



**Universidad Nacional Autónoma de México**



**Facultad de Filosofía y Letras**

**Colegio de Geografía**

**TRANSFORMACIÓN ANTRÓPICA DEL PAISAJE POR PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN  
YANHUITLÁN OAXACA**

**Tesis**

**Que para obtener el grado de Licenciada en Geografía**

**Presenta:**

**Norma López Castañeda**

**Asesor:**

**Dr. José Luis Palacio Prieto**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Para Filomena Gutiérrez Barrera (1929 - 2015) y Wilfrido López Chávez (1922 - 2016), no me hago ilusiones mezquinas sobre volver a verlos en otra vida, pero su recuerdo vivirá siempre en mi corazón. Sé que estarían muy felices de ver hasta dónde he llegado.*

## Dedicatoria

A mis padres Graciela y Rodolfo, sé que podría ser mejor hija y que la mayoría de las veces no les hago saber las razones de mi ir y venir por la vida; pero estén seguros de algo, es gracias a ustedes y siguiendo su ejemplo, que he aprendido a trabajar arduamente y a ser responsable. Gracias por darme la vida y siempre procurarme lo que he necesitado. Los amo y espero en un futuro cercano, darles los suficientes motivos para que se sientan orgullosos de mí.

A mi parecer, un hermano, por múltiples razones es lo mejor que puede tener una persona en la vida, una de éstas es que ellos son tus mejores cómplices y confidentes. En mi caso soy tres veces afortunada. Les dedico este trabajo a Noemi, Elisa y Jaime, gracias por estar siempre a mi lado, escucharme y aconsejarme.

He tenido la dicha de conocer a infinidad de personas maravillosas y es por ello, que en mi intento de incluirles en este apartado es muy probable que se me escapen algunos nombres, una disculpa de ante mano.

A David, amigo desde CCH y quien a pesar de optar por el camino de la ingeniería mecánica (nadie es perfecto), de alguna forma u otra siempre ha estado ahí.

A mis amigos del Colegio de Geografía, Juan De Dios Páramo, Juan De Dios Gutiérrez, Wicho, Benjamín, Leonardo, Alejandro y Lorena, con quienes compartí cursos y prácticas de campo. Son ustedes los coprotagonistas de muchas de mis anécdotas, algunas cómicas, otras no tanto y otras, más bien tragicómicas.

A mis amigos de la Universidad Científica del Sur, Daniela Ríos, Willi Elera y Oscar Rodríguez, quienes siempre alegres y dispuestos compartieron conmigo un poco de lo que son Lima y Perú. A César, Gaby, Hilda, Pau, Juan, Kendra y Norma, por compartir todos el suplicio de ser vecinos de las miraflores más insoportables de todo el distrito. A Norma en especial por acompañarme en ese periplo por Sudamérica, del que sólo juntas, fue que logramos volver sanas y salvas.

A Rodrigo, quien me ha brindado la más incondicional de las amistades, siempre estás ahí para darme ánimos, apoyo y alegrarme el día, puesto que tienes la maravillosa capacidad de hacerme reír a carajadas incluso en los momentos menos oportunos.

Y finalmente a aquellas personas, que por mutuo acuerdo o no, ya no forman parte de mi vida, pero que sin ellas, no sería lo que hoy día soy.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en las aulas de la mejor universidad de América Latina. En un primer momento en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente y de manera posterior, en el Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras.

A la DGAPA por el apoyo brindado en torno a los proyectos: PAPIIT IN00714 VALORACIÓN Y PROMOCIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO: GEOSITIOS Y GEOMORFOSITIOS y PAPIIME PE103516 DIVULGACIÓN DEL GEOPATRIMONIO, CIENCIAS DE LA TIERRA Y GEOPARQUES, que, a su vez, forman parte del Proyecto Geoparque Mixteca Alta en el estado de Oaxaca.

A los miembros del sínodo, la Mtra. Oralia Oropeza Orozco, el Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez, el Mtro. Mauricio Galeana Pizaña y el Dr. Lorenzo Vázquez Selem, quienes a través de sus oportunos comentarios y observaciones contribuyeron a la consecución de este trabajo. Agradezco especialmente al Dr. Lorenzo, por su apoyo y entusiasmo, así como por todas esas tazas de café, en aras de promover la lucidez de mis ideas a la hora de redactar este trabajo.

Al Dr. José Luis Palacio Prieto, porque en un primer momento aceptó dirigir mi trabajo y confió en mí sin conocerme, y por todo el apoyo y facilidades brindados en lo posterior. Le agradezco por todas sus enseñanzas, por su paciencia y por enriquecer este trabajo con sus ideas. Es usted un investigador brillante y una persona excepcional, y aunque a veces la acción en conjunto del Trío Galaxia lo lleva al borde de la demencia, sé que nos lleva muy cerca de su corazón.

Al Dr. José Lugo Hubp, por acceder a revisar este trabajo de manera extra oficial, por estar siempre dispuesto a escuchar mis aventuras y desventuras, por todos los libros que me ha obsequiado, por hacerme participe del grupo: "Las ninfas del Doc. Lugo"... en fin, por brindarme su amistad. Gracias Doc.

Y finalmente a los otros miembros del ya mencionado Trío Galaxia, Emmaline y Xóchitl, quienes además de otorgarme asesoría cartográfica y apoyo logístico en campo de manera incondicional, me han ofrecido su amistad y cariño, juntas hemos pasado por momentos muy duros, pero también, de los más dichosos.

## Índice

<b>Introducción</b>	1
<b>Objetivos</b>	2
• General	
• Particulares	
<b>Capítulo 1. Conceptos sobre transformación del paisaje.</b>	4
1.1 Perspectivas teóricas sobre el paisaje y su transformación	4
a) Paisaje	4
b) Transformación antrópica	6
c) Geomorfología antrópica	7
1.2 Antecedentes	8
a) Transformación del medio por actividades humanas	8
b) Degradación de antiguas terrazas agrícolas por abandono	11
c) Agricultura de terrazas en la Mixteca Alta	14
1.3 Antiguos sistemas de terrazas agrícolas en México y en el mundo	16
a) México y Belice	18
b) Asia	21
c) Los Andes	22
d) Mediterráneo	23
e) África	24
<b>Capítulo 2. Caracterización geográfica del Municipio de Santo Domingo Yanhuitlán.</b>	26
2.1 Aspectos físico-geográficos	26
a) Fisiografía	27
b) Geología	29
i. Sistema Cretácico	
ii. Sistema Terciario	
iii. Sistema Cuaternario	
c) Hidrología	35
d) Clima	37

e) Suelos	39
f) Vegetación y uso de suelo	42
h) Geomorfología	44
2.2 Características socioeconómicas	49
a) Tasa de crecimiento	49
b) Ocupación de la población	49
c) Índice de marginación	50
2.3 Caracterización histórico-geográfica	52
a) Manejo histórico de los recursos naturales en la Mixteca Alta	52
b) Desarrollo histórico de Yanhuitlán	54
i. Asentamientos prehispánicos en la Mixteca (1400 a.C. - 1521)	
ii. Primeros años del proceso de conquista en Yanhuitlán (1521 - 1529)	
iii. Florecimiento económico y consolidación de Yanhuitlán (1530 - 1560)	
iv. Declive económico en la Mixteca Alta (1561 - 1700)	
v. Declive poblacional en la Mixteca Alta (1700 - 1812)	
vi. Movimientos armados y restructuración del territorio en la Mixteca Alta (1812 - 1932)	
vii. Planes y programas de desarrollo en la región (1932 - al presente)	
<b>Capítulo 3. Transformación del paisaje en Yanhuitlán.</b>	65
3.1 Métodos y materiales	65
a) Trabajo de gabinete	65
b) Trabajo de campo	66
3.2 Transformación antrópica del paisaje	67
3.3 Sistemas de lamabordos	69
3.4 Análisis de la distribución de los sistemas de lamabordos en Santo Domingo Yanhuitlán y al rededores	71
a) Localización de los sistemas de lamabordos y distribución en función de las unidades litológicas presentes en la zona	71
b) Desarrollo de sistemas de lamabordos por órdenes de cauce	76

3.5 Caracterización de los sistemas de lamabordos de Río Grande-Cerro el Jazmín, San Pedro Añañe, Tooxi y Yudayoo	78
a) Características de los sistemas de lamabordos	78
b) Canales de irrigación en los sistemas de lamabordos	84
c) Disección de los sistemas de lamabordos	85
d) Características de los suelos de los sistemas de lamabordos	85
e) Restos de cerámica o tepalcates en los sistemas de lamabordos	89
<b>Conclusiones</b>	91
<b>Bibliografía</b>	96
<b>Anexos</b>	108

## Índice de figuras y cuadros.

### Figuras

Figura 1.1 Antiguos sistemas de terrazas agrícolas en México y Belice	19
Figura 2.1 Localización de Santo Domingo Yanhuitlán	26
Figura 2.2 Subprovincias fisiográficas	28
Figura 3.2 Geología	30
Figura 2.4 Cuencas hidrológicas	36
Figura 2.5 Clima	38
Figura 2.6 Suelos	40
Figura 2.7 Uso de suelo y vegetación	43
Figura 2.8 Altimetría	45
Figura 2.9 Unidades geomorfológicas	47
Figura 3.1 Diagrama de flujo de la metodología empleada en la investigación	65
Figura 3.2 Imágenes <i>QuickBird</i> de la zona de estudio	66
Figura 3.3 Esquema transversal de un lamabordo	71
Figura 3.4 Esquema de una sucesión de lamabordos	72
Figura 3.5 Localización de los sistemas de lamabordos	73
Figura 3.6 Tipo de roca sobre el que se emplazan los sistemas de lamabordos	74
Figura 3.7 Número de sistemas de lamabordos por unidad geológica y porcentaje de superficie que dicha unidad ocupa	76
Figura 3.8 Superficie en Km <sup>2</sup> por unidad geológica	76
Figura 3.9 Porcentaje de sistemas de lamabordos asociados a la Formación Yanhuitlán	77
Figura 3.10 Número de sistemas de lamabordos que se desarrollan en diferentes ordenes de cauces	78
Figura 3.11 Sistema de lamabordos en Río Grande-Cerro el Jazmín	79
Figura 3.12 Sistema de lamabordos en San Pedro Añañe	80
Figura 3.13 Sistema de lamabordos en Tooxi	80
Figura 3.14 Sistema de lamabordos Yudayoo	81

Figura 3.15 Cuencas de alimentación de los sistemas de lamabordos seleccionados	82
Figura 3.16 Sección transversal de un antiguo lamabordo	83
Figura 3.17 Canales de riego en márgenes de lamabordos	85
Figura 3.18 Disección en sistemas de lamabordos construidos sobre la Formación Yanuitlán por erosión	86
Figura 3.19 Perfiles de suelo de los lamabordos descritos	87
Figura 3.20 Fragmentos de cerámica encontrados en los sistemas de lamabordos de Tooxi y San Pedro Añãe	90

### **Cuadros**

Cuadro 1.1 Trabajos referentes a la transformación del medio, degradación de terrazas y agricultura en la Mixteca Alta	8
Cuadro 1.2 Cronología de antiguos sistemas de terrazas agrícolas	17
Cuadro 2.1 Tasa de crecimientos de la población 1990-2010	49
Cuadro 2.2 Porcentaje de Población Económicamente Activa ocupada por sector	50
Cuadro 2.3 Índice de marginación a nivel municipal	51
Cuadro 2.4 Comparación del grado de marginación	52
Cuadro 2.5 Etapas del desarrollo histórico del territorio de Yanhuitlán	54
Cuadro 3.1 Variación de los niveles de población en el Valle de Nochixtlán	68
Cuadro 3.2 Características de los sistemas de lamabordos	82
Cuadro 3.3 Características de los suelos de los lamabordos descritos	88

## Introducción

La relación entre los seres humanos y el medio en el que habitan genera una profunda impronta en éste. El estudio de la transformación del paisaje resultado de las actividades humanas comenzó a ser abordado formalmente desde mediados del siglo XIX, marcando un hito en ese sentido la obra de Marsh (1864).

Es en este momento, después de la Revolución Industrial, que se empieza a identificar las dimensiones de la capacidad antrópica para modificar el entorno y es en ese sentido que comienzan a publicarse trabajos sobre el impacto de la deforestación y la minería de los países en que se gestó dicha revolución tecnológica (Nir, 1983).

Sin embargo, la modificación de algunos entornos está más asociada con una permanencia histórica de los grupos humanos en el territorio y del manejo que han hecho de sus recursos naturales a lo largo de periodos muy prolongados. Tal manejo puede implicar la implementación de estrategias que permitieron optimizar la obtención y aprovechamiento de recursos para su subsistencia.

Tal es el caso de las terrazas agrícolas, una técnica empleada por diferentes civilizaciones agrícolas desde hace varios milenios a través de la cual en un primer momento se modificó la geometría de las laderas en las que se construyeron y de manera posterior, una vez abandonados algunos sistemas, se produjo una modificación de los mismos por efecto de la erosión.

En el caso del Municipio de Santo Domingo Yanhuitlán, en la Mixteca alta en Oaxaca, la actual configuración de su paisaje responde, entre otros factores, a la implementación de una tecnología agrícola denominada lamabordo. Se trata de un tipo de terraza agrícola que se construye en el fondo de los cauces a partir de la retención de sedimentos en un bordo de roca.

Dicha práctica data del periodo Formativo, aunque es en el Posclásico cuando, en respuesta a la alta demanda de alimentos de un población en aumento, esta técnica se difunde en toda la Mixteca Alta y partes de la Mixteca Baja y Mixteca Costa. El crecimiento

de los sistemas de lamabordos se relaciona con la promoción de la erosión de los suelos de las laderas altas para rellenar en menor tiempo la superficie entre un bordo y otro para configurar la terraza de cultivo.

La disponibilidad de mano de obra (unos 50 000 habitantes hacia 1520 según Spores, 1969) permitía que el sistema funcionara mediante una labor constante de mantenimiento de las terrazas. Pero al experimentar un acelerado descenso poblacional entre 1521 y la primera mitad del siglo XVIII, muchos de estos sistemas fueron abandonados, lo que junto con el cambio en el patrón de asentamiento de los indígenas y la introducción de nuevas actividades económicas en la región favoreció la parcial o total destrucción de los sistemas de lamabordos.

Lo anterior ayuda a comprender el actual paisaje de Yanhuitlán y de la Mixteca Alta en general, caracterizado por zonas deforestadas, el desarrollo de campos de cárcavas (*badlands*) y amplios valles de fondo plano.

Conocer los factores físicos e histórico sociales que intervienen en la configuración del paisaje de Yanhuitlán permite entender la complejidad del mismo, razón por la que en este trabajo se propusieron los siguientes objetivos general y particulares.

### **Objetivo general**

Caracterizar las transformaciones del paisaje derivadas de la construcción de innovaciones tecnológicas enfocadas a la producción agrícola a través de la construcción de lamabordos en el Municipio de Santo Domingo Yanhuitlán.

### **Objetivos particulares**

- Documentar la configuración del territorio de Yanhuitlán, las características físico-geográficas de la Mixteca alta y sus condiciones socioeconómicas.
- Comparar las técnicas agrícolas (lamabordos) de Yanhuitlán con otros sistemas agrícolas similares en México y en el mundo.

- Reconocer cómo las actividades de los pobladores sobre su entorno han generado una transformación drástica del paisaje.
- Caracterizar los factores que favorecieron la transformación del paisaje derivada de la construcción de las terrazas y su distribución.

Este trabajo de investigación se divide en tres apartados capitulares. En el primero "Conceptos sobre transformación del paisaje" se abordan los tópicos de paisaje, transformación antrópica y geomorfología antrópica, se hace una revisión de los trabajos efectuados alrededor de éstos dos últimos así como de los efectos del abandono de antiguas terrazas agrícolas. Por otro lado, se examina información respecto a la temporalidad de construcción y las características de algunas terrazas a nivel mundial y se contrasta esta información con la disponible para los lamabordos de la Mixteca Alta.

En el segundo capítulo "Caracterización geográfica del municipio de Santo Domingo Yanhuitlán" se habla sobre las características físicas no sólo del municipio de Santo Domingo Yanhuitlán sino de un área más extensa. También se refieren datos del crecimiento demográfico, de la estructura de la PEA e índice de marginación a nivel municipal, distrital, regional y estatal. Y finalmente, se aborda el desarrollo histórico de Yanhuitlán.

En el tercer apartado "Transformación del paisaje en Santo Domingo Yanhuitlán" se detallan las labores efectuadas en campo y en gabinete de este trabajo así como los resultados y discusiones que alrededor de éste se generaron.

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto de la DGAPA PAPIIT IN00714 VALORACIÓN Y PROMOCIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO: GEOSITIOS Y GEOMORFOSITIOS, que, a su vez, forma parte del Proyecto Geoparque Mixteca Alta en el Estado de Oaxaca.

## **Capítulo 1. Conceptos sobre transformación del paisaje**

Las alteraciones en los procesos geomorfológicos derivadas de la intervención antrópica dan lugar a nuevas formas de relieve y en consecuencia a la creación de nuevos paisajes. En este capítulo se aborda la acción humana como uno de los principales agentes de transformación del medio.

### **1.1 Perspectivas teóricas sobre el paisaje y su transformación antrópica**

#### **1.1.1 Paisaje**

Las modificaciones en el medio implican la participación de los seres humanos en conjunto como sociedad, lo que hace más compleja la organización y las relaciones al interior del paisaje llevándolo así a la categoría de paisaje cultural (Mateo, 2005).

Dichas modificaciones pueden ser abordadas desde múltiples enfoques; sin embargo son la geomorfología antrópica y la transformación antrópica aquellos los que permiten conceptualizar a los seres humanos como agentes capaces de modelar y degradar el paisaje a través de la alteración de las formas del relieve y de los procesos que las modelan (Nir, 1983).

El término paisaje generalmente es entendido como la parte visible del territorio, la imagen captada y valorada por los seres humanos, que es considerado más una creación de la mente que una realidad (García y Muñoz, 2002).

En contraparte el paisaje también es concebido como un hecho real, complejo y dinámico, que existe *per se* y posee una naturaleza independiente del significado que le puedan atribuir los humanos (García y Muñoz, *op. cit.*).

De acuerdo con lo anterior, el paisaje es el resultado de la articulación en el territorio de sus componentes ambientales y las relaciones entre éstos. Dichos componentes son de carácter morfoestructural, climático, geomorfológico, hidrológico, edáfico, vegetal y antrópico; este último se refiere a la ocupación y uso del suelo que los humanos han

establecido en el territorio de acuerdo con sus limitaciones y potencialidades (García y Muñoz, *op. cit.*).

Cada uno de estos componentes se expresa de manera distinta en el territorio y al concebir el paisaje como un sistema, estos componentes se relacionan entre sí a través de los subsistemas abiótico, biótico y antrópico al interior del paisaje (García y Muñoz, *Op. cit.*).

De las interacciones entre los elementos que componen el paisaje se reconocen dos categorías principales: natural y cultural, que se han conceptualizado de manera complementaria (Mateo, *op.cit.*).

El paisaje natural se concibe como una realidad cuyos elementos están dispuestos de tal manera que conforman un todo a partir de las conexiones entre éstos y su organización de forma estructurada que es lo que les hace funcionar. Es así que se le considera un espacio físico que posee recursos susceptibles de ser aprovechados (García y Muñoz, *op. cit.*; Mateo, *op.cit.*).

El paisaje cultural es una noción que implica un nivel de organización más complejo que el natural puesto que considera la participación de los seres humanos y cómo interactúan éstos en el ambiente en el entendido que las sociedades transforman su entorno de acuerdo con la manera en la que piensan su relación con la naturaleza (Mateo, *op.cit.*).

Los paisajes culturales representan la combinación del trabajo de los seres humanos con los recursos del entorno, combinación que se expresa de distinta manera en diferentes tipos de paisajes culturales. Dentro de la clasificación establecida por Rössler (1998) figuran los evolutivos u orgánicamente desarrollados, que son el resultado de las condiciones sociales, económicas, administrativas y/o religiosas que han actuado de manera conjunta. Son paisajes continuos en el tiempo en el cual la sociedad contemporánea sigue ejerciendo cambios (Rössler, 1998).

Al paisaje cultural se le considera como una memoria histórica del territorio dado que también posee significados simbólicos resultado de la apropiación y transformación del

medio por parte de los grupos que habitan el territorio y que le dotan de una estructura para su organización y lo hacen diferente de otros (Rössler, 1998).

Esa memoria histórica se entiende como la transformación que generan las actividades antropogénicas en las distintas esferas ambientales, atmósfera, biósfera, hidrósfera, litósfera y pedósfera, y su expresión en el medio (Bamptom, 1999).

### **1.1.2 Transformación antrópica**

Las transformaciones ejercidas por los humanos se pueden clasificar de acuerdo con el origen social de éstas y por la esfera ambiental sobre la que actúan. El origen social, de acuerdo con Bamptom (1999) se define por el modo de producción y la organización social y económica del grupo prevalentes en ese momento.

El modo de producción del grupo se relaciona con elementos de la sociedad como su ideología, clase social, género, raza, etnicidad, así como la tecnología, nivel de población y la energía requerida para la producción, que se traducen en una capacidad diferenciada de la transformación del ambiente (Bamptom, *op.cit.*).

En cuanto a la organización social, Bamptom (1999) establece cinco categorías en función de la capacidad de producción de las mismas, que son la sociedad de comunidad primitiva, la sociedad de orden familiar, la sociedad tributaria, la sociedad mercantilista y la sociedad capitalista. Estas categorías a pesar de generalizar aspectos históricos y antropológicos permiten mostrar aspectos comunes entre sociedades aparentemente disímiles.

De las categorías anteriores, de acuerdo con Bamptom (1999), es en las sociedades tributarias en que se comienzan a crear agrosistemas mediante la domesticación de cultivos y el diseño de sistemas de irrigación para generar una gran producción agrícola para mantener a la población y a sus élites. Ello implicó un aumento en la influencia de las labores humanas en el medio debido a la implementación de sistemas hidráulicos, introducción de animales de tiro así como de herramientas de metal (Bamptom, *op.cit.*).

Las manifestaciones de las transformaciones ambientales de cada una de las categorías de organización social son múltiples, entre las que destacan la producción agrícola especializada (monocultivos), extracción de recursos forestales, pesca y minería (Bampton, *op.cit.*).

La transición entre una categoría de organización social y otra se acompaña de una transformación al interior de la sociedad misma, que entre otras cosas implica una mayor demanda de energía para satisfacer sus necesidades, lo que se traduce en una modificación a gran escala de la superficie terrestre para proveer de los recursos necesarios a los seres humanos (Bampton, *op.cit.*; Szabó, 2010).

### **1.1.3 Geomorfología antrópica**

La geomorfología antrópica refiere al estudio de las modificaciones en la superficie terrestre resultado de la actividad humana. Dichas modificaciones implican la creación de nuevas formas de relieve con propósitos específicos y que generan un impacto en el ambiente al modificar la operación de algunos procesos geomorfológicos como el intemperismo, el transporte y la deposición de sedimentos (Szabó, 2010).

Las transformaciones de origen antrópico son heterogéneas y dependen de factores cualitativos; como el tipo de acción, y cuantitativos, como la intensidad de la acción, el área afectada, la temporalidad, persistencia y permanencia de las transformaciones, y su localización geográfica (Szabó, 2010).

Estas transformaciones tienen efectos directos que pueden ser claramente reconocibles como los derivados de la construcción, excavación o la interferencia en los cauces, o bien efectos indirectos derivados de la aceleración de procesos naturales como el intemperismo, erosión, sedimentación, caída o desprendimiento de laderas y subsidencia del suelo (Goudie, 2002; Ward, 2004; Szabó, 2010).

La erosión del suelo es uno de los procesos inducidos por la actividad humana que genera cambios ambientales sustanciales. La erosión asociada a la agricultura es frecuentemente resultado, de la deforestación, dado que la vegetación que protegía al suelo del efecto del

impacto de las gotas de lluvia y cuyas raíces estabilizaban la pendiente de la ladera es eliminada, y su ausencia acelera las tasas de erosión y deriva en el desarrollo de sistemas de cárcavas (Goudie, 2002; Ward, 2004).

## 1.2 Antecedentes

El cuadro 1.1 refiere algunos autores que han estudiado temas relativos a la transformación del entorno por causas antropogénicas, las implicaciones del abandono de antiguos sistemas de terrazas y trabajos sobre terrazas agrícolas o lamabordos en la Mixteca Alta.

**Cuadro 1.1 Trabajos referentes a la transformación del medio, degradación de terrazas y agricultura en la Mixteca Alta.**

<i>Tema</i>	<i>Autores</i>	<i>Tema</i>	<i>Autores</i>	<i>Tema</i>	<i>Autores</i>
<b>Transformación antrópica del medio</b>	Marsh (1864) Woeikof, 1901 (en Nir, <i>op.cit.</i> ) Fischer, 1915 (en Nir, <i>op.cit.</i> ) Sherlock, 1922(en Nir, <i>op.cit.</i> ) Aufrère, (1922) Bennett (1928; 1936) Mensching (1951) Tricart, 1953 (en Nir, <i>op.cit.</i> ) Zapletal, 1960 (en Nir, <i>op.cit.</i> ) Cailleux y Hamelin, 1969 (en Nir, <i>op.cit.</i> ) Brown (1970) Bampton (1999) Slaymaker (2000) Goudie (2002; 2006) Szabó <i>et al.</i> (2010)	<b>Degradación por abandono de antiguos sistemas agrícolas de terrazas</b>	Cerdà (1994) Inbar y Llerena (2000) Lespez (2003) Krahtopoluo y Frederik (2008) Petanidou <i>et al.</i> (2008) Londoño (2008) Arnáez <i>et al.</i> (2011) García-Ruiz y Lana Ranault (2011) Tarolli <i>et al.</i> (2014) Arnáez <i>et al.</i> (2015)	<b>Agricultura de terrazas en la Mixteca Alta</b>	Spores (1969) Donkin (1979) Rojas-Rabiela y Sanders (1979) Rincón-Mautner (1999) Pérez (2006) Rivas <i>et al.</i> (2006) Pérez <i>et al.</i> (2011) Joyce y Goman (2012) Mueller <i>et al.</i> (2012) Mueller <i>et al.</i> (2013) Leigh <i>et al.</i> (2013) Pérez y Anderson (2013) Rivas (2014)

Elaborado con base en los autores referidos en el cuadro.

### 1.2.1 Transformación del medio por actividades humanas

La preocupación por estudiar la capacidad de los seres humanos para modificar su entorno se hace manifiesta desde hace más de siglo y medio, lo que se traduce en la publicación de numerosos trabajos que abordan el tema.

Uno de los primeros estudios que hablan sobre la capacidad de los seres humanos para transformar su entorno es el de Marsh (1864), en el que el autor establece una estrecha relación entre las actividades humanas y el impacto que generan en el ambiente al manifestar que “mientras que la Tierra hizo al hombre, éste a su vez hizo a la Tierra” (Lowenthal, 1965: IX).

Más adelante, Woeikof (1901; en Nir, 1983) manifiesta que la deforestación es resultado del rápido crecimiento de las ciudades así como de la satisfacción de sus requerimientos tanto de alimentos como de materias primas, cuya principal implicación es el avance de la frontera agrícola a expensas de los bosques y el consecuente desarrollo de cárcavas resultado de la ausencia de cubierta vegetal y la alteración de las corrientes superficiales.

En ese contexto, resultado de una larga historia de pastoreo, deforestación, agricultura así como de la actividad minera, la construcción de carreteras y la desecación de pantanos se crea en 1906 en Gran Bretaña la *Royal Commision on Coast Erosion and Afforestation*, como un organismo encargado de realizar investigación sobre los daños generados en el ambiente por las actividades humanas y proponer medidas de mitigación y prevención (Nir, 1983).

Fischer (1915; en Nir, *op. cit.*) habla sobre los impactos que efectuados por la actividad minera así como de la influencia de los humana en la alteración de los procesos de erosión y sedimentación. Más adelante Sherlok (1922; en Nir, *op. cit.*) hace énfasis en como las actividades humanas tales como la deforestación, el pastoreo, la agricultura y la industria generan un impacto en el medio para lo que provee datos sobre los volúmenes de material extraídos hasta entonces en el Reino Unido y propone tasas de sedimentación y erosión.

Aufrère (1929) hace una primera referencia concreta a las terrazas de cultivo en el norte de Francia desde el punto de vista de los paisajes culturales y en su capítulo tercero introduce el término “*L’home, agent géomorphologique*” (Aufrère, 1929: 557) y refiere a los cambios efectuados en las laderas por los seres humanos para poder efectuar la agricultura.

Más adelante Bennett (1928; 1936) hace énfasis en el papel que desempeña la intervención de las actividades humanas sobre los factores que potencian la erosión del suelo. Pero no es sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial que se desarrollan las bases científicas necesarias para la cuantificación y análisis de los procesos que actúan en el medio y es por ello que los estudios sobre la intervención de los seres humanos sobre el relieve adquieren mayor relevancia (Nir, *op. cit.*).

Mesching (1951; en Nir, *op. cit.*) habla de la transformación del paisaje y correlaciona las altas tasas de depósito de limos con la deforestación histórica del área para el desarrollo de asentamientos agrícolas en el Valle de Weser. De manera posterior Tricart (1957; en Nir, *op. cit.*) propone un término similar al empleado por Aúfrere en 1929, "*L'homme, agent d'érosion*" en el que Tricart le atribuye a los humanos la operación de actividades mecánicas capaces de erosionar el suelo, que hasta ese momento no habían sido descritas

Zapletal (1960; en Nir, *op. cit.*) menciona dentro de las categorías de paisaje propuestas por el autor factores de carácter cultural que refieren a la transformación ejercida en el paisaje resultado de la acción humana. Más adelante Cailleux y Hamelin (1969; en Nir, *op. cit.*) hablan sobre cómo la actividad primitiva indujo cambios geomorfológicos sustanciales en Quebec.

Después Brown (1970) publica un trabajo en el que ya no sólo se reconoce a los seres humanos como agentes capaces de transformar su entorno sino que sus acciones tienen efectos ya sean directos o indirectos, que operan en los procesos. En Strahler y Strahler (1973, en Nir, *op. cit.*) los autores hablan sobre la intensidad y la influencia que ejercen los humanos en los procesos naturales.

Entre los posteriores trabajos referidos a las ciencias ambientales, destacan las publicaciones enciclopédicas en las que comienza a figurar el término *antropogenic transformation* (Bampton, 1999) en el que se contextualiza la transformación del entorno en función de los distintos modos de producción que han establecido las sociedades a lo largo de la historia.

En el trabajo de Slaymaker (2000) se realiza una compilación de diversos estudios referidos a la influencia de la actividad humana en el ambiente. Entre éstos destaca el de Rawat *et al.* (2000), en el que se habla de la influencia de las acciones antrópicas en la alteración de los ciclos hidrológicos y los procesos geomorfológicos de denudación en la región Almora en el Himalaya.

