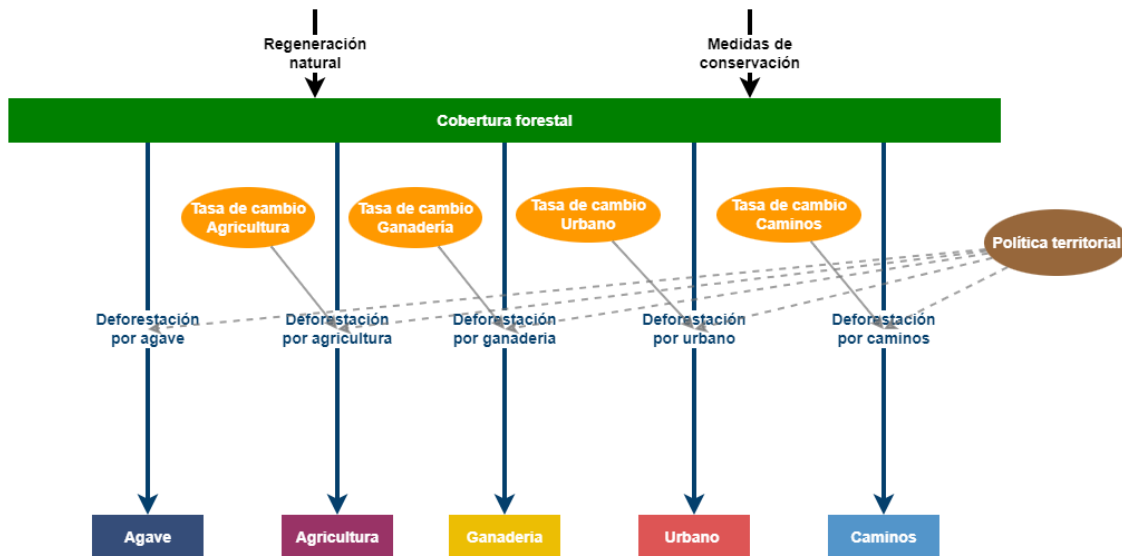


Figura 7. Modelo de escenario contextual  
Fuente: Elaboración propia.

## Resultados

Escenario contextual

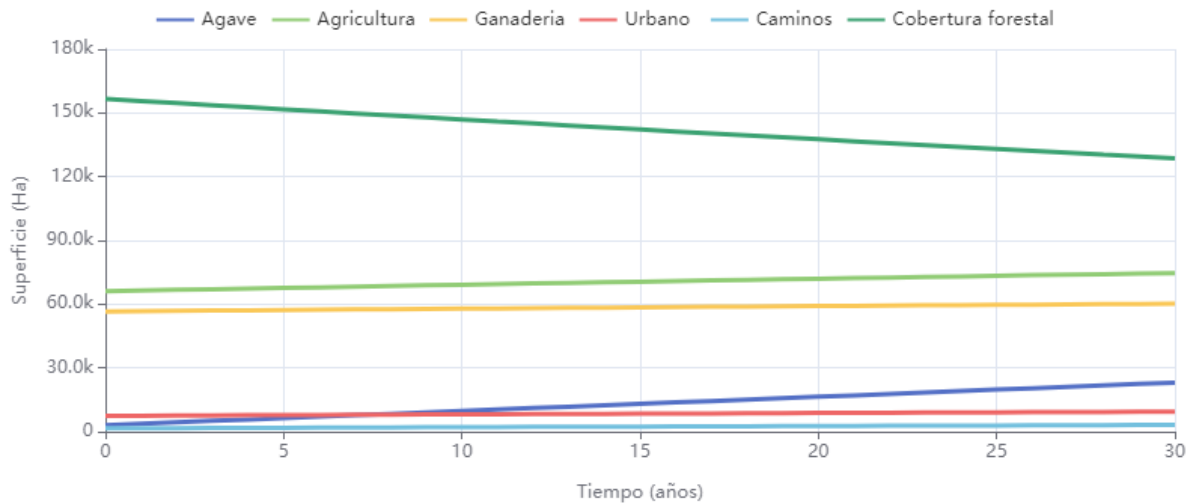
<https://insightmaker.com/insight/6lhYkeUMahELOoK1aJFyo/Escenario-contextual>

En el escenario contextual se proyecta una disminución de la cobertura forestal de 156,605.1 ha a 131, 261.49 ha. Esto implica que la política territorial está regulando la expansión de las actividades económicas que demandan los cambios de uso de suelo, lo que conlleva a una menor superficie de deforestación y pérdida de vegetación natural. Así, en la presente proyección, para el año 2050, el sector Agave, mantiene una extensión similar al año 2030 en el escenario tendencial.

Uso de suelo	2023 (ha)	2030 (ha)	2050 (ha)
Cobertura forestal	156,605.105	149,790.031	131,261.492
Agave	3,075.98	7,746.59875	21,091.2238
Agricultura	66,091.1548	68,242.5346	73,877.5445
Caminos	1,521.5193	1,936.19774	3,022.34591
Ganadería	56,585.9096	57,500.2459	59,895.1252
Urbano	7,447.94627	7,932.00671	9,199.88395

Tabla 7. Escenario contextual de cambio de uso de suelo  
Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en la siguiente gráfica, como la expansión de las actividades productivas en el territorio es mucho menor que la proyectada en el escenario tendencial.



Gráfica 3. Escenario tendencial de cambio de uso de suelo.  
Fuente: Elaboración propia.

## Conclusión

Las actividades productivas que han tenido un mayor impacto en el territorio son las actividades agrícolas y pecuarias, sin embargo, la rápida expansión del cultivo de agave, lo posicionan como el sector con mayor incremento en superficie si no se establecen regulaciones en su expansión. En el escenario tendencial se estima que en el año 2050 habrá una pérdida del 71% de la cobertura vegetal, mientras que en el escenario contextual, esta cifra disminuye a tan solo 16%.

Considerando esto, la política territorial tiene como objetivo principal regular la expansión de las actividades previamente mencionadas, con el propósito de promover un crecimiento sostenible que permita la conservación de los elementos naturales.

## Bibliografía

SEMADET. (2020). Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Jalisco al año base 2020. Jalisco: Geomática.

SEMADET. (2016). Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Jalisco al año base 2016. Jalisco: Geomática.

QGIS. (2022). Superposición vectorial. Guía manual de usuario. [https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/vectoroverlay.html#intersection](https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoroverlay.html#intersection)