Otras dos enciclopedias que abordan la cuestión de la transformación de ambiente son las editadas por Goudie y Cuff (2002) y Goudie (2006). En la primera se define al estudio del papel de los humanos en la creación de formas de relieve así como su capacidad de modificar la operación de procesos geomorfológicos como “*Antropogeomorphology*” (Goudie, 2002: 46). En la segunda, en el apartado *The human impact on the soil* se realiza una revisión en torno a las ideas del ser humano como un agente de transformación del medio, en particular en el continente europeo. Por otro lado, se propone una lista de los hitos en torno a las temáticas ambientales, desde el texto de George Perkins en 1864 hasta la Cumbre de Tierra de Johannesburgo en 2002 (Goudie, 2006).

Szabó *et al.* (2010) establecen una relación entre el estudio de los seres humanos como agentes geomorfológicos con otras disciplinas en el marco del manejo ambiental, además en uno de sus apartados hace referencia al impacto que genera en el paisaje la agricultura y específicamente la que se lleva a cabo en terrazas.

Las fuentes anteriores documentan la preocupación por dar cuenta de cómo los seres humanos han modificado el entorno. Ésta posee un registro escrito en forma de libros, capítulos de libro, artículos, entre otros que comprende a lo sumo poco más de un siglo y medio. Sin embargo la capacidad de transformación del medio por los seres humanos posee una historia casi tan larga como la humanidad misma.

### **1.2.2 Degradación de antiguas terrazas agrícolas por abandono**

La agricultura ha generado una profunda transformación del medio por las actividades asociadas a ésta, ya que para poder efectuarla en muchos casos se deforestan extensas áreas de vegetación y en algunos otros incluso conlleva la alteración de la red de drenaje.

En esta sección se abordan algunos trabajos que han estudiado los cambios realizados en el medio por un tipo de agricultura en específico; el de terrazas, haciendo énfasis en las implicaciones del abandono de estos sistemas.

Cerdà (1994) presenta resultados experimentales del efecto de la lluvia en las terrazas de cultivo abandonadas del País Valenciano. Manifiesta que la respuesta de la erosión en las terrazas depende de los materiales de éstas, como el tipo de suelo, presencia de cobertura vegetal y materia orgánica.

Después del abandono de las terrazas es común que la vegetación natural de la zona se regenere; sin embargo, para el caso de las condiciones mediterráneas, caracterizadas por una tasa de precipitación baja, aunado a prácticas de pastoreo, las implicaciones del abandono repercuten en los flujos superficiales y subsuperficiales del agua, lo que favorece, junto con el tipo de roca, la erosión de las terrazas (Cerdà, 1994).

Inbar y Llerena (2000) en un su estudio sobre el abandono de áreas aterrazadas en las montañas Centroandinas de Perú a través de la simulación de los efectos de las tormentas en las terrazas, manifiestan que es mayor la esorrentía en aquellas que se encuentran desprovistas de vegetación, aumentando a su vez las tasas de erosión y sedimentación, así como el colapso de los muros que conforman las terrazas. Además, hacen énfasis en que la degradación de éstas tiene que ver no sólo con procesos físicos sino también económicos y sociales con los que están estrechamente relacionados.

Lespez (2003), aunque no refiere a la agricultura de terrazas en su artículo, sí aborda la relación entre las fases de sedimentación/erosión del suelo y la estabilidad del paisaje con la ocupación humana y los cambios inducidos por los primeros agricultores hace tres milenios en la Cuenca de Drama en Macedonia, Grecia, e identifica como momentos importantes en el aumento de las tasas de erosión y deposición de materiales, las fluctuaciones climáticas, la actividad de los agricultores, la intensificación y el cambio en el uso de la tierra en la Era Bizantina y el Periodo Otomano.

Krahtopoluo y Frederik (2008) presentan los resultados de una investigación geoarqueológica en las terrazas agrícolas de la Isla de Kythera en Grecia en la que a través del estudio del registro estratigráfico de los suelos y los sedimentos presentan evidencias de distintas fases de construcción de terrazas, datando la más antigua de hace 3500 años y a través de distintos análisis reconstruyen la historia de la edificación de algunas secuencias de terrazas.

Otro caso también en Grecia, pero en la Isla de Nisiros, es el presentado por Petanidou *et al.* (2008) en el que estudian las causas del abandono entre el siglo XIX y XX de antiguas terrazas agrícolas y se establece una relación entre los cambios en el área utilizada para la agricultura y la variación de los niveles de población en los tres asentamientos principales de la isla, pasando de 3300 habitantes en 1821 a 948 en 2001. Lo que se traduce en un abandono de los sistemas con implicaciones como el colapso de los muros y la erosión del suelo de las terrazas.

Londoño (2008) utiliza modelos que reconstruyen la morfología original de terrazas agrícolas en el sur de Perú para determinar las tasas de erosión y el comportamiento de ésta, desde que las terrazas son abandonadas en 1532 hasta 2005.

En los trabajos de Arnáez *et al.* (2011), García-Ruíz y Lana Ranault (2011) y Arnáez *et al.* (2015) se realiza una revisión de los efectos del abandono de terrazas agrícolas en cuanto a la operación de procesos hidrológicos y geomorfológicos que derivan en la erosión de los suelos en estos sistemas en España y en la región Mediterránea europea en general. García-Ruíz y Lana Ranault (2011) identifican que el tiempo de abandono, las condiciones climáticas, el manejo de la tierra, entre otros, son los factores de los que depende la evolución de las terrazas en áreas abandonadas.

Tarolli *et al.* (2014) plantean que si bien el propósito de la construcción de terrazas agrícolas es la conservación del suelo y la estabilización de las laderas, en general los paisajes de terrazas son considerados una de las huellas antropológicas más importantes en el relieve a lo largo del mundo. Muchas terrazas requieren de constante mantenimiento y al ser abandonadas una de las principales consecuencias es el colapso de

los muros que retienen los sedimentos. Además discuten los efectos del abandono de terrazas en Nepal, China, Perú, España, Grecia, Italia y África.

En este sentido se reconoce la importancia de la actividad humana en el medio a través de la construcción de terrazas agrícolas para satisfacer sus necesidades de alimentos en función de la demanda generada por distintos niveles de población. La fluctuación de estos niveles también afecta a los sistemas de terrazas en sí mismos ya que éstos dependen de la labor de los agricultores para su mantenimiento y reconstrucción. Una vez que son abandonados total o parcialmente, comienza su proceso de degradación; que depende de múltiples factores, y se expresa en el colapso de sus muros y la erosión de sus suelos.

### **1.2.3 Agricultura de terrazas en la Mixteca Alta**

Las prácticas agrícolas en la Mixteca Alta han sido ampliamente documentadas y las referencias que aluden concretamente al sistema de terrazas conocido como lamabordos se detallan a continuación.

Uno de los primeros trabajos que refieren a la innovación tecnológica de terrazas en la zona de estudio es el de Spores (1969) en el que se examina la relación entre el crecimiento de la población con las adaptaciones agrícolas denominadas lamabordos (terrazas de fondo de valle) y el desarrollo cultural del Valle de Nochixtlán.

Rojas-Rabiela y Sanders (1979), hacen una revisión de la agricultura en Mesoamérica en la época prehispánica, tipos de cultivos y prácticas agrícolas. En el apartado “Terrazas, metlapantles y presas” Rojas-Rabiela (1979) aborda las características y construcción de estos sistemas y hace referencia a los lamabordos de la Mixteca Alta a través de sinónimos como trincheras, atajadizos y teceras.

Donkin (1979) publica un trabajo sobre algunos de los aspectos de la agricultura prehispánica en comunidades emplazadas en las partes altas del continente americano. Así mismo refiere a la agricultura de terrazas en América y específicamente a las terrazas de fondo de valle en la Mixteca Alta.

Rincón-Mautner (1999) presenta un estudio sobre los patrones de la interacción entre los pobladores de la Cuenca de Coixtlahuaca (comprendida en la Mixteca Alta) con su ambiente a lo largo de los últimos dos milenios y hace hincapié respecto a las modificaciones en el medio resultado de la agricultura en la zona.

Más adelante, Pérez (2006) realizó un estudio acerca de la intensificación agrícola mediante la construcción de terrazas en el Posclásico en la Mixteca Alta y establece una relación entre éstas y el papel que desempeñaron el estado y los agricultores en la configuración de los sistemas y su uso.

Rivas *et al.* (2006) presentan un ensayo en el que refieren a una comunidad de la Mixteca Alta en donde aún se efectúa agricultura en las terrazas de lamabordos y abordan el proceso de construcción, conservación y manejo de las mismas.

En el Proyecto Arqueológico Cerro Jazmín, Pérez *et al.* (2011) hablan de una larga historia de ocupación y producción agrícola en el territorio; establecen una relación entre los centros urbanos prehispánicos ubicados en las tierras altas con el mantenimiento de los sistemas de terrazas.

En 2012, Mueller *et al.* publican un artículo en el que a través del estudio de los depósitos aluviales realizan una reconstrucción del cambio ambiental en el Valle de Nochixtlán y refieren a las modificaciones de los canales de las corrientes para la construcción de terrazas de fondo de valle o lamabordos.

Joyce y Goman (2012) hacen una reflexión relativa a los estudios sociales y ecológicos referentes a los paisajes de Oaxaca efectuados hasta ese momento. Recuperan en su análisis aspectos políticos y religiosos de los pueblos originarios y el papel que dichos aspectos jugaron en la transformación antropogénica del paisaje en la Mixteca Alta a partir del periodo Formativo, así como el uso de la tierra en los periodos Clásico y Posclásico.

Mueller *et al.* (2013) refieren a la erosión de las laderas de los cerros como uno de los resultados del aumento de población y la actividad agrícola en el Valle de Nochixtlán en el

periodo Posclásico y las implicaciones ambientales que ello generó en la cuenca baja del Río Verde.

Leigh *et al.* (2013) establecen que la técnica agrícola de construcción de lamabordos data de por lo menos hace 3400 años y se apoyan en la datación de antiguas terrazas a través del método de radiocarbono. Refieren a las modificaciones de los canales para la construcción de las terrazas como sistemas de ingeniería hidráulica que son un claro ejemplo de cómo los seres humanos han sido capaces de crear secuencias estratigráficas artificiales así como paisajes antropogénicos en la Mixteca Alta.

Otro trabajo en esta línea es el de Pérez y Anderson (2013), en el que refieren al sistema de terrazas o lamabordos como una característica fundamental de la Mixteca Alta, que se trata de una estrategia milenaria para la producción de alimentos y el manejo de la tierra que en la actualidad aún posee relevancia cultural para algunos grupos de agricultores en la zona. Posteriormente Rivas (2014) publica un trabajo en el que aborda la importancia cultural de estos sistemas y realiza una propuesta de rescate del conocimiento tradicional de los lamabordos denominándoles como agroecosistemas.

De acuerdo con lo anterior, las terrazas agrícolas de fondo de valle o lamabordos en la Mixteca Alta son una tecnología de origen prehispánico a través de la cual los antiguos pobladores buscaron responder a sus necesidades agrícolas a la par que modificaron su entorno, de lo que hay registro no sólo en depósitos aluviales en la zona sino en otros lugares fuera de la Mixteca Alta.

### **1.3 Antiguos sistemas de terrazas agrícolas en México y en el mundo**

La existencia de antiguas terrazas agrícolas ha sido documentada ampliamente no sólo en la República Mexicana sino en otras regiones del mundo. Éstas se asocian al establecimiento de antiguas civilizaciones y se aborda brevemente sus principales características.

En el cuadro 1.1 se muestra la edad de algunos antiguos sistemas agrícolas de terrazas a nivel nacional y mundial que han sido documentados. Se establece como referencia la

división del tiempo histórico en los periodos establecidos para las culturas prehispánicas en Mesoamérica para comparar las distintas épocas de construcción de terrazas en México con las de otros sistemas en el mundo.

**Cuadro 1.2 Cronología de antiguos sistemas de terrazas agrícolas**

	Periodo	México y Belice	Asia	Andes	Mediterráneo	África
Posclásico	Tardío 1200 - 1521	Hidalgo Toluca y Texcoco, Estado de México Tlaxcala Puuc, Yucatán	Satoyama, Niiganata, Isla de Sado, Japón	Cuzco, Puno, Lago del Sol, Perú, Bolivia, Pimampiro, Ecuador		Konso, Etiopia
	Temprano 900 – 1200	Río del Gavilán, Chihuahua La Serrana, Sonora	Gunung Kidul, Ubud y Bali, Indonesia Uttaranchal, India	Valle de Santa María Tucumám, Argentina		
Clásico	Tardío 600 – 900	La Frailesca, Chiapas				
	Temprano 300 – 600	Chan, Belice	Yunnan, Wannian, Jiangxi, Longshen y Zhejiang, China		Ligura, Cinque Terre, Chianti Classico y Costa Amalfi, Italia	
Preclásico	Tardío 300 a.C. - 300 d.C.		Ifugao y Banaue, Filipinas		Valle del Duero, Portugal	
	Intermedio 1000 - 300 a.C.				Stari Grad, Croacia	
	Temprano 2000 - 1000 a.C.	Mixteca Alta, Oaxaca			Pirineo Aragonés y Mallorca, España Isla de Kythera, Grecia	
Precerámico 5000/4000 - 2000 a.C.						

Elaborado con base en: Spores, 1969; Rojas-Rabiela y Sanders, 1979; Luebben *et al.*, 1986; Barrera, 1987; Doolittle, 1988; Córdova, 1997; Córdova y Parsons, 1997; Borejsza, 2006; Critchely y Brommer, 2006; Izacara, 2006; Jianbo y Xia, 2006; Echarri, 2007; Wyatt, 2007; Borejsza *et al.*, 2007; Chilon, 2008; Krahtopoulou y

Frederick, 2008; Mamani *et al.*, 2008; Zuria y Cervantes-Comihs, 2008; Yamaoka, 2009; Almeida, 2010; Koohafkan y Altieri, 2011; Vega, 2011; Belamaric, 2013; Beyene, 2013; Lansing *et al.*, 2013; Lasanta *et al.*, 2013; Leigh *et al.*, 2013; Pérez-Sánchez y Juan-Pérez, 2013; Roldán *et al.*, 2014; Tarrolli *et al.*, 2014; Parco Nazionale delle Cinque Terre, 2015 y Arellano, s.a.

Cabe aclarar que dado a que no existe un consenso sobre el momento en que termina el periodo Precerámico y el inicio del Preclásico temprano, se adoptó el año 2000 a.C. Lo anterior implicó que los sistemas más antiguos, que dadas sus edades bien podrían figurar en el periodo Precerámico, se clasificaran dentro del Preclásico Temprano.

#### **a) México y Belice**

En México existen sistemas de terrazas agrícolas asociados a las distintas culturas prehispánicas que se asentaron en el territorio, como la Chichimeca, Maya, Mexica, Mixteca y Otomí (figura 1.1). Algunos de los sistemas de terrazas documentados corresponden en el caso de la cultura Chichimeca a las del Río del Gavilán en Chihuahua y La Serrana en Sonora (Luebben *et al.*, 1986; Doolittle, 1988); a la Maya las del área Puuc en Yucatán, La Frailesca en Chiapas y Chan en Belice (Arellano, s.a.; Barrera, 1987; Wyatt, 2007); a la Mexica las de Texcoco y Toluca en el Estado de México (Córdova, 1997; Córdova y Parsons, 1997; Pérez-Sánchez y Juan-Pérez, 2013); a la Mixteca las de la Mixteca Alta, en Oaxaca; y finalmente, las de Hidalgo y Tlaxcala a la cultura Otomí (Rojas-Rabiela y Sanders, 1979; Borejsza, 2006; Borejsza *et al.*, 2007; Zuria y Cervantes-Comihs, 2008).

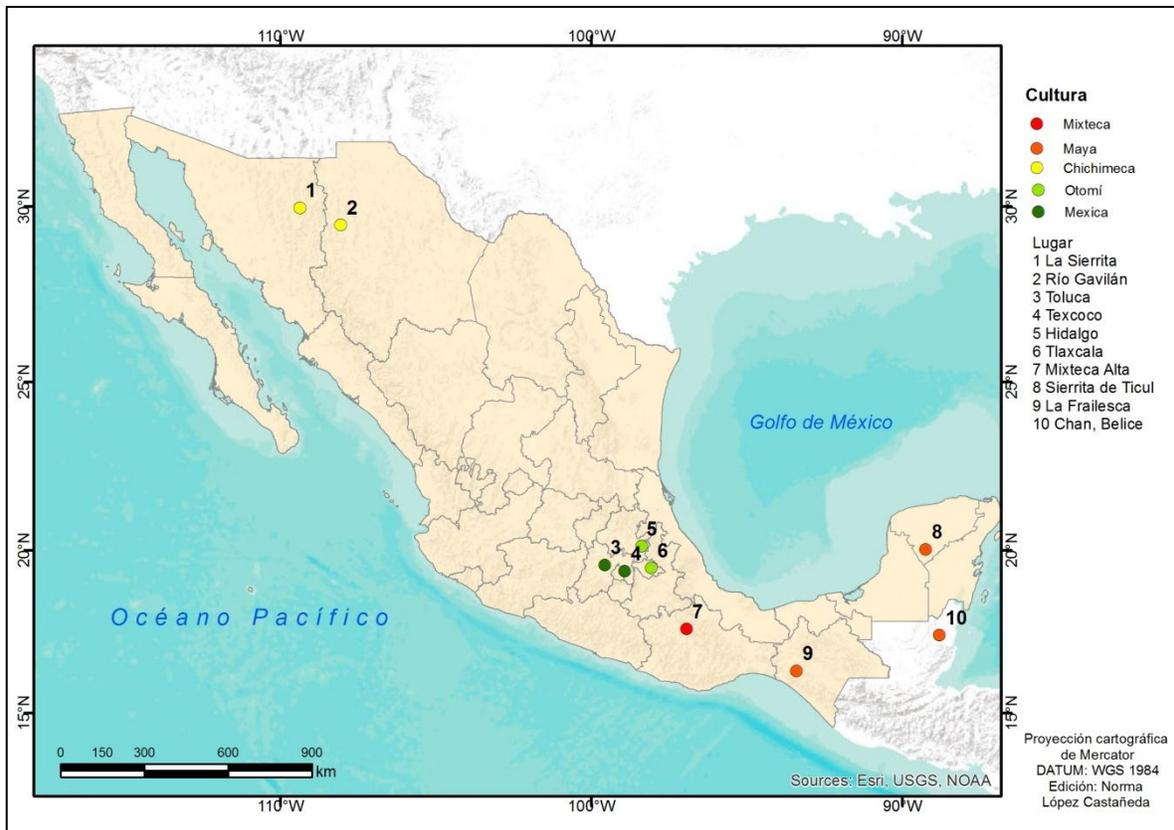


Figura 1.1 Antiguos sistemas de terrazas agrícolas en México y Belice. Elaborado con base en: Spores, 1969; Rojas-Rabiela y Sanders, 1979; Luebben *et al.*, 1986; Barrera, 1987; Doolittle, 1988; Córdova, 1997; Córdova y Parsons, 1997; Borejsza, 2006; Wyatt, 2007; Borejsza *et al.*, 2007; Zuria y Cervantes-Comihis, 2008; Leigh *et al.*, 2013; Pérez-Sánchez y Juan-Pérez, 2013 y Arellano, s.a.

A la cultura Chichimeca se asocian terrazas construidas en el Posclásico Temprano en la Sierra Madre Occidental al norte de Chihuahua y Sonora. Algunos ejemplos de éstas son las del Río del Gavilán en Chihuahua, un sistema extensivo de terrazas construidas hacia 1200 que se conocen como “trincheras”, su propósito era prevenir la erosión del suelo en las laderas así como el cultivo en éstas (Luebben *et al.*, 1986).

Otro ejemplo son las de La Serrana en Sonora, se trata de terrazas en el fondo de los valles, similares a las de la Mixteca Alta por tratarse de presas de filtración de sedimentos. De acuerdo con Doolittle (1988), en éstas se sembraban diversos cultivos como maíz, frijol, calabaza, algodón, amaranto y chayote.

De las terrazas asociadas a la cultura Maya las más antiguas son las de Chan en Belice, que fueron construidas entre el periodo Preclásico Tardío y el Clásico Temprano. Se trata de terrazas de contorno escalonadas en las laderas de las elevaciones. Según los registros arqueológicos, adyacentes a las terrazas se desarrollaron las unidades domésticas de los antiguos habitantes de la región (Wyatt, 2007).

En antigüedad le siguen las terrazas de La Frailesca en Chiapas, construidas en el periodo Clásico Tardío, entre los años 800 y 900 D.C., en las cuales existe evidencia del cultivo de maíz (Arellano, s.a.). Finalmente están las terrazas de Yucatán en la Sierrita de Ticul o Puuc, que se construyeron entre finales de Clásico Tardío e inicios del Posclásico Temprano, las cuales se asocian particularmente a la construcción de cisternas de roca o *chultunes* que tenían la función de captar agua para la irrigación de huertos de árboles frutales (Barrera, 1997).

Las terrazas asociadas a la cultura Mexica se distribuyen en la porción central del país, se desarrollaron alrededor del periodo Posclásico Tardío e incluyen a las de Toluca y Texcoco en el Estado de México. Las de Toluca fueron construidas en el Posclásico Tardío y se trata de terrazas con muros de roca o bordes de tierra y magueyes denominadas *metlapantles* en las que se llevaba a cabo cultivo de maíz principalmente. Es entre los siglos XVI y XVII que son abandonadas, lo que propició su posterior destrucción (Pérez-Sánchez y Juan-Pérez, 2013).

En el área de Texcoco, los mexicas construyeron entre 1530 y 1520 dos tipos de terrazas, cuya principal función era la retención del suelo, por un lado terrazas de contorno con paredes de piedra, y por el otro un sistema de semiterraceo configurado por hileras de magueyes conocidos como *metepantlis* (Córdova, 1997; Córdova y Parsons, 1997).

Las terrazas asociadas a la cultura Mixteca se distribuyen principalmente en la Mixteca Alta aunque también se documenta su existencia en la Mixteca Baja y la Mixteca Costa (Rojas-Rabiela y Sanders, 1979; Spores, 2007). Pueden ser terrazas de contorno en las laderas o bordos para la retención de sedimentos transversales a la corriente de los ríos, conocidos como lamabordos. De éstos últimos la construcción de los más antiguos está

fechada en el periodo Preclásico Temprano alrededor de hace 3 400 años (Spores, 1969; Leigh *et al.*, 2013).

Los sistemas de terrazas asociados a la cultura Otomí son los construidos en el sureste de Hidalgo y en los valles Tlaxcala durante el periodo Posclásico Tardío (Rojas-Rabiela y Sanders, 1979). En el caso de Hidalgo se trata de terrazas en las que sus bordes pueden ser de diferentes tipos, ya sean plantas de maguey, nopaleras, árboles frutales o roca para retener los suelos en terrenos con cierta inclinación y poder cultivar en ellos. Localmente a estas barreras se les denomina *tlaquaxochquetza* que significa “levanta linderos de árboles” y en la actualidad se siguen cultivando con maíz estas terrazas (Zuria y Cervantes-Comihs, 2008).

## **b) Asia**

La construcción de sistemas de terrazas en el continente asiático está ampliamente difundida y su cultivo es una práctica que en la actualidad aún se realiza, de lo que han derivado algunos de los paisajes aterrazados más ejemplares. Los países en los que se documentó su existencia son Filipinas, Indonesia, India, China y Japón.

Unas de las terrazas más antiguas son las de Ifugao y Banaue en Filipinas, de las que existen registros desde hace 2000 años, y en las que actualmente, a través de sistemas saturados de agua todo el año se efectúa el cultivo de arroz en tierras a más de 1000 msnm (Koohafkan y Altieri, 2011).

Las segundas más antiguas fueron construidas en China hacia el año 1300 D.C., en las provincias de Yunnan, Wannian, Jiangxi y Longshen y Zhejiang. Se trata de sistemas de parcelas dedicadas al cultivo de arroz. La localización de éstas en la ladera se relaciona con la disposición de otros elementos en la misma, en las partes más altas se emplazan los bosques, descendiendo en la ladera se ubican las aldeas para que los desechos orgánicos que en ésta se generan enriquezcan de nutrientes las aguas que irrigan las terrazas ubicadas en una posición inferior en la aldea (Koohafkan y Altieri, 2011).

A su vez, las terrazas cumplen la función de filtrar y purificar el agua para que finalmente ésta se incorpore al cauce del río. Particular es el caso de la provincia de Zhejiang en el que debido al enriquecimiento del agua con desechos orgánicos los sistemas de terrazas permanentemente inundados se asocian también con la crianza de peces para el consumo local (Jianbo y Xia, 2006).

De acuerdo con los registros, es contemporánea la práctica de construcción de terrazas en Uttaranchal, India y en GunungKidul y Ubud, Bali en el archipiélago de Indonesia. En ambos casos los sistemas datan de alrededor del siglo XI. En el caso de las de Uttaranchal, se trata de terrazas de plataforma que localmente se les denomina *patamar* en las que en la actualidad se cultivan mijo, sorgo y soya (Critchely y Brommer, 2006).

En el caso de las terrazas de GunungKidul y Ubud los habitantes les denominan *subak*, se trata de un sistema complejo en que las parcelas de cultivo no sólo son vistas como unidades de producción sino que se les considera una institución social y religiosa de agricultores, quienes comparten la responsabilidad de la distribución y equitativo uso del agua para sus cultivos (Critchely y Brommer, 2006; Lansing *et al.*, 2013).

En el caso de Japón las terrazas más antiguas se encuentran en Satoyama, Isla de Sado, en la prefectura de Niiganata, las cuales fueron construidas hacia el año 1338 y en la actualidad se emplean para el cultivo de arroz para abastecer a los mercados locales; los pobladores les denominan *suiden* que significa campo de agua (Izacara, 2006; Yamaoka, 2009).

### **c) Los Andes**

En la cordillera de los Andes existen numerosos sistemas de terrazas desde Ecuador hasta el norte de Argentina, y se relacionan con el desarrollo de culturas Preincas e Incas. Las más antiguas se encuentran en el Valle de Santa María Tucumán en la provincia de Catamarca en Argentina, se trata de restos arqueológicos de aproximadamente 1000 años de antigüedad, es un sistema de agricultura que se efectuaba en las faldas del piedemonte

de los cerros en las que se sembraba poroto, zapallo, quinoa, maíz y papa (Roldán *et al.*, 2014).

Al ser la cordillera andina de Perú el territorio en el que desarrolla el corazón de la cultura Inca, los sistemas de terrazas agrícolas prehispánicas están ampliamente distribuidos a lo largo de los Andes, que atraviesan el país de norte a sur. Los vestigios más antiguos corresponden a los edificados por la cultura preincaica Wari, entre los años 1050 y 1100 en las proximidades del Lago Titicaca o Lago del Sol, las que reciben el nombre de *sukakollos* o *waru-waru*. El sistema de andenería en Perú se distingue por el manejo que se hacía de las parcelas, en las que se cultivaban en un mismo espacio gran diversidad de tubérculos como la papa, oca, nashua, ulluco, maca, achira y yucón (Echarri, 2007; Koohafkan y Altieri, 2011).

Debido a la expansión del imperio Inca, el sistema de andenería se extendió a lo largo y ancho de los Andes. Tal es el caso de Pimampiro al norte de Ecuador en donde existen terrazas en las partes más altas de los cerros en los que aún se cultiva frijol, arveja, cebada, trigo, papas así como otros productos tradicionales de la serranía ecuatoriana (Vega, 2011).

En Bolivia, en las Cordilleras Oriental y Occidental existen vestigios de sistemas de andenería Inca en los que se distinguen diversos tipos de terrazas las cuales se diferencian por su distribución altitudinal, el tipo de cultivo que en ellas se lleva a cabo (papa amarga, papa dulce, maíz y cultivos tropicales) o por su método de construcción, de corral o caña, de contorno, de banco o *taqanas*, las *quillas*, *sukakollu*, *tarasuskas*, *q' ochas*, *q'otas* y *q'otañasycanapas*, (Chilon, 2008; Mamani *et al.*, 2008).

#### **d) Mediterráneo**

A lo largo de la franja mediterránea europea y en algunas islas del Mar Mediterráneo se han desarrollado sistemas de terrazas o banales. Las más antiguas son las de la isla de Kythera en Grecia, las cuales datan de la Edad de Bronce, hace 4000 años (Krahtopoulou y Frederick, 2008). De este mismo periodo son las que se encuentran en los valles

occidentales del Pirineo Aragonés y en Mallorca en las islas Baleares de España, en las que los principales cultivos eran los olivos, los viñedos y los árboles de almendro (Lasanta *et al.*, 2013).

En antigüedad les siguen los restos arqueológicos de las terrazas de Stari Grand en Croacia que datan de hace 2400 años y se asocian a la influencia ejercida por la civilización griega en la zona. Se emplazan en la Llanura de Stari y en sus colinas adyacentes. Era en estas parcelas inclinadas protegidas de la erosión por muros de contención donde se cultivaba principalmente la vid y los olivos (Belamaric, 2013).

Las terrazas más antiguas del Valle del Duero en Portugal datan de la conquista del imperio romano de la zona, en la actualidad se realiza una intensa actividad agrícola en el valle. Al proceso de preparar y sustentar el suelo para edificar las terrazas se le denomina *surriba* para el cultivo de viñedos (Almeida, 2010).

En la porción occidental de la península Itálica existen también sistemas de terrazas en Cinque Terre en Liguria, Chianti Classico en Toscana y Costa Amalfi en Campania. Se trata de sistemas de bancales que datan del siglo XI, los cuales fueron construidos mediante la disección de los acantilados para obtener franjas de tierra soportadas por muros de “piedra seca” para el cultivo de cítricos, olivos y viñedos (Tarrolli *et al.*, 2014; Parco Nazionale delle Cinque Terre, 2015).

#### **e) África**

En África, las terrazas más antiguas se encuentran en Konso, Etiopía y datan del siglo XVI. Se trata de un sistema que se distribuye a lo largo de una serie de colinas escarpadas de entre 1400 a 2000 m en las que se practica el cultivo de mijo, café, algodón, soya, maíz, plátano y papaya (Beyene, 2013).

La construcción de terrazas es una práctica milenaria a través de la cual los grupos humanos han satisfecho sus necesidades alimentarias a la par que han transformado los elementos de su entorno, en específico las formas de relieve originales, creando otras con propósitos particulares, en este caso las terrazas agrícolas.

El estado de conservación de estos sistemas está directamente relacionado con el manejo que de ellos se haga en la actualidad, ya que, aquellos sistemas que fueron abandonados total o parcialmente se encuentran en un estado de degradación más avanzada frente aquellos en los que aún se realizan labores de cultivo.

## Capítulo 2 Caracterización geográfica del municipio de Santo Domingo Yanhuitlán.

En el presente capítulo se refieren aspectos relativos a las características físico-geográficas del municipio de Santo Domingo enmarcándolo en su contexto regional. En el caso de las características sociales así como la evolución histórica del territorio, se hace mayor énfasis en la zona de estudio en particular.

### 2.1 Aspectos físico-geográficos

El municipio de Santo Domingo Yanhuitlán se encuentra en el Distrito de Nochixtlán en la región económica Mixteca, en el estado de Oaxaca (figura 2.1). Sus coordenadas geográficas extremas son 17°34'41''N, 97°19'51''W y 17°28'26''N y 97°23'22''W.

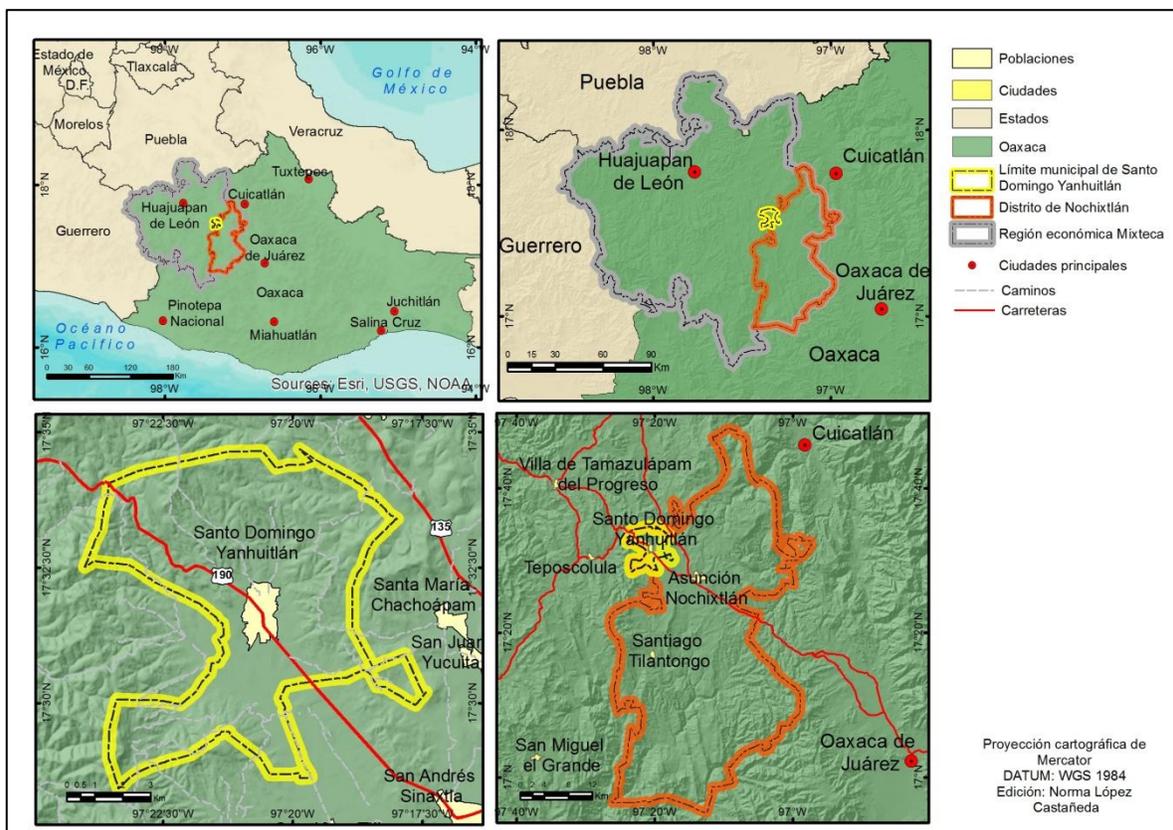


Figura 2.1 Localización de Santo Domingo Yanhuitlán. Fuente: elaborado con base en INEGI (2015).

Santo Domingo Yanhuitlán colinda al norte con los municipios de Santo Domingo Tonaltepec, Santa María Pozoltepec y San Bartolo Soyaltepec; al oriente con Santa María Chachoapan y San Juan Yucuita; al sur con Santa María Tiltepec, Santiago Tillo, San Mateo Yucucui y Santa María Suchixtlán; y al occidente con San Pedro Añãe, San Juan Teposcolula y San Pedro y San Pablo Teposcolula (Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable, 2008).

Para hablar de las condiciones del medio físico de la zona de estudio, se alude a las características de la Mixteca Alta en general de acuerdo con la información disponible en escala 1:50 000 del INEGI del estado de Oaxaca. Se generaron mapas que incluyen la fisiografía, hidrología, clima, suelos y uso de suelos, y vegetación de la zona. Por otra parte para los mapas de geología y geomorfología se empleó como base la cartografía generada por Ortiz *et al.* (en prensa) para Santo Domingo Yanhuitlán y sus municipios circunvecinos.

#### **a) Fisiografía**

La zona de estudio se ubica en la provincia de la Sierra Madre del Sur, un sistema montañoso formado en el Neógeno-Cuaternario como resultado del proceso de subducción de la placa de Cocos respecto a la de América del Norte (Lugo, 1990).

Regionalmente, la Mixteca comprende la subprovincia fisiográfica Montañas y Valles del Occidente de Oaxaca que cuenta con una extensión total de 21 262.73 km<sup>2</sup>. Sus principales elevaciones son la Sierra de Tlaxiaco y la Sierra de Nochixtlán con una altitud de 3 400 msnm la primera y 2 800 msnm la segunda (Ortiz *et al.*, 2004). Por otro lado, de acuerdo con el INEGI, las subprovincias fisiográficas que comprenden el territorio Mixteco son las de Sierras Centrales de Oaxaca en la porción oriental, y Mixteca Alta en el centro y occidente, en donde se localiza Santo Domingo Yanhuitlán (figura 2.2).

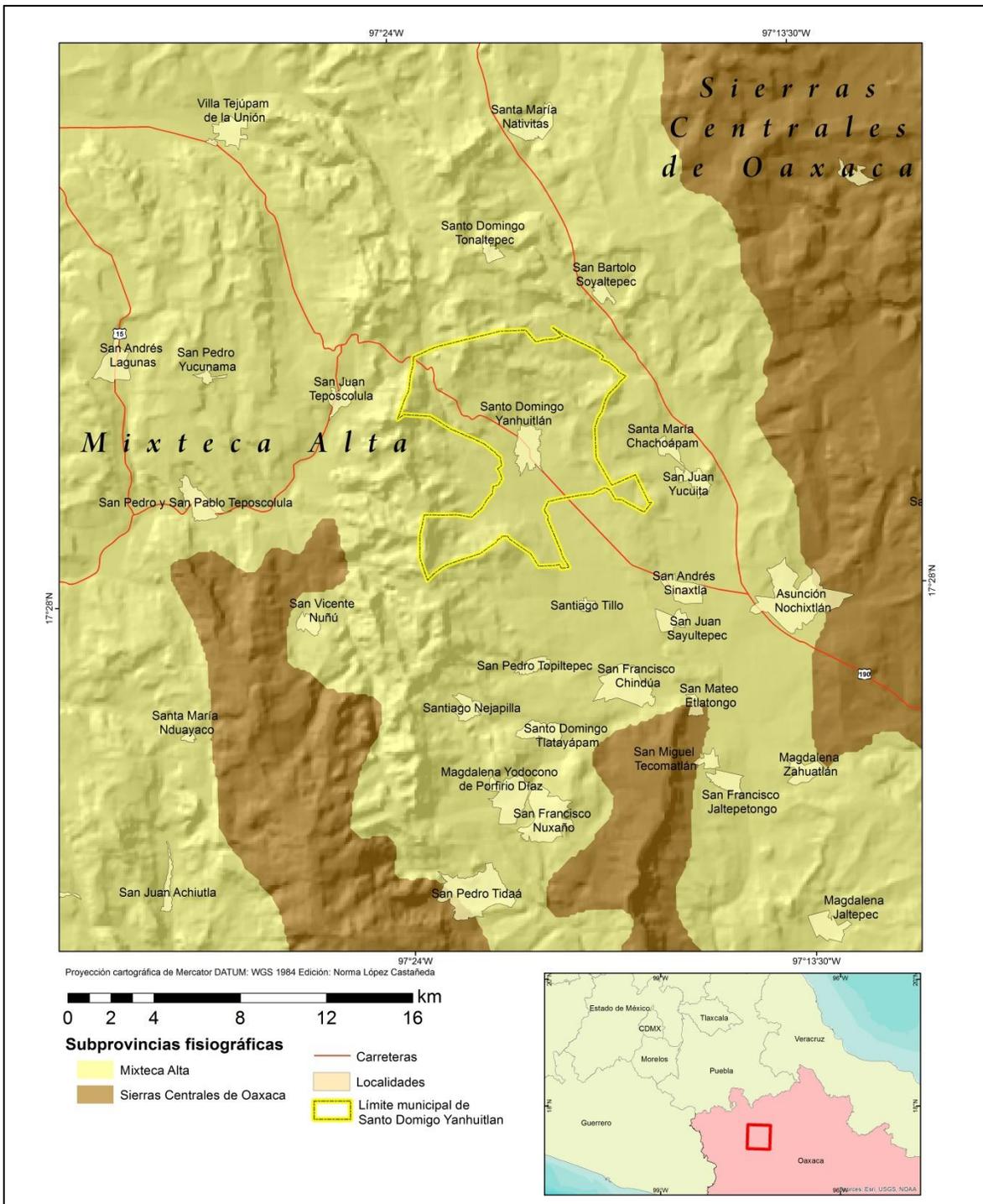


Figura 2.2 Subprovincias fisiográficas. Fuente: elaborado con base en INEGI (2015).

En el territorio convergen dos sistemas montañosos, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental, conocida regionalmente como la Sierra Madre de Oaxaca que se unen en

el territorio del estado (INAFED, 2010). A dicha unión se le han asignado diversos nombres; Complejo Oaxaqueño, Escudo Mixteco y Nudo Mixteco (González, 2009).

La Sierra Madre del sur corre paralela a la costa del Pacífico, en el territorio oaxaqueño, atraviesa Silacayoapan, Huajuapán, Coixtlahuaca, y Nochixtlán, punto en el que se une a la Sierra Madre Oriental; que viene de Puebla y Veracruz, y conforman en Nudo Mixteco (González, 2009).

#### **b) Geología**

De acuerdo con los trabajos realizados por Ferrusquía-Villafranca (1976) y Santa María (2009) en la zona de estudio tienen expresión los sistemas Cretácico, Terciario y Cuaternario. En el primer grupo (Cretácico) figura la Formación San Isidro, Formación-Caliza Teposcolula y la Formación Yucunama, mientras que al Terciario corresponden el Conglomerado Tamazulapan, Formación Yanhuitlán, Depósitos Teotongo, Andesitas Cañada María, Toba Llano de Lobos, Andesita Yucudaac y cuerpos Hipabasales. Al Cuaternario pertenecen los depósitos aluviales y de caliche (figura 2.3).

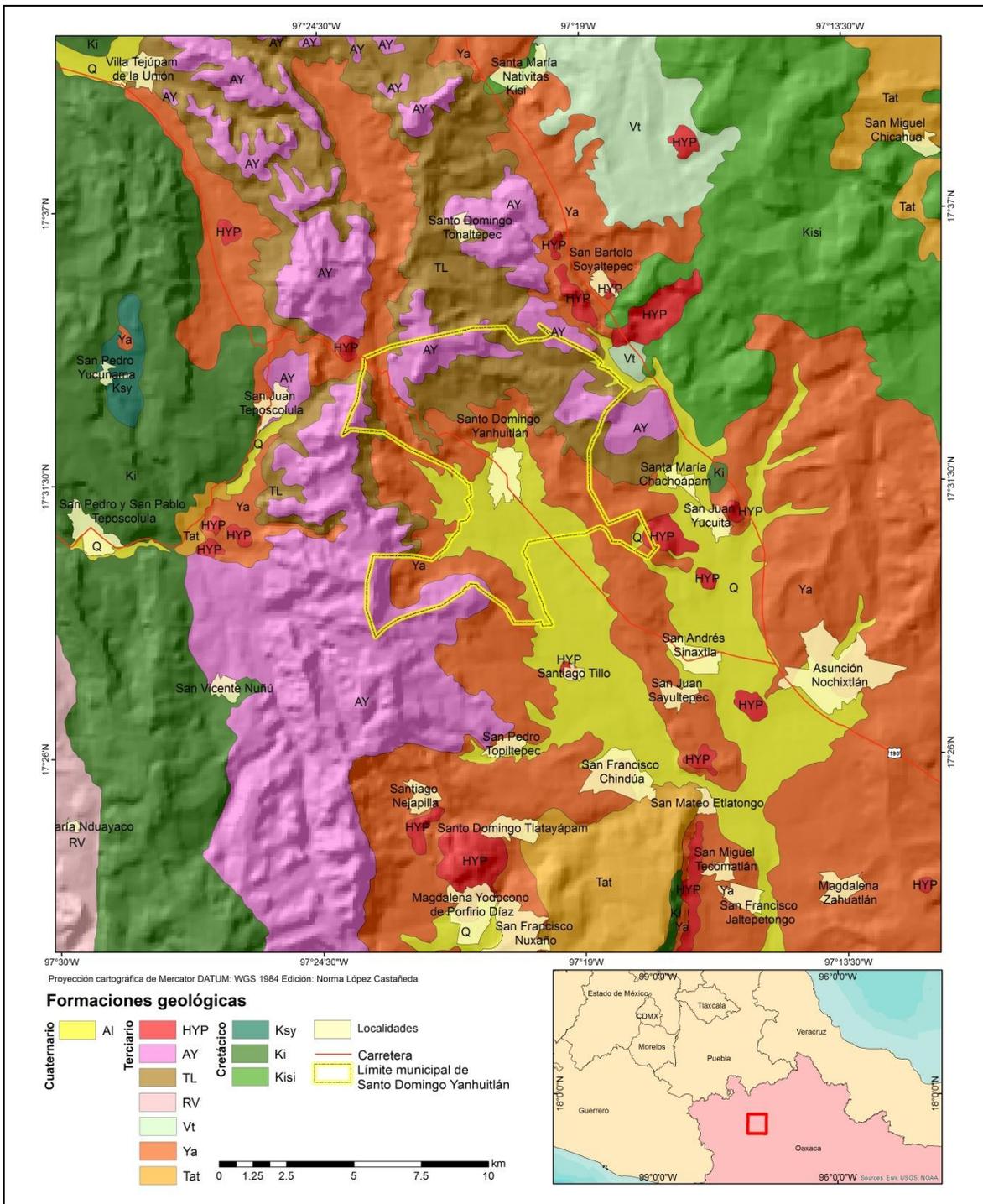


Figura 2.3 Geología. Al: depósitos aluviales; HYP: cuerpos hipabasales; AY: Andesita Yucudaac; TL: Toba Llano de Lobos; RV: Andesitas Cañada María; Vt: Depósitos Teotongo; Ya: Formación Yanhuitlán; Tat: Conglomerado Tamazulapan; Ksy: Formación Yucunama; Ki: Caliza Teposcolula; Kisi: Formación San Isidro. Fuente: elaborado con base en Ortiz *et al.* (en prensa).

## **i. Sistema Cretácico**

Formación San Isidro (Kisi): le infrayacen las rocas del Grupo Tecocoyunca y le suprayacen las de la Formación San Juan Teita (Santa María, 2009). Se trata de una secuencia de rocas del Cretácico Temprano, de tipo arenisca, conglomerado, limolita y lutita. El ambiente de depósito de esta unidad es de un abanico aluvial de condiciones continentales por la erosión de una secuencia volcánica de piroclastos (López-Palomino, 2010). Esta formación se localiza en la porción nororiental fuera del municipio.

Caliza Teposcolula (Ki): le infrayacen los materiales de la Formación San Juan Teita y le suprayacen los de la Formación Yucunama (Santa María, 2009). Se trata de una unidad de rocas masivas del Cretácico Temprano-Tardío (Albiano-Coniaciano), son de calizas de color crema a gris oscura que poseen horizontes fosilíferos con abundancia de rudistas (Ramírez-Garza y López-Palomino, 2008). Esta se estratifica masivamente en capas de un metro de espesor en promedio, en alternancia con capas que presentan microbandeamiento (Ferrusquía-Villafranca, 1976).

El ambiente de depósito de esta unidad se trata de aguas superficiales no muy profundas, de condiciones estables no muy cerca de la costa, se le considera una ambiente de baja energía ya que el color claro es indicativo de aguas de depósito con abundante oxígeno (Ramírez-Garza y López-Palomino, 2008). Esta unidad se distribuye de norte a sur fuera de la zona de estudio hacía el occidente del municipio.

Formación Yucunama (Ksy): a ésta le infrayacen las rocas de la Formación Teposcolula y le suprayacen los de la Formación Tilantongo (Santa María, 2009). Unidad constituida por rocas del Cretácico Tardío (Turoniano-Maastrichtiano), secuencia de color gris verdoso dispuesta en estratos de 10 a 30 cm (Bustos-Moreno y López Palomino, 2010). Esta unidad contiene fósiles, esférulas y clásticos con granos de carbonato de calcio origen biogénico (Ferrusquía-Villafranca, 1976).

Su contenido fosilífero se caracteriza por la presencia de una macrofauna abundante que vivía en un ambiente marino somero protegido, con acceso al mar abierto y aporte de

sedimentos terrígenos, condiciones propias de una cuenca parcialmente cerrada (Bustos-Moreno y López Palomino, 2010; Ferrusquía-Villafranca, 1976). Esta unidad se localiza de manera aislada al noroccidente de la zona de estudio y al norte de San Pedro y San Pablo Teposcolula.

## ii. Sistema Terciario

Conglomerado Tamazulapan (Tat): le infrayacen materiales de la Formación Tilantongo y le suprayacen los de Formación Yanhuítlán (Santa María, 2009). Es una unidad de rocas del Cretácico Tardío-Paleógeno (Maastrichtiano-Eoceno Tardío), conglomerado de estratificación masiva constituido por fragmentos de la Caliza Teposcolula y margas de la Formación Yucunama, de matriz arenosa de color rojizo debido a la presencia de limolita y hematita cementadas por carbonato de calcio (Sáenz-Pita y López-Palomino, 2008).

Su fuente se asocia con los conglomerados de calizas cretácicas, el grado de conservación de los clastos es indicativo de poca disolución en el área fuente de los materiales, por lo que se especula de condiciones asociadas a un clima árido-semiárido, así como una distancia corta de recorrido de la zona de origen a la de depósito. Se trata probablemente de depósitos de inundaciones torrenciales a consecuencia de la erosión de las partes altas y la deposición de los materiales al pie de las montañas, los que posteriormente fueron afectados por plegamiento, fallamiento y levantamiento (Ferrusquía-Villafranca, 1976). Esta unidad no tiene expresión dentro de la zona de estudio, pero se emplaza de manera aislada en la porción nororiental, sur y occidente.

Formación Yanhuítlán (Ya): le infrayacen materiales del Conglomerado Tecomatlán y la Formación Tamazulapan, le suprayacen los de la Andesita Cañada María o el Volcanoclástico Teotongo (Santa María, 2009). Es una unidad del Paleoceno Tardío-Eoceno Medio, se trata de arcillas poco litificadas de color rojizo con buena estratificación, constituidas por arcillas con intercalaciones de arenisca y cenizas volcánicas con pocas capas de conglomerados de estratificación cruzada. En ocasiones esta formación presenta intrusiones de sills de extensión lateral y diques (Sáenz-Pita *et al.*, 2009).

Es una secuencia de capas rítmicas de limos y arcillas de color crema y rojizo de estratificación delgada a mediana. Las capas crema son más delgadas; 15 cm en promedio, mientras que las rojas son diez veces más espesas. Ambas capas están constituidas por granos del tamaño de los limos y éstas están poco, o no cementadas. La principal diferencia entre ambas es su composición y la presencia de hematita. La matriz de esta formación se constituye principalmente por sedimentos compuestos por montmorilonita, illita, arcilla y caliza (Ferrusquía-Villafranca, 1976).

La litología de esta unidad denota un área fuente de rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño y debido a la presencia de montmorilonita y la alteración de los feldespatos, dicha área pudo estar escasamente cubierta de vegetación. Las cenizas volcánicas indican actividad ígnea explosiva durante su época de formación. La zona de depósito se trató probablemente de la cuenca de un lago poco profundo, cuyo fondo lodoso estuvo expuesto a oxidación subaérea, lo que favoreció la formación de las capas rojas mientras que las capas de color crema se originaron en episodios de inundación que acentuaron la presencia de detritos orgánicos en descomposición (Sáenz-Pita *et al.*, 2009; Ferrusquía-Villafranca, 1976). Esta unidad sí tiene expresión dentro de la zona de estudio y fuera de la misma, abarcando desde la porción suroriental hasta el noroccidente.

Depósitos Teotongo (Vt): le infrayacen las rocas de la Formación Yanhuitlán y le suprayacen las de la Toba Llano de Lobos (Santa María, 2009). Estos depósitos pertenecen al Oligoceno, se trata de una secuencia sedimentaria de areniscas con intercalaciones de cenizas volcánicas, depósitos volcanoclásticos y tobas líticas (Santa María, 2009). La unidad se localiza de manera aislada fuera del municipio en la porción norte.

Andesitas Cañada María (RV): le infrayacen las rocas de la Formación Yanhuitlán y le suprayacen los de la Formación Chilapa (Santa María, 2009). Esta unidad corresponde al Oligoceno Superior, se trata de derrames y aparatos volcánicos de dimensiones menores, su distribución conforma una sierra alargada con orientación N-S (Santa María, 2009). Esta unidad no tiene expresión dentro de la zona de estudio pero se localiza hacia la margen suroccidental.

Toba Llano de Lobos (TL): le infrayacen los Depósitos Teotongo y le suprayacen las rocas de la Andesita Yucudaac (Santa María, 2009). La edad de esta unidad se estima entre el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano, se trata de una secuencia piroclástica de color rosa pálido, verde pálido, gris o crema, de composición riodacítica a andesítica y de cenizas de textura vítrica. Las rocas están interestratificadas con lutitas depositadas en ambientes acuosos (Ferrusquía-Villafranca, 1976).

El espesor de las capas va de mediano a masivo, su dureza oscila entre suaves, deleznable, altamente cohesiva y endurecida. La toba se compone por piroclastos tipo lítico, cristalino y vítricos. Los primeros indican la presencia de andesita y pómez, los segundos por plagioclasa, fedespatos alcalinos, cuarzo, biotita, clorita, hornblenda, clinopiroxenas, magnetita, hematita y goethita; y los terceros por esquirlas de vidrio (Ferrusquía-Villafranca, 1976). Dicha unidad se emplaza dentro de la zona de estudio en la porción norte y occidente y se prolonga al noroccidente del mismo.

Andesita Yucudaac (AY): a ésta le infrayacen las rocas de la Toba Llano de Lobos y le suprayacen el aluvión (Santa María, 2009). Esta unidad corresponde al Oligoceno Tardío constituida por secuencias de derrames lávicos de andesita de color gris oscuro. Las lavas de esta unidad son de tipo "aa" en los frentes de lava, mientras que el resto se trata de estratovolcanes que denotan un campo de lava (Ferrusquía-Villafranca, *op. cit.*). Esta unidad posee expresión al norte de la zona de estudio y al occidente, prolongándose en este sector de norte a sur.

Cuerpos Hipabisales (HYP): se trata de números cuerpos intrusivos como diques o domos de composición andesítica y se asocian a la presencia de fallas. Su edad oscila entre el Pérmico y el Mioceno (Santa María, 2009). Éstos se emplazan de manera aislada alrededor de la zona de estudio.

### **iii. Sistema Cuaternario**

Depósitos Aluviales (Al): se trata de depósitos de grava no consolidada, arena, limo y arcilla provenientes del material parental preexistente, y transportadas a los sitios de

depósito por la acción de las corrientes fluviales. Estos materiales corresponden a la litología de la zona fuente que en el caso del valle de Yanhuitlán son detritos de limo de la formación homónima. El espesor de estos depósitos va de los 30 a los 50 metros aunque algunas áreas forman una capa delgada de entre uno y diez metros (Ferrusquía-Villafranca, *op. cit.*). Se distribuyen en el fondo de los valles de Yanhuitlán, Yucuita y Nochixtlán en la porción central y suroriental de la zona.

Depósitos de Caliche: son depósitos de carbonato de calcio que denotan la exudación capilar del mineral disuelto en los suelos provenientes de la capa freática, que en condiciones de estrés hídrico dan origen al caliche. Por otro lado puede ser originado por la intemperización de las calizas en un régimen de sequía. Estos, por las dimensiones de los afloramientos y la escala del mapa geológico, no son representados cartográficamente (Ferrusquía-Villafranca, *op. cit.*).

### **c) Hidrología**

Las unidades básicas para gestionar el recurso agua que responden a los límites político-administrativos son regiones hidrológico-administrativas (RHA). De las trece que existen en el país, en la Mixteca Alta convergen tres: IV. Balsas, V. Pacífico Sur y X. Golfo Centro. Por otro lado, las unidades definidas por las características del relieve como los parteaguas son las cuencas hidrológicas, de las cuales se distinguen en 731 en el total nacional organizadas en 32 regiones hidrológicas (RH), de las cuales, la Mixteca Alta comprende las RH de Balsas, Costa Chica de Guerrero o Costa Chica-Río Verde y Papalopan (figura 2.6; CONAGUA, 2014).

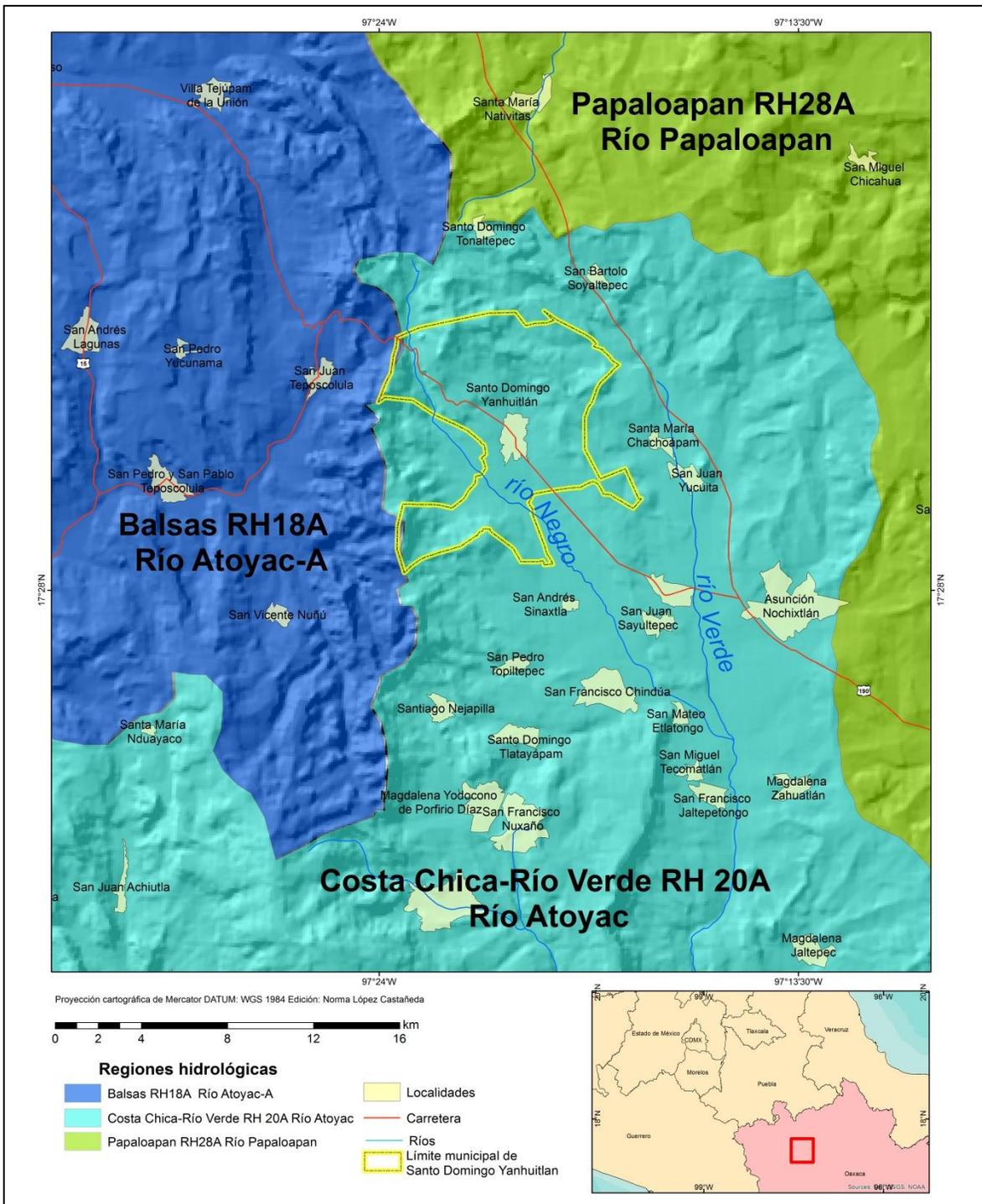


Figura 2.4 Cuencas hidrológicas. Elaborado con base en INEGI (2015).

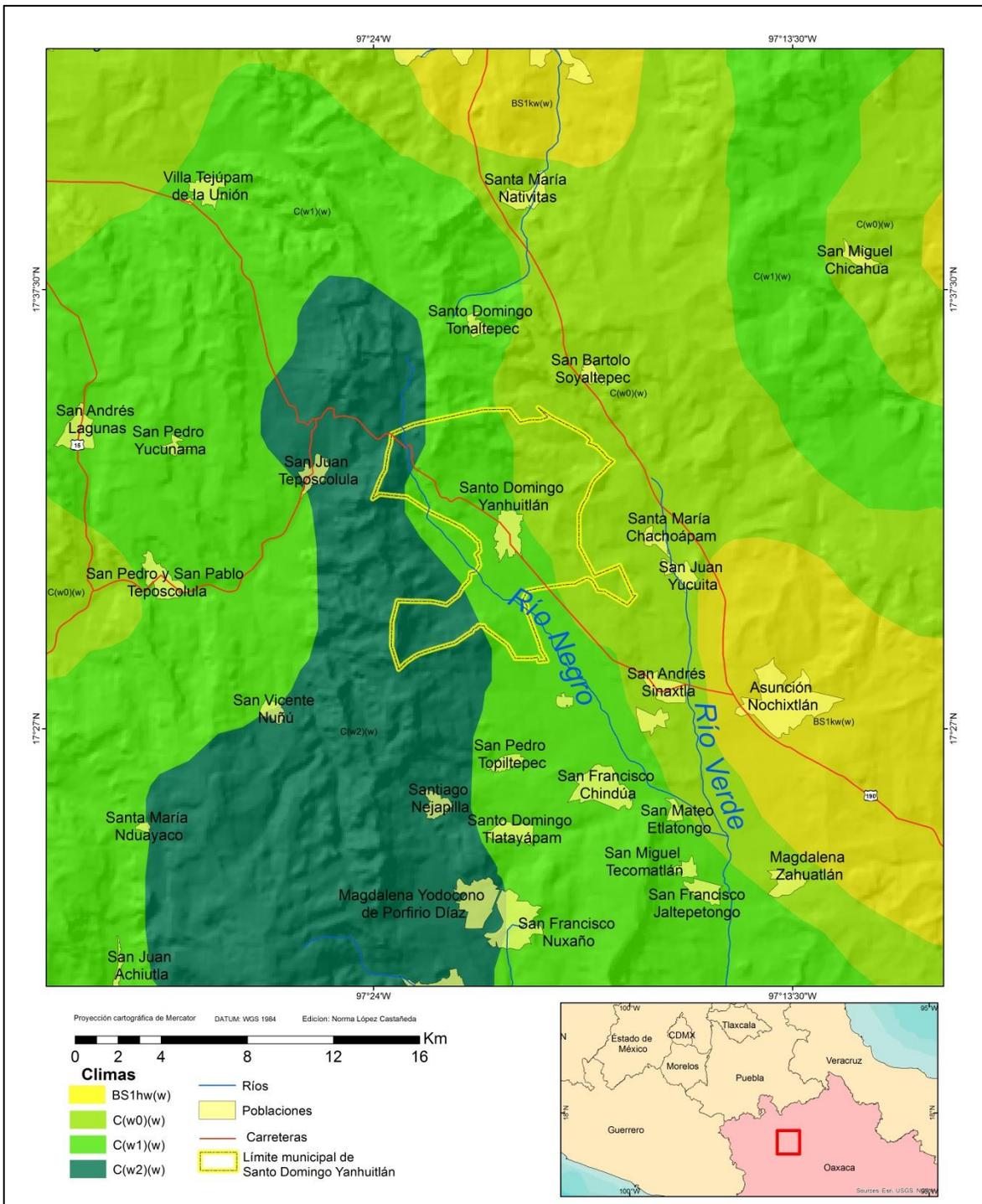
Específicamente en el territorio que comprenden los distritos de la Mixteca Alta, las cuencas hidrológicas que convergen son la de río Mixteco, río Sordo-Yolotepec, y río

Salado; las primeras dos desembocan en el Océano Pacífico y la tercera hacia el Golfo de México (CONAGUA, 2014). En Yanhuitlán los dos principales ríos son el río Grande y río Zopilotes o Yusatiagua (Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable, 2008).

Las principales corrientes superficiales de la región son el Río Grande o Xiquila; afluente del Papaloapan, el río Mixteco y Atoyac, tributarios del Balsas, los ríos Lagartero y Cortijos, afluentes del Quetzala y los ríos Sola, Tejomulco, Negro, Chachoapan, Zahuatlán, Yodocono y Xaltepec que aportan sus aguas al río Verde (figura 2.4; González, 2009; INEGI, 2013).

#### **d) Clima**

En el territorio del estado, la amplia diversidad climática se atribuye a diversos factores; algunos de ellos son su posición geográfica, la topografía, los sistemas meteorológicos que se desarrollan tanto en la vertiente del Pacífico como en la del Golfo de México. Dichos sistemas meteorológicos son los vientos Alisios y Ondas del Este, la Zona Intertropical de Convergencia, ciclones originados en Océano Atlántico, Caribe, Golfo de México y la porción del istmo de Tehuantepec en el Pacífico, los Nortes, entre otros (Trejo, 2004; figura 2.5).



De acuerdo con los anteriores sistemas meteorológicos Oaxaca se divide en cinco regiones climáticas, Cuenca del Balsas, Sierra Madre del Sur y Llanura Costera, Mixteca y Valles de

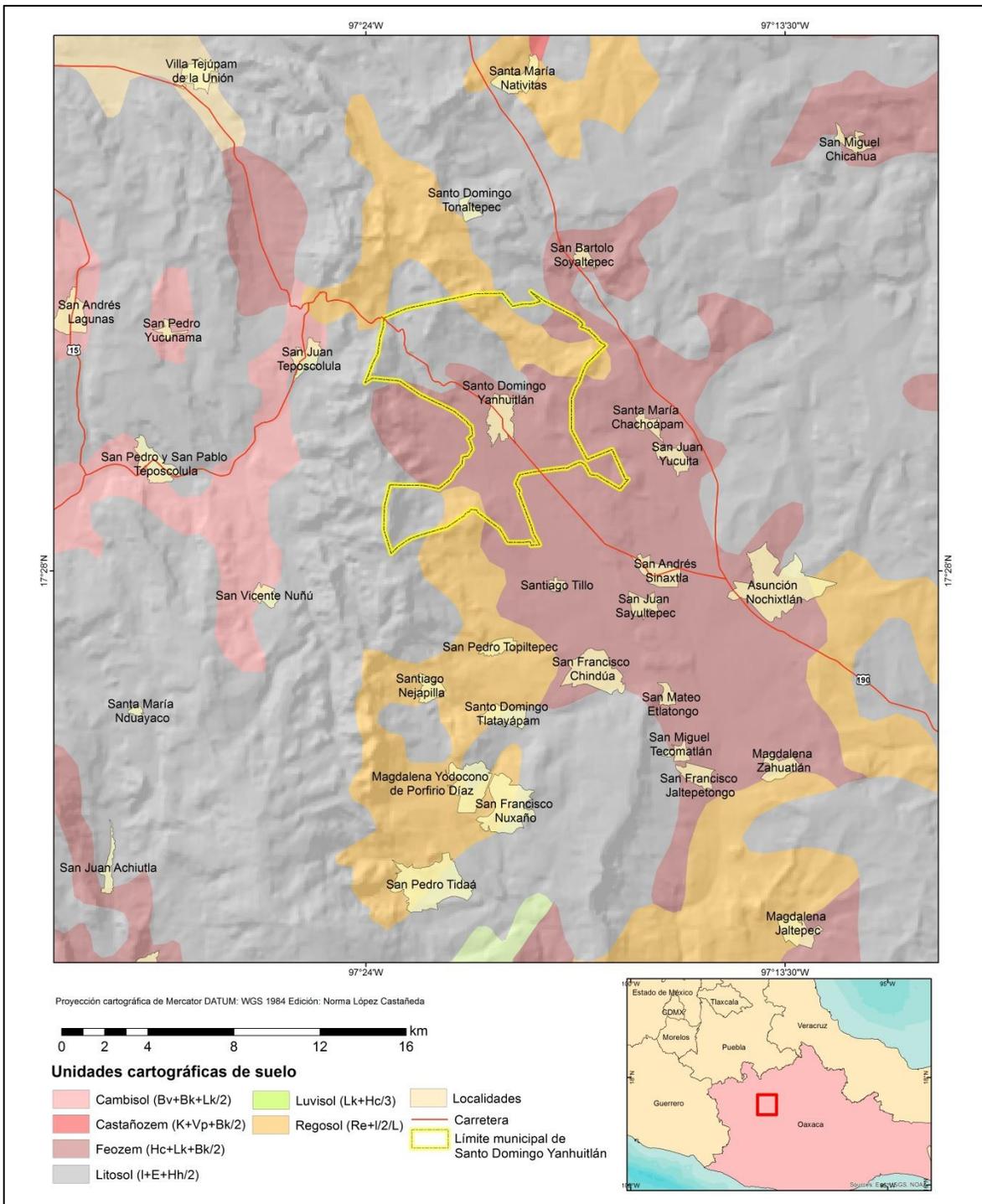
Oaxaca, Sierra Madre de Chiapas y Llanura Costera y Sierra Madre Oriental. En la tercera región el sistema que domina en la época de lluvias son los vientos Alisios, que debido a su lejanía a las fuentes de humedad ocasiona que la precipitación no sea muy abundante, mientras que en la temporada de estiaje la lluvia disminuye y pueden presentarse lluvias ocasionales por la presencia de Nortes. La temperatura de la región oscila entre los 12 y 18°C y es en esta zona que se registran las temperaturas mínimas, inferiores a los 0°C; esto en Tepelmeme, Tlaxiaco, Nochixtlán y Chacaltongo (Trejo, *op.cit.*).

Por otro lado, de acuerdo con el INEGI (2015), los principales climas en la zona pertenecen a los grupos de los templados húmedos y subhúmedos C(w0)(w), C(w1)(w) y C(w2)(w) y semiseco estepario BS1hw(w). Los primeros abarcan occidental y centro occidental que corresponden a las partes más elevadas de la zona, y los segundos se distribuyen hacia las partes más bajas de los valles de Coixtlahuaca y Nochixtlán, en la porción norte y suroriente respectivamente (figura 2.5).

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (2004), Santo Domingo Yanhuitlán posee un clima templado sub húmedo con lluvias en verano (Cw). El rango de temperatura en la zona va de los 6.5 a los 30°C y la precipitación anual es de 678 mm, el periodo en que se registra mayor pluviosidad va de los meses de junio a septiembre (Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable, 2008).

#### **e) Suelos**

De acuerdo con Alfaro (2004) y el INEGI (2015) las unidades cartográficas de suelo; que corresponden generalmente a asociaciones de suelo dominantes, en la zona de estudio son de tipo Cambisol, Castañozem, Feozem, Litosol, Luvisol, Regosol y Vertisol. De los anteriores los que abarcan una mayor superficie son los Litosoles y Regosoles, unidades que también se expresan en Santo Domingo Yanhuitlán, así como los Feozem (figura 2.6)



Los Cambisoles (B) son suelos jóvenes poco desarrollados a los que se asocia cualquier tipo de vegetación, éstos presentan una capa de terrones con altos contenidos de arcillas,

carbonato de calcio, hierro o manganeso. Se distribuyen ampliamente en el territorio nacional y sus rendimientos en la agricultura dependen del clima en que se encuentren (INEGI, 2004).

Los Castañozem (K) son suelos alcalinos que favorecen el crecimiento natural de pastizales y matorrales, se caracterizan por ser suelos castaños de una profundidad de desarrollo promedio de 70 cm, con una capa superior rojiza oscura rica en materia orgánica y nutrientes. Es común la acumulación de caliche sobre estos suelos o la cementación de sus capas inferiores (INEGI, 2004)

El tipo Feozem (H) posee una capa superficial oscura de textura suave y rica en materia orgánica, estos suelos se forman en las zonas planas de praderas y en zonas montañosas con pendientes fuertes. De éstos se distinguen los subtipos calcáricos, gléyicos, háplicos y lúvicos (Alfaro, 2004).

Los Litosoles (I) son suelos pedregosos que en algunos casos presentan material calcáreo desde la superficie hasta poco más de un par de decenas de centímetros de profundidad. Sus características específicas dependen del material parental que los constituye, de lo que deriva que sean fértiles o no, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a ser erosionados depende de su posición topográfica y esta susceptibilidad puede ser de moderada a alta. Se emplean con fines forestales, pecuarios y agrícolas (Alfaro, *op.cit.*).

Los suelos de tipo Luvisol (L) se originan en zonas con vegetación de tipo boscosa hasta la de selva. Poseen altos contenidos de arcilla en el subsuelo y son más fértiles y menos ácidos que otros que presentan características semejantes (Alfaro, *op.cit.*).

Los Luvisoles crómicos; de coloración roja o amarillenta son de fertilidad moderada que se emplean para uso pecuario y forestal. Los órticos tienen las mismas características que los anteriores y los vérticos, que al presentarse condiciones de estrés hídrico tienden a agrietarse en las capas del subsuelo; se encuentran en zonas planas o en depresiones topográficas en donde el nivel freático está cerca de la superficie, su fertilidad varía de moderada a alta y se utilizan con fines pecuarios principalmente (Alfaro, *op.cit.*).

Los Regosoles son suelos que se caracterizan por su poca profundidad de desarrollo, motivo por el que no presentan capas claramente diferenciadas, en general son de color claro o el de la roca parental, además de ser pobres en materia orgánica; su fertilidad y productividad están condicionadas por su profundidad y pedregosidad (INEGI, 2004).

Finalmente, los Vertisoles son suelos arcillosos de color negro o grisáceo que en condiciones de sequía se agrietan en la superficie, lo que los hace muy duros, mientras que en época de lluvia son altamente adhesivos y plásticos. Se distinguen entre crómicos y pélicos, los primeros se originan a partir de roca caliza y poseen un color pardo rojizo y los segundos son de color oscuro y se aprovechan principalmente para la agricultura y la actividad forestal (Alfaro, *op.cit.*).

#### **f) Vegetación y uso del suelo**

De acuerdo a Torres (2004), las formaciones vegetales que se desarrollan en la Mixteca Alta son el bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, bosque de táscate, chaparral o matorral xerófilo, selva baja caducifolia, palmar y pastizal. El uso del suelo principalmente asociado a la agricultura, ya sea de riego, de temporal o asociada a pastizales inducidos.

Por otro lado, de acuerdo al INEGI (2015), en la zona de los tipos de vegetación son el bosque de encino, principalmente en las porciones de mayor altitud, el chaparral y matorral xerófilo en las porciones más bajas, por otro lado, el uso del suelo se asocia principalmente con la agricultura de temporal y los pastizales inducidos, distribuidos en el piedemonte y en los valles (figura 2.7).

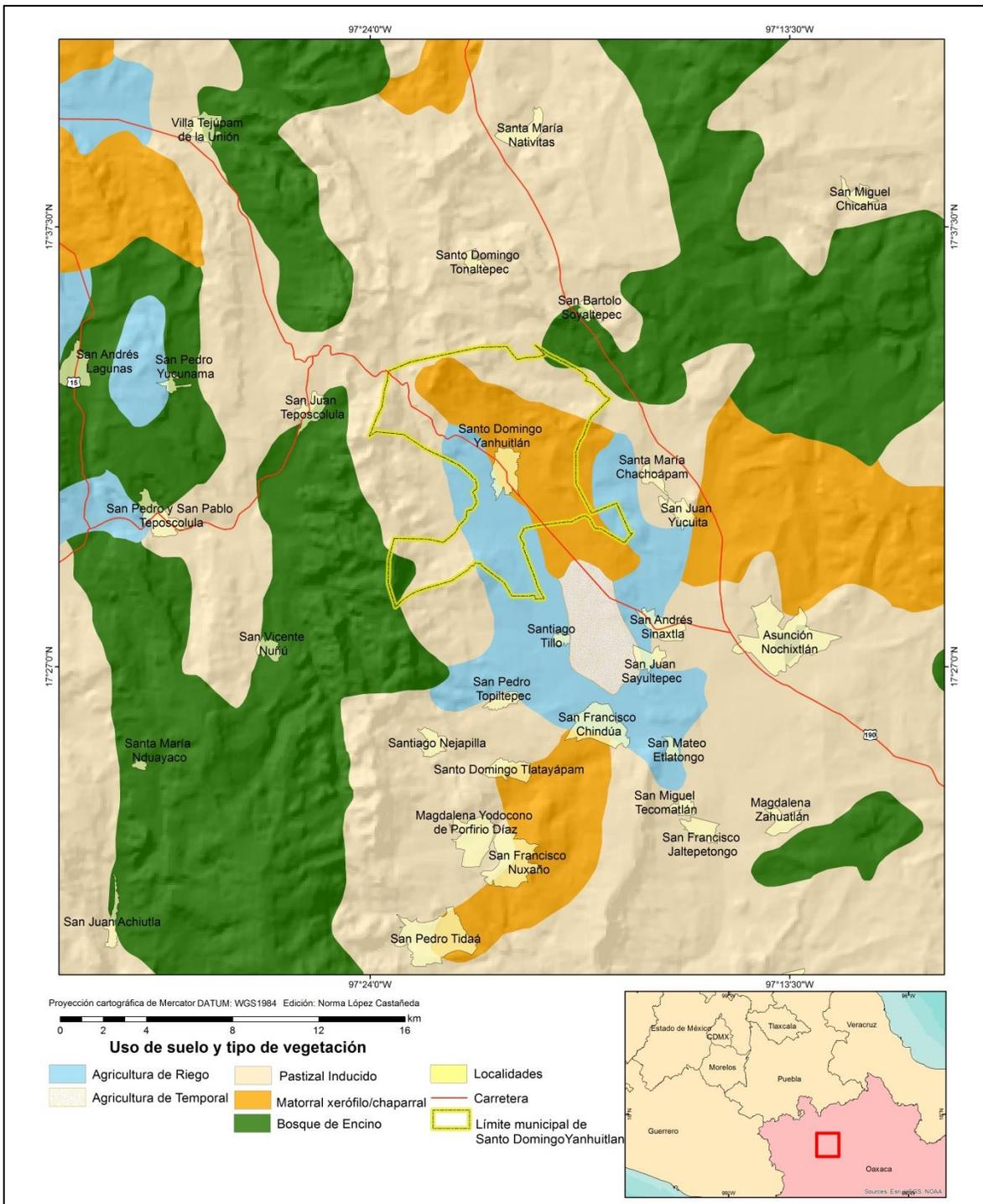


Figura 2.7 Uso del suelo y vegetación. Fuente: elaborado con base en INEGI (2015).

El bosque mesófilo de montaña se distribuye en las laderas y cañadas húmedas de las elevaciones entre 1000 y 2500 msnm en climas semicálidos y templados húmedos con

neblina sobre suelos arcillosos y profundos con una capa gruesa de materia orgánica. El bosque de encino o bosque de *Quercus* se establece entre los 1600 y 2900 msnm en climas templados subhúmedos, éstos se desarrollan sobre cualquier sustrato litológico en suelos arcillosos poco profundos (Torres, *op.cit.*).

El bosque de enebros (*Juniperus*) o bosque de táscate se desarrolla entre los 1800 y los 2500 msnm en los climas templados sobre un estrato de suelos profundos o pedregosos.

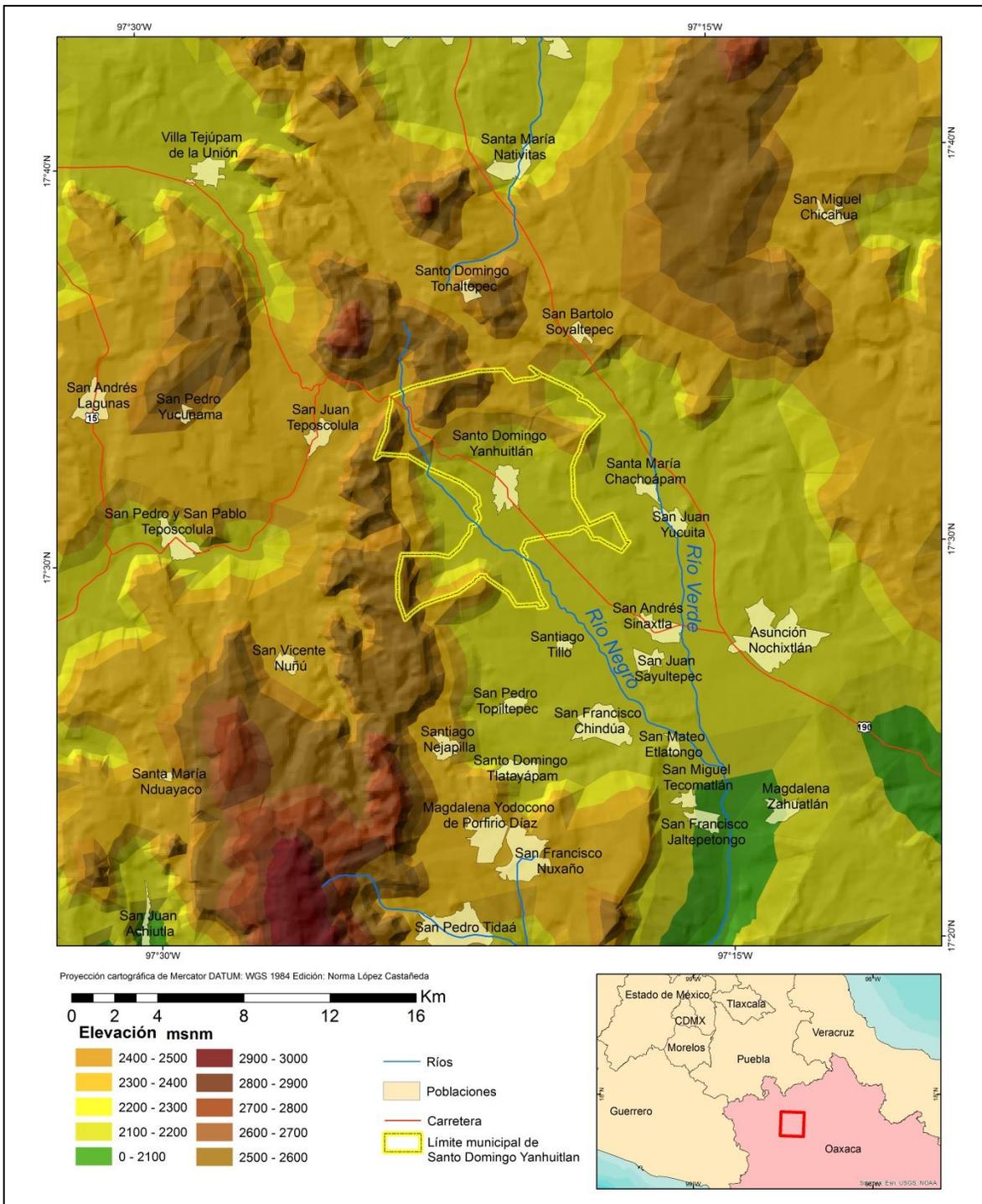
El chaparral y matorral xerófilo se distribuyen entre los 1500 y los 2500 msnm en climas templados semiárido y cálido semiárido sobre las cimas de los cerros, laderas o en terrenos planos de suelos someros con un sustrato de roca caliza (Torres, *op.cit.*).

La selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio se emplaza entre los 60 y 1000 msnm en climas cálido o semicálido subhúmedo, así como entre los 1400 y 1800 msnm sobre lomeríos y pronunciadas pendientes con un sustrato pedregoso y pobre en materia orgánica. El pastizal se establece como una formación en zonas perturbadas por la actividad humana (Torres, *op.cit.*).

La distribución de los bosques coincide con las partes más altas del territorio. En cuanto al uso del suelo, predomina la agricultura de temporal y de manera más restringida la de riego; es notorio en la figura 2.7 que este uso del suelo fragmenta las demás formaciones vegetales.

#### **h) Geomorfología**

De acuerdo con el mapa altimétrico (figura 2.8) las porciones más elevadas se encuentran hacia el norte y sur occidente del municipio de Santo Domingo Yanhuitlán, éstas rebasan los 2800 msnm. Al suroeste de Santa María Nativitas y al noroeste de Santo Domingo Tonaltepec se localiza el Nudo Mixteco, parteaguas continental entre las cuencas Balsas y Costa Chica-Río Verde que desembocan hacia el Océano Pacífico, de la cuenca Papalopan que desemboca en el Golfo de México.



Las principales elevaciones se alinean en dirección NW-SE, mientras que las partes más bajas; inferiores a los 2100 msnm se localizan en el sur, correspondientes a las cañadas del cauce del río Verde.

La identificación de unidades geomorfológicas o paisajes se basa en la clasificación establecida por Ortiz *et al.*, (en prensa). Las unidades incluyen: antigua planicie aluvial de actual denudación, de piedemonte, cuevas y laderas bajas y medias, y lomeríos y laderas de montaña (figura 2.9).

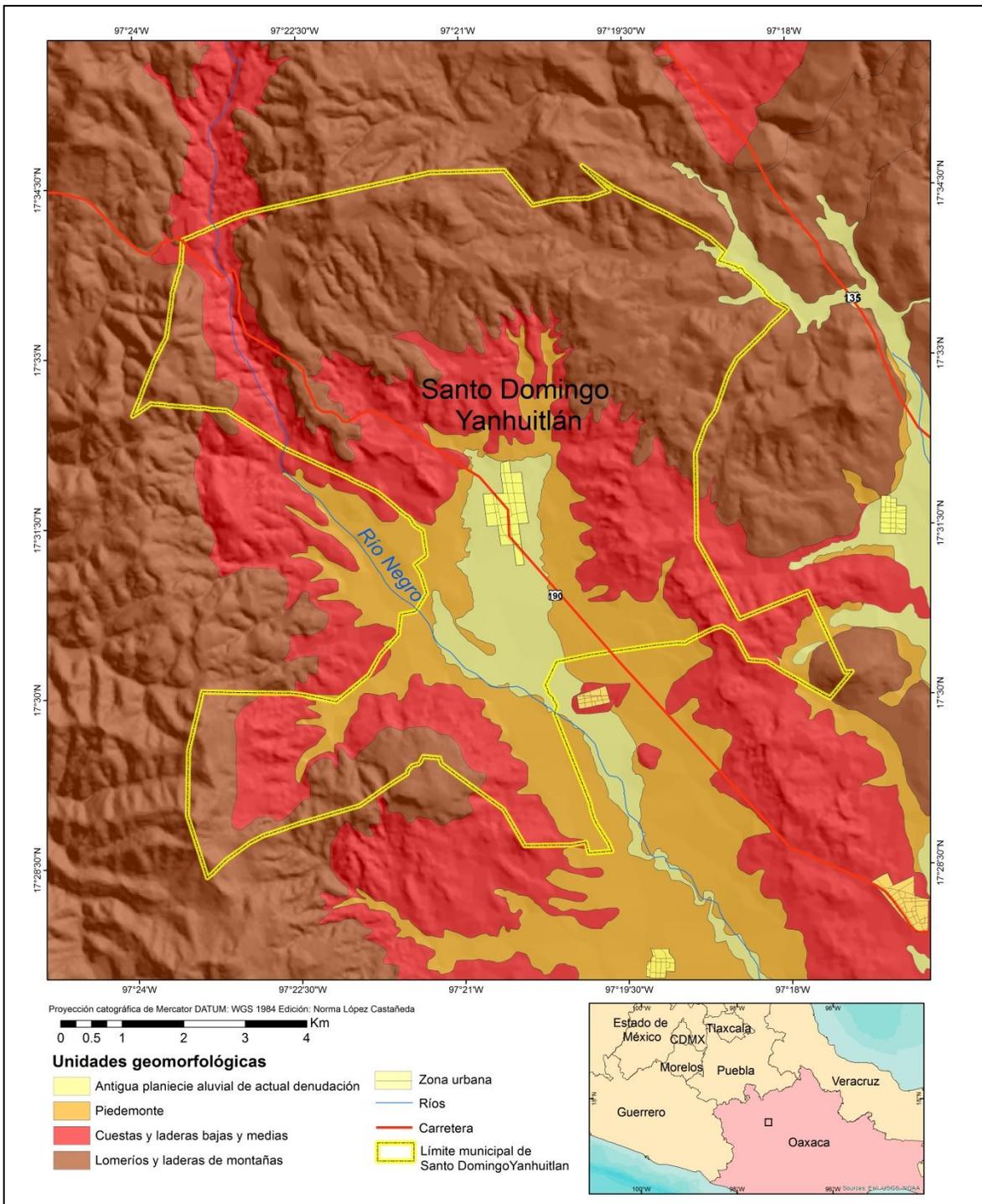


Figura 2.9 Unidades geomorfológicas. Fuente: elaborado con base el Ortiz *et al.* (en prensa).

Antigua planicie aluvial de actual denudación: una planicie aluvial consiste en una superficie amplia de origen acumulativo con una pendiente que va de los 0 a los 3°, asociada a la llanura de inundación de una corriente fluvial (Lugo, 2011). En esta unidad se identifican varios niveles de terrazas de origen fluvial (Ortiz *et al.*, en prensa), posterior a la conformación de la planicie inicia la denudación de los materiales en ésta.

Piedemonte: son superficies inclinadas en las márgenes de las montañas con una pendiente que generalmente oscila entre los 6 y los 15° (Lugo, 2011), para el caso de Yanhuitlán va de los 3 a los 12°. Es una zona de transición entre la planicie y las cuestas y laderas bajas. La formación de suelos en esta unidad se debe a la construcción de terrazas o lamabordos que han permitido la acumulación de sedimentos para la agricultura (Ortiz *et al.*, en prensa).

Cuestas y laderas bajas y medias: esta unidad comprende un conjunto de topofomas que poseen una pendiente entre los 12 y los 30° (Lugo, 2011). En esta unidad la densidad de disección es mayor debido a la erosión lineal de material poco consolidado (Formación Yanhuitlán), lo que favorece el rápido desarrollo de cárcavas y *badlands* así como procesos de remoción en masa en las cabeceras de las cárcavas que dan lugar a circos erosivos. Cabe aclarar que debido a la larga historia de ocupación humana las prácticas de deforestación y sobrepastoreo, la destrucción de tierras se ha potenciado en esta unidad (Ortiz *et al.*, en prensa).

Lomeríos y laderas de montañas: en esta unidad las pendientes van de los 18 a más de 45° y su disposición y geometría está controlada por el sustrato sobre el que se desarrollan (Lugo, 2011). Estas predominan en materiales de origen volcanoclásticos (Toba Llano de Lobos y derrames de lava (perteneciente a la Andesita Yucudaac; Ortiz *et al.*, en prensa).

## 2.2 Características socioeconómicas

Para abordar las características de Santo Domingo Yanhuitlán en el plano socioeconómico, se realizó una comparación entre el municipio, el distrito al que pertenece, la región económica de la Mixteca y el estado (Cuadro 2.1). Los indicadores empleados son la tasa de crecimiento demográfico, ocupación de la población por actividad económica e índice de marginación.

**Cuadro 2.1 Tasa de crecimiento de la población 1990-2010.**

Nivel político-administrativo	Población 1990	Población 2010	Tasa de crecimiento %
Estado de Oaxaca	3 019 560	3 801 962	25.91
Región Mixteca	424 765	465 991	9.70
Distrito de Nochixtlán	61 311	62 105	1.29
Santo Domingo Yanhuitlán	1 790	1 609	-8.57

Fuente: elaborado con base en INEGI (1990; 2010).

### a) Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento de la población muestra los cambios de ésta en un periodo de tiempo a partir de diversos fenómenos que inciden en su dinámica, algunos de éstos son migración, mortalidad y fecundidad (Palacio *et al.*, 2004). En este caso se contempló un periodo de veinte años, entre los censos de población de 1990 y 2010.

El crecimiento de la población (cuadro 2.1) en el estado de Oaxaca en el periodo de 1990 a 2010 la población aumentó cerca del 26%, mientras que en la Región Mixteca incrementó cerca del 10% y el distrito de Nochixtlán apenas un 1.29%. Caso contrario en Santo Domingo Yanhuitlán en donde la tasa de crecimiento es negativa casi en un 9%; en otras palabras, en 2010 había menos personas que veinte años atrás.

### b) Ocupación de la población

Analizar en qué se emplea la Población Económicamente Activa (PEA) por sector de actividad permite conocer qué porcentaje de ésta se dedica a las actividades primarias,

secundarias y terciarias o de servicios. Esta información permite saber como una primera aproximación, la especialización de una región, municipio o estado (Palacio *et al.*, 2004).

La PEA (cuadro 2.2) se ocupa principalmente en actividades del sector primario como la agricultura y la silvicultura, destacando el caso del distrito de Nochixtlán, en donde casi la mitad de la PEA se dedica a dichas actividades, condición que también es representativa de Santo Domingo Yanhuitlán y de la región Mixteca en general.

**Cuadro 2.2 Porcentaje de la Población Económicamente Activa ocupada por sector.**

Nivel político-administrativo	Total de la PEA	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	NE*
Oaxaca	1278752	32.41	19.00	14.60	33.00	1.00
Región Mixteca	144936	39.07	18.31	13.81	28.05	0.77
Distro de Nochixtlán	20197	47.04	19.63	9.89	22.81	0.63
Santo Domingo Yanhuitlán	676	39.50	17.16	10.36	32.69	0.30

NE\* No Especificado. Fuente: elaborado con base INEGI (2010).

La siguiente actividad económica de importancia para el municipio son los servicios; de manera destacada el transporte, ya que emplean a casi la tercera parte de la población, lo que es similar a lo que ocurre en el estado, mientras que en el caso del distrito de Nochixtlán se emplea a cerca del 23% en este sector. Seguidas en orden de importancia están las actividades del sector secundario como la minería, la industria manufacturera, la construcción, entre otras, las cuales ocupan poco menos del 20% de la PEA.

Finalmente el comercio sólo ocupa a una décima parte de la población tanto en Santo Domingo Yanhuitlán como en todo el distrito de Nochixtlán, valor ligeramente superior al del resto de la región Mixteca y el estado de Oaxaca.

### c) Índice de marginación

El índice de marginación es una estimación de las carencias de la población y se elabora a partir de nueve indicadores comprendidos en cuatro dimensiones, educación, vivienda, distribución de la población e ingresos (De la Vega *et al.*, 2010). Es a partir de la anterior información que la Comisión Nacional de Población (CONAPO), construye dicho índice (cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3 Índice de Marginación a nivel municipal.**

Grado de marginación	Rangos del índice de marginación
Muy bajo	-2.34 a -1.24
Bajo	-1.25 a -0.70
Medio	-0.71 a 0.39
Alto	0.40 a 0.93
Muy alto	0.94 a 4.3

Fuente: elaborado con base en De la Vega *et al.* (2010).

En el caso de la educación las variables empleadas se refieren a la condición de analfabetismo de la población mayor a 15 años y el nivel educativo. En cuanto a la vivienda los indicadores incluyen la disponibilidad de drenaje, excusado o instalaciones para el desalojo de desechos humanos, disponibilidad de energía eléctrica, disponibilidad de agua, hacinamiento en la vivienda y material del piso de la misma. Para la distribución de la población se contempla si las personas viven en localidades de menos de 5000 habitantes, y para los ingresos, la cantidad de salarios mínimos que una persona percibe (De la Vega *et al.*, 2010).

De acuerdo con los valores arrojados por la CONAPO (cuadro 2.4), el caso de la zona de estudio es contrastante, porque, mientras la tendencia en el estado, la región Mixteca y en el distrito en el que se circunscribe el municipio, el grado de marginación es alto, para Santo Domingo Yanhuitlán el grado es medio. Lo que puede reflejar condiciones relativamente más favorables en el municipio en los rubros que comprende el índice, respecto a la tendencia en el resto del territorio.

**Cuadro 2.4 Comparación del grado de marginación.**

Nivel político -administrativo	Índice de marginación	Grado de marginación
Oaxaca	0.65	Alto
Región Mixteca	0.65	Alto
Distrito de Nochixtlán	0.65	Alto
Santo Domingo Yanhuitlán	0	Medio

Fuente: elaborado con base en CONAPO (2010).

### **2.3 Caracterización histórico-geográfica**

Para entender el paisaje actual de Santo Domingo Yanhuitlán en particular y de la Mixteca Alta en general, es necesario hablar de cómo la población organizó su territorio y se apropió de los recursos naturales de la zona a lo largo de los últimos milenios.

#### **a) Manejo histórico de los recursos naturales en la Mixteca Alta**

Desde hace 3500 años y hasta poco antes de la conquista, los mixtecos fueron un pueblo agrícola, que se dedicó principalmente al cultivo de maíz, frijol y calabaza, completando su dieta con nopal, maguey, chile, aguacate, zapote y amaranto. Igualmente, en las áreas más fértiles, como la parte baja de las serranías y las zonas cálidas, desarrollaron cultivos como cacao, algodón y cacahuete (Spores, 2007).

Por ello, los patrones de asentamiento cambiaron en función de las demandas de la población en los distintos periodos. En el Preclásico (1350-400 a.C.), este patrón se caracterizó por el emplazamiento de las aldeas en las áreas más próximas a los ríos y sus confluencias puesto que esas eran las tierras más fértiles para desarrollar su principal actividad, la agricultura (Spores, *op.cit.*).

A inicios del periodo Clásico (400 a.C.- 900) los asentamientos de mayor importancia se emplazaron en la parte alta de los cerros a la vez que buscaron mantenerse cerca a las

áreas agrícolas de los valles. Más tarde, como consecuencia del crecimiento de la población y la relativa poca disponibilidad de áreas aptas para el cultivo en los valles, idearon el sistema de terrazas *coo-yuu* (lamabordos) o serpiente de piedra en mixteco. Dicho sistema les permitió llevar la agricultura a las partes altas, razón por la cual los asentamientos de mayores dimensiones se trasladaron a las cumbres de los cerros y montañas de mayor altitud, puntos estratégicos por su condición dominante y aislada, que a su vez les permitía acceder al recurso agua, zonas agrícolas, de recolección y caza (Spores, *op.cit.*).

Más tarde, en el periodo Posclásico (900 - 1520), muchos de los asentamientos que florecieron en el periodo Clásico fueron abandonados y fueron utilizados como sitios con fines ceremoniales. En otros casos, los mixtecos se asentaron en las áreas periféricas a éstos, de manera que trasladaron sus viviendas en función de las características de los terrenos de cultivo así como de la disponibilidad de agua, a las laderas de los cerros y a las lomas bajas que rodeaban los valles (Spores, *op.cit.*).

Por otro lado, la Mixteca se caracterizó por ser una zona que dispuso de gran cantidad de recursos naturales susceptibles de ser apropiados en función de las características específicas del lugar, de lo que derivó una especialización por comunidades de los insumos que comercializaban en los mercados de Coixtlahuaca, Teposcolula, Tlaxiaco, Tamazulapan y Texupan (Spores, *op.cit.*).

Por ejemplo, el extenso y fértil valle de Nochixtlán, en el que confluyen los ríos de Yanhuitlán y Yucuita fue el área agrícola más productiva de maíz, frijol y calabaza. Además, alrededor de dicho valle, se desarrolló un amplio sistema de lamabordos (Spores, *op.cit.*).

Por otro lado, el territorio de Amatlán; al oriente del valle de Yucuita, y San Pedro Coxcaltepec se caracterizó por poseer especies aptas para la explotación forestal como pino y encino, así como para la obtención de resinas. Los poblados de Yanhuitlán y Yucuita se caracterizaron por sus bancos de materiales para la elaboración de metates y por sus barros de distintas texturas, aptos para la elaboración de cerámica, comales y ollas grandes, (Spores, *op.cit.*).

Mientras tanto, los recursos que no eran abundantes en la zona, fueron llevados a la Mixteca Alta desde otras partes mediante el comercio o el tributo. La palma, por ejemplo, que aún hoy en día trabajan numerosas comunidades de Teposcolula y Coixtlahuaca, provenía de regiones más bajas como Zahuatlán, Añuma, Jatelpec, Yutanduchi, entre otros poblados. De la costa obtenían pescado, conchas, sal, y algunos minerales como oro, plata y cobre. De sitios más distantes como Guadalupe Victoria en Puebla, Pachuca y la Sierra de las Navajas en Hidalgo obtenían obsidiana negra, gris, gris clara y verde (Spores, *op.cit.*).

### **b) Desarrollo histórico de Yanhuatlán**

En el siguiente apartado se hace una revisión de los acontecimientos históricos que han incidido territorialmente en la conformación del municipio de Santo Domingo Yanhuatlán, éstos se concentraron en una matriz geohistórica (Propin, 2003) con información espacial y temporal de la zona (cuadro 2.5), que permitió identificar las etapas descritas a continuación.

**Cuadro 2.5 Etapas del desarrollo histórico del territorio de Yanhuatlán.**

Etapa	Periodo
Asentamientos prehispánicos en la Mixteca	1400 a.C. - 1521
Primeros años del proceso de conquista en Yanhuatlán	1521 - 1529
Florecimiento económico y consolidación de Yanhuatlán	1530 - 1560
Declive económico en la Mixteca Alta	1561 - 1700
Declive poblacional en la Mixteca Alta	1700 - 1812
Movimientos armados y restructuración del territorio en la Mixteca Alta	1812 - 1932
Planes y programas de desarrollo en la región	1932 - al presente

#### ***i. Asentamientos prehispánicos en la Mixteca (1400 a.C.- 1521).***

Los primeros vestigios de ocupación humana y prácticas agrícolas en el valle de Nochixtlán datan de hace 3400 años (Leigh *et al.*, 2013) pero el establecimiento de agricultores en cuatro pequeños pueblos que ocupaban pocas hectáreas en los terrenos más fértiles a lo largo del río Yucuita en su confluencia con el río Yanhuatlán en dicho valle, ocurre hacia el

año 1350 a.C. Entre los años 1300 y 1500 a.C. se estima una población de alrededor de 10000 habitantes en el valle, cuyo patrón de asentamiento fue el de establecerse casi exclusivamente en las márgenes de los ríos (Spores, 2007).

Hacia el año 400 a.C se gestan significativas transformaciones en Yucuita y en los dos siglos posteriores pasa de ser una aldea a un centro urbano con barrios separados de la cabecera por productivos terrenos agrícolas (Spores, 2007). Entre los años 400 y 500 a.C. debido al incremento poblacional en el valle, es que empiezan a conformarse los primeros centros urbanos en la zona, que posteriormente expandirían sus límites hacia otros territorios, basándose en su poder político y no sólo en sus relaciones entre el ambiente y las culturas (Ordóñez, 2004). Pero es sólo hacia el año 692, que se forman los primeros cacicazgos en la Mixteca Alta (Nahmad y Hernández, 2011).

El continuo crecimiento de población implicó el desarrollo de una innovación tecnológica para aumentar la producción agrícola, los agricultores mixtecos construyeron un sistema de terrazas en las laderas y los valles de los cerros, denominados *coo-yuu* (serpientes de piedra), conocidos con el nombre de lamabordos. Es a través de este sistema que se buscó aumentar la producción en los valles, los terrenos escarpados y los suelos delgados, creando nuevas áreas de tierra aptas para la agricultura. Los resultados de dicho sistema fueron tan efectivos que pasó a ser un componente esencial de la agricultura en toda la Mixteca (Spores, 2007).

Hacia el año 700 D.C., el territorio de la Mixteca se subdividía en reinos de menor tamaño, de los cuales, los señoríos más importantes eran los de Achiutla, Tequixtepec, Chuzumba, Apocila, Coixtlahuaca, Diquiyú, Yanhuitlán, Tilantongo, Teposcolula, Jaltepec, Tlaxiaco y Tututepec. Lo anterior fue resultado del proceso de abandono de los grandes centros urbanos de Mesoamérica, lo que propició el cambio de grandes centros dominantes hacia numerosas sedes de menor tamaño como Mitla, Yagul, Zaachila, Apoala, Yanhuitlán, Tamazulpan, entre otras. Al mismo tiempo se desarrolló la arquitectura monumental, que se asocia a grandes transformaciones ambientales por el crecimiento de la población así

como la reconfiguración de los patrones de asentamiento, lo que en suma significó una mayor presión sobre los recursos (Ordóñez, 2004).

A inicios del periodo Posclásico, en el año 900 D.C., la agricultura de terrazas *coo-yuu* se expandió a lo largo de la Mixteca Alta y Baja como una estrategia que permitió satisfacer las demandas de alimento de una gran población y de los señores locales; y en algunos casos, para abastecer el sistema tributario de los mexicas (Spores, 2007).

En 1457, una vez iniciada la conquista del poderío Mexica sobre territorio oaxaqueño, Moctezuma I impone a partir de 1458 el pago de tributos, respetando la configuración existente de los señoríos. Es así que a la llegada de los españoles al territorio de Oaxaca, éste se dividía en cientos de pequeños señoríos hostiles, siendo principalmente asociaciones de grupos con territorios extensos (Ordóñez, 2004).

#### ***ii. Primeros años del proceso de conquista en Yanhuitlán (1521-1529).***

Entre 1521 y 1522, por el alivio que les representó a los nativos el derrocamiento del imperio mexica, ofrecieron poca resistencia al ejército de Hernán Cortés en el norte de Oaxaca, la Mixteca Alta y Baja, la zona Mazateca-Cuicateca y en los Valles Centrales (Spores, 2007).

Una vez consumada la conquista, el 3 de diciembre de 1523, los territorios de Yanhuitlán pasaron a ser encomiendas a cargo del primo de Hernán Cortés, Francisco de las Casas (González, 2009; Spores, 2007). Para ejercer un mayor control en la zona los españoles aplicaron la política de dividir y conquistar, distribuyendo a los indios en encomiendas, medio por el cual intentaron destruir los lazos étnicos, estableciendo la autonomía de las cabeceras indígenas, denominadas Repúblicas de Indios (Ordóñez, 2004).

Los primeros años posteriores a la conquista se caracterizaron por el conflicto entre los antiguos dirigentes indígenas y los comuneros españoles, ya que los antiguos señoríos fueron asignados a estos últimos, a caciques locales o funcionarios de la corona. Esta serie de cambios gestó el surgimiento de muchos de los municipios actuales (Ordóñez, 2004).

Entre 1528 y 1530 fray Bernardino de Minaya establece la primer misión en Yanhuitlán y se da a la tarea de bautizar algunos líderes indígenas; sin embargo, los primeros frailes abandonan la misión en 1530. Mientras tanto, cuando Francisco De las Casas se encontraba en España el año anterior, la Primera Audiencia de México revoca su concesión como encomendero, motivo por el que instituye procesos legales para recobrar su título. Sin embargo, lo anterior afectó la relación entre De las Casas y la Iglesia y poca ayuda ofreció a la posterior edificación del convento (Spores, 2007).

En el siglo XVI el pueblo continuó siendo tanto un cacicazgo, como una encomienda y una cabecera, ya que siguió recibiendo abastecimiento de sus antiguos pueblos tributarios y una vez que se consumó la conquista militar e ideológica, con el asentamiento de los dominicos, pasó a ser cabecera de doctrina (González, 2009).

### ***iii. Florecimiento económico y consolidación de Yanhuitlán (1530-1560).***

Hacia 1530 Hernán Cortés le otorga a su prima María de Aguilar, esposa de Francisco De las Casas, gusanos de la seda para que iniciara la crianza de los mismos. Estos gusanos produjeron alrededor de media libra de huevecillos y es así que da inicio la gran industria mixteca de la seda, de la que Yanhuitlán se convirtió en centro principal. En las cinco décadas posteriores la Mixteca Alta se reconoce como el área productora de seda más importante de la Nueva España, conociéndose su importancia incluso en Europa, y aunque la producción comienza a disminuir después de 1555, en Yanhuitlán fue de gran importancia hasta finales del siglo XVI (Spores, 2007).

Como parte de los esfuerzos para subyugar, administrar, explotar y convertir a la religión católica a los nativos de la Mixteca, los españoles introdujeron cambios en los patrones de asentamiento indígenas a partir de 1530. El centro comunitario permaneció como el componente básico de su organización pero:

“con un patrón de cuadrícula rectangular [...] con un arreglo de intersección de calles y alineamiento de edificios, y una plaza cívico-religiosa en el centro del asentamiento, de donde partían las calles de las cuatro direcciones de la plaza.” (Spores, 2007: 184).

Éste funcionaría hasta 1580 cuando finalmente se establece por completo el patrón de asentamiento que se mantendría a lo largo de los siglos posteriores (Spores, *op.cit.*).

A la muerte de Francisco De las Casas en 1546, su hijo Gonzalo, le sucede en el título de encomendero y antes de que termine la década llega a una conciliación con los dominicos y apoya la construcción del convento (Spores, *op.cit.*).

Por tratarse de una cabecera de tributo y sede de una encomienda, además de sus características orográficas, hidrográficas, climáticas, demográficas y económicas el pueblo de Yanhuitlán cumplía con las características que el rey exigía, para emplazar un centro religioso para evangelizar a los indígenas (González, 2009).

Lo anterior representó un hito en la conformación del pueblo ya que significó el establecimiento de Yanhuitlán como un centro desde el que se ejercería control hacia los pueblos cercanos y desde este punto se inició la conversión de los demás pueblos sujetos (González, 2009).

A mediados del siglo XVI la economía de Yanhuitlán, así como la de Teposcolula, Tamazulapan, Tlaxiaco, Achiuxtla, Coixtlahuca y otros pueblos de la Mixteca, era dependiente de tres industrias: el ganado menor, la seda y la grana cochinilla (Spores, *op.cit.*).

Por otro lado, en el valle de Yanhuitlán y en sus laderas terraplenadas se mantuvo una agricultura productiva gracias a la disponibilidad de agua y tierras fértiles, los cultivos prehispánicos como el frijol, maíz, chile y calabaza continuaron pero a la par se introdujeron nuevas semillas como trigo, cebada y avena, así como plantas y árboles frutales europeos.

Sin embargo, la mayor fuente de ingresos en esta época fue la producción de seda y la grana cochinilla, seguidas por la crianza de borregos y cabras, actividades que por una cédula real de 1551 se les permitió realizar a los indígenas y es así que en años posteriores se registraron un total de 300 mil ovejas en toda la Mixteca distribuidos en 61 rebaños, de los cuales 44 estaban en la Alta y 17 en la Baja (Spores, *op.cit.*).

Por otro lado, a finales del siglo XVI se producían en la Nueva España alrededor de 250 mil a 300 mil libras de grana cochinilla que eran llevadas desde el puerto de Veracruz a los mercados europeos. Durante este siglo tres pueblos de la Mixteca Alta figuraban de manera importante en el cultivo del insecto: Tamazulapan, Nochixtlán y Yanhuitlán (Spores, *op.cit.*).

#### ***iv. Declive económico en la Mixteca Alta (1561-1700).***

En 1563 Alonso Caballero, un residente español de Yanhuitlán envió al Virrey de Nueva España una queja en la que refería a los dominicos como los dirigentes de la comunidad y los acusaba de utilizar su posición para explotar económicamente a los indios, obligándoles a trabajar en las canteras durante largas jornadas a cambio de un pago miserable o multándoles por no asistir a los actos religiosos o fiestas, a la par que éste conspiraba con los caciques para abusar de los indios (Spores, 2007).

Hacia 1570 en Yanhuitlán vivían alrededor de 26 500 indígenas tributarios, pero al finalizar el siglo XVI, el número se redujo drásticamente a 14 100, debido a la propagación de epidemias, las cuales muchas veces dejaban los lugares prácticamente vacíos. Lo anterior se tradujo en una acuciante necesidad de realizar censos en toda la región y al mismo tiempo, reagrupar a las personas, llevándoles a las cabeceras, lo que implicó que abandonaran sus tierras y bienes, para establecerse en otros poblados en los que no poseían vínculo territorial alguno, dejando todos sus medios de vida a expensas de los españoles (González, 2009).

En cuanto a la industria sericícola, entre 1575 y 1585 sufrió los embates de una gran plaga, y aunado a la competencia en el mercado con China así como las excesivas demandas del clero y oficiales civiles, se favoreció el declive de la industria, privando a la Mixteca de su recurso económico más importante (Spores, *op.cit.*).

En 1580 la sericultura en Nochixtlán, Yanhuitlán, Teposcolula, Tejupan, Tamazulapan, y Achiutla se había convertido en “el dinero efectivo de la industria productora” (Spores, 2007: 168). Pero una década más tarde la producción anual cayó a sólo 500 libras y

continuó a la baja, por lo que la Mixteca Alta dejó de ser el gran centro sericícola de antaño, y la seda a partir de ese momento no fue más el pilar de la economía de Yanhuitlán.

En ese mismo año, como consecuencia de un temporal de lluvias excesivas, se genera una epidemia en Nochixtlán conocida como *tlatlacistl* caracterizada por los síntomas del catarro y paludismo, y al mismo tiempo se propaga otra de tifo y viruela, las que afectan a una buena parte de la población. En 1591 una serie de lluvias atemporales seguidas por sequía ocasionan pestilencia en toda la Mixteca y en Puebla, entre sus principales consecuencias figuró el alza de los precios de los cereales en la Ciudad de México (García *et al.*, 2003).

Mientras tanto los frailes dominicos se enriquecían y apropiaban de las tierras de los indios, por lo que los vecinos de los pueblos decidieron llevar a cabo una “ocupación efectiva” (González, 2009: 180) de los terrenos y enfrentaron a los dominicos. Más adelante, en 1602 el nieto de Francisco De las Casas creó una comisión para congregar a los habitantes del pueblo y en 1603 él mismo denunció al juez de la congregación, Rafael Trejo por despojo y maltrato contra los pobladores a pesar de que éstos enfrentaban una epidemia que los dieztaba así como escasez de alimento (González, 2009). En respuesta a lo anterior el virrey de Montes Claros solicitó al alcalde una relación de esta serie de denuncias (García *et al.*, 2003).

Como consecuencia del reagrupamiento de la gente en otros pueblos, la configuración del territorio pasó por múltiples transformaciones en este periodo. A inicios del siglo XVII Oaxaca se dividía en 18 partidos, con una forma y extensión desigual, por un lado unos eran sumamente pequeños y otros excesivamente grandes (Ordóñez, 2004).

A mediados del siglo XVII el rey Felipe V solicitó al virrey de la Nueva España, el Conde de Fuenclara, que se llevará a cabo una “recopilación del verdadero estado de las provincias de este virreinato Republicas de Indios: Guejolotitlán, Ixtepexi, Cuicatlán, Teutilán y Yanhutilán” (Commons, 2000: 17). Y entre 1695 y 1759 tuvieron lugar una serie

composiciones que eran investigaciones sobre la verificación de límites y posesiones de las comunidades de la región (Spores, 2007).

#### ***v. Declive poblacional en la Mixteca Alta (1700-1812)***

En el valle de Nochixtlán en el momento de la conquista española, se estima un total de 50000 personas habitando en el valle. Hacia 1600 ese número había descendido hasta 32000. Sin embargo, en 1745 la población cae a sólo 8000 personas (Spores, 1969). Lo anterior es representativo de lo que ocurrió con la población indígena en la Mixteca Alta y en toda la Nueva España.

En 1736 se produce una epidemia de *matlazahuatl* que genera gran cantidad de muertos entre las familias de los indios en Oaxaca, y en los pueblos de Elotepec, Santiago Huaxolotipac, San Francisco Junco y San Bartolomé Nexapa, y sólo seis años después reaparece la epidemia en la zona (García *et al.*, 2003).

En 1777 Yanhuitlán es afectado por otra epidemia, lo que repercutió en la recaudación de tributos en la provincia, afectando a su vez otros pueblos. Ese mismo año en Teposcolula y Coixtlahuaca se solicitó la suspensión del cobro de tributo durante la epidemia y hasta que las poblaciones convalecieran (García *et al.*, 2003).

Al año siguiente, como consecuencia de la sequía, se les releva del pago de tributo a Teposcolula, Tamazulapan, Teotongo y Santiago Texupan. Por otro lado, debido a la falta de lluvias las cosechas de maíz fueron escasas en Yanhuitlán, Santiago Tillo, San Juan Juchitepeque, San Andrés Sinaxtla, entre otros pueblos (García *et al.*, 2003).

Entre 1779 y 1780 una gran epidemia de viruela afectó alrededor de 70 mil personas sólo en la Ciudad de México, pero las consecuencias de su virulencia llegaron hasta Puebla y Oaxaca. Mientras que en los siguientes seis años se registró una serie de heladas que al igual que las anteriores ocasionó una pestilencia que esta vez se prologó dos años, lo que ocasionó pérdida de cosechas y mortandad en la zona. Tan solo en 1788 en el valle de Nochixtlán mueren una gran cantidad de tributarios en las agencias de Santa María Tiltepec y Tultepec por la escasez de alimento (García *et al.*, *op.cit.*).

Mientras tanto, en 1786, los Borbones españoles realizaron reformas territoriales en la Nueva España, dividiéndola, según la Ordenanza de los Intendentes en doce intendencias, una de ellas, Oaxaca (Commons, 2000). Este sistema constituyó una modificación al sistema de gobierno administrativo de las colonias, ya que confirió por primera vez a las demarcaciones, un carácter propio; dejando establecida la base de la división estatal con un intendente o gobernador que encabeza las nueva entidad política, así esta intendencia quedó integrada por dieciséis alcaldías y un corregimiento (Ordóñez, 2004; Spores, 2007).

En 1790 en Nochixtlán debido a la escasa lluvia se pierden las milpas sembradas en los lamabordos de las lomas y laderas, contando la población solo con la producción de los llanos húmedos de las márgenes de los ríos. Esta condición fue recurrente en esta época en toda la Mixteca por lo menos hasta 1805, fecha en la que se tiene registro de nuevas pérdidas en Teposcolula (García *et al.*, *op.cit.*).

#### ***vi. Movimientos armados y reestructuración del territorio en la Mixteca Alta (1812-1932).***

El inicio del siglo XIX estuvo marcado por fuertes conflictos sociales derivados del movimiento independentista. En el caso de Yanhuitlán, su convento se encontraba en el camino real, el cual unía a las ciudades de Puebla y Oaxaca, por lo tanto fue un punto estratégico en la guerra de Independencia ya que éste se usó como fortificación de los ejércitos realista e insurgente entre 1812 y 1821. El 11 de enero de 1812 tuvo lugar un ataque de las fuerzas realistas en Yanhuitlán y solo tres días más adelante los insurgentes abandonan el área para unirse a las fuerzas de José María Morelos (González, 2009; Spores, 2007).

Los enfrentamientos entre una facción y la otra acontecieron en el cementerio del templo, la victoria fue de los realistas quienes hicieron del su convento su base militar y se volcaron a la lucha en otros pueblos de la Mixteca Alta. Posteriormente los insurgentes hicieron del recinto dominico de Huajuapán su fortificación, en donde más adelante

debilitarían a las fuerzas realistas; razón por la que abandonan Yanhuitlán retirándose hacia Antequera. (González, 2009).

En 1857, con la promulgación de la Constitución quedan formalmente establecidos los límites, como estado de la federación del territorio de Oaxaca (Commons: 2000). Es en esa misma época con la aplicación de la Ley Lerdo, se decreta la desamortización de las tierras de la iglesia y las comunidades indígenas, lo que derivó en graves disturbios en la Mixteca, ejemplo de ello son la “sublevación indígena de las mixtecas” acontecida en noviembre de 1857, en la que, encabezada por curas e indios, se opusieron a la privatización de sus tierras. El resultado de dicha ley fue la aplicación de las Leyes de Reforma y en la zona la desamortización de los bienes de los dominicos en Yanhuitlán en 1859 (González, 2009).

Más adelante, en 1890, la división municipal de Yanhuitlán queda comprendida dentro de la división distrital de Nochixtlán. Y durante la época del porfiriato, por mandato del gobierno se enajenaron extensas superficies de terreno para ser concesionadas a extranjeros con el fin de impulsar el establecimiento de empresas tabaqueras, algodonerías y cafetaleras para la exportación (Ordóñez, 2004).

Años después, en 1932, teniendo como objetivo el rescate de las tradiciones y ceremonias, se realiza una clasificación desde el punto de vista étnico y folclórico, el estado estableció siete regiones puesto que éstas poseen una gran diversidad ecológica geográfica y económica en su interior; siendo la Mixteca una de ellas (Ordóñez, 2004).

#### ***vii. Planes y programas de desarrollo en la región (1932-al presente).***

La Reforma Agraria del presidente Lázaro Cárdenas tuvo efectos directos en Yanhuitlán ya que mediante el decreto 823 del 18 de abril de 1935 autorizó que las dependencias conventuales de Santo Domingo fueran empleadas como oficinas y bodegas de la Sociedad Cooperativa Agrícola (González, 2009). Cinco años después, se procede a la creación de ejidos forestales en los que se estableció que éstos debían poseer con dotaciones suficientes para así garantizar “la subsistencia decorosa de las familias” (Ordóñez, 2004: 476).

Diez años más tarde se pone el marcha el Plan Nacional Colonización, a través del cual dio inicio al establecimiento de nuevos núcleos de población en las áreas tropicales del sureste del país. Y a mediados de la década del setenta se implementa el Programa Nacional de Desmontes (PRONADE) cuyos principales objetivos eran ampliar el desarrollo ganadero así como atender a la demanda de tierras por los campesinos, es así que entre 1972 y 1976 PRONADE incorpora 114 000 has para la agricultura en zonas de selva, y 423 000 ha para fines ganaderos en la región (Ordóñez, 2004).

A lo largo de la última década del siglo XX, se decretaron leyes y se reformaron otras, que a pesar de tener un carácter estatal o nacional, tuvieron incidencia directa en el municipio. En 1992 el H. Legislatura del Estado pública la Ley Orgánica del Consejo Forestal y de la Fauna Silvestre para el estado de Oaxaca y diez años más tarde se proclama la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. LVII Legislatura del Estado).

Más adelante, el 21 de julio de 1993, el H. Congreso de la Unión promulga la Ley General de Asentamientos Humanos, y en este sentido en 1998 se proclama la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del estado de Oaxaca; y es hasta el 2007 que se realiza la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

El 25 de enero de 2014 mediante el decreto número 555, los habitantes de la comunidad del municipio determinan “auto adscribirse como comunidad y municipio indígena perteneciente al pueblo mixteco, en ejercicio de su derecho de libre determinación y autonomía” (LXII Legislatura Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, 2014:6).

## Capítulo III. Transformación del paisaje en Yanhuatlán

### 3.1 Métodos y materiales

Los métodos y materiales empleados en el presente trabajo se dividen de acuerdo con la procedencia de la información requerida. Por un lado, está aquella recabada y procesada en gabinete y por el otro, aquella obtenida en campo (figura 3.1). Para estudiar los lamabordos se aplicaron los principios geográficos de localización, distribución e interrelación de éstos con otros elementos, específicamente el sustrato geológico sobre el que emplazan y el orden de las corrientes sobre las que se desarrollan, a continuación se detallan las acciones efectuadas.

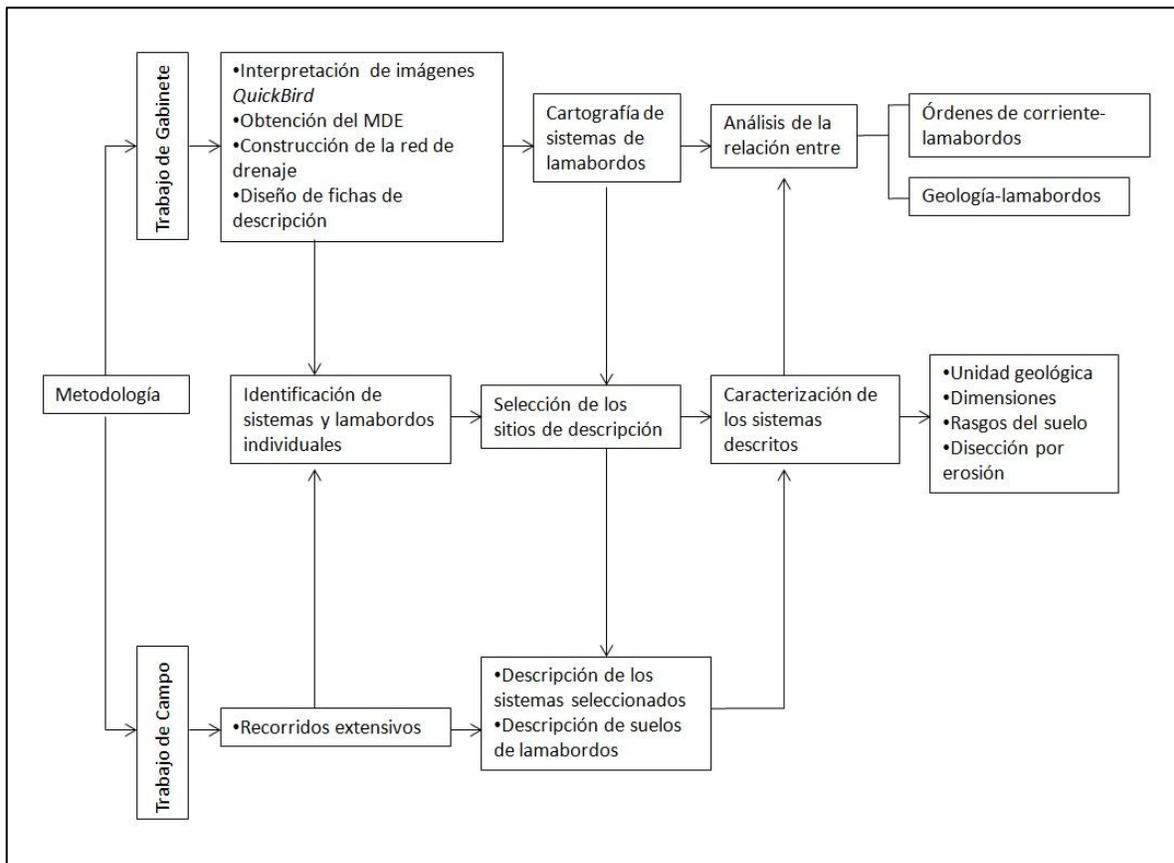


Figura 3.1 Diagrama de flujo de la metodología empleada en la investigación

### a) Trabajo de gabinete

Los lamabordos fueron ubicados inicialmente a partir de la interpretación de nueve imágenes *QuickBird* de la zona (figura 3.2), del mes de febrero de 2010 con una resolución espacial de 0.61 metros. Adicionalmente, en la fase de trabajo de campo se ubicaron otros lamabordos con base en sus coordenadas obtenidas con un sistema de posicionamiento global (GPS).

Se ubicaron en total 297 puntos, que corresponden en algunos casos a lamabordos individuales y en otros a sistemas de dos o más de estas estructuras. Se identificó la presencia de los sistemas de lamabordos en las imágenes por su fisonomía característica de polígonos y su ubicación a lo largo de las corrientes fluviales y se tomó como inicio del sistema el borde del punto más bajo del mismo, de manera que en algunos casos se identificaron más sistemas de lamabordos que lamabordos de manera individual. El resultado fue un mapa escala 1:50 000 de la localización de dichos sistemas.

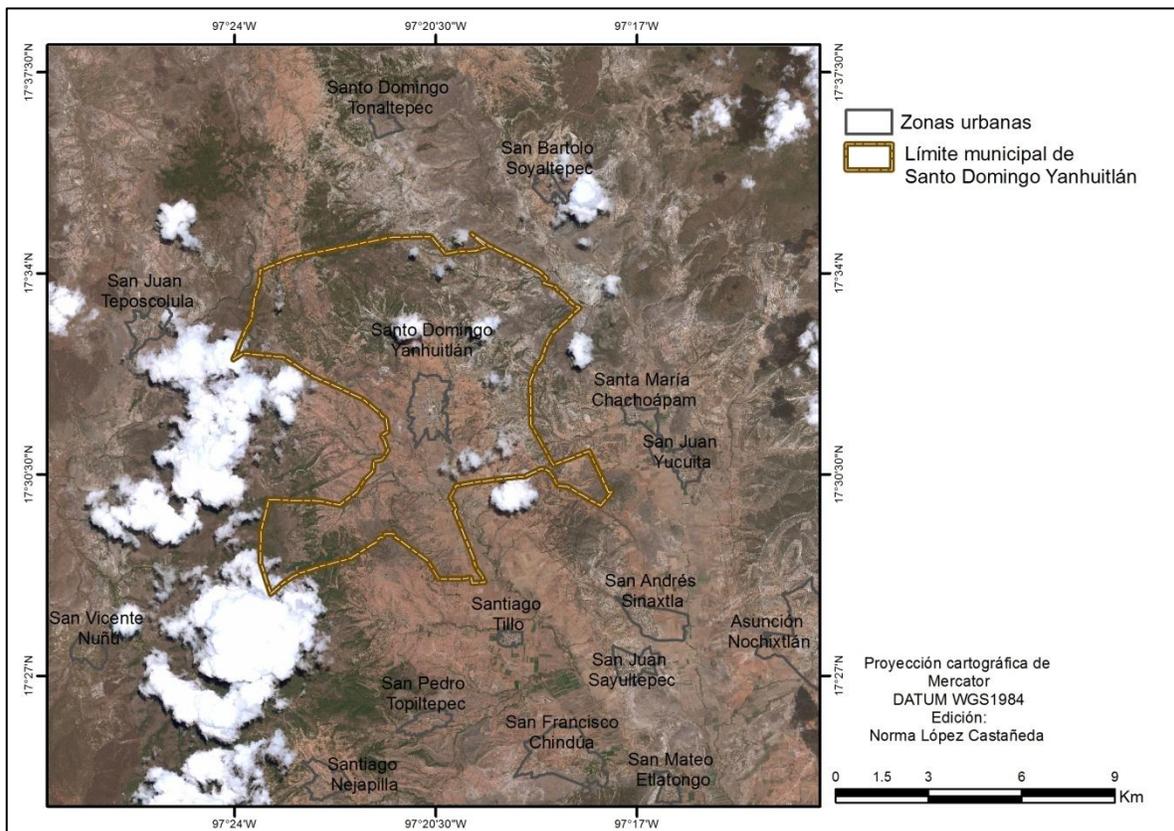


Figura 3.2 Imágenes *QuickBird* de la zona de estudio.

Dado que los lamabordos se ubican a lo largo de los ríos, se elaboró un mapa de corrientes fluviales a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) de una resolución espacial de 15 metros, derivado del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 del INEGI empleando el sistema de información geográfica ArcGIS 10.1. A partir del MDE se generó en el programa mediante las herramientas de *Hydrology* del *Spatial Analyst Tools* la red fluvial, que comprende cauces de primer o hasta octavo orden.

Partiendo de los mapas anteriores y de la geología, se determinó la composición litológica del territorio que alimenta a los sistemas de lamabordos. A través de ello, se generó un mapa escala 1:50 000.

Una vez establecida la asociación de los lamabordos con las corrientes, se tomó como unidad de organización de éstos las cuencas a las que pertenecen, las cuales se delimitaron al trazar los parteaguas de los sitios a describir empleando la red de drenaje y las curvas de nivel a una equidistancia de 20 metros. El resultado fue un mapa escala 1:5 000 que representa los sistemas de lamabordos descritos y sus respectivas cuencas.

#### **b) Trabajo de campo**

Para la identificación de los sitios en los que se efectuaron las descripciones de los sistemas de lamabordos se realizaron recorridos extensivos en la zona entre los meses de marzo y noviembre de 2015. Para la descripción *in situ* de los sistemas se realizó trabajo de campo entre el 25 y el 30 de diciembre del mismo año, se eligieron sitios de diferente sustrato geológico para determinar si este rasgo influye en las características del sistema.

Se diseñó una ficha de identificación de los sistemas de lamabordos tomando como referencia las cédulas de identificación de bienes arqueológicos e inmuebles del Instituto Nacional de Antropología e Historia (anexo 1). Esta ficha recaba información respecto a los elementos generales del sistema como las características de la barranca, número aproximado de bordos y la erosión de éstos así como las características del lamabordo en particular como las dimensiones y materiales que constituyen sus muros y disección de la superficie de cultivo.

A partir de la Guía para la descripción de suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés, 2009) y el Manual para descripción y evaluación ecológica de suelos en campo de Siebe *et al.* (2006) se describieron algunas de las características de los sedimentos retenidos en los lamabordos, tales como textura, pedregosidad, color, potencial de hidrogeno (pH), humedad, presencia de carbonatos de calcio, estructura, porosidad y estabilidad de agregados (anexo 2).

### **3.2 Transformación antrópica del paisaje**

La transformación del paisaje en Santo Domingo Yanhuitlán tiene su origen en las prácticas agrícolas que se han efectuado en la zona a lo largo de casi cuatro mil años, como lo reportan algunos autores (Spores, 1969; Leigh *et al.*, 2013) y su expresión actual en la superficie es el profundo estado de erosión y la configuración de áreas agrícolas creadas ex profeso por sus pobladores. Es sobre este último aspecto que el presente capítulo hace énfasis, al abordar las características principales del sistema agrícola de lamabordos así como su distribución en la zona.

El actual paisaje de la zona es resultado de la actividad de los mixtecos a través de la promoción de la erosión de los suelos en las laderas de los cerros y la modificación del fondo de sus valles para aumentar la superficie disponible para la agricultura.

La erosión de los suelos en la región debe contextualizarse históricamente y se encuentra estrechamente ligada al desarrollo demográfico. Un primer episodio se asocia al incremento de la población en el periodo Posclásico, momento en que alcanza su máximo con un estimado de 50 mil pobladores ubicados en 130 sitios arqueológicos (Spores, 1969) y que supone un periodo de utilización extensiva de recursos así como un mantenimiento efectivo de los sistemas agrícolas de lamabordos. Un segundo episodio, hacia mediados del siglo XVIII, se caracteriza por una importante disminución de la población, que permite suponer una disminución en la efectividad de las actividades enfocadas al mantenimiento de los lamabordos y su degradación por erosión.

El primer episodio de erosión se asocia a una remoción de materiales promovida por los pobladores para configurar superficies aptas para la agricultura. De acuerdo con los estudios de Leigh *et al.* (2013) este tipo de prácticas se efectúa en la zona desde hace por lo menos 3400 años, pero no es sino hasta el periodo Posclásico en que para abastecer de alimento a una población en aumento, los agricultores mixtecos propagan la configuración de las superficies agrícolas de lamabordos por toda la región (Spores, 1969).

El segundo episodio de erosión se relaciona con el descenso de la población en la zona y el cambio de las actividades económicas de los pobladores. Por un lado, de los 50 mil indígenas que eran hasta antes de 1521, la población pasa a menos de una quinta parte después de poco más de dos siglos (Cuadro 3.1; Spores, 1969). Por el otro, la zona se convierte en uno de los centros sericícolas más importantes de su tiempo en la Nueva España (Spores, 2007). Lo anterior implicó el abandono y parcial destrucción de las superficies agrícolas.

**Cuadro 3.1 Variación de los niveles de población en el Valle de Nochixtlán**

Periodo	Población estimada
Clásico Temprano	10 000
Clásico Tardío	25 000
Posclásico	50 000
Colonial (1600)	32 000
Colonial (1745)	8 000

Fuente: elaborado con base en Spores (1969).

Aunado a lo anterior, la introducción y pastoreo de borregos y cabras en la zona en la segunda mitad del siglo XVI llegó a un total de 300 mil ovejas distribuidas en 61 rebaños, de los cuales 44 estaban en la Mixteca Alta (Spores, 2007), lo que implicó la deforestación de las partes altas, y por lo tanto la consecuente erosión de los suelos en las laderas.

Contrario a lo que manifiesta Goudie (2002) al abordar la erosión acelerada como una consecuencia no prevista de las actividades humanas, la erosión de las tierras altas de la Mixteca Alta no se trató de un efecto indirecto de las actividades de los agricultores sino

que era una práctica intencional, que en un primer momento se favoreció de manera controlada para la configuración de nuevas superficies agrícolas.

El resultado fue la creación de una nueva forma de relieve de origen antrópico, emplazada en el fondo de las barrancas con el propósito específico de fomentar la agricultura, es decir, la construcción de lamabordos, los que poseen características singulares que los hacen distintos a otras formas de relieve con propósitos similares, como lo son las terrazas de contorno ubicadas en las laderas. Sin embargo el dramático descenso de la población en la zona implicó una degradación parcial de los lamabordos, toda vez que, se deduce, que la falta de mano de obra impidió mantener el funcionamiento del sistema.

En la actualidad existen múltiples normas y programas para frenar la erosión y fomentar la reforestación en la zona mediante la implementación de estrategias de manejo de los recursos naturales. Uno de éstos es el *Proyecto Global Environment Fund Mixteca* (GEF), a través del cual se busca integrar el conocimiento de los servicios ecosistémicos y opciones de uso sustentable del suelo para fomentar el desarrollo de la región.

Otro es el Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal Mixteca-Norte 2010-2030, parte del Programa Estratégico Forestal 2025, que busca ser un instrumento para implementar programas de desarrollo a nivel municipal, plantear líneas de acción para restaurar y conservar los suelos a través del control de escurrimientos, protección y monitoreo del suelo en terrenos forestales, entre otras.

Localmente, a través de la Asamblea General de Comuneros, el Comisariado de Bienes Comunales, el Consejo de Vigilancia, la Asamblea General de Ciudadanos y la Autoridad Municipal se determinan las reglas y acuerdos para el uso y manejo de sus recursos forestales, el aprovechamiento del agua, regulación del pastoreo, prevención y control de incendios.

Sin embargo, a pesar de los programas y las medidas de reforestación, en la actualidad la impronta que generó en el paisaje la construcción, desarrollo, utilización y abandono de los sistemas de lamabordos es evidente.

### 3.3 Sistemas de lamabordos

En la palabra lamabordo el prefijo lama significa suelo (o según la RAE, barro de color oscuro) y el sufijo bordo alude a la pared de rocas que retiene dicho suelo. Se trata de un muro que se construye de manera transversal a la corriente del río en el fondo de una barranca, para que éste funcione como una presa de retención de sedimentos.

Una vez azolvado el bordo se tiene como resultado una nueva superficie de poca pendiente apta para ser cultivada (figura 3.1). Los lamabordos, más que estructuras individuales, suelen constituir sistemas asociados a lo largo de la pendiente del cauce.

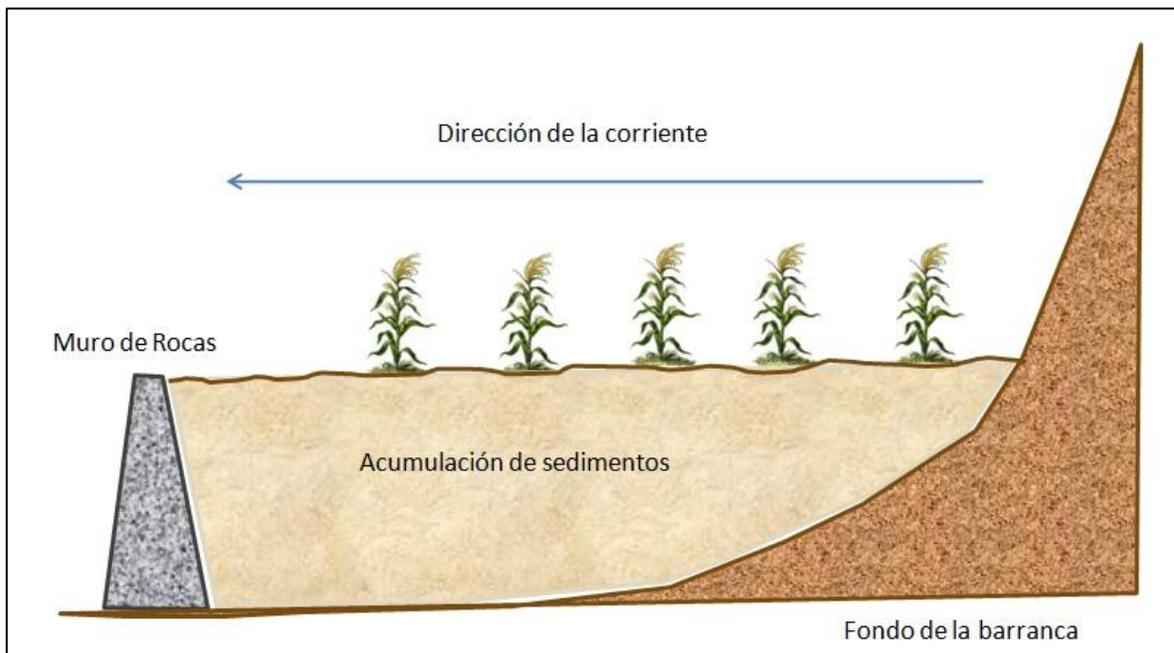


Figura 3.3 Esquema transversal de un lamabordo.

Un sistema de lamabordos se trata de una sucesión de muros y superficies de cultivo a lo largo de un cauce, y que por tanto corresponden a una misma cuenca. En función de las características de forma, profundidad, extensión y material litológico de sus cuencas los lamabordos poseen diferentes características (figura 3.2).

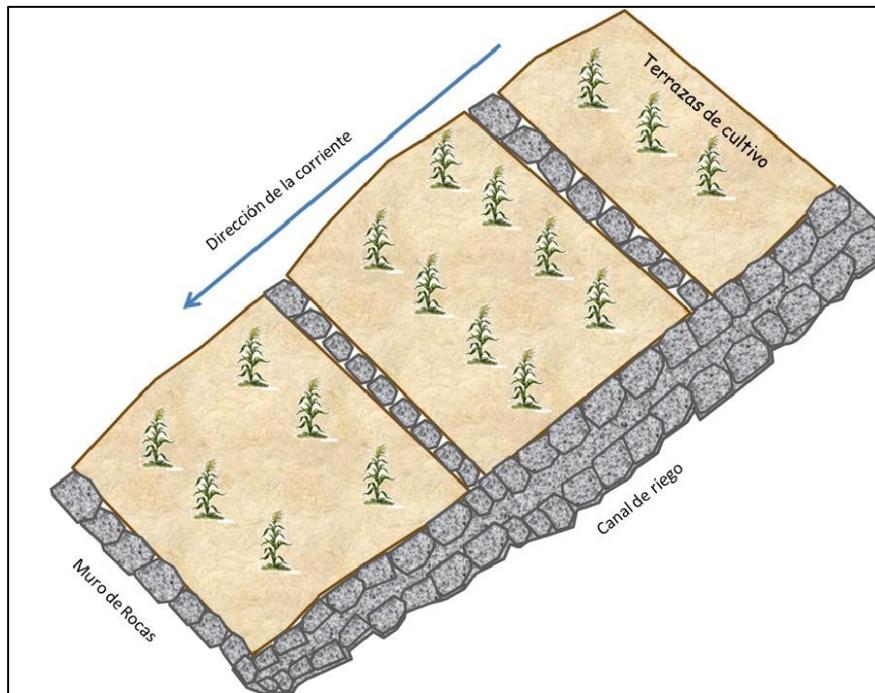


Figura 3.4 Esquema de una sucesión de lamabordos.

Dichas características refieren a las dimensiones de alto y largo de los muros de los lamabordos, rasgos de los suelos como textura, estructura, color, entre otros; y el grado de conservación en que se encuentren estos sistemas.

### 3.4 Análisis de la distribución de los sistemas de lamabordos en Santo Domingo Yanhuitlán y al rededores

#### a) Localización de los sistemas de lamabordos y distribución en función de las unidades litológicas presentes en la zona

En la figura 3.3 se representa la localización de los bordos más bajos reconocibles de cada sistema en la imagen de satélite. En total se identificaron 297 puntos y es importante destacar que éstos coinciden en su mayoría (51.5 % del total de sistemas de lamabordos identificados) con las unidades geomorfológicas de cuestras y laderas bajas a medias y lomeríos y las laderas de montañas del valle de Yanhuitlán.

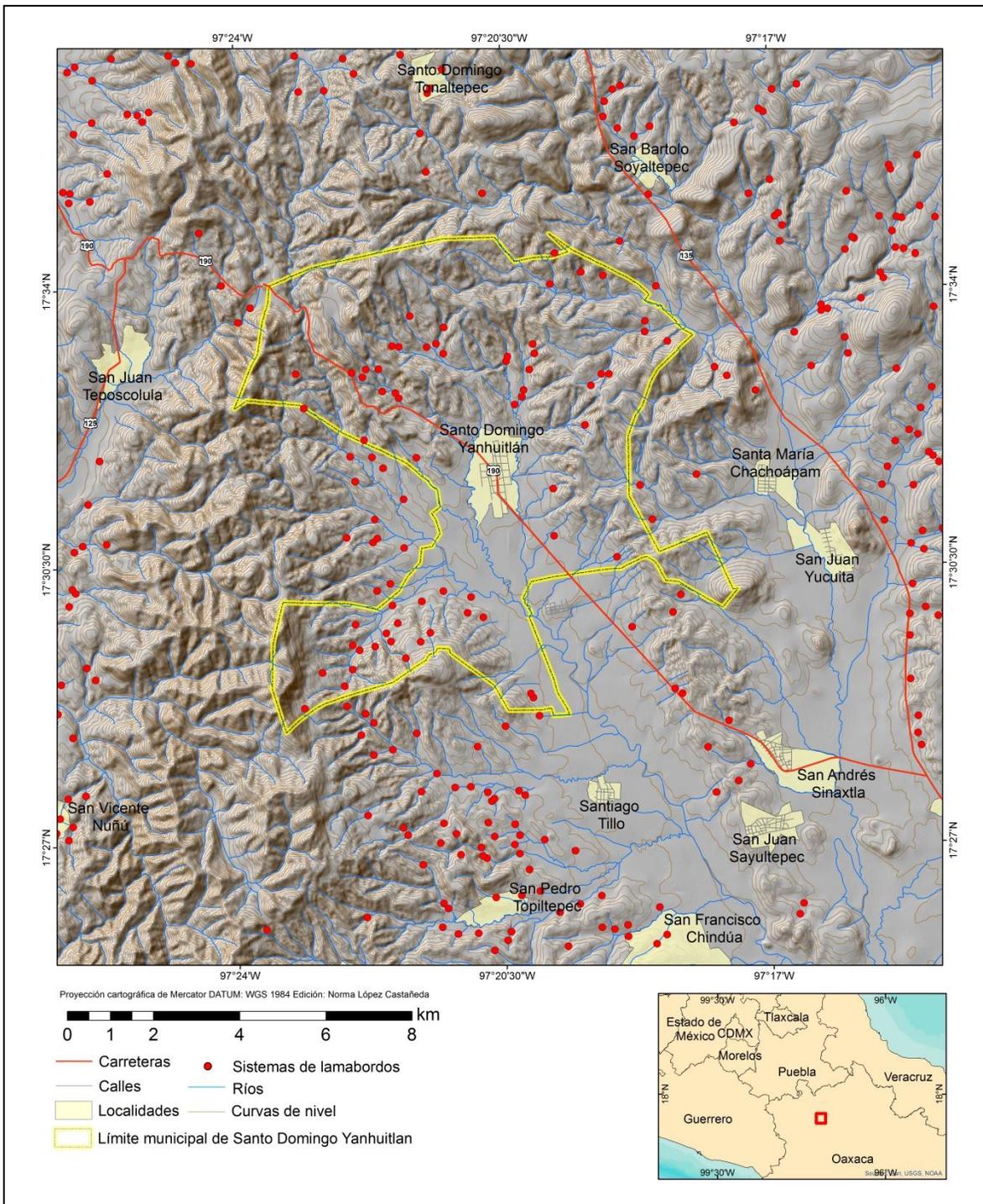


Figura 3.5 Localización de los sistemas de lamabordos.

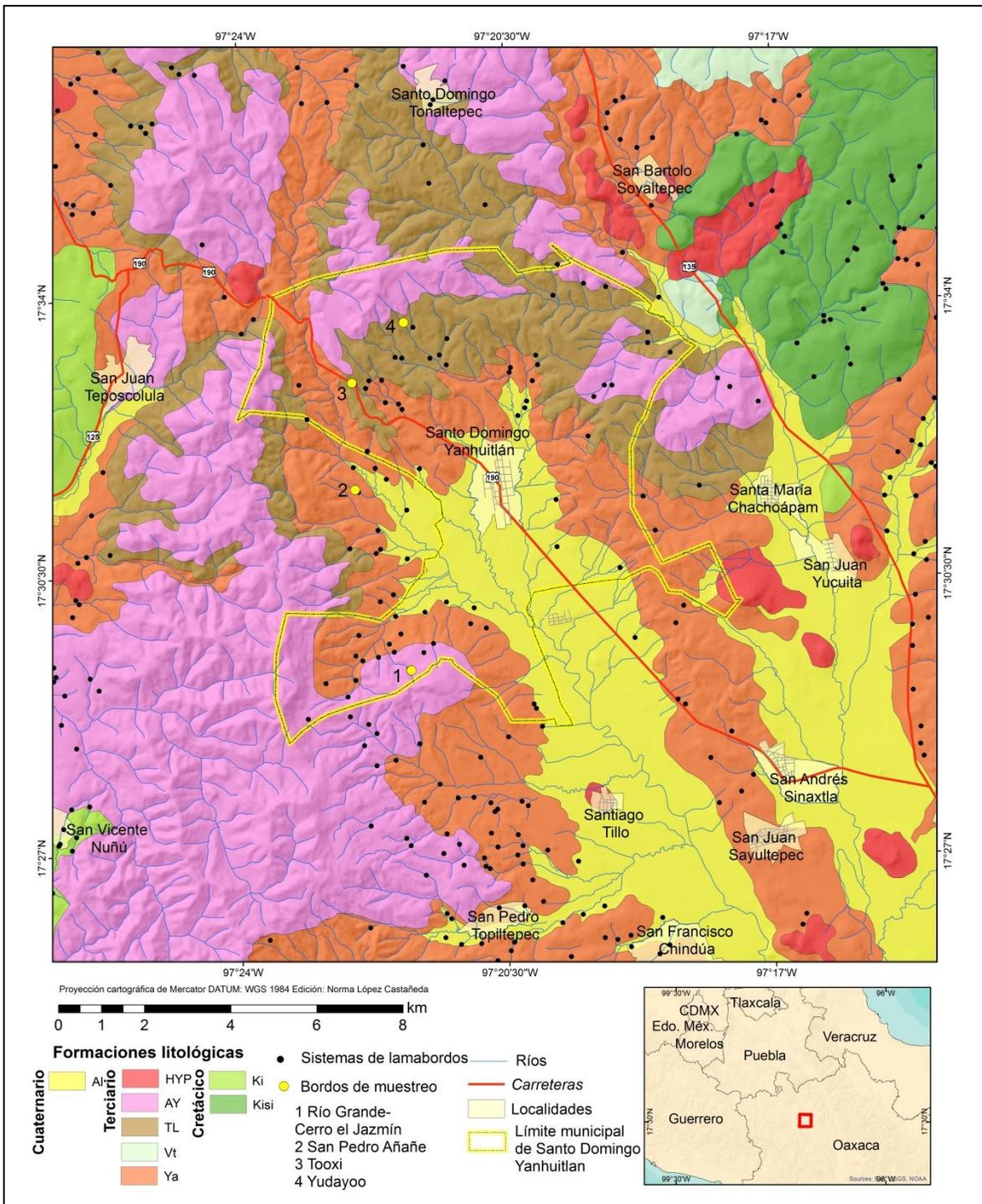


Figura 3.6 Tipo de roca sobre el que se emplazan los sistemas de lamabordos. Fuente: elaborado sobre la base cartográfica de *Ortiz et al.* (en prensa).

Cada uno de los sistemas de lamabordos posee un arreglo específico ya que la configuración de las cañadas en las que se desarrollan obedece a la disposición de la red fluvial de cada una de las cuencas en particular.

Por otro lado, el tipo de roca sobre el que se emplazan los sistemas juega un papel importante en la configuración de los lamabordos ya que dependiendo las características de los materiales éstos son más o menos susceptibles a la erosión. De acuerdo con la figura 3.4 los sistemas de lamabordos se localizan en cualquier tipo de roca en la zona; sin embargo, es la Formación Yanhuitlán, constituida por arcillas poco litificadas, la que favorece su desarrollo (ver figura 3.5).

Las rocas calizas de las formaciones San Isidro y Caliza Teposcolula cuentan con 24 y 6 sistemas respectivamente, mientras que en las areniscas intercaladas con cenizas volcánicas de la Formación Yanhuitlán figuran 153 sistemas en total.

En la unidad Toba Llano de Lobos se identifican 36 sistemas, en la Andesita Yucudaac 42, en los depósitos aluviales 3, en los cuerpos hipabasaes 5. Mientras que en los Depósitos Teotongo no se reconoce un solo sistema que se desarrolle sobre ese sustrato

En la Formación Yanhuitlán se ubica la mayor cantidad de sistemas de lamabordos (figura 3.5) aunque no se debe necesariamente a que ésta abarca un área mayor respecto a otras unidades (figura 3.6). Ya que en el caso de la unidad Andesita Yucudaac cuya superficie es equiparable a la anterior sólo se identifican en ésta 42 sistemas.

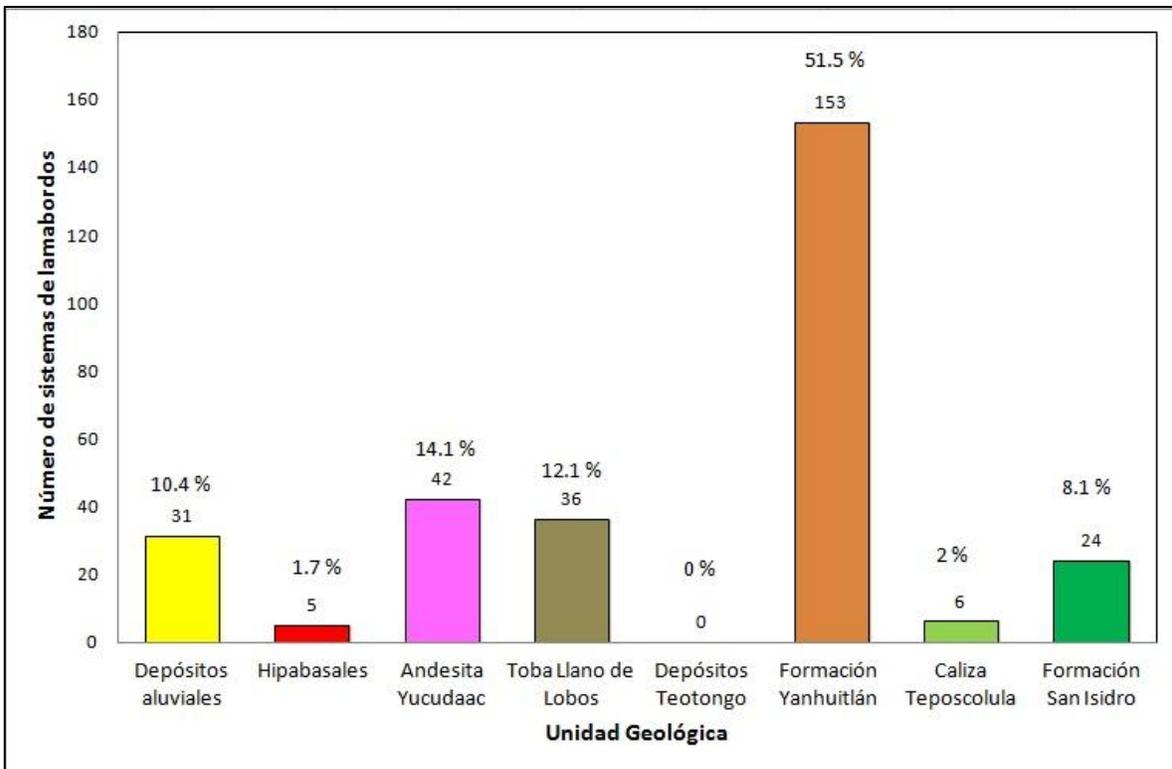


Figura 3.7 Número de sistemas de lamabordos por unidad geológica y porcentaje de la superficie que dicha unidad ocupa.

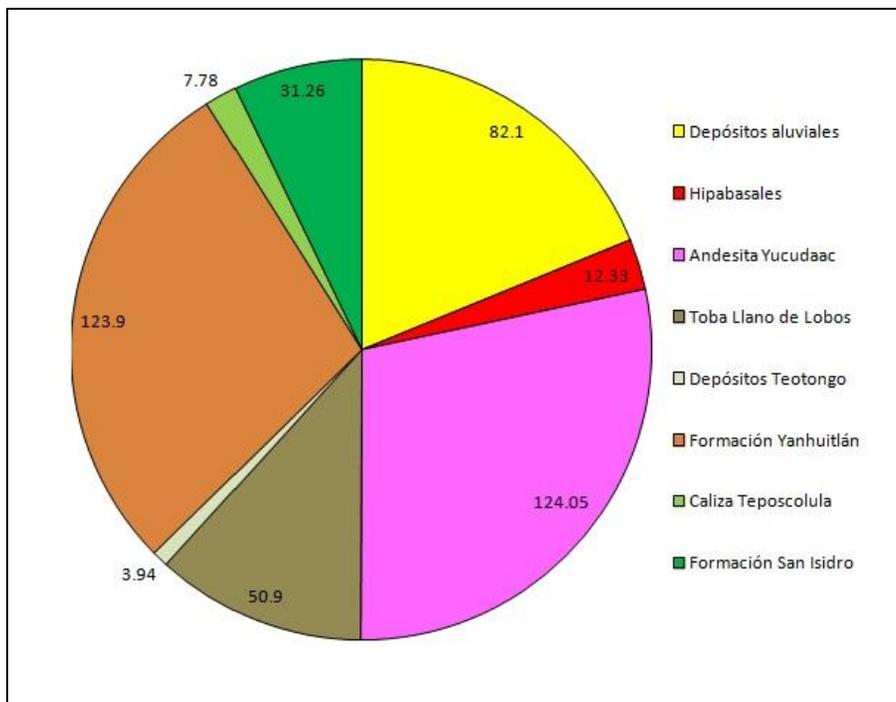


Figura 3.8 Superficie en km<sup>2</sup> de cada unidad geológica.

Otro aspecto relevante es que si bien se identifican 153 sistemas directamente asociados con la Formación Yanhuitlán, hay otros que aunque no se localicen sobre ese tipo de roca también están relacionados con ésta, ya que en sus respectivas cuencas aflora esta formación, por lo que se infiere que en los bordos de aguas abajo los materiales que los azolvan también provienen de la ya mencionada unidad.

Es así que a esos 153 sistemas se añaden otros 22 que se ubican en áreas de depósitos aluviales (18), Andesita Yucudaac (1), Toba Llano de Lobos (1) y Formación San Isidro (1). Ello implica un total 175 lamabordos relacionados con la Formación Yanhuitlán, lo que representa un 58.92 % del total de sistemas identificados (figura 3.7), mientras que el resto se distribuye entre las demás unidades.

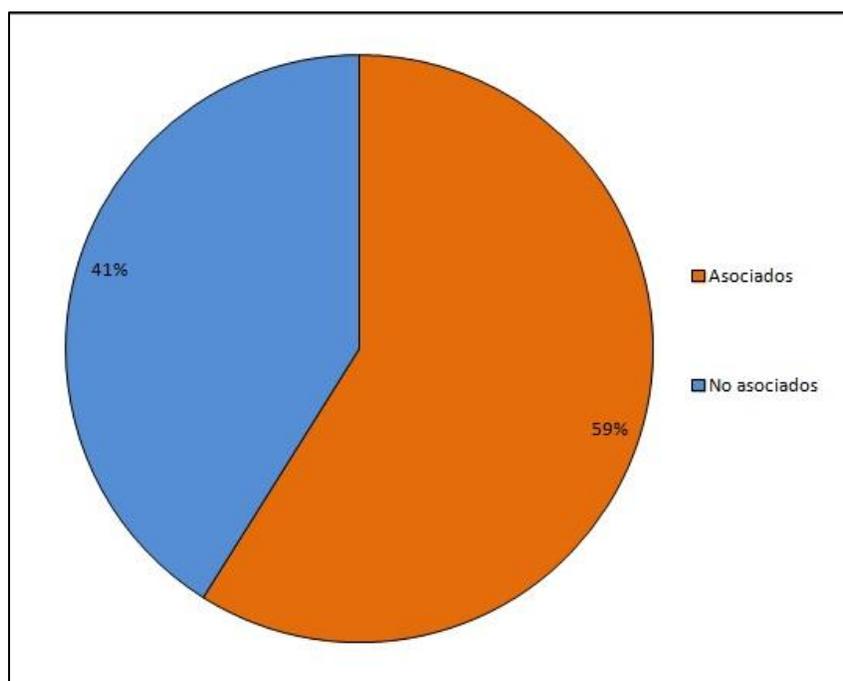


Figura 3.9 Porcentaje de sistemas de lamabordos asociados a la Formación Yanhuitlán.

#### **b) Desarrollo de sistemas de lamabordos por órdenes de cauce**

De acuerdo con la información aportada por las imágenes satelitales y la red de drenaje, los sistemas de lamabordos se emplazan principalmente en corrientes de tercer y cuarto

orden, que corresponden a la parte de la barranca con dimensiones que permiten su configuración.

De los 297 sistemas identificados 114 se desarrollan en los cauces de tercer orden, 91 en los de cuarto y 57 en los de segundo, mientras que en los de primer sólo se identificaron 4 sistemas; por otro lado, en cauces superiores al cuarto orden sólo se identifican 23 en el quinto y 7 en el sexto (figura 3.8), mientras que en los de séptimo y octavo ya no se reconocen puesto que éstos ya forman parte del cauce principal de los ríos.

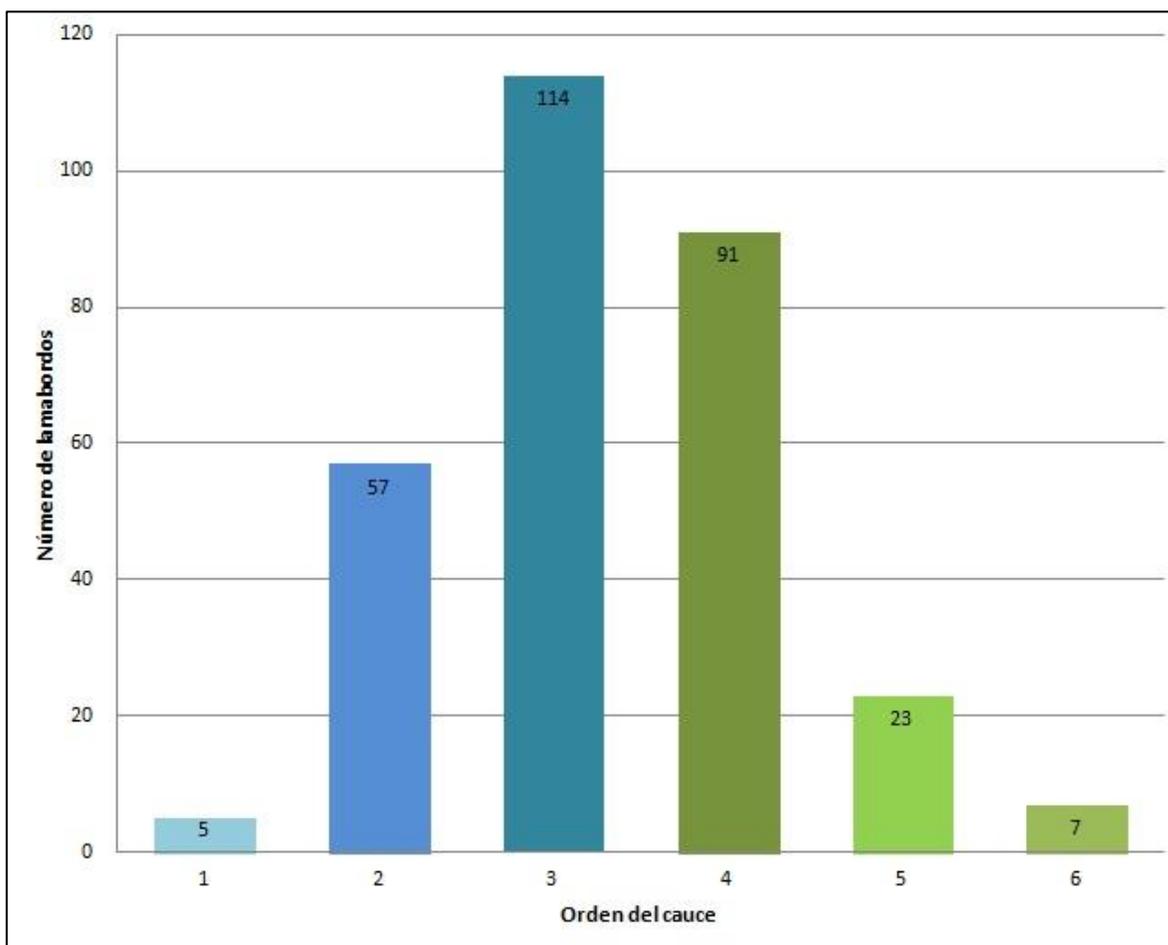


Figura 3.10 Número de sistemas de lamabordos que se desarrollan en diferentes órdenes de cauces.

### 3.5 Caracterización de los sistemas de lamabordos de Río Grande-Cerro el Jazmín, San Pedro Añañe, Tooxi y Yudayoo

#### a) Características de los sistemas de lamabordos

Se describieron, a manera de ejemplos representativos, cuatro sistemas, tres de ellos al interior del municipio y uno más fuera de éste en la porción occidental. El primero es Río Grande-Cerro el Jazmín (figura 3.9) ubicado en una barranca de la ladera norte del sitio arqueológico Cerro Jazmín, el sistema se encuentra en la unidad geológica Andesita Yucudaac (AY).



Figura 3.11 Sistema de lamabordos en Río Grande-Cerro el Jazmín.

El segundo es San Pedro Añañe (figura 3.10) localizado al occidente del municipio en la agencia homónima perteneciente al municipio de San Bartolo Soyaltepec, este sitio se ubica sobre la Formación Yanhuitlán (Ya). El tercero es el sistema Tooxi (figura 3.11) que se desarrolla a lo largo de una barranca ubicada en la porción noroccidental del municipio a un costado de la carretera Panamericana 190, mismo, que se asocia con la unidad geológica Toba Llano de Lobos (TL).



Figura 3.12 Sistema de lamabordos en San Pedro Añañe.



Figura 3.13 Sistema de lamabordos en Tooxi.

El cuarto es el sistema Yudayoo (figura 3.12) que se localiza en la porción norte del municipio, en una barranca de la ladera sur del cerro Yudayoo. Éste se emplaza sobre la unidad Toba Llano de Lobos (TL) y también recibe materiales provenientes de la unidad Andesita Yucudaac.



Figura 3.14 Sistema de lamabordos en Yudayoo.

Se estableció la cuenca de aporte de materiales de cada uno de los cuatro sistemas de lamabordos descritos (figura 3.13) para determinar el tipo de roca del que provienen los materiales que azolvan los bordos de éstos. Sin embargo, de acuerdo con la información recabada en campo (Cuadro 3.2) los sistemas se asocian además con unidades litológicas que, debido a sus dimensiones de algunos metros, no son representadas en la cartografía de la geología de la zona (figura 3.4), dada la escala.

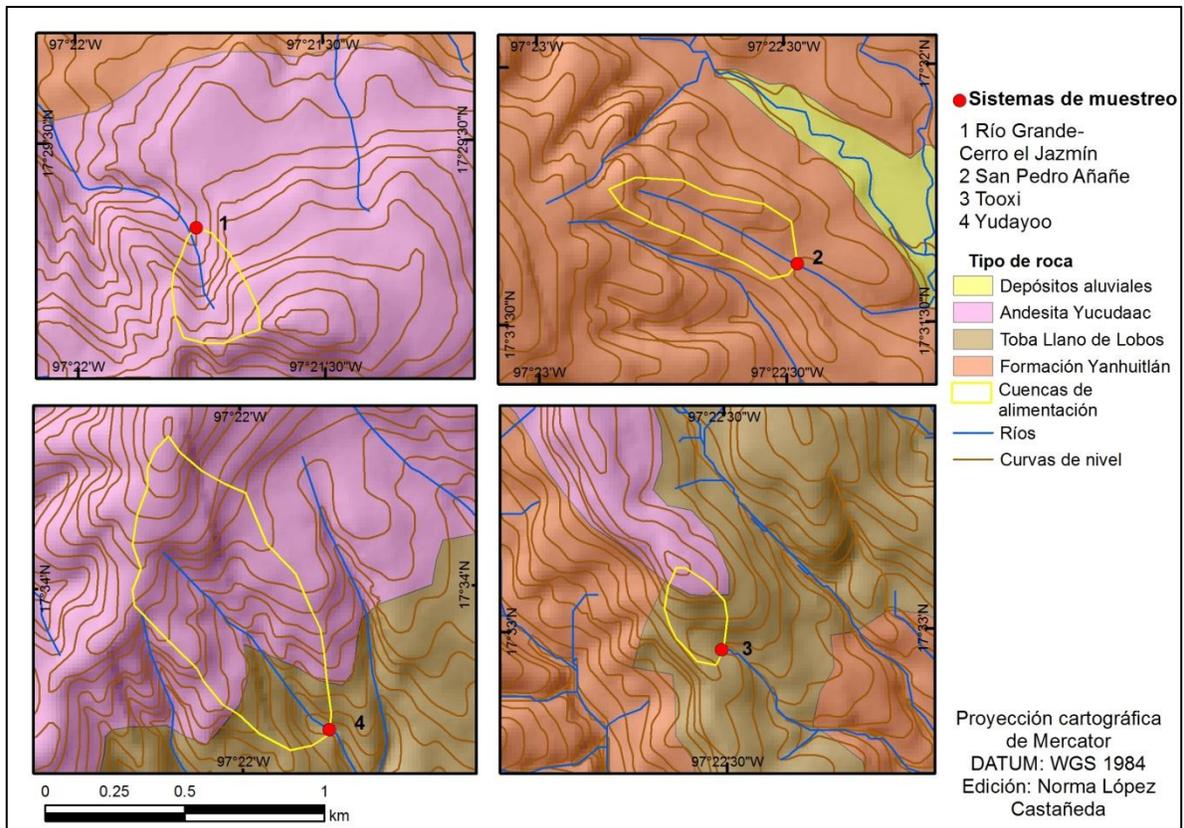


Figura 3.15 Cuencas de alimentación de los sistemas de lamabordos seleccionados.

### Cuadro 3.2 Características de los sistemas de lamabordos

Sitio	Litología	Bordos en el sistema	Tipo de Muro	Dimensiones m	
				Alto	Largo
1 Río Grande- Cerro el Jazmín	AY/Ya	19	Rocas	3	21
2 San Pedro Añañe	Ya	21	Pared sin revestimiento de rocas	1	72
3 Tooxi	AY/TL/Caliche	16	Rocas	3	23
4 Yudayoo	AY/TL	17	Rocas	2.5	5

Por otro lado, se caracterizaron los materiales y dimensiones de los bordos en cada sistema, que se conforman por muros inclinados en favor de la dirección de la corriente. Los muros pueden estar contruidos por apilamiento de rocas cuyo diámetro varía entre 20 y 50 cm, las de mayores dimensiones y forma irregular se distribuyen en la parte inferior del muro, mientras que las de menores dimensiones y de forma alargada o

semirectangular se disponen en la parte superior. Por otro lado, existen aquellos cuyo muro consiste en una pared inclinada en la que un lindero de vegetación cumple la función de retener los materiales.

La disección transversal de un bordo de roca por la corriente (figura 3.14), permite conocer la disposición de las rocas que lo constituyen, tanto las que revisten la parte exterior del muro, que son de mayor tamaño, como aquellas que se encuentran hacia la parte interior de éste, que son de menores dimensiones.



Figura 3.16 Sección transversal de un antiguo lamabordo 1. Lamabordo; 2. Revestimiento exterior de rocas; 3. Revestimiento interior de rocas; 4. Dirección de la corriente.

Para el caso del sistema de lamabordos en Río Grande-Cerro el Jazmín, éste se asocia además de la unidad Andesita Yucudaac con la Formación Yanhuitlán, la cual aflora en la ladera oriental de la barranca del sistema. Se identifica una secuencia de 19 bordos a lo largo del mismo los cuales consisten en una pared inclinada de rocas de dimensiones variables, aquella en que se realizó la descripción cuenta con 3 metros de alto por 21 metros de largo (cuadro 3.1).

El sistema de lamabordos en San Pedro Añañe se localiza sobre la unidad Formación Yanhuitlán y de acuerdo con su cuenca de captación de materiales no aflora en la barranca otra unidad que aporte otros distintos. En éste se identifica una secuencia de 21 bordos de muros de entre 1 metro de alto por 72 metros de largo que son retenidos por linderos de vegetación (cuadro 3.1).

El sistema de lamabordos en Tooxi se localiza sobre la unidad Toba Llano de Lobos y de acuerdo con la cuenca de captación de materiales del lamabordo, le son aportados sedimentos provenientes de la unidad Andesita Yucudaac. Sin embargo también le son proporcionados materiales calcáreos, ya que en la ladera oriental de la barranca le suprayacen a la toba depósitos de caliche. Se identifican en éste una secuencia de 16 bordos de muros de roca cuyas dimensiones son 3 metros de alto por 23 metros de largo (cuadro 3.1).

El cuarto es el sistema de lamabordos en Yudayoo que se localiza sobre la unidad Toba Llano de Lobos y le son aportados materiales de la Andesita Yucudaac. Se identifican en el sistema una secuencia de 17 bordos de muros de roca que, dadas las características de la barranca, poseen dimensiones entre los 2.5 metros de alto por 5 metros de largo (cuadro 3.1).

De acuerdo con la información recabada en campo, los sistemas de lamabordos de mayores dimensiones y desarrollo a lo largo de una barranca coinciden con los materiales de la Formación Yanhuitlán como es el caso del sistema San Pedro Añañe con un total de 21 bordos, seguido por la asociación de Andesita Yucudaac con la Formación Yanhuitlán en el sistema Río Grande-Cerro el Jazmín con 19 bordos respectivamente.

Le siguen la asociación Toba Llano de Lobos y Andesita Yucudaac con 17 bordos en el sistema Yudayoo, después la asociación Toba Llano de Lobos, Andesita Yucudaac y caliche en el sistema Tooxi con 16 bordos.

#### **b) Canales de irrigación en los sistemas de lamabordos**

Un aspecto a destacar, es que en dos de los cuatro sistemas descritos (Río Grande-Cerro el Jazmín y Tooxi), en una de sus márgenes corre paralelo a la dirección de la corriente un canal de roca de dimensiones variables entre 1 m de alto y 0.7 m de ancho cuya función era conducir el agua disponible para irrigar los cultivos (figura 3.15).



Figura 3.17 Canales de riego en márgenes de lamabordos.

Por otro lado, no se descarta la presencia de canales de irrigación en los demás sistemas de lamabordos, pero dado su estado de conservación (San Pedro Añañe) no sea posible reconocerles en campo.

### c) Disección en los sistemas de lamabordos

En estos sistemas ya no se realizan prácticas agrícolas desde hace, al menos una generación, de acuerdo con información referida por los pobladores, lo que se traduce en un abandono y parcial destrucción de los mismos. Esta situación se refleja en el hecho de que en los cuatro sistemas descritos la erosión de los lamabordos por la acción de las corrientes superficiales es evidente.

A pesar de que es en la Formación Yanhuitlán en la que se desarrollan los sistemas con más número de bordos y mayores dimensiones, el que sus materiales estén constituidos por areniscas intercalados con depósitos volcánicos débilmente litificados también los hace más susceptibles a la erosión, razón por la cual dichos sistemas presentan una mayor disección frente a aquellos cuyo sustrato es distinto (figura 3.16).



Figura 3.18 Disección por erosión en sistemas de lamabordos construidos sobre la Formación Yanhuitlán.

### d) Características de los suelos de los sistemas de lamabordos

La disección de los sistemas, en general, al dejar expuesta una porción de los materiales que azolvan el lamabordo (figura 3.17), permite describir algunas de sus características como textura, color, pH, contenido de carbonatos de calcio, estructura, humedad y estabilidad de agregados (cuadro 3.3).



Figura 3.19 Perfiles de suelo de los lamabordos muestreados.

**Cuadro 3.3 Características de los suelos de los lamabordos descritos**

No.	Profundidad cm	Textura	Color	pH	CaCO3	Estructura	Humedad	Est. Agreg
1	0-30	CR	5YR4/4	5.5	K3	migajón/gruesa/1	fresca	alta
	30-69	L	5YR4/0	5	K3	granular/media/2	fresca	alta
2	0-5	CRL	2.5YR4/4	6.5	K3	migajón/media/2	seca	alta
	5 a 20	CRL	2.5YR4/3	6.5	K3	migajón/media/2	fresca	muy alta
	20-30	CRL	2.5YR4/4	6.5	K3	migajón/gruesa/2	fresca	alta
	30-40	CRL	2.5YR4/4	6.5	K4	subángular en bloques/gruesa/1	fresca	alta
	40-70	CLf	2.5YR4/6	6.5	K3	subángular en bloques/gruesa/1	fresca	muy baja
3	0-34	AC	7.5YR3/2	6	K4	migajón/media/1	muy seca	moderada
	34-75	A	10YR3/3	6	K4	prismática/media/2	seca	moderada
	75-116	CA	10YR3/3	5.5	K4	prismática/media/2	fresca	alta
	116-150	CRA	10YR3/2	6	K4	subángular en bloques/media/2	fresca	alta
4	0-50	CLg	10YR3/4	6	K3	granular/muy gruesa/2	seca	baja
	50-90	CLg	10YR4/2	5	K4	subángular en bloques/grueso/2	fresca	moderada
	90-130	CLg	10RY3/3	6	K3	subángular en bloques/muy grueso/2	fresca	muy alta
	130-150	L	10YR3/2	5	K3	prismática/media/1	fresca	alta

1. Río Grande-Cerro el Jazmín; 2. San Pedro Añañe; 3. Tooxi; 4. Yudayoo.

De manera general de los sistemas descritos, aquellos que se desarrollan en o tienen aportes de la Formación Yanhuatlán (Río Grande-Cerro el Jazmín y San Pedro Añañe), la textura de su suelo tiende a ser franco arcillosa o franco arcillo limosa. Es decir, el tamaño de las partículas está predominantemente entre las arcillas (< 2 µm) y los limos (2 - 50 µm).

Por otro lado, en aquellos sistemas asociados a unidades de origen volcánico como la Toba Llano de Lobos y la Andesita Yucudaac (Tooxi), la textura tiende a ser arenosa, arenosa franca y franco arenosa; por lo que el tamaño de las partículas del suelo pertenece predominantemente a la fracción arenosa (50 - 2000 µm).

Es así, que en función del tamaño de las partículas es posible inferir otras propiedades del suelo como la capacidad de aireación (CA) y la capacidad de retención de agua. Para el caso de los suelos de los lamabordos asociados a la Formación Yanhuitlán éstos poseen una mayor capacidad de retención de agua dado el tamaño de sus poros son medianos a finos. Mientras que los asociados a los materiales volcánicos poseen gruesos y muy gruesos que le otorgan una alta capacidad de aireación y poca retención de agua a los suelos de estos sistemas de lamabordos.

En Río Grande-Cerro el Jazmín y San Pedro Añañe la textura de los materiales es franco limosa fina, franco arcillo limosa y franco arcillosa. El color de éstos es predominantemente rojizo con sus respectivas variaciones.

Por otro lado, en Tooxi las texturas son franco arenosa, arenosa franca, arenosa y franco arcillo arenosa, asociado al sustrato de la unidad Toba Llano de Lobos y el color de los materiales tiende hacia los tonos amarillos. Sin embargo, a pesar de tratarse del mismo tipo de roca, en el sistema Yudayoo las clases texturales son franco limosa gruesa y limosa, lo cual se puede deber a que la vegetación en el sitio corresponde a bosque de encino, mientras que en el sitio anterior es de pastizal.

El pH de los materiales se caracteriza por su acidez, con valores desde el 6.5 hasta el 5 de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de campo, siendo el más ácido respecto al resto. En cuanto a la presencia de carbonatos de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) todos los sitios reportan presencia de éstos pero el que refleja un mayor contenido es el del sistema Tooxi puesto que en éste existe una capa de caliche en la parte alta de una de las laderas de la barranca que aporta carbonatos al sistema.

La estructura de los materiales de la superficie hasta los primeros 30 o 40 cm se caracteriza por ser tipo migajón o granular de tamaño medio a grueso (inferior a 1cm) y con una agregación débil o moderada. Más allá de los 40 cm la estructura pasa a ser subángular en bloques de tamaño medio hasta muy grueso (de 0.5 a 5 cm) con una agregación débil o moderada, o bien prismática de tamaño medio (de 2 a 5 cm) de agregación moderada.

En cuanto a la estabilidad de los agregados ésta tiende a ser alta o muy alta, a excepción del primer medio metro de los materiales en los sistemas Tooxi y Yudayo, ambos asociados a la unidad Toba Llano de Lobos, los cuales presentan una estabilidad de baja a moderada.

#### **e) Restos de cerámica o tepalcates en los sistemas de lamabordos**

Por otro lado, un aspecto a destacar es la presencia de tepalcates o restos de cerámica en dos de los cuatro sitios muestreados. En San Pedro Añañe y Tooxi se encontraron fragmentos de barro de diversos tamaños de color naranja y gris (figura 3.18), los cuales pueden pertenecer a las fases Cruz, Ramos y Las Flores que comprenden desde el Formativo (700-200 a.C.) hasta el Clásico Tardío (300-900; Spores, 1969), así como otros de fondo crema con trazos en color rojo (figura 3.18) de la fase Natividad que comprende el periodo Posclásico (900-1521; Spores, 1969).

Es importante la presencia de éstos elementos puesto que se asocian a unidades habitacionales próximas a los sistemas de lamabordos, de lo que se deduce que éstos eran mantenidos por pobladores de la zona en los periodos a los que pertenecen dichos tepalcates.



Figura 3.20 Fragmentos de cerámica encontrados en los sistemas de lamabordos de Tooxi y San Pedro Añañe.

Estos fragmentos de cerámica fueron encontrados en la superficie de los lamabordos. El de la izquierda, encontrado en el sistema de lamabordos de Tooxi (figura 3.18) se trata de

un fragmento de un ahumador, que dadas sus características de color (naranja) y grabados y de acuerdo con la clasificación establecida por Spores (1969) es posible que pertenezca a la Fase Las Flores (300 D.C. - 900 D.C.).

Los fragmentos de la derecha (figura 3.18), encontrados en el sistema de lamabordos de San Pedro Añañe poseen tamaños y geometrías distintas, lo que hace difícil determinar a qué tipo de pieza pertenecen. Éstos son de colores grises (probablemente pertenecientes a la Fase Ramos, 200 A.C. - 300 D.C.), naranja (Fase Las Flores, 300 - 900 D.C.) y de fondo crema con dibujos en rojo (Fase Natividad, 900 - 1520).

## Conclusiones

En la zona de estudio y sus alrededores algunos elementos del paisaje son de carácter antrópico, resultado de la interacción de los seres humanos con el medio, específicamente de la transformación asociada a una práctica agrícola que fomentó la erosión de los suelos en las tierras altas para la construcción de terrazas agrícolas o lamabordos.

Los posicionamientos teóricos adoptados permiten conceptualizar el paisaje no sólo como la imagen percibida sino como el resultado de la evolución histórica del territorio, el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles y la implementación de nuevas tecnologías que permiten satisfacer las necesidades de quienes lo habitan.

Esta noción ha sido desarrollada desde hace más de siglo y medio por múltiples autores, quienes, generalmente, proponen grandes etapas de transformación del paisaje que responden a la capacidad de los grupos humanos para modificar el medio en que habitan en función de la tecnología de la que disponen.

Estos autores coinciden en que a lo largo de la historia la capacidad de transformación del medio por parte de los seres humanos ha variado, pero es a partir de la Revolución Industrial en que se efectúan las modificaciones de mayor impacto en el territorio puesto que se trata de una etapa en la que el desarrollo de la industria permitió implementar grandes innovaciones tecnológicas con la capacidad de producir un impacto a gran escala en la superficie terrestre.

Sin embargo, la milenaria e ininterrumpida presencia de grupos humanos en el territorio es capaz de generar una impronta tan profunda como aquella generada hace apenas casi dos siglos por la Revolución Industrial.

Tal es el caso de la agricultura de terrazas, una tecnología empleada a lo largo de la historia por distintas civilizaciones milenarias mediante la cual éstas no sólo han satisfecho sus necesidades agrícolas sino también han transformado profundamente su entorno.

El territorio de la Mixteca Alta y el municipio de Santo Domingo Yanhuitlán posee una larga historia asociada a la práctica agrícola de cultivo en terrazas transversales en los cauces de los ríos, la cual data de por lo menos 3400 años, lo que implica que la configuración actual del paisaje es resultado del aprovechamiento ininterrumpido de los recursos naturales por los grupos humanos que han habitado en el territorio.

Las modificaciones efectuadas en el medio responden a la disponibilidad y aprovechamiento de los recursos en la zona para satisfacer las necesidades de la población. Mediante éstas se buscó optimizar la producción agrícola del valle para una creciente población en el periodo Posclásico. Este aumento de la población derivó en una organización más compleja de la sociedad Mixteca, creando relaciones entre distintos cacicazgos y con grupos fuera de la región, como los mexicas.

Sin embargo, la conquista del territorio por los españoles representó un cambio en la organización social de los mixtecos, quienes modificaron su patrón de asentamiento al concentrarles alrededor de los poblados principales, introduciendo nuevas actividades como la industria sericícola y el pastoreo de borregos y cabras. Por otro lado, después de un periodo de poco más de dos siglos y como resultado de la propagación de epidemias en la zona, la población menguó a menos de una décima parte de los 50 000 habitantes que eran hasta 1521.

En la actualidad el estado del medio respecto a la deforestación y avanzada erosión de las tierras altas, es resultado de la interacción a lo largo de la historia del pueblo mixteco con su entorno, así como del cambio en las actividades económicas por la introducción de nuevas tecnologías después de la llegada de los españoles a la región.

Se trata de una transformación del paisaje de carácter antrópico que se ha efectuado en el territorio a lo largo de milenios, a la que se asocia la variación de los niveles de población con los momentos de mayor o menor transformación en relación con la acción de los procesos erosivos.

Éstos fueron favorecidos de manera controlada en el momento en que se registra el máximo de población para la creación de nuevas áreas agrícolas (lamabordos), o bien detonados de modo acelerado por el parcial abandono de dichas áreas, como resultado del descenso de la población.

En cuanto a la creación y configuración de los sistemas de lamabordos, se establece una relación con el tipo de roca sobre el que se localizan ya que en función de sus características físicas y químicas así como de la disposición de sus estratos, lo está su susceptibilidad a la erosión, de la que dependerá la facilidad y velocidad con la que se azolven los sistemas.

Para el caso de Santo Domingo Yanhuitlán y sus alrededores, es en la Formación Yanhuitlán, constituida por intercalaciones de areniscas y cenizas volcánicas débilmente litificadas, donde se desarrollan la mayor cantidad de sistemas de lamabordos reconocidos en este trabajo, lo que es indicativo de la relación entre este tipo de roca y el sistema agrícola.

En cuanto a las características particulares de los sistemas, como el número de bordos en la barranca, sus muros y dimensiones, nuevamente es en la Formación Yanhuitlán en la que se desarrollan los sistemas de mayores dimensiones y número de bordos respecto a las otras unidades litológicas.

Mientras que en otras unidades se reconocen sistemas de un número inferior de bordos y menores dimensiones, es en la Formación Yanhuitlán o su asociación con ésta que se identifican sistemas con una secuencia de hasta 21 bordos a lo largo de los cauces, y dimensiones de los bordos de hasta 72 m de largo por uno de alto en el caso de los bordos de paredes inclinadas revestidas por un lindero de vegetación y de 21 m de largo por 3 m de alto en aquellas cuyo bordo es una pared de roca, lo que indica que existe una relación entre los sistemas desarrollados en la Formación Yanhuitlán y las dimensiones de los mismos.

Sin embargo, la afirmación anterior no es concluyente, dada la cantidad de sistemas descritos en campo (cuatro) y el que sólo sean representativos de algunas de las unidades geológicas (Andesita Yucudaac, Toba Llano de Lobos y Formación Yanhuitlán) que tienen expresión en el territorio.

Cabe aclarar que el que no se hayan descrito sistemas de lamabordos asociados al resto de las unidades geológicas (Formación San Isidro, Caliza Teposcolula, cuerpos hipabasales, entre otros) se debió a la falta de recursos logísticos para trasladarse a todos los sitios que originalmente estaban contemplados para su descripción.

Por ello, es necesario muestrear una mayor cantidad de sitios por cada una de las unidades geológicas para que la información recabada sea representativa de los sistemas de lamabordos en general.

En ese sentido, las tareas que quedan pendientes a partir de este trabajo, y que pueden dar paso a futuras investigaciones incluyen:

- a) Identificar sistemas de lamabordos en un área más amplia para que comprenda una muestra representativa de los tipos de roca en la Mixteca Alta sobre los que se desarrollan y establecer si efectivamente existe la relación entre el tipo de roca y el sistema agrícola y las características del mismo.
- b) Elaborar una cartografía de los sistemas de lamabordos a partir de fotointerpretación de fotografías aéreas e interpretación de imágenes de satélite de alta resolución para delimitar la superficie real que abarcan los sistemas en la actualidad para poder estimar el área disponible para la agricultura en el momento de mayor apogeo del sistema y contrastarlo con la superficie actual destinada a esta actividad.
- c) Proponer una clasificación de sistemas de lamabordos en función de sus rasgos característicos como tipo de muro, número de bordos en el sistema y dimensiones para determinar si existe una relación respecto a la formación litológica en la que se desarrollan.

- d) Caracterizar el actual estado de conservación/destrucción de los sistemas de lamabordos.
- e) Investigar si existen rasgos en los sistemas que sean característicos de la época en que fueron construidos, ya que se tiene la hipótesis de que la configuración de los lamabordos que se desarrollaron en el periodo Posclásico frente a aquellos que datan de la época virreinal o después de ésta es distinta debido a la tecnología disponible para su construcción y aprovechamiento.
- f) Por otro lado, el estudio de las características de los materiales que azolvan los bordos y configuran las parcelas aportaría información de los sistemas de lamabordos en múltiples sentidos. Por un lado, el análisis estratigráfico de los depósitos proveería información relevante de las condiciones ambientales pasadas así como la identificación de los distintos episodios de remoción de materiales. Y por el otro, un análisis de sus propiedades físicas y químicas así como su evaluación ecológica permitiría estimar la productividad potencial de estos sistemas agrícolas.
- g) Generar modelos de simulación de la erosión y pérdida del suelo en los sistemas de lamabordos y realizar una caracterización en función de su uso actual.

En suma, los estudios que integran aspectos geomorfológicos e histórico-sociales en Geografía, permiten comprender la complejidad del paisaje actual de alguna región, que es el resultado de una larga interacción entre los seres humanos y el medio en el que habitan.

## Bibliografía

- LXII Legislatura Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. (26 de Abril de 2014).  
Gobierno del Estado. Poder Legislativo Doceava Sección. Periódico Oficial, XCVI.
- Alfaro, S.G., (2004), "*Suelos*", en García-Mendoza, A., Ordóñez, M. y Briones-Salas, M. (eds.),  
*Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la  
conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found: México, pp. 55-65
- Almeida, M.J., (2010), *Las transformaciones del paisaje en el Duero portugués*, Centro de  
Estudos de População Economia e Sociedade (CEPESE), pp. 15-23.
- Arellano, M.J., (s.a.), *La configuración territorial de la Cuenca Superior del río Grijalva,*  
*Chiapas*, CONAGUA, Organismo de Cuenca Frontera Sur, pp. 1-29.
- Arnáez, J., Lasanta, T., Errea, M.P. y Ortigosa, L. (2011), *Land abandonment, landscape*  
*evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean Mountain Region: the case of*  
*Camero Viejo*, Land Degradation & Development, No. 22, pp. 537-550.
- Arnáez, J., Lana-Renault, N., Lasanta, T., Ruiz-Flaño, P. y Castroviejo, J. (2015), *Effects of a*  
*farming terraces on hydrological an geomorphological processes. A review*, Catena,  
128, pp. 122-134.
- Aufrère, L., (1929), *Les Rideaux: étude topographique*, Annales de Géographie, Año 38, No.  
216, pp. 529-560.
- Bampton, M. (1999), "*Antropogenic Transformation*", en Alexander D. y Fairbridge R.,  
*Encyclopedia of Environmental Science*, Klumer Academic Publisher: Great Britain, pp.  
22-27.
- Barrera, R.A., (1987), *Tierra y productividad agrícola en la región Puuc*, en Anales de  
antropología, Vol. 24, No, 1, pp. 29-37.
- Bennett, H.H., (1928), *The Geographical relation of soil erosion and land productivity*,  
Geographical Review, Vol. 18, No. 4, pp. 579-605.

- Bennett, H.H., (1936), *Conservation Farming Practices and Flood Control*, No. 253, United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Beyene, Y., (2013), "*Konso, paisaje cultural vivo de Etiopía*", en Patrimonio Mundial, revista de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Francia-Reino Unido, pp. 40-45.
- Borejsza, A.J., (2006), *Agricultural slope management and soil erosion in Tlaxcala, México*, Tesis de doctorado en Filosofía en Arqueología, University of California, 564p.
- Borejsza, A.J., Rodríguez, L.I., Frederick, CH.D., Bateman, M.D., (2007), *Agricultural slope management and soil erosion at La Laguna, Tlaxcala, Mexico*, Journal of Archaeological Science, No. 35, pp. 1854-1866.
- Brown, E.H., (1970), *Man shapes the Earth*, The Geographical Journal, Vol. 136, No. 1, pp. 74-85.
- Bustos-Moreno, M.A. y López Palomino, I., (2010), *Formación Yucunama, Léxico Estratigráfico de México*, Servicio Geológico Mexicano, [visto el 31/08/15 en: [http://www.sgm.gob.mx/Lexico\\_Es/default.html](http://www.sgm.gob.mx/Lexico_Es/default.html)].
- Cerdà, B.A. (1994), *Arroyada superficial en terrazas de cultivo abandonadas. El caso del País Valenciano*, Cuadernos de Geografía, No. 56, pp. 135-154.
- Critchely, W. y Brommer, M., (2006), *Comprendiendo las terrazas tradicionales*, LIESA, Revista de Agroecología, pp. 21-22.
- Chilon, C.E., (2008), *Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático, Terrazas Precolombinas Taqanas Quillas y Wachus*, Proyecto de Manejo de Recursos Naturales (PROMARENA): Bolivia.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, (2014), *Atlas del Agua en México 2014*, Biblioteca Mexicana del Conocimiento, Programa Editorial de la República Territorios de México: México.

- Commons, A., (2000), *El Estado de Oaxaca. Sus cambios territoriales*, Serie Libros, núm. 2 Instituto de Geografía, UNAM: México.
- Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable (2008), *Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable, Santo Domingo Yanhuitlán, Nochixtlán, Oaxaca.*
- Córdova, C., (1997), *Landscape transformation in aztec and Spanish colonial Texcoco, Mexico*, Tesis de doctorado en Filosofía, The University of Texas at Austin, 636p.
- Córdova, C. y Parsons, J., (1997), *Geoarchaeology of an aztec dispersed villaje on the Texcoco piedemont of central Mexico*, *Geoarchaeology: An International Journal*, Vol. 12, No. 3, pp. 177-210.
- De la Vega, E.S., Romo, V.R. y González, B.A., (2010), *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*, Consejo Nacional de Población, CONAPO: México.
- Donkin, R.A., (1979), *Agricultural Terracing in the Aboriginal New World*, The University of Arizona Press: Tucson.
- Doolittle, W.E., (1988), *Pre-hispanic occupance in the Valley of Sonora, Mexico: archaeological confirmation of early Spanish report*, University of Arizona Press: Estados Unidos.
- Echarri, L.J.L., (2007), *Rescate de las técnicas incaicas y cañaris en los sistemas de producción agropecuaria y su aplicación en la región*, Tesis de Ingeniería Agropecuaria, Universidad de Azuay: Ecuador.
- Ferrusquía-Villafranca, I., (1976), *Estudios geológico-paleontológicos en la región Mixteca, PT. 1: Geología del área Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlán, Mixteca Alta, estado de Oaxaca, México*, Instituto de Geología, Boletín No. 97, UNAM: México
- García, R.A. y Muñoz, J.J., (2002), *El paisaje en el ámbito de la geografía*, Temas Selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía, UNAM: México.

- García, A.V., Pérez, Z.J. y Molina del Villar, A., (2003), *Desastres agrícolas en México, Catalogo histórico, Tomo I Épocas prehispánica y colonial (958-1822)*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Fondo de Cultura Económica: México.
- García, E., (2006), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Serie Libros No. 6, Instituto de Geografía, UNAM: México.
- García-Ruiz, J.M. y Lana-Renault, N. (2011), *Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region- A review*, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, No. 140, pp. 317-338.
- González, L.A., (2009a), *Geografía, lingüística, arqueología e historia de la Mixteca Alta antes de la conquista española*, *Anuario de Historia*, Vol. 1, pp. 45-66.
- González, L.A. (2009b), *El convento de Yanhuitlán y sus capillas de visita, construcción y arte en el País de las Nubes*, Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: México
- Goudie, A.S. (2006), "The human impact on the soil", en *The Human Impact on the Natural Environment; Past, Present and Future*, Blackwell Publishing: Reino Unido, pp. 94-120.
- Goudie, A.S., (2002), "Anthropogeomorphology", en Goudie, A. S y Cuff, D. J., *Encyclopedia of Global Change, Environmental Change and Human Society*, Oxford University Press: United States of America, pp. 46-50.
- Inbar, M. y Llerena, C.A. (2000), *Erosion Processes in High Mountain Agricultural Terraces in Peru*, *Mountain Research and Development*, Vol. 20, No. 1, pp. 72-79.
- Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, INAFED, (2010), *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de Oaxaca*, [visto el 26/08/2015 en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/>].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (1990), *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2004), *Guía para la interpretación de cartografía, edafología*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2013), *Anuario Estadístico y Geográfico del Oaxaca*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2010), *Censo de Población y Vivienda 2010*,
- Izcarra, P.S., (2006), *Agricultura, medio ambiente y sociedad en la Unión Europea y Japón*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Editores Plaza y Valdez: México.
- Jianbo, L. y Xia L. (2006), *Review of rice–fish–farming systems in China — One of the Globally Important Ingenious Agricultural Heritage Systems (GIAHS)*, Science Direct, *Acuaculture*, pp. 106-113.
- Joyce, A. y Goman, M., (2012), *Bridging the theoretical divide in Holocene landscapes studies: social and ecological approaches to ancient Oaxacan landscapes*, *Quaternary Science Reviews*, No. 55, pp. 1-22.
- Koohafkan, P. y Altieri, M., (2011), *Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM), un Legado para el Futuro*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Roma
- Krahtopoulou, A. y Frederick, Ch. (2008), *The Stratigraphic Implications of Long-Term Terrace Agriculture in Dynamic Landscapes: Polycyclic Terracing from Kythera Island, Grece*, *Geoarchaeology: An International Journal*, Vol. 23, No. 4, pp. 550-585.
- Lansing, S., Darmiasih, W., Watson, J., Vet, T. y Arbi, Y., (2013), *“Portales y tierras sagradas. Templos de agua y arrozales en Bali”*, en *Patrimonio Mundial*, revista de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Francia-Reino Unido, pp. 22-29.

- Lasanta, T., Arnaéz, J., Ruiz, P. y Lana-Renaul, N., (2013) *Los bancales en las montañas españolas: un paisaje abandonado y un recurso potencial*, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, No. 36, pp. 301-322.
- Leigh, D., Kowalewski, S. y Holdridge, G.(2013), *3400 years of agricultural engineering in Mesoamerica: lama-bordos of the Mixteca Alta, Oaxaca, Mexico*, Journal of Archaeological Science. Issue 40, pp. 7-11.
- Lespez, L. (2003), *Geomorphic responses to long-term land use changes in Eastern Macedonia (Greece)*, Catena, 51, pp. 181-208.
- Londoño, A.C. (2008), *Pattern and rate of erosion inferred from Inca agricultural terraces in arid southern Peru*, Geomorphology, 99, pp. 13-25.
- López-Palomino, I., (2010), *Formación San Isidro, Léxico Estratigráfico de México*, Servicio Geológico Mexicano, [visto el 31/08/15 en: [http://www.sgm.gob.mx/Lexico\\_Es/default.html](http://www.sgm.gob.mx/Lexico_Es/default.html)].
- Lowenthal, D. (1965), *Introduction*, en Perkins Marsh (1864), *Man and Nature*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge: Massachusetts. Pp. ix-xix.
- Luebben, R.A., Andelson, J.G. y Herold, L.C. (1986), *Elvino Whetten Pueblo and Its Relationship to Terraces and Nearby Small Structures*, Chihuahua, Mexico, *The Kiva*, Vol. 51, No. 3, pp. 165-187.
- Lugo, H.J., (1990), *El relieve de la República Mexicana*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 9, No. 1, pp. 82-111.
- Lugo, H.J., (2011), *Diccionario geomorfológico*, Colección Geografía para el siglo XXI, Serie Textos Universitarios, Instituto de Geografía, UNAM: México.
- Mamani, P.B., Balliván, T.J. y De la Quintana, G.H., (2008). *Rehabilitación y construcción de terrazas agrícolas prehispánicas*, Manual Técnico, Proyecto de Manejo de Recursos Naturales (PROMARENA): Bolivia.

- Mateo, R.J.M. (2005), *La concepción de los paisajes desde la geografía*, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, pp.1-28.
- Mensching, H., (1951), *Akkumulation und Erosion nieder sächsischer Flüsse seit der Risseiszeit*, Erdkunde, Bd. 5, H.1, pp. 60-70.
- Mueller, R.G., Joyce, A.A. y Borejsza, A. (2012), *Alluvial archives of the Nochixtlan valley, Oaxaca, Mexico: Age and significance for reconstructions of environmental change*, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology, pp. 121-136.
- Mueller, R.G., Joyce, A., Borejsza, A. y Goman, M., (2013), *Anthropogenic landscape change and the human ecology of the lower Río Verde Valley*, en Joyce, A., *Polity and ecology in Formative Period coastal Oaxaca*, The University Press of Colorado: Estado Unidos, pp. 59-96.
- Nahmad, S.S. y Hernández, H.M. (2011), *Las Mixtecas y la Región Triqui de Oaxaca, estudio etnográfico de Pablo Velázquez Gallardo (1596)*, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas: México, pp. 12-40.
- Nir, D. (1983), *Man a geomorphological agent. An introduction to antropic geomorphology*, Keter Publishing House: Jerusalén.
- Ordóñez, M.J. (2004), *"El territorio"*, en García-Mendoza, A., Ordóñez, M. y Briones-Salas, M. (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found: México, pp. 469-479.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), (2009), *Guía para la descripción de suelos*, Roma, 111pp.
- Ortiz, P.M.A., Hernández, S.J.R. y Figueroa Mah-Eng, J.M., (2004), *"Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico"*, en García-Mendoza, A., Ordóñez, M. y Briones-Salas, M. (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found: México, pp. 43-54

Ortiz, P.M.A., Oropeza, O. O., Cram H. S., Figueroa Mah-Eng, J.M., Hermann, L. M., Vences-Sánchez, D.A., Villar, P.S.C, (en prensa), "*Reconocimiento de las unidades del paisaje geomorfológico en la cuenca hidrográfica y el municipio de Yanhuitlán*", en *Configuraciones territoriales en la Mixteca*, Vol. II, Estudios de Geografía y Arqueología, CIESAS.

Palacio-Prieto, J.L., Sánchez-Salazar, M.T., Casado, I.J.M., Propin, F.E., Delgado, C.J., Velázquez, M.A., Chias, B.L., Ortiz, A.M.I., González, S.J., Negrete, F.G., Gabriel, M.J., Márquez, H.R., Nieda, M.T., Jiménez, R.R., Muñoz, L.E., Ocaña, N.D., Juárez, A.E., Anzaldo, G.C., Hernández, E.J.C., Valderrama, V.K., Rodríguez, C.J., Campos, C.J.M., Vera, L.I.C.H. y Camacho, R.C.G., (2004), *Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio*, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología: México.

Parco Nazionale delle Cinque Terre, Area Marina Protetta, visto en <http://www.parconazionale5terre.it/> el 29/07/15.

Pérez, R.V., (2006), *States and Households: The Social Organization of Terrace Agriculture in Postclassic Mixteca Alta, Oaxaca, Mexico*, Latin American Antiquity, Vol. 17, No. 1, pp. 3-22.

Pérez, R.V., Anderson, K.C. y Neff, M.K. (2011), *The Cerro Jazmín Archaeological Project: investigating prehispanic urbanism and its environmental impact in the Mixteca Alta, Oaxaca, Mexico*. Journal of Field Archaeology, Vol.36, No.2, pp. 83-99.

Pérez, R.V. y Anderson, C.K. (2013), *Terracing in the Mixteca Alta, Mexico: Cycles of Resilience of an Ancient Land-Use Strategy*, Springer Science, Issue, 41, pp. 335-349.

Pérez-Sánchez, J. y Juan-Pérez, J., (2013), *Caracterización y análisis de los sistemas de terrazas agrícolas en el Valle de Toluca*, México, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 397-418.

- Petanidou, T., Kizos, T. y Soulakellis, N. (2007), *Socioeconomic Dimensions of Changes in the Agricultural Landscape of the Mediterranean Basin: A Case Study of the Abandonment of Cultivation Terraces on Nisyros Island, Greece*, *Environmental Management*, 41, pp. 250-266.
- Propin F. E., (2003), *Teorías y métodos en geografía económica*, Temas selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía, UNAM: México.
- Ramírez-Garza, B.M. y López-Palomino, I., (2008), *Caliza Teposcolula, Léxico Estratigráfico de México*, Servicio Geológico Mexicano, [visto el 31/08/15 en: [http://www.sgm.gob.mx/Lexico\\_Es/default.html](http://www.sgm.gob.mx/Lexico_Es/default.html)].
- Rawat, J.S., Rawat, G. y Rai, S.P., (2000), *Impact of human activities on geomorphic processes in the Almora Region, Central Himalaya, India* en: Slaymaker, O. *Geomorphology, Human Action, and Global Environmental Change*, Jhon Wiley & Sons: Inglaterra, pp. 285-299.
- Rincón-Mautner, C., (1999), *Man and the environment in the Coixtlahuca basin of northwestern Oaxaca, Mexico: two thousand years of historical ecology*, Tesis de doctorado en filosofía, The University of Texas at Austin, 802 pp.
- Rivas, G.M. (2014), *Lama-bordo o jollas en la Mixteca Alta: Trampas de Agua. Milenaria tecnología mesoamericana de uso actual con fines agrícolas*, Tercer Congreso Red de Investigaciones Sociales sobre el Agua, Universidad Autónoma de Chapingo, pp.1-31.
- Rivas, G.M., Rodríguez, H.B. y Palerm, V.J. (2006), "El sistema de jollas una técnica de riego no convencional en la Mixteca", en Martínez, T., *Antología sobre pequeño riego. Volumen IV, Técnicas y organización social*, Colegio de posgraduados, Boletín del Archivo Histórico del Agua. pp. 6-16.
- Rojas-Rabiela, T. y Sanders, T.W. (1979), *Historia de la agricultura. Época prehispánica-siglo XVI*, Colección Biblioteca del INAH, Instituto Nacional de Antropología e Historia México.

- Rojas-Rabiela, T., (1979), "*La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI*", en *Historia de la agricultura. Época prehispánica-siglo XVI*, Colección Biblioteca del INAH, Instituto Nacional de Antropología e Historia México, pp. 129-232.
- Roldán, J., Vattuone, M. y Sampietro, M., (2014), "*Agricultura prehispánica en Yasmayo (Valle de Santa María, Tucumán, Argentina)*", en *Arqueología y Antropología Surandinas*, No. 47, Universidad Nacional de Tucumán: Argentina, pp. 83-100.
- Rössler M., (1998), "*Los paisajes culturales y la Convención del Patrimonio Mundial Cultural y Natural: resultados de reuniones temáticas previas.*" En *Paisajes Culturales de los Andes, Memoria Narrativa, Casos de Estudio, Conclusiones y Recomendaciones de la Reunión de Expertos, Arequipa y Chivav, Perú*, [visto el 12/05/2015 en [http://www.condesan.org/unesco/paisajes\\_culturales\\_andes.htm](http://www.condesan.org/unesco/paisajes_culturales_andes.htm)]
- Sáenz-Pita, M.R. y López-Palomino, I., (2008), *Conglomerado Tamazulapan, Léxico Estratigráfico de México*, Servicio Geológico Mexicano, [visto el 31/08/15 en: [http://www.sgm.gob.mx/Lexico\\_Es/default.html](http://www.sgm.gob.mx/Lexico_Es/default.html)].
- Sáenz-Pita, M.R., Ramírez-Garza, B.M. y López-Palomino, I., (2009), *Formación Yanhuatlán, Léxico Estratigráfico de México*, Servicio Geológico Mexicano, [visto el 31/08/15 en: [http://www.sgm.gob.mx/Lexico\\_Es/default.html](http://www.sgm.gob.mx/Lexico_Es/default.html)].
- Santa María, D. A., (2009), *Influencia de la falla de basamento no expuesta en la deformación Cenozoica: la falla de Caltepec en la región Tamazulapam, en el sur de México*, Tesis de doctorado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 128 p.
- Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K., (2006), *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en campo*, 2ª edición, México, 70pp.
- Slaymaker, O. (2000), *Geomorphology, Human Action and Global Environmental Change*, Jhon Wiley & Sons: England.
- Spores, R. (1969), *Settlement, farming technology, and environment in the Nochixtlan Valley*, Science Vol. 166, No. 3905 pp. 557-569.

- Spores, R., (2007), *Ñuu Ñudzahui la Mixteca de Oaxaca, La evolución de la cultura Mixteca desde los primeros pueblos preclásicos hasta la Independencia*, Colección Voces del Fondo, serie Etnohistoria, Fondo Editorial del Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca: México.
- Szabó, J. (2010), "*Anthropogenic Geomorphology: Subject and Sistem*", en Szabó, J., Lóránt, D. y Dénes, L. *Anthropogenic Geomorphology, a Guide to Man-Made Landforms*, Publishers' Graphics LLC: Nueva York, pp. 22-27.
- Tarolli, P., Preti, F. y Romano, N. (2014), *Terraced landscapes: From an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment*, *Anthropocene*, 6, pp. 10-25.
- Trejo, I., (2004), "*Clima*", en García-Mendoza, A., Ordóñez, M. y Briones-Salas, M. (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found: México, pp. 67-85.
- Torres, C.R., (2004), "*Tipos de vegetación*" en García-Mendoza, A., Ordóñez, M. y Briones-Salas, M. (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found: México, pp. 105-117.
- Vega, V. A., (2011), *Estudio histórico-cultural de la alimentación en el cantón de Pimampiro y recate de identidad*, tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Wyatt, A. (2007), *Excavaciones en las terrazas agrícolas: resultados de la temporada de campo del 2004 en Chan, Belice*, FAMSÍ, pp. 1-29.
- Yamaoka K., (2009), *Preservando exitosamente la herencia nacional de Japón*, LEISA revista de agroecológica, pp. 18-20.
- Zuria, I. y Cervantes-Comihs, E., (2008), *Bordes agrícolas en Hidalgo*, *Herreriana*, Revista de divulgación de la Ciencia, Vol. 4, No. 2, Centro de Investigaciones Biológicas, pp. 1-3.

## Anexos

### Anexo 1. Cédula de identificación de sistemas de lamabordos

Nombre:

Municipio/agencia:

Coordenadas (° ' ") Latitud: Longitud: Altitud (msnm):

Descripción geomorfológica de la barranca					
Descripción de laderas		Descripción del valle		Erosión	
Geometría	Cóncava  Convexa  Recta				
Observaciones					Litología

Elementos del sistema de lamabordos				
Formación geológica/asociación*				Número de lamabordos en el sistema
Tipo de muro  (dibujo/foto)	Alto			Descripción
	Ancho			
	Materiales			
Presencia de cerámica  (dibujo/foto)	Sí	No	Fase	Descripción
			Cruz  Ramos  Las Flores  Natividad	

Uso (foto)	Sí	No	Tiempo de abandono
Diseción del lamabordo	Sí	No	Descripción

Fotos		Anotaciones
Croquis de ubicación		
Vista en perfil (dibujo/fotos)		
Vista en planta (dibujo/fotos)		

## Anexo 2. Hoja para la descripción de los suelos del lamabordo

- 67 -

Localidad:																	
levantamiento en campo	Fecha:	UTM Nor	MSPs No.	dim a:		uso del suelo/vegetación:			forma del terreno:		pasoaje:						
	autor:	UTM Ver	m s m:	época seca:		° C	° C	incinación:		material parental:							
	estado del tiempo:		prec. [mm]	frecuencia y duración de periodos húmedos			evidencia de erosión:										
				F:	D:	DAC:											
	prof. [cm]	textura	piedras [Vol%]	color [húmedo]	pH	sales o C.E. 1:2.5 [mS/cm]	m. o. [%]	CaCO3 [%]	humedad pF	estructura tipo, tamaño, grado	estab. agreg.	poros abundancia, tamaño, forma, distribución	dens. apar.	dens. raíces	límite	horizonte	
prof. de desarrollo:			cm	princ. espacio radicular de			a	cm	clasificación del suelo:			fase:					
prof. max. de raíces:			cm	nivel piezométrico actual:			nivel piezométrico medio:			tipo de humus:							
evaluación ecológica	espesor [dm]	penetrabilidad de raíces	VPT Vol. %	CA Vol. %	dCC espacio rad. efec. L/m2	CC hasta 1 m Vol. %	Kf cm/d	meq/kg	ClC meq/kg	bases intercamb. Ahx1 ptx0 5		Humus kg/m2	Nt kg/m2	Nd g/m2			
prof. fisiológica: evaluación: espacio radicular ef...			cm		dCC: evaluac.:	eCC: evaluac.:	drenaje natural: K: eval.:			ClC: evaluac.:	Humus:	Nt: evaluac.:					

Tomado de Siebe *et al.* (2006